

MNR

Mostra Nacional de Robótica

Anais da I Mostra Nacional de Robótica (MNR 2011)

Ensino Fundamental • Médio • Técnico • Superior • Pós-Graduação • Pesquisa

Alexandre da Silva Simões
Flavio Tonidandel
Esther Luna Colombini (Eds.)





MNR

Mostra Nacional de Robótica



OLIMPO
Sistema de gerenciamento de
Olimpíadas e Eventos científicos

Realização:



Apoio:





MNR
Mostra Nacional de Robótica

COORDENAÇÃO

Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões (UNESP)
Prof. Dr. Flavio Tonidandel (FEI)

CONSELHO SUPERIOR

Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões (UNESP)
Prof.^a MSc. Carmen Ribeiro Faria Santos (UFES)
Prof.^a MSc. Esther Luna Colombini (UNESP/FEI)
Prof. Dr. Flavio Tonidandel (UNESP/FEI)
Prof. Dr. Jackson Paul Matsuura (ITA)
Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (UFRN)
Prof. Dr. Reinaldo Augusto da Costa Bianchi (FEI)
Prof.^a Dr.^a Silvia Silva da Costa Botelho (FURG)

ORGANIZAÇÃO DA MOSTRA PRESENCIAL

Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões (UNESP)
Prof. Dr. Flavio Tonidandel (FEI)
Prof.^a MSc. Esther Luna Colombini (UNESP/FEI)
Prof. Dr. Erivelton Nepomuceno (UFSJ)
Prof. MSc. Eduardo Bento Pereira (UFSJ)

SECRETARIA

Tatiane Rodrigues Vieira

INFORMÁTICA

Paulo César Almeida

ASSESSORIA JURÍDICA

Dr. Frederico Humberto Paternez Depieri

APOIO

Ministério da Educação
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq
Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE
A Mostra Nacional de Robótica foi apoiada através do Proc. CNPq 563918/2010-1, edital MCT/CNPq/MEC/FNDE nº 65/2010

A MNR é uma iniciativa pública, gratuita e sem fins lucrativos.



MNR

Mostra Nacional de Robótica

COMITÊ DE PROGRAMA

Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões (UNESP-Sorocaba)
Prof.^a Dr.^a Artemis Moroni (CTI)
Prof.^a Dr.^a Anna Helena Realli Costa (POLI-USP)
Prof. Dr. Aquiles Burlamaqui (UFRN)
Prof. Dr. Carlos H. Costa Ribeiro (ITA)
Prof. Dr. Carlos Eduardo Pereira (UFRGS)
Prof.^a MSc. Carmen Faria Santos (UFES)
Prof. MSc. Eduardo Bento Pereira (UFSJ)
Prof.^a MSc. Esther Luna Colombini (UNESP/FEI)
Prof. Dr. Fabio Gagliardi Cozman (USP)
Prof. Dr. Fernando Santos Osorio (ICMC-USP)
Prof. Dr. Flavio Tonidandel (FEI)
Prof. Dr. Geovany Araújo Borges (UNB)
Prof. Dr. Jackson Paul Matsuura (ITA)
Prof. Dr. Jaime Simão Sichman (POLI-USP)
Prof. Dr. João Maurício Rosário (UNICAMP)
Prof. Dr. José Reinaldo Silva (USP)
Prof. Dr. Josemar Rodrigues de Souza (UNEB)
Prof.^a Dr.^a Leliane Nunes de Barros (IME-USP)
Prof. Dr. Luiz Chaimowicz (UFMG)
Prof. Dr. Luiz Gustavo Bizarro Mirisola (UFABC)
Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (UFRN)
Prof. Dr. Marcelo Nicoletti Franchin (UNESP-Bauru)
Prof. Dr. Marco Henrique Terra (USP-SC)
Prof. MSc. Marco Simões (UNEB)
Prof.^a Dr.^a Mônica Baptista Pereira Estrázulas (UFRGS)
Prof. Dr. Pablo Javier Alsina (UFRN)
Prof. Dr. Reinaldo Augusto da Costa Bianchi (FEI)
Prof.^a Dr.^a Roseli Aparecida Francelin Romero (USP-SC)
Prof.^a Dr.^a Sandra Luna (UFPB)
Prof.^a Dr.^a Silvia Silva da Costa Botelho (FURG)
Prof.^a Dr.^a Valguima Victoria Viana Aguiar Odakura (UFGD)
Prof. Dr. Walter Fetter Lages (UFRGS)

COMITÊ DE REVISÃO

Abner Katagiri
Alexandre da Silva Simões
Anderson Priebe Ferrugem
Cristiane Grava Gomes
Cristiane Pelisolli Cabral
Esther Luna Colombini
Felipe Natal Lopes Peres
Fernanda Tiemi Yamanishi
Fernando Santos Osório
Flavio Tonidandel
Guilherme Prezoto Guarnieri da Silveira
Jaime Simão Sichman
Jonas Evanguel Gomes Monteiro
Marcelo do Carmo Camargo Gaiotto

Márcio Falcão Santos Barroso
Marco Vinicius Uchida Melo
Marcos Banheti Rabello Vallim
Maria da Graça Oliveira da Silva
Nataly Argozino Amaral
Otávio Delboni Vargas
Reinaldo Augusto da Costa Bianchi
Ricardo David
Ricardo Martins Santos
Rodrigo de Sousa Nascimento
Shayana Haddad de Souza
Stefano Romeu Zeplin
Willians de Paula Pereira
Yuri Smiljanic Andrade



MNR
Mostra Nacional de Robótica

PRODUÇÃO EDITORIAL

PROJETO GRÁFICO, EDIÇÃO e REVISÃO:

Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões (UNESP)
Prof. Dr. Flavio Tonidandel (FEI)
Prof.^a MSc. Esther Luna Colombini (UNESP/FEI)

ORGANIZAÇÃO, DIAGRAMAÇÃO e REVISÃO:

Luciana Piccinini
Tatiane Rodrigues Vieira

CONTATO

<http://www.mnr.org.br>
organizacao@mnr.org.br

ENDEREÇO

Secretaria da Mostra Nacional de Robótica
UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Campus de Sorocaba - Grupo de Automação e Sistemas Integráveis (GASI)
Av. Três de Março, 511 - Alto da Boa Vista
Sorocaba, SP – CEP 18087-180

Os textos e opiniões desta obra são de exclusiva responsabilidade dos seus autores. Os textos não foram editados, salvo modificações necessárias para o enquadramento no formato do documento.

É permitida a reprodução total ou parcial desta obra, desde que citada a fonte.

Produção Brasileira – Distribuição Digital

FICHA CATALOGRÁFICA(CIP) – Elaborado pela Biblioteca da UNESP – Sorocaba – SP

M916a Mostra Nacional de Robótica (1., 2011: São João del Rei, MG)
Anais [recurso eletrônico] / 1ª Mostra Nacional de Robótica, 18 a 21 de dezembro de 2011, São João del Rei, MG ; Edição: Alexandre da Silva Simões, Flávio Tonidandel, Esther Luna Colombini. - Sorocaba: Unesp Câmpus de Sorocaba, 2013.

Disponível em: <<http://www.mnr.org.br/mostravirtual>>
ISBN: 978-85-64992-06-1

Evento realizado Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), São João del Rei, MG.

1. Robótica. 2. Automação. 3. Divulgação científica.
I. Alexandre da Silva Simões. II. Título.

CDD 629.892



MNR
Mostra Nacional de Robótica

APRESENTAÇÃO

Com grande satisfação apresentamos aqui o resultado da primeira mostra em âmbito nacional voltada para a apresentação de trabalhos centrados na temática da robótica produzidos por autores que vão de alunos do ensino fundamental, médio, técnico, graduandos e pós-graduandos, até pesquisadores de todo o país. Promover o livre relacionamento entre os autores de diferentes localidades e níveis educacionais é um dos pilares fundamentais da Mostra Nacional de Robótica. A MNR foi concebida com duas características principais. Primeiramente, busca-se estimular a difusão de trabalhos valorizando o **conhecimento interdisciplinar e integrado**. Além da integração entre os autores, estimula-se a submissão de trabalhos não apenas nas áreas técnicas tradicionais da robótica (eletrônica, mecânica, computação, desenho técnico e similares), mas especialmente na fronteira entre a robótica e as mais diversas áreas do conhecimento, tais como: artes, humanidades, ciência, vida, ambiente, ensino, tecnologias assistivas, etc. Como outra de suas características fundamentais, a MNR busca apresentar-se como um fórum com uma **linguagem abrangente e inclusiva**. Os trabalhos foram submetidos pelos autores em formato multimídia (foto ou vídeo) ou artigo científico. Desta forma, busca-se valorizar a linguagem adotada pelo autor, adequada a seu nível escolar e realidade. Todos os trabalhos foram avaliados por um comitê de revisão. Os trabalhos submetidos como multimídia aceitos para publicação são aqui publicados no formato de resumo. As versões multimídia encontram-se disponíveis na Mostra Virtual online (<http://www.mnr.org.br/mostravirtual>). Os trabalhos aceitos no formato artigo científico são publicados integralmente. Esperamos que o material aqui reunido, de incalculável riqueza técnica e cultural, sirva como material de referência e reflexão para pesquisadores, escolas e professores que mantenham relação ou interesse com o paradigma da robótica.

Editores.

SUMÁRIO

PARTE I: ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO E TÉCNICO

ARTIGOS COMPLETOS:

PROJETOS	MULTIMÍDIA	PREMIAÇÃO	PÁGINA
CASADINHO: UM ROBÔ DE RESGATE DESENVOLVIDO PARA COMPETIR NA CBR			13
CINDY ROSQUINHA: UMA ROBÔ NO RITMO QUENTE			15
COFFEE: o ROBÔ QUE DANÇA HIP HOP			17
CORPO E TECNOLOGIA: NOVOS CENÁRIOS PARA INCLUSÃO	X		19
DESDOBRAMENTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO PROJETO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE ALVORADA/RS – CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE NÚCLEOS DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA			22
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS LÍNGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO LEGO® NXT-G E PASCAL			26
FUTEBOL DE DOIS: UMA DUPLA “PARAOLIMPIRROBÓTICA”			30
NAVEGAÇÃO EM AMBIENTES DESCONHECIDOS POR ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO BASEADO EM PLATAFORMA ARDUINO COM LINGUAGEM C			32
O BISCOITO: UM ROBÔ DE RESGATE			35
OLIMPIADA BRASILEIRA DE ROBÓTICA, MODALIDADE PRÁTICA DE NÍVEL 2, COMO MEIO DE INTEGRAÇÃO DE CONHECIMENTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS		MÉRITO ACADÊMICO	37
ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA ÀS TRADIÇÕES DO NORDESTE: JOGOS ROBOTIZADOS DE QUERMESSE JUNINA			41
ROBÓTICA EDUCACIONAL: DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL DE BAIXO CUSTO			45
ROBÓTICA RECICLÁVEL			50
ROSA JUVENIL: ROBÔS QUE DANÇAM CANTIGAS DE RODA			53
TEMPOS MODERNOS: UM PROJETO DE INTERAÇÃO HOMEM-MÁQUINA BASEADO NA OBRA DE CHARLES CHAPLIN			55
UM ROBÔ AUTÔNOMO DE FUTEBOL DESENVOLVIDO PARA A ROBOCUP JUNIOR			57
UMA NOVA PERSPECTIVA PARA OTIMIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DE CIÊNCIAS EM MATO GROSSO			60

RESUMOS:

PROJETOS	MULTIMÍDIA	PREMIAÇÃO	PÁGINA
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL I	X		63
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL II	X		64

BRAÇO BIÔNICO	X		65
CAIXA ELETRÔNICO PARA CEGOS	X		66
CISTERNA, ROBÓTICA E MEIO AMBIENTE	X		68
COMO FAZER O LEGO EMITIR SOM DE VOZ EM PORTUGUÊS	X		69
COMUNICAÇÃO INCLUSIVA	X		70
DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA LIVRE DE ROBÓTICA EM OFICINAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO MÉDIO	X		72
DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA MODULAR MICROCONTROLADA APLICADA A ROBÓTICA MÓVEL	X		74
DESLOCAMENTOS DA VIDA COTIDIANA	X	MÉRITO SOCIAL	76
ECOBOT – UM ROBOZINHO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL	X		78
ELETROVIA	X		80
ENERGIA EÓLICA NA PARAÍBA	X		81
EXOESQUELETO	X		82
GARRA ELÉTRICA	X		83
GUINDASTE	X		84
H2O A PARTIR DA COMPRESSÃO DO AR	X		85
IMPEDIMENTO INTELIGENTE	X		86
INTRODUÇÃO À ROBÓTICA NA ESCOLA ESTADUAL JÚLIO MÜLLER - COLETÂNEA DE DESENHO ARTÍSTICOS	X	APLICAÇÃO DESTAQUE	87
JOGO LIMPO	X		93
LEGWORK – ROBÓTICA NO CTI	X		95
MAR DE PLÁSTICO	X		97
NIGHTINGALE	X		98
OXO8, MEU PRIMEIRO ROBÔ	X		99
PET – O ROBÔ QUE INTERAGE COM AS PESSOAS	X	MÉRITO SOCIAL	100
PONTE LEVADIÇA	X		102
PROJETO “ONLY YOU”: ROBÔ DE DANÇA DA MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA 2011	X		103
PROJETO ARACNOBOT	X	MÉRITO TÉCNICO	104
PROJETO GAYA	X		105
PROJETO ROBÓTICA EFICIENTE: DESENVOLVENDO TECNOLOGIAS E PROMOVEDO ACESSIBILIDADE PARA CADEIRANTES	X		106

PROJETO SUBMARINO ARIRANHA	X	APLICAÇÃO DESTAQUE	108
PROJETO SUMÔ DE ROBÔS TECPUCPR	X		109
PROJETO T.I.G.R.A.O - TIGRÃO	X	MÉRITO TÉCNICO MÉRITO SOCIAL APLICAÇÃO DESTAQUE	111
PROTÓTIPO DE UM ELEVADOR AUTÔNOMO UTILIZANDO O ARDUÍNO	X		112
R2D2	X		113
REI JULIEN: ROBÔ DE DANÇA PARA MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA 2011	X		114
RESGATE DE HELICÓPTERO	X		115
ROBÔ BLUSH	X		116
ROBÔ BRAÇO MECÂNICO	X		117
ROBÔ ECO 10 - TECNOLOGIA E ECOLOGIA: MELHORANDO VIDAS E RECUPERANDO O PLANETA	X	MÉRITO SOCIAL	118
ROBÔ GARÇOM	X		120
ROBO PARA RESGATE B	X	MELHOR VÍDEO	121
ROBÔ PINBALL	X		122
ROBÓTICA E O MOVIMENTO DOS PLANETAS	X	APLICAÇÃO DESTAQUE	123
ROBÓTICA EDUCACIONAL COM APLICAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA	X		126
ROBÓTICA TECPUCPR MODALIDADE DE ENSINO	X		127
ROBÓTICA: APRENDIZADO E DIVULGAÇÃO SOBRE AS PESQUISAS E APLICAÇÕES DA ROBÓTICA INTELIGENTE	X		129
TREM DE GALILEU: 1ª LEI DE NEWTON – USANDO KIT DA LEGO	X	APLICAÇÃO DESTAQUE	131

PARTE II: ENSINO SUPERIOR, PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

ARTIGOS COMPLETOS:

PROJETOS	MULTIMÍDIA	PREMIAÇÃO	PÁGINA
A ROBÓTICA EDUCATIVA COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E DA FÍSICA			133
CONCEPÇÃO DE UMA INTERFACE PARA PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS INTELIGENTES			139
CONTROLE DE LOCOMOÇÃO HÍBRIDO PARA UMA CADEIRA DE RODAS	X		145
COOPERAÇÃO DE ROBÔS NA CONSTRUÇÃO DE DIQUE PARA CONTENÇÃO DE ALAGAMENTOS			151

DESENVOLVIMENTO DE UMA BIBLIOTECA FUZZY PARA O CONTROLE AUTÔNOMO DE UM ROBÔ MÓVEL EM AMBIENTE DESCONHECIDO			155
ENXAME DE ROBÔS COM ORGANIZAÇÃO DE FILA UTILIZANDO COMUNICAÇÃO INFRAVERMELHA	X	MÉRITO ACADÊMICO	162
EQUILÍBRIO DINÂMICO DE ROBÔS MÓVEIS			169
IMPLANTAÇÃO DE INTERATIVIDADE E DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA EM ROBÔS USANDO TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL			173
NAVEGAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS AUTÔNOMOS E DETECÇÃO DE HUMANOS BASEADA EM SENSOR LASER E CÂMERA TÉRMICA		MÉRITO ACADÊMICO	179
OPENVISIONBOT: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL COM ARQUITETURA ABERTA PARA ENSINO E PESQUISA	X		185
PRECISÃO DE MOVIMENTO EM ROBÔS MICROCONTROLADOS	X		191
PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ARMADURA PARA PROTÓTIPO DE ROBÔ HUMANÓIDE DE PROPORÇÕES HUMANAS PARA FINS ARTÍSTICOS UTILIZANDO CAD/CAE/CAM			196
PROJETO DE UM ROBÔ DE BAIXO CUSTO PARA UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA DE ROBÓTICA EDUCATIVA PARA ESCOLAS PÚBLICAS			203
PROJETO MECÂNICO DE UM ROBÔ HUMANÓIDE PARA COMPETIÇÕES NA HUMANOID LEAGUE – FUTEBOL DE ROBÔS			208
PROJETO NINHO DE PARDAIS: RESULTADOS E IMPACTOS DE UMA EXPERIÊNCIA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL			214
ROBOTER			219
ROBÓTICA EDUCACIONAL E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA ABORDAGEM MICROGENÉTICA DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO		MÉRITO ACADÊMICO	224
ROTSLIP - ROBÔ TELEGUIADO PARA SENSORIAMENTO DE LÍQUIDOS PERIGOSOS			229
TANQUE BATEDOR: UM ROBÔ TELEOPERADO PARA INSPEÇÃO EM AMBIENTES INÓSPITOS	X		234
UM VEÍCULO AUTÔNOMO BASEADO NO MODELO FREESCALE			239
UMA ABORDAGEM DE RECONHECIMENTO DE OBJETOS COM USO DA PROJEÇÃO POR HISTOGRAMA VOLTADA PARA ROBÓTICA MÓVEL			243

TEAM DESCRIPTION PAPERS (TDPs)

PROJETOS	MULTIMÍDIA	PREMIAÇÃO	PÁGINA
DESENVOLVIMENTO DE UM TIME DE FUTEBOL DE ROBÔS NA CATEGORIA VERY SMALL SIZE			250
EPICENTER (UFRGS, BRAZIL) CBR 2011 - RESCUE SIMULATION LEAGUE - TEAM DESCRIPTION PAPER			254
ESTRATÉGIAS DE NAVEGAÇÃO COOPERATIVA APLICADAS AO FUTEBOL DE ROBÔS AUTÔNOMOS DA EQUIPE BDP/UFV			258
ROBOTNIK 2011			264
TRABALHO DE COOPERAÇÃO DE ROBÔS PARA CONTENÇÃO DE TRANSBORDAMENTO DE RIOS			268
UMA ABORDAGEM FUZZY PARA MODELAGEM DE TIMES DE FUTEBOL DE ROBÔS CATEGORIA SIMULAÇÃO 3D			272

SUMÁRIO

TRABALHOS PREMIADOS:

PREMIAÇÃO	PROJETOS	MULTIMÍDIA	TIPO	PÁGINA
MÉRITO ACADÊMICO	ENXAME DE ROBÔS COM ORGANIZAÇÃO DE FILA UTILIZANDO COMUNICAÇÃO INFRAVERMELHA	X	ARTIGO COMPLETO	162
MÉRITO ACADÊMICO	NAVEGAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS AUTÔNOMOS E DETECÇÃO DE HUMANOS BASEADA EM SENSOR LASER E CÂMERA TÉRMICA		ARTIGO COMPLETO	179
MÉRITO ACADÊMICO	OLIMPIADA BRASILEIRA DE ROBÓTICA, MODALIDADE PRÁTICA DE NÍVEL 2, COMO MEIO DE INTEGRAÇÃO DE CONHECIMENTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS		ARTIGO COMPLETO	37
MÉRITO ACADÊMICO	ROBÓTICA EDUCACIONAL E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA ABORDAGEM MICROGENÉTICA DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO		ARTIGO COMPLETO	224
MÉRITO SOCIAL	DESLOCAMENTOS DA VIDA COTIDIANA	X	RESUMO	76
MÉRITO SOCIAL	PET – O ROBÔ QUE INTERAGE COM AS PESSOAS	X	RESUMO	100
MÉRITO SOCIAL	ROBÔ ECO 10 - TECNOLOGIA E ECOLOGIA: MELHORANDO VIDAS E RECUPERANDO O PLANETA	X	RESUMO	118
MÉRITO TÉCNICO	PROJETO ARACNOBOT	X	RESUMO	104
MÉRITO TÉCNICO MÉRITO SOCIAL				111
APLICAÇÃO DESTAQUE	PROJETO T.I.G.R.A.O - TIGRÃO	X	RESUMO	
APLICAÇÃO DESTAQUE	INTRODUÇÃO À ROBÓTICA NA ESCOLA ESTADUAL JÚLIO MÜLLER - COLETÂNEA DE DESENHO ARTÍSTICOS	X	RESUMO	87
APLICAÇÃO DESTAQUE	PROJETO SUBMARINO ARIRANHA	X	RESUMO	108
APLICAÇÃO DESTAQUE	ROBÓTICA E O MOVIMENTO DOS PLANETAS	X	RESUMO	123
APLICAÇÃO DESTAQUE	TREM DE GALILEU: 1ª LEI DE NEWTON – USANDO KIT DA LEGO	X	RESUMO	131
MELHOR VÍDEO	ROBO PARA RESGATE B	X	RESUMO	121

(*) Prêmios e distinções conferidos:

- **Mérito Acadêmico:** distinção conferida como reconhecimento a artigos completos que tenham demonstrado excelência acadêmica
- **Mérito Social:** distinção conferida como reconhecimento a trabalhos que tenham demonstrado significativo comprometimento para com causas sociais e/ou humanitárias
- **Mérito Técnico:** distinção conferida como reconhecimento a trabalhos que tenham demonstrado excelência técnica na produção de protótipos ou similares
- **Aplicação de destaque:** distinção conferida como reconhecimento a trabalhos que tenham demonstrado elevado grau de inovação e/ou criatividade na execução ou área de aplicação
- **Melhor vídeo:** distinção conferida como reconhecimento ao trabalho que tenha se destacado dentre os demais pela primazia na elaboração de vídeo.



MNR
Mostra Nacional de Robótica

Anais da I Mostra Nacional de Robótica (MNR 2011)

PARTE I: Ensino Fundamental, Médio e Técnico

CASADINHO: UM ROBÔ DE RESGATE DESENVOLVIDO PARA COMPETIR NA CBR

Júlio César Mendes de Resende (8º ano Ensino Fundamental), Diego José de Sousa Gouveia (9º ano Ensino Fundamental), Cícero Campos Resende (8º ano Ensino Fundamental), Lavinya Resende Assis (8º ano Ensino Fundamental), Saulo Marcos Carmo dos Reis (8º ano Ensino Fundamental),

Alda de Paiva Castro (Professora)

aldadepaivacastro@gmail.com

Escola Estadual Afonso Pena Júnior
E-mail: afonsopenajr@ig.com.br
Praça Ministro Gabriel Passos, 587 - Centro
São Tiago, Minas Gerais – CEP 36.350-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este artigo apresenta os conhecimentos e estratégias da equipe *Café-com-Byte Júnior* no desenvolvimento de um robô criado para competir a CBR na categoria resgate.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: This article presents the knowledge and strategies of team *Café-com-Byte Júnior* in the development of a robot created to compete in the category CBR rescue.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

A equipe *Café-com-Byte Júnior* é formada por alunos do Ensino Fundamental II (8º e 9º anos) e tem como objetivo descrever o trabalho desenvolvido para a Olimpíada Brasileira de Robótica – OBR 2011 [1], no intuito de participar da primeira Mostra Nacional de Robótica – MNR 2011 [2]. Desta forma, a equipe desenvolveu um robô autônomo capaz de identificar o ambiente de resgate baseado na Robocup Júnior [3].

Como auxílios desse processo, são utilizadas as peças do kit de robótica educacional LEGO Mindstorms NXT [4] e algumas peças do kit educacional de Robótica VEX [5]. Para a programação é usado o ambiente de programação NXT-G, que por constituir em um ambiente gráfico, facilita a aprendizagem da lógica de programação.

2 ESTRUTURA DO ROBÔ

O robô foi projetado utilizando, além das peças do kit de robótica educacional LEGO Mindstorms NXT, três rodas, sendo uma delas boba e as outras duas do kit educacional de Robótica VEX, três servo-motores, dois para a locomoção e um para a ativação das garras, um bloco programável, que

decide as ações do robô e quatro sensores, sendo dois de luz, um ultrassônico e um acelerômetro. Uma vez que o sensor de luz é capaz de distinguir entre o claro e escuro, ler a intensidade da luz em uma sala e medir a intensidade da luz em superfícies coloridas, ele foi usado com a finalidade de possibilitar o seguimento de linha. O sensor ultrassônico foi conectado ao robô para que este fosse capaz de detectar vítimas, identificar e desviar obstáculos. Para subir rampa, que também consiste em um dos desafios da competição, foi acoplado acima do robô o sensor acelerômetro.



Figura 1. Estrutura do robô Casadinho

3 ESTRATÉGIAS DE PROGRAMAÇÃO

Na tentativa de cumprir todos os desafios propostos, tais como seguir o percurso proposto, detectar e desviar obstáculos, subir rampa, superar gaps e resgatar a vítima no menor tempo possível, a equipe procurou estratégias de programação que viabilizassem o cumprimento dos mesmos. Dessa forma, para seguir a linha, os dois sensores de luz foram posicionados à frente do robô, voltados à superfície da plataforma e a uma

certa distância entre eles a fim de não identificar a linha preta e ao mesmo tempo, dificultar a possibilidade de ocorrer erros na trajetória. Na programação desses sensores, utilizamos as seguintes condições: se os dois sensores identificam a intensidade que se refere ao branco, o robô segue em uma trajetória reta; se os dois sensores identificam intensidades diferentes, ou seja, uma relativa ao branco e outra ao preto, o robô vira para um dos lados - direita ou esquerda - dependendo de qual sensor identifica a intensidade referente ao preto.

Para identificar e desviar obstáculos, o sensor ultrassônico é ativado ao detectar determinada distância, então, o robô vira para um lado e observa se tem uma distância necessária para ele prosseguir, caso contrário, vira para o outro lado e contorna o obstáculo.

Para subir rampa, o sensor acelerômetro proporciona maior facilidade, pois identifica a inclinação no trajeto. Dessa forma, ao identificar a inclinação, o robô muda o seu comportamento, passando a andar sempre em linha reta e, ao perceber o fim da rampa, chegasse à etapa final de programação, ou seja, à última sala, com melhorias significativas em seu desempenho.

Para resgatar a vítima, a garra é ativada por um dos motores destinado somente a esta função. O sensor ultrassônico é acionado quando os dois sensores de luz identificam a fita prata. O robô, então, “varre” a última sala de resgate até localizar a vítima. Após identificá-la, a garra se abre e resgata a mesma, levando-a para um triângulo preto, que é o término da prova.

4 PROPOSTAS FUTURAS

Para trabalhos futuros, visando a dar continuidade a este projeto, que tem como objetivo aperfeiçoar os conhecimentos dos envolvidos, a equipe pretende utilizar de outros tipos de linguagem de programação, implantando novos recursos, uma vez que a linguagem de programação gráfica usada atualmente pela mesma, é bastante limitada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização desse projeto, assumimos o desafio de buscar a interação e o envolvimento de todos os componentes da equipe, tentando, dessa maneira, superar todas as dificuldades encontradas.

Temos a consciência de que este projeto, desenvolvido pela equipe, constitui apenas um modelo de aprendizagem na área de robótica. Contudo, acreditamos que as ideias associadas a esse trabalho possam favorecer melhorias em robôs que, em situações reais, já resgatam vítimas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em primeiro lugar a Deus por nos ter proporcionado essa experiência de estar em um evento como esse. Também queríamos agradecer aos nossos professores Alda de Paiva Castro, Ronaldo Antônio de Castro e à diretora Maria Auxiliadora Lara, que nos ajudaram e investiram em nossa pesquisa. À nossa família, por todo apoio e carinho tanto nos momentos mais difíceis quanto em nossos melhores momentos, deixando-nos mais confiantes.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] OBR 2011. Disponível em <http://www.obr.org.br>
- [2] MNR 2011. Disponível em <http://www.mnr.org.br>
- [3] CBR'11. Disponível em <http://www.cbr2011.org>
- [4] Mindstorms. Disponível em <http://mindstorms.lego.com>
- [5] VEX. Disponível em <http://www.vexrobotics.com.br>

CINDY ROSQUINHA: UMA ROBÔ NO RITMO QUENTE

Gabriela Aparecida Santiago (3º ano Ensino Médio), Talita Aparecida Silva Santiago (3º ano Ensino Médio), Wânia Kelia Rezende (3º ano Ensino Médio), Paulo Roberto Sousa Lara (3º ano Ensino Médio), Marlon Patrick Geraldo Sousa (2º ano Ensino Médio), Antônio Douglas Resende (3º ano Ensino Médio), Ronaldo Antonio de Castro (Professor)

ronaldoantoniodecastro@gmail.com

Escola Estadual Afonso Pena Júnior
E-mail: afonsopenajr@ig.com.br
Praça Ministro Gabriel Passos, 587 - Centro
São Tiago, Minas Gerais – CEP 36.350-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Nesta descrição temos a finalidade de expor o processo de desenvolvimento do robô elaborado por nós para a categoria de dança da Competição Brasileira de Robótica (CBR). Temos também, como propósito, entreter e unir criatividade e cultura numa estrutura mecânica aliada a uma coreografia adaptada à música “Waka Waka”, interpretada pela cantora Shakira.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: In Team Description Paper we have the purpose of showing the development process of the robot elaborated by us for the category dance in Brazilian Robotics Competition (CBR). We also have as purpose entertain and join creativity and culture in a mechanical structure associated to a choreography adapted referring to the song “Waka Waka”, performed by the singer Shakira.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos nos permitem quebrar barreiras de espaço e tempo, e nos oferece liberdade para a imaginação fluir com criatividade. Nossa equipe é formada por alunos do ensino Médio que receberam e recebem o sinal verde para dar asas a imaginação, ou seja, somos incentivados a sonhar, tentar, persistir e criar o fruto da nossa imaginação com a vontade de realizar nossos sonhos.

Como há anos ouvimos a grande Journey “... don’t stop believin, hold on to the feelin’...”, não deixaremos de acreditar. As dificuldades, com certeza, aparecerão, todavia estamos presos ao sentimento de seguir em frente com nosso objetivo.

2 DESIGN TÉCNICO E CONSTRUÇÃO

Na construção do robô é usado um kit de robótica da LEGO Educational Division, com controladores lógicos

programáveis (CLP’s), que consistem no cérebro do robô e processam a lógica criada pelos programas específicos. Como auxílio da programação é usado o software Mindstorm’s NXT 2.0¹, ambiente de plataforma gráfica baseada no LabView, que para facilitar a aprendizagem da lógica e solução de eventuais problemas, utiliza uma linguagem a base de ícones. Os outros componentes do robô são os acessórios da nossa caracterização e as peças que integram o próprio kit da LEGO, estes são: os sensores, motores e controladores. O NXT, por exemplo, ao receber as informações dos sensores, processa-as de acordo com a programação, o que possibilita a tomada de decisões.

3 DESENVOLVIMENTO



Figura 1. Bloco NXT conectado a sensores e motores[2].

3.1 Movimentação Inferior

A manutenção de todas as peças em simetria garante que o robô Cindy Rosquinha permaneça com movimentos estáveis durante a apresentação. Utilizando três rodas, sendo uma dessas a “roda boba”, que permite ao robô fazer curvas com

¹ Orientadores da equipe.

maior facilidade, e garantindo estabilidade ao mesmo. Os motores acoplados às rodas fixas interagem como um todo, impulsionando-o assim para varias direções.

3.2 Movimentação Superior

Como a ideia de nosso robô é ao estilo humanoide, não poderíamos deixar de lado seus membros superiores. Iremos usar dois blocos NXT 2.0 para que com esses possamos mover os membros (pernas, braços e cabeça).

3.3 Sensoriamento

Neste projeto são utilizados sensores de luz com a finalidade de fazer a leitura da superfície branca em que será realizada a performance. Os sensores de som e o acelerômetro são utilizados com a finalidade de captar as ondas sonoras e sincronizar os movimentos do robô de acordo com o ritmo da música. O sensor bússola será usado para situar o robô no perímetro da plataforma de competição, aliado ao de toque a fim de evitar que o robô, caso venha encontrar algum obstáculo físico, responderá retornando e voltando à coreografia.

4 ESTRATÉGIA DE PROGRAMAÇÃO

A programação é feita usando o software de desenvolvimento da LEGO Mindstorm's que é de fácil controle, pois o robô não tem necessidade de simular inteligência artificial, ele apenas recebe os comandos pré-definidos da coreografia. Os statments e as estruturas de movimento controlam a maneira como será, de forma harmoniosa com a música, executado o programa. Para movimentos repetitivos, são usados laços de repetição específicos, os quais possibilitam os braços poderem levantar-se, abaixar-se e realizar movimentos juntamente com o dorso e a cabeça. Como comandos, o robô recebe ordens para o motor X mover-se para a esquerda, enquanto o Y move-se para a direita, durante um determinado tempo e vice-versa. É assim, seguindo uma sincronia com a música que os comandos vão coordenando a movimentação do robô.

5 DESIGN ARTÍSTICO E MÚSICA



Figura 2. Shakira no videocilp de Waka Waka[3].

O traje do robô, os componentes do cenário e a coreografia foram inspirados na roupa original do videoclipe de Waka Waka da Shakira.

Os detalhes remetem ao contexto da África, tanto que a música fora, no ano passado, o tema ' 016 | Página

Mundo na África do Sul. A melodia é agitada, típica característica das músicas Sul-Africanas, o que evidencia a vivacidade e a alegria desse povo apesar de vivenciarem tantos problemas e dificuldades. A letra

também é marcante, pois conta com versos de incentivo à luta pela conquista dos sonhos, persistência e superação.

O tema da música é muito sugestivo em relação ao contexto da Copa do Mundo na África porque a letra original "Tsamina" fora composta pelo grupo camaronês Gold Songs, em 1986, fazendo referência ao "combate" travado pelos africanos no seu dia-a-dia, contra o domínio opressivo e as dificuldades existentes. Entretanto, na versão de Shakira, juntamente com o grupo Freslyground, há analogias com a luta em busca da realização dos sonhos, da valorização de sua identidade e erradicação de preconceitos advindos de outrora. Essa versão conseguiu capturar o espírito e a energia dos Sul-Africanos, mesclando o inglês, idioma difundido, com o linguajar próprio da região, possibilitando à canção um alcance a nível mundial e abertura de portas ao reconhecimento da cultura e potencial dos africanos.

Sendo tema de um evento adorado globalmente, capaz de conectar países, raças e religiões, a música enuncia a luta de um povo pela aceitação diante da sociedade e tem ultrapassado as barreiras temporais, mantendo viva a persistência e a garra de um continente que mesmo diante de grandes sofrimentos, tais como: lutas internas, escravidão e, recentemente o apartheid, preserva a alegria e tenta sobreporse a fantasmas, além de superar expectativas, como a realização de uma copa do mundo de futebol.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste projeto contamos com o incentivo de pais e professores, que aliado ao empenho e à união das ideias dos integrantes da equipe, conseguimos burlar as dificuldades em relação ao tempo e a pouca experiência com o vasto mundo da tecnologia. A partir desse trabalho, assessorados por uma música de reconhecimento mundial, graças à Copa do Mundo de Futebol, na África do Sul, com o tema ambientado na luta pela conquista dos ideais e na perseverança, fomos capazes de enxergar o quão interessante e gratificante é desvendar os caminhos da robótica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus, pois sem ele não somos nada! Aos professores Ronaldo Antonio de Castro e Alda de Paiva Castro por todo o empenho em nos mostrar toda a "mágica" da tecnologia e também ao professor João Henrique Pereira pelo apoio. Aos nossos pais e a todos que nos incentivaram para que nosso projeto se concretizasse, o nosso MUITO OBRIGADO!

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1]. Mindstorms. Disponível em <http://mindstorms.lego.com>
- [2] <<http://shop.lego.com>>. Acessado em 18 de julho de 2011.
- [3] <<http://bobside.blogspot.com>> . Acessado em 18 de julho de 2011.

COFFEE: O ROBÔ QUE DANÇA HIP HOP

Pedro Vítor Sousa Castro (7º ano Ensino Fundamental), Saulo Marcos Carmo dos Reis (8º ano Ensino Fundamental), Matheus Antonio Ribeiro Gouveia (7º ano Ensino Fundamental), Alisson Nascimento Viegas (7º ano Ensino Fundamental), Jonas Sousa Santos (7º ano Ensino Fundamental),

Alda de Paiva Castro (Professora)

aldadepaivacastro@gmail.com, matheusantonioribeirogouveia@yahoo.com, jonassousa85@yahoo.com

Escola Estadual Afonso Pena Júnior
E-mail: afonsopenajr@ig.com.br
Praça Ministro Gabriel Passos, 587 - Centro
São Tiago, Minas Gerais – CEP 36.350-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: O objetivo deste artigo é descrever o trabalho da equipe *Café-com-Byte Dance Júnior I*, da Escola Estadual “Afonso Pena Júnior”, São Tiago, em sua apresentação para o desafio proposto na *Competição Brasileira de Robótica – CBR 2011* [1], mostrando as decisões de projeto e as estratégias utilizadas na construção e programação do robô de dança.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: Not informed.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

A equipe *Café-com-Byte Dance Júnior I* é formada por alunos do Ensino Fundamental II (7º e 8º anos), que têm como interesse aprender, aperfeiçoar e ampliar os conhecimentos na área de robótica. Além disso, pretende também participar do desafio da *Robocup Dance 2011*.

Com atividades iniciadas no primeiro semestre de 2011, a equipe vem buscando conhecimentos na área de robótica e estratégias para a construção e programação de um robô, capaz de dançar ao som de uma música.

A *Competição Brasileira de Robótica 2011* será a primeira competição prática que a equipe participará, sendo a dança de robôs a categoria escolhida pela equipe.

Ao longo de todo o processo, a equipe encontrou alguns desafios, entre eles podemos citar o primeiro contato com a robótica e a programação de computadores.

2 DESENVOLVIMENTO

O robô foi construído utilizando o kit de robótica educacional *LEGO Mindstorms NXT* [2], composto por um bloco programável, motores com sensores internos de rotação, sensores de luz, toque, ultrassom e som, além de engrenagens, rodas, vigas, eixos, entre outros.

2.1 Projeto de Robô

Para projetar o robô, a equipe preocupou em identificar as características principais que o robô precisaria para cumprir o desafio proposto: um ou vários robôs deverão apresentar uma dança ao som de uma música, levando em consideração o seu movimento, a sua aparência visual, a coreografia e a capacidade de entretenimento da plateia.

A equipe construiu um robô para representar uma coreografia de *Hip Hop*. Foram empregados braços, rodas como pernas, fazendo movimentos giratórios, indo para frente, para trás, para os lados e movimentando também certas partes do corpo, como por exemplo, a cabeça. Todos os movimentos foram baseados no ritmo da música.

2.2 Estrutura do Robô

No robô construído, utilizamos o bloco programável *NXT*, que é comparado a um cérebro. Ele recebe as informações dos sensores e para cada informação recebida, o robô faz determinada ação de acordo com o que foi programado.

Foram utilizados três motores, três sensores de rotação embutidos nos motores, que garantem a movimentação dos elementos estruturais do robô. Dois dos motores foram usados na movimentação inferior: um para a roda esquerda e outro para a direita. Um outro foi destinado à movimentação dos braços e cabeça.

Além dos motores, foram conectados ao robô dois sensores de luz a fim de garantir o reconhecimento da área delimitada para a dança, não podendo ser ultrapassada.

Para a sincronização de alguns movimentos do robô com a música, usamos um sensor de som.

Na montagem foram empregadas várias outras peças do kit, e uma roda boba, não comandada por motor, com a finalidade de manter o equilíbrio e facilitar os movimentos sincronizados com a música.

2.3 Programação do Robô

A linguagem de programação escolhida pela equipe foi o NXT-G. Por apresentar facilidade na programação, constituir em um ambiente gráfico e pelo fato de a equipe estar mais familiarizada com esta linguagem, esta atendeu as exigências quanto ao prazo que a equipe tinha para concretizar todo o projeto.

2.4 Coreografia

Cientes da relevância do movimento, coreografia e aparência visual do robô na competição Brasileira de Robótica, a equipe se dedicou bastante na criação da coreografia e do figurino, preocupando-se sempre com o entretenimento da platéia.

Para a competição mencionada, utilizamos a música “*Rap consciente*” de autoria e interpretação de dois ex-alunos de nossa escola, Maxsuel Sebastião Inácio Pinto e Eduardo Evangelista de Sousa.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma maneira geral, pode-se considerar que as atividades realizadas durante o desenvolvimento desse projeto de robótica, possibilitaram um grande aprendizado, a interação entre os membros da equipe e a vontade de aperfeiçoar sempre, superando grandes desafios.

Foram muitas as dificuldades encontradas, como por exemplo, os erros nas programações e nas construções do robô. Contudo, com muita criatividade e espírito de equipe, tentamos sempre buscar soluções para nossos problemas.

Com a participação da equipe na Competição Brasileira de Robótica 2011, esperamos que possamos interagir com outras equipes para a troca de experiências, obtendo assim um maior aprendizado na área de robótica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola Estadual “Afonso Pena Júnior” pelo apoio, ao professor Ronaldo Antonio de Castro e à professora Alda de Paiva Castro, pelo incentivo e oportunidade.

Agradecemos também aos autores e intérpretes da música, que com muito esforço fizeram-na de acordo com o tema robótica, que muito nos agradou.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] CBR'11 Disponível em <http://www.cbr2011.org/>

[2] Mindstorms. Disponível em <http://mindstorms.lego.com>



CORPO E TECNOLOGIA: NOVOS CENÁRIOS PARA INCLUSÃO

**Pedro Jorge da Silva (9º ano Ensino Fundamental), Bruno Amorim Moraes,
Vanicleide Jordão (Professora)**

pedrinhosport13@gmail.com, brunoamorimmoraes@gmail.com, vanjordao@gmail.com

Colégio Apoio
Rua Conselheiro Nabuco, 44 – Casa Amarela
Recife, Pernambuco – CEP 52.070-080

Categoria: ARTIGO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este projeto tem como finalidade amenizar um problema presente no âmbito da comunicação entre as pessoas. Propõe soluções viáveis e inovadoras para essas dificuldades através do uso da robótica e inteligência artificial. Não se comunicar pode dificultar a formação do ser, prejudicando sua relação com o próximo e causando transtornos psicológicos. Após estudos e construção de um robô, apresentamos uma solução que integrou o que já existe no mundo para facilitar a comunicação, como a CAA, que lança mão da utilização de imagens para expressar ações necessárias para o dia a dia da pessoa (ex: comer, dormir, entre outras). A solução visa potencializar a comunicação através do uso da robótica, Realidade Aumentada e o desenvolvimento de um sistema de leitura e identificação, através de sensores, da língua brasileira de sinais, criando uma interface que auxiliará e estimulará a comunicação entre a pessoa que possui essa deficiência.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: Not informed.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

No Colégio Apoio, um dos objetivos é a inclusão de crianças e adolescentes com necessidades especiais, um problema mundial.

Dentre as necessidades existentes, descobrimos que algumas geram dificuldades de comunicação, impedindo a socialização de jovens com o problema.

Cientes disso nós procuramos saber o motivo, entrevistando uma especialista da área, Kátia Albuquerque, fonoaudióloga, e Germana Carvalheira, professora da UFPE.

Elas nos informaram que isso ocorre por causa de problemas no funcionamento conjunto do aparelho fonador e do sistema nervoso, resultando em falhas no processo da fala.

No Colégio, muitas crianças e adolescentes apresentam essa dificuldade, mas são disponibilizados de muitos instrumentos

e adaptações para assegurar as melhores condições de interação dessas crianças.

Um exemplo destes instrumentos é o boardmaker, uma prancha com imagens, que possibilita a pessoa a se comunicar através delas. Esse é um tipo de Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA), o que serviu como base para a ideia da utilização de cartões com símbolos impressos na comunicação com o robô. Mas o universo da CAA é enorme, além deste podemos utilizar outros instrumentos, como imagens e computadores com voz sintetizada ou pré-gravada e até mesmo o nosso próprio corpo através de linguagem de sinais, expressões faciais.

Em pesquisas com crianças e adolescentes que possuem essa dificuldade de comunicação vimos que sem esta, o universo da criança fica restrito, tornando-a individualizada, sem poder socializar-se e buscar novas experiências.

Ao mesmo tempo em que pesquisávamos sobre CAA, descobrimos sobre a Realidade Aumentada, que é interação do mundo real com o virtual (ampliação da realidade) e pensamos em um jeito de trabalhar com as duas simultaneamente, facilitando a comunicação dessas pessoas. Isso irá acontecer por meio de um pequeno robô, que entenderá o que a criança quer falar e “traduzirá” para o adulto responsável por ela, a partir de mensagens enviadas para o celular dele, o robô também será capaz de traduzir linguagem de sinais para texto e/ou voz. Essa interação com o robô acontecerá a partir de cartões com imagens impressas que o usuário mostrará para ele, uma interação lúdica, sendo assim um estímulo para a criança e até mesmo para o adolescente. Para a tradução da linguagem de sinais, a pessoa usará uma luva, com sensores, que indicarão o nível de flexão de cada dedo, logo poderemos saber se o dedo está fechado ou aberto. A luva também teria sensores Giroscópios (gyros) para medir o movimento feito com as mãos, e distinguir diferentes símbolos.

Os especialistas com os quais conversamos, disseram que esta solução nunca foi usada antes e que esta seria uma inovação funcional.

2 A CONSTRUÇÃO DO ROBÔ

O robô foi projetado para funcionar com a plataforma aberta ARDUINO. Também são utilizadas câmeras, para comunicação entre o robô e o ser humano, sensores e um computador para interpretar os dados da câmera e fornecer informações ao controlador.

2.1 Modelo

Nós optamos por construir um robô com um formato de um cubo, pretendendo que ele fornecesse espaço suficiente para os componentes elétricos que são utilizados e para os reservatórios de alimento e bebida, computador e qualquer outro periférico advindos de futuras necessidades.

2.2 Como será construído o robô?

Como já foi dito, o nosso robô utilizará o ARDUINO com a finalidade de receber dados enviados pelo computador, processá-los e decidir se deve acionar o servo ou a bomba. Para o chassi do robô, será utilizado acrílico ou náilon, por serem materiais de fácil manuseio e aquisição.

2.3 Utilização de sensores

Os sensores utilizados são de diferentes kits de robótica. Eles atuam aumentando a precisão do robô além de servirem como uma forma de comunicação entre os robôs da apresentação e os alunos que estarão em cena.

2.4 Utilização de Servo e Bomba

A decisão de utilizar o servo e a bomba ocorreu quando tivemos a necessidade de que o robô possuísse algo que controlasse a saída de alimentos e de algo que pudesse guiar o líquido para fora do reservatório até um copo.

3 PLATAFORMAS

O ARDUINO é uma plataforma aberta e flexível de trabalho, ou seja, ela aceita uma variedade de tipo de atuadores e sensores, sejam esses de plataforma aberta, fechada ou um algo tirado de um aparelho elétrico qualquer. Por isso ela não vem com um kit, já que a pessoa que está trabalhando com ela podem usar vários tipos de peças, sendo necessário apenas realizar algumas adaptações.

4 CONCLUSÃO

Testamos nosso robô com os adolescentes da nossa comunidade, e comprovamos que ele realmente dá resultado e que pode ajudar várias pessoas com dificuldades reais de comunicação.

5 MATERIAL MULTIMÍDIA



Figura1: Imagem representando o momento da coleta de dados (classe especial de adolescentes), observação das necessidades reais do problema a ser resolvido durante o desenvolvimento do robô.

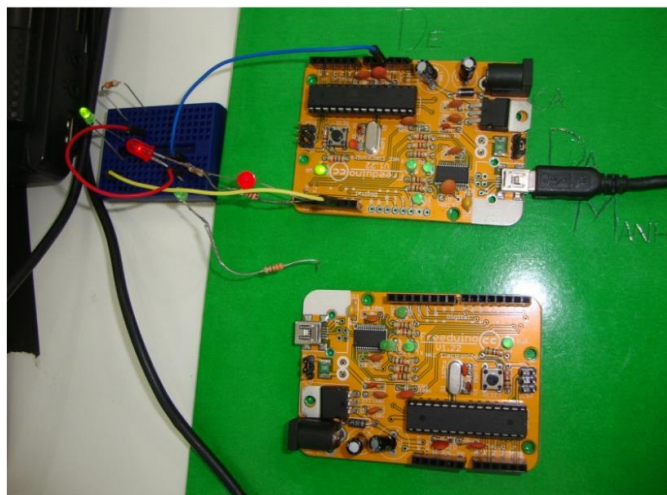


Figura 2: Imagem representando os controladores que são usados no robô comunicador em um momento de testes e programação.



Figura 3: Imagem representando os primeiros momentos de montagem do robô e seus periféricos. Foram utilizados componentes eletrônicos, placas de acrílico e material de sucata.



Figura 4: Imagem que representa o momento de construção da mecânica do robô comunicador. É possível se observar o controlador, os atuadores e os sensores.



Figura 5: Imagem representando o robô em funcionamento, utilizando os recursos da realidade aumentada para uma comunicação eficiente e clara.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

<http://www.arduino.cc/> (acessado em 13 de agosto de 2011)

<http://partilha-entre-maes.blogspot.com/2008/11/comunicacao-aumentativa-e-alternativacao.html> (acessado em 15 de agosto de 2011)

<http://www.comunicacaoalternativa.com.br/adcaa/ca/oquee.asp> (acessado em 14 de agosto de 2011)

<http://comunicacaoaa.wordpress.com/comunicacao-alternativa-e-aumentativa/> (acessado em 15 de agosto de 2011)

ROBOCUP TDP: APOIOBOT em
<http://www.larc10.fei.edu.br/TDPs/JrDance/78912.pdf>
(acessado em 14 de agosto de 2011)

HONORA, Marcia; FRIZANCO, Mary Lopes Esteves. Livro Ilustrado de Língua Brasileira de Sinais: desvendando a comunicação usada pelas pessoas com surdez. São Paulo: Ciranda Cultural, 2009.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.

DESDOBRAMENTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO PROJETO NA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE ALVORADA/RS - CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE NÚCLEOS DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Gian Norberto Silva da Silva (8º ano Ensino Fundamental),

Eder Coelho Paula (Professor)

edercp@gmail.com

E.M.E.F. Emília de Oliveira
Rua Olegário José Guimarães, 586 - Piratini
Alvorada, Rio Grande do Sul – CEP 94838-470

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: este artigo aborda os desdobramentos da Robótica Educacional como projeto na Secretaria de Educação de Alvorada/RS com a criação do Núcleo de Educação Tecnológica e formação de professores nos últimos dois anos (2009 – 2010). Através de formações e compra de materiais foi possível fazer da robótica educacional um projeto que vem motivando e melhorando a pedagogia em sala de aula de disciplinas como Matemática e Ciências. Também vem motivando a criação de núcleos escolares de robótica que tem participado de diversos campeonatos de ciências pelo município de Alvorada e em outras regiões do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica educacional, robótica educacional como projeto, núcleo de educação tecnológica, núcleos escolares de robótica.

ABSTRACT: this article approaches the development of Educational Robotics as a project of the Department of Education from Alvorada/RS combined to the foundation of the Technological Education Center and teacher training for the last two years (2009-2010). Through the teaching training and the purchase of materials, it was possible to turn educational robotics into a project which has been motivating and improving pedagogical approaches inside the classroom of subjects such as Maths and Science. Also, it has been motivating the creation of robotics school centers which have been participating of several science championships around the town of Alvorada and in other states of Brazil.

KEYWORDS: Educational Robotics, educational robotics as a project, technological education center, robotics school centers.

1 INTRODUÇÃO

A robótica educacional está cada vez mais presente na educação brasileira e mundial. É uma ferramenta que permite aos alunos a criação, o entendimento e uso lúdico de ferramentas que os fazem começarem a entender conceitos

tais como: “motor”, “força”, “velocidade”, “programação”, etc. No Brasil hoje, segundo dados¹ da CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia), temos um déficit de cerca de 20.000 engenheiros por ano. Projetos como a robótica educacional em sala de aula pode ser também, possivelmente, uma forma de direcionar carreiras e mostrar os alunos uma parte do trabalho do engenheiro (como o estudo prévio do problema, o planejamento, o desenho da solução e a execução do projeto).

O município de Alvorada no Estado do Rio Grande do Sul tem sua rede de ensino composta de 27 escolas distribuídas em 11 regiões de características sociais e econômicas semelhantes, sendo a maioria da população desprovida de condições mínimas necessárias para uma boa qualidade de vida em sociedade. Boa parte dos alunos são filhos de trabalhadores assalariados como trabalhadores da construção civil, motoristas, professores, entre outras do mercado formal, destacando-se nos diversos setores da área comercial. Os demais educandos constituem-se de famílias de trabalhadores que compõem o mercado informal, como por exemplo, de autônomos (camelôs, artesões, catadores de papel, taxistas, entre outros). Também há um número significativo de trabalhadores cooperativados que prestam serviços terceirizados para algumas empresas.

Mas, contrariando esta realidade, em 2005, a Prefeitura Municipal de Alvorada fez a compra de Kits Lego através da Empresa Lego ZOOM e dotou cada escola com Kits Lego Mindstorms 9630 e 9654 além de oferecer formação durante todo o ano de 2006 para uso em sala de aula. A partir disto, grupos de robótica foram criados no município causando uma série de desdobramentos devido ao interesse de alunos, professores e direções das escolas.

¹ Veja os dados sobre o déficit de engenheiros no Brasil de hoje em <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI213475-15228,00.html> (acessado em 16/08/2011).

2 A AQUISIÇÃO DE KITS LEGO E A ADOÇÃO DO SEU USO EM SALAS DE AULA EM ALVORADA (2006-2009)



Figura 1: Kit Lego Mindstorm 9630 comprados em 2005

A partir da realidade material causada pela presença dos kits Lego nas escolas e da mistura do interesse dos professores e alunos das escolas e com o apoio de diretores e da própria Secretaria de Educação, logo surgiriam uma série de experiências pedagógicas com os kits Lego comprados em 2005.

Como a compra dos kits incluía um ano de supervisão do Programa Lego Zoom (que consistia em um suporte pedagógico para o uso dos kits Lego em sala de aula), as 27 escolas municipais tiveram seus professores formados na metodologia Lego². A partir disso, ainda em 2006, as escolas começaram a entrar em contato com as possibilidades de uso do material em campeonatos Lego ou outros através do uso dos kits Lego e também se viu que havia outros kits além do Lego Mindstorms, como o kit RCX, por exemplo, que dariam aos alunos uma experiência de construção de máquinas e prédios mas também de programação de máquinas. Isso faria com que os kits e o seu uso dentro de um projeto levasse as escolas a terem experiências com a robótica em sala de aula.

Uma das 27 escolas do município, a E.M.E.F. Podalírio Inácio de Barcelos, tinha professores interessados na participação em um dos campeonatos da Lego. Assim, a comunidade escolar buscou atualizar os kits ganhos pela prefeitura comprando um kit Midstorms RCX e buscou formações sobre o kit. E de 2006 a 2008 participou de Campeonatos FLL (First LEGO League) indo longe e participando de fases regionais e nacionais.

Nas escolas, a Lego ZOOM deu formações por um tempo para que o material fosse usado pelos professores. Mas estas formações acabaram terminando em 2007 por força de contrato.

Não houve até então mais nenhuma tentativa de fomentar formações com os kits Lego, ficando as escolas responsáveis em definitivo pelo material e pela busca de novas informações e atualizações.

Como resultado disto a maioria das escolas acabou simplesmente abandonando este material dos kits Lego e não procuraram também formações sobre a atualização dos kits. E, excetuando a E.M.E.F. Podalírio Inácio de Barcelos

2.1 A implantação do Projeto de Educação Tecnológica em Alvorada (2009-2011)

Em 2009, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) ofereceu o CURSO DE EXTENSÃO EM ROBOEDU: PROJETO DE ROBÓTICA EDUCATIVA – 1º EDIÇÃO.

Dois professores da rede municipal fizeram a formação, inclusive este autor. Nossas experiências nesta formação da UFRGS levaram a um projeto de aplicação da Robótica Educativa em nossas escolas (Emília de Oliveira e Cléo dos Santos) no ano de 2010.

Com o apoio da SMED de Alvorada foi criado o Núcleo de Educação Tecnológica para voltar a dar força às escolas para fazerem formações voltadas à Educação Tecnológica (principalmente voltadas ao uso do material que a maioria das escolas do município já possuía: os Kits LEGO 9630 e 9654).

Em 2010 foram realizadas duas formações neste sentido e uma reunião com os diretores das escolas explicando o potencial do material e a necessidade de fazermos uma competição cooperativa entre as escolas para promover o uso do material.

Da mesma forma o Núcleo recebeu diversos convites para participar de competições de robótica educacional e acabou aceitando participando com as escolas da rede de algumas competições, como a Olimpíada Brasileira de Robótica e o 4º Grande Desafio de Campinas. Mas o que fez com que outras escolas voltassem a usar o material e se interessassem novamente pelo seu uso em sala de aula foram as novas formações e um campeonato municipal de robótica (o 1º Desafio Cooperativo de Robótica, ou 1º DECOOR). Com um tema que fazia parte da realidade dos alunos (a poluição no Rio Gravataí), os alunos participantes tiveram de elaborar uma pesquisa teórica e construir um robô que fosse capaz de realizar seis tarefas relacionadas à despoluição do Rio Gravataí³. O DECOOR acabou envolvendo 7 das 27 escolas municipais. A partir deste DECOOR mais escolas expressaram o interesse em reativar o uso dos kits Lego e iniciar grupos de robótica educacional em suas escolas.

² Sobre a metodologia Lego ver http://www.revistazoom.com.br/educadores/?conteudo=conheca_metodologia. Basicamente consiste em aproveitar a experiência prévia do aluno para construir um conhecimento através de uma situação-problema como, por exemplo, construir com blocos do kit 9630 uma cancela de estacionamento. Através do uso da revista Lego Zoom

³ Sobre o 1º Desafio Cooperativo de Robótica ver o site <https://sites.google.com/site/desafiocooperativo/home> (acessado em 18/08/2011).



Figura 2: alunos da E.M.E.F. Emília de Oliveira no Núcleo de Robótica da escola



Figura 4: grupo de alunos do município de Alvorada no 4º Grande Desafio da UNICAMP



Figura 3: formação de professores no Município de Alvorada/RS na Semana de Educação

Com o Núcleo de Educação Tecnológica formado, os convites para participação em campeonatos de robótica aumentaram. Um dos convites foi aceito e, em julho de 2010, o Núcleo de Educação Tecnológica participou do 4º Grande Desafio da UNICAMP⁴, recebendo o Prêmio de Menção Honrosa de Superação. Da mesma forma, a E.M.E.F. Emília de Oliveira participaria da Olimpíada Brasileira de Robótica em 2010 e 2011 como única representante do município na Regional Rio Grande do Sul. Em 2011 também o município levaria não uma mas duas equipes para o 5º Grande Desafio da UNICAMP, mas, desta vez, levaria três premiações, tornando-se o único município da competição a ganhar três prêmios além do município-sede (Campinas)⁵.

3 DESDOBRAMENTOS DE DOIS ANOS DE PROJETO DO NÚCLEO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

O desafio de 2010 chamou a atenção de um dos jurados que participaram do evento. Este era um membro da ROBOTIKA da UFRGS. A ROBOTIKA é um projeto que pretende difundir a robótica nas escolas e que também utiliza os mesmos kits de robótica usados em Alvorada. Assim, pelas afinidades dos dois projetos (a ROBOTIKA e o Núcleo de Educação Tecnológica de Alvorada) foi firmada uma parceria no ano de 2011 entre a UFRGS e a Secretaria de Educação de Alvorada a fim de que a universidade oferecesse formações aos professores do município de Alvorada na área de robótica e programação.

Desta forma, o apoio pedagógico ao projeto de implantação de um Núcleo voltado à tecnologia foi garantido. Também o município de Alvorada aprovou uma lei em que todas as 27 escolas ganhariam uma verba anual (o Orçamento Solidário) para gastos em projetos. Assim, gastos com a renovação dos kits comprados em 2005 pela prefeitura tornaram-se possíveis.

Na Olimpíada Brasileira de Robótica de 2010, o Professor Roberto Ronnau (Coordenador da Robótica do Colégio Liberato Salzano) propôs um campeonato regional e a união dos professores de robótica do estado de forma que houvesse mais formações de professores de robótica e novos campeonatos que fomentem a interação entre os alunos, a prática de programação, o uso de materiais alternativos e outras ações que tornem a robótica nas escolas mais comum. Como resultado foi criado um desafio de robótica a ser realizado em outubro na FENAC, em Novo Hamburgo/RS nos moldes mistos do DECOOR e com muitas regras retiradas da OBR 2010/2011.

4 CONCLUSÃO

Considerando que o conhecimento é o que cada pessoa constrói como produto do processamento, da interpretação e compreensão da informação, o objetivo da robótica educacional deve ser propiciar meios para que os recursos disponíveis no computador, como multimídia, programação e controle de robôs possam ser utilizados de maneira

⁴ Para mais detalhes veja http://www.youtube.com/watch?v=66miUXGJPvI&feature=player_embedded (acessado em 18/08/2011).

⁵ Para informações sobre a premiação do 5º Grande Desafio veja http://www.mc.unicamp.br/files/4e14c1667b463/premiados_2011.pdf e detalhes sobre o desafio em si e as tarefas veja <http://www.mc.unicamp.br/5-grandedesafio/inicio/index> (acessados em 18/08/2011).

contextualizada, na qual, educandos e educadores refletem sobre as diferentes intenções e o que está sendo produzido durante o ensino e a aprendizagem.

Iniciativas como esta vista no município de Alvorada tendem a nos mostrar como é possível popularizar a robótica nas escolas. E que a robótica é uma ferramenta válida para o ensino de conceitos científicos de uma forma prática.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. Educação Tecnológica e/na Educação Matemática: Aplicações da Matemática na Sala de Aula. Disponível em: <<http://mathematikos.psico.ufrgs.Br/textos/edutecem.html>> Acesso em: 06 abr.2009.

CHELLA, Marco Túlio. Ambiente de Robótica Educacional com Logo. <<http://www.universia.com.br>> Acesso em: 07 mai. 2009.

SANTOS, Nilson Moutinho dos. Robótica Educacional. <<http://www.din.uem.br/~ia/robotica/roboed.html>> Acesso em: 12 mai. 2009.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação? In VALENTE, J. A. (Org) Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas: Gráfica da Unicamp, 1993.



ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO LEGO® NXT-G E PASCAL

Murilo Coelho Grizza (3º ano Ensino Médio), Diego Flores da Silva, Eric Silveira Rodrigues (3º ano Ensino Médio),

Alex Eder da Rocha Mazzuco (Colaborador), Ícaro Lins Iglesias (Professor), Arthur Pereira Frantz (Professor)

afrantz@sb.iffarroupilha.edu.br

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha
Rua Otaviano Castilho Mendes, 355 - Bettim
São Borja, Rio Grande do Sul – CEP 97.760-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre as estruturas de controle utilizadas nas linguagens de programação LEGO® NXT-G e Pascal, bem como considerações finais a respeito do trabalho realizado.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica, LEGO® Mindstorms, NXT-G, Pascal.

ABSTRACT: This paper presents a comparative study among control structures used in programming languages such as LEGO® NXT-G and Pascal, as well as final considerations about the performed work.

KEYWORDS: Robotics, LEGO® Mindstorms, NXT-G, Pascal.

1 INTRODUÇÃO

Robótica é a área da ciência responsável pelo projeto e construção de robôs, utilizando conjuntamente conceitos de informática (programação, inteligência artificial), engenharia (motores, sensores, atuadores) e física (mecânica, cinemática, hidráulica). A robótica é uma área altamente ativa que busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e procedimentos para a criação de robôs (WEGNEZ, 1987).

A utilização de kits de robótica educacional, como LEGO® Mindstorms, associada a linguagens gráficas de programação, tem aumentado significativamente o acesso a esse tipo de tecnologia, principalmente em se tratando de jovens interessados e estudantes de todos os níveis de ensino.

O presente trabalho se propõe a fazer uma breve comparação entre as estruturas de controle utilizadas pelas linguagens LEGO® NXT-G e Pascal, com o objetivo de esclarecer que apesar de paradigmas aparentemente diferentes, as estruturas utilizadas por ambas as linguagens são equivalentes.

Na sequência, serão apresentadas as estruturas comparadas, seguido de algumas considerações finais a respeito do trabalho realizado.

2 ESTUDO DE CASO: PROJETO SHOOTERBOT

Para desenvolver o estudo comparativo entre as linguagens de programação gráfica e textual, foi utilizado como base o projeto do robô Shooterbot, apresentado como exemplo didático no kit de robótica educacional LEGO® Mindstorms NXT 2.0.

Este projeto foi implementado utilizando-se ambas as linguagens de programação. Fragmentos comentados de ambas implementações podem ser visualizados nos ANEXOS I e II deste artigo.

É importante observar que a versão implementada em Pascal serve apenas como uma simulação do funcionamento do robô, uma vez que não é possível configurar o kit de robótica a partir da implementação nessa linguagem.

O projeto Shooterbot é construído na forma de um veículo munido de um sensor ultrassônico, com o objetivo de monitorar um ambiente. Caso o sensor ultrassônico detecte algum objeto, o veículo emite sinais sonoros e luminosos de identificação e após alguns instantes efetua o disparo de projéteis no alvo detectado.

Figura1: FRAGMENTO DO PROJETO SHOOTERBOT NA LINGUAGEM LEGO NXT-G

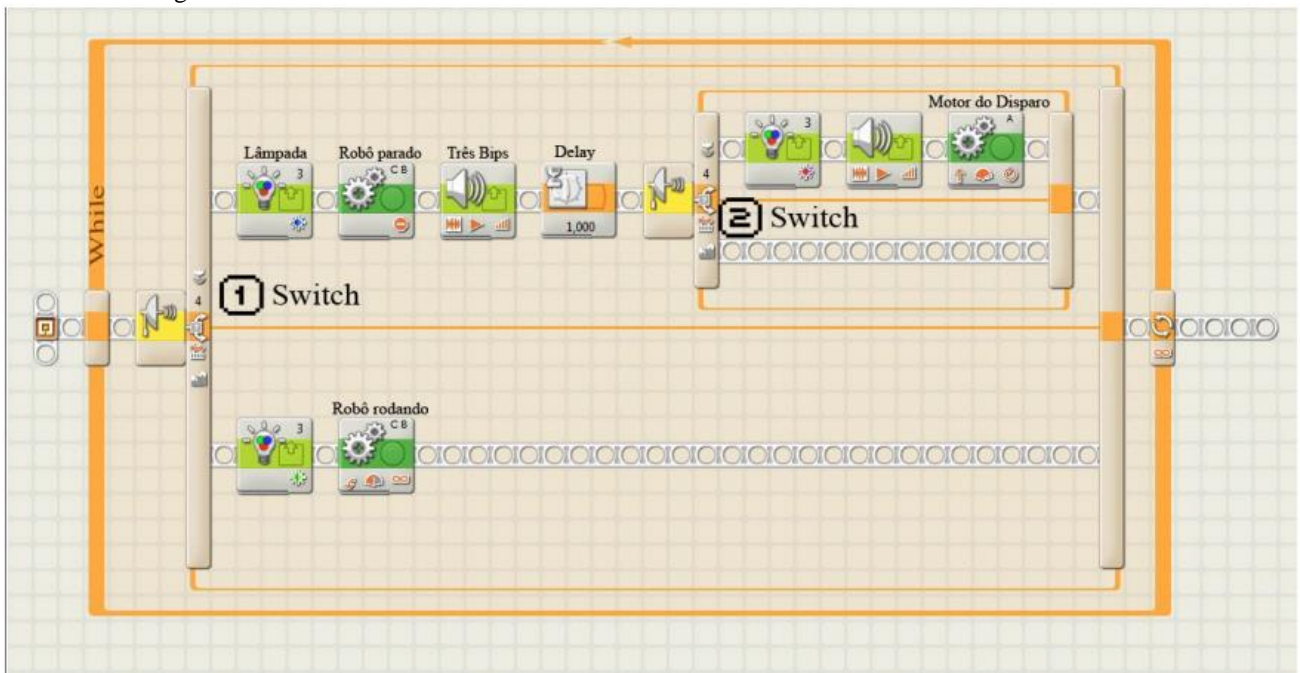


Figura 2: FRAGMENTO DO PROJETO SHOOTERBOT NA LINGUAGEM PASCAL

```

1 Program Program1;
2 var
3   dist_obj,obj,max_tiro,tiro,cont,max_tiro2 : integer;
4   op_rec: char;
5 begin
6   clrscr;
7   textcolor(WHITE);
8   max_tiro := 4; // máximo de tiros do canhão.
9   obj:=1; //objeto existe
10  while(tiro < max_tiro)do
11  begin
12    dist_obj := random(9)+35;
13    if (dist_obj<40)and(obj=1)then //deve possuir um objeto e este deve estar a menos de 40cm.
14    begin
15      writeln('');
16      textcolor(WHITE);
17      writeln('===== Você encontrou um objeto =====');
18      textcolor(GREEN);
19      writeln('! Agende Luz Azul!');
20      writeln('! Status: Parado!');
21      writeln('! Bips: ',#9,'Bips! ',#9,'Bips! ');
22      textcolor(WHITE);
23      delay(1000);
24      //O robô encontrará um objeto, ele avisa, e variável abaixo recebe um valor aleatório que irá
25      //determinar se o objeto continuará na frente do robô. Objeto tem mais probabilidade de ficar.
26      dist_obj := random(7)+35;
27      if (dist_obj<40)then
28      begin
29        writeln(' O objeto continua na frente do robô. ');
30        textcolor(RED);
31        writeln('! Agende Luz Vermelha!');
32        writeln('! Fim: ',#9,'Fim! ',#9,'Fim! ');
33        writeln(' > tiro = ');
34        delay(1000);
35        writeln(' > Tiro 2! ');
36        delay(1000);
37        tiro:= tiro+2; // o numero representa a quantidade de tiros acima.
38        obj:=0; //objeto retirado
39        //writeln(tiro);
40        writeln(' Objeto eliminado com sucesso. ');
41        writeln('');
42        textcolor(WHITE);
43      end
44      else
45      begin
46        obj:=0; //o objeto não continua na frente do robô, não existe. Isso serve para o robô realizar as operações a seguir.
47      end;
48    end;
49  else
50  begin
51    textcolor(GREEN);
52    if (obj=0)then
53      writeln('! Agende Luz Verde!');
54    cont:=0; //esse contador permite que o programa não "travase" realizando o random
55    while (obj=0)or(cont=10)do //enquanto não houver objeto o while prossegue por no máximo 10 vezes.
56    begin
57      writeln(' . Andando em círculo ');
58      delay(100);
59      obj:=random(2); //encontra um objeto, 0 para morto.
60      cont:=cont+1;
61      //write(obj, ' + ',cont);
62    end;
63    textcolor(WHITE);
64  end;
65  //As operações a seguir realizam a recarga do robô.
66  if (tiro = max_tiro)then //quando os tiros atingem o máximo estabelecido elas estão esgotadas
67  begin
68    write(' ');
69    writeln('! Seus tiros acabaram, a recarga é de ',max_tiro,'. Deseja recarregar? (Y para confirmar)');
70    readln(op_rec);
71    if (op_rec='y')then
72      tiro := 0 //zera os tiros
73    else
74      tiro := max_tiro;
75  end;
76  end;
77 end;
    
```



3 LINGUAGEM GRÁFICA X LINGUAGEM TEXTUAL

Apesar de aparentemente muito diferentes, as linguagens de programação LEGO® NXT-G e Pascal possuem estruturas de controle equivalentes.

A seguir são apresentadas as equivalências entre tais estruturas. Serão apresentadas as estruturas gráficas, seguidas de uma breve explanação sobre seu funcionamento e um pequeno exemplo de utilização em Pascal.

3.1 Estrutura Loop

Esta primeira estrutura é utilizada para a repetição de sequencias de código. Em Pascal, o bloco loop equivale ao comando while.

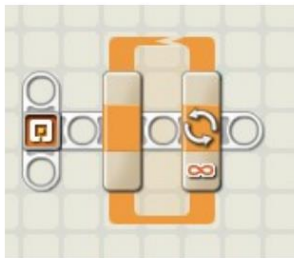


Figura 1: Estrutura Loop em LEGO® NXT-G

```
a:=0;
while(a<10)do
Begin
...
a:=a+1;
end;
```

Tabela 1: Exemplo em Pascal

3.2 Estrutura Switch

Esta estrutura é utilizada para a escolha entre duas sequencias de código. Na versão gráfica, o critério de seleção é definido por meio da entrada de dados em um sensor definido na configuração do bloco. A estrutura switch em Pascal é representada pelo comando case ou if/else.

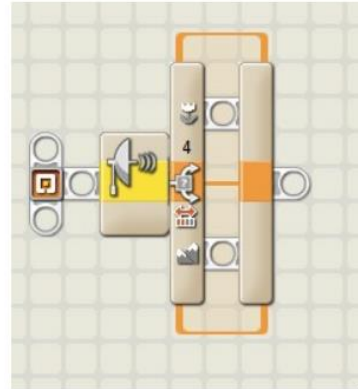


Figura 2: Estrutura Switch em LEGO® NXT-G

case:	if/else:
<pre>case(a) of 1: write ('valor de a = 1'); end else write ('valor de a = 2');</pre>	<pre>if(a=1)then write ('valor de a = 1'); else write ('valor de a = 2');</pre>

Tabela 2: Exemplo em Pascal

3.3 Estrutura Move

A estrutura Move é utilizada para enviar ao robô instruções para movimento dos motores, permitindo a movimentação em linha reta ou curva. Em Pascal, para representação destes movimentos pode-se utilizar o comando write, compondo-se, por exemplo, com a utilização da estrutura while.

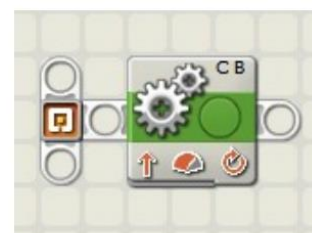


Figura 3: Estrutura Move em LEGO® NXT-G

```
a:=0;
While(a<10)then
Begin
write('O robô está se
movendo...');
a:=a+1;
end;
```

Tabela 3: Exemplo em Pascal

3.4 Estrutura Lamp

Esta estrutura é utilizada para controlar as funções do sensor de cor. A lâmpada do sensor pode emitir luz vermelha, azul ou verde. No Pascal essa função pode ser demonstrada através da estrutura write quando dentro do comando textcolor.



Figura 4: Estrutura *Lamp* em LEGO® NXT-G

```
textcolor(GREEN);  
write('luz verde');
```

Tabela 4: Exemplo em Pascal

3.5 Estrutura Sound

A estrutura Sound pode ser utilizada para duas funções distintas: rodar um arquivo de som ou emitir bipes sonoros. Pode ser representada no Pascal utilizando-se a estrutura write com o código 7 da tabela ASC para emitir bips.



Figura 5: Estrutura *Sound* em LEGO® NXT-G

```
write('O robô encontrou algo.',#7,#7,#7);
```

Tabela 5: Exemplo em Pascal

3.6 Estrutura Wait

Esta estrutura permite a realização de uma “pausa” no processo, ou seja, um atraso controlado até que a próxima estrutura seja executada. A estrutura Wait é equivalente aos comandos delay ou sleep no pascal, sendo o tempo de atraso das estruturas em ambas linguagens definido em milissegundos (ms).



Figura 6: Estrutura *Wait* em LEGO® NXT-G

delay:	sleep:
write('Aguarde 1000 ms para próxima mensagem.');	write('Aguarde 1000 ms para próxima mensagem.');
delay(1000);	sleep(1000);
write('Você aguardou ^^');	write('Você aguardou ^^');

Tabela 6: Exemplo em Pascal

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou um breve estudo comparativo entre as estruturas de controle utilizadas por duas linguagens de programação distintas, sendo uma gráfica e outra textual.

Pôde-se perceber durante o estudo, que todas estruturas da linguagem gráfica são perfeitamente representáveis na linguagem textual, mesmo que em caráter de simulação dos movimentos e ações do robô. Além do mais, houve um melhor entendimento do funcionamento da linguagem textual, a partir da sua comparação com a linguagem gráfica.

Como trabalho futuro, pretende-se implementar o projeto Shooterbot em outra linguagem textual, porém, com suporte à configuração do kit de desenvolvimento LEGO® Mindstorms NXT para real comparação das implementações.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

WEGNEZ, Léon F, Iniciação à Robótica: Robots e Homens. Lisboa, Publicações Europa América, Coleção saber, 1987, 205p. (Tradução do francês Des Robots et Des Hommes: Initiation à la Robotique, de Ana Cristina dos Reis e Cunha. Paris, Office International de Librairie, 1986).

FUTEBOL DE DOIS: UMA DUPLA “PARAOLIMPIRROBÓTICA”

Jonhy G. da Silva (3º ano Ensino Médio), Diego A. Ribeiro (2º ano Ensino Médio), Juan M. de Sousa Vivas (2º ano Ensino Médio), Roberta V. de Castro (3º ano Ensino Médio),

Ronaldo A. de Castro (Professor)

afonsopenajr@ig.com.br

Escola Estadual Afonso Pena Júnior
Praça Ministro Gabriel Passos, 587, Centro
São Tiago, Minas Gerais - CEP: 36.350-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este artigo tem por finalidade apresentar as contribuições da equipe Equipe Café-com-Byte Soccer, formada por alunos do Ensino Médio, da Escola Estadual “Afonso Pena Júnior”, através do projeto FUTEBOL DE DOIS: UMA DUPLA “PARAOLIMPIRROBÓTICA”, no intuito de participar da Competição Brasileira de Robótica [1], na RoboCup Júnior Brasil, modalidade Soccer Júnior, que acontecerá no Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: This article aims show the contributions of Team Café-com-Byte Soccer, formed by high school students of “Afonso Pena Júnior”, through to the project FUTEBOL DE DOIS: UMA DUPLA “PARAOLIMPIRROBÓTICA”, in order to participate to the Robotic Brazilian Competition [1], in RoboCup Junior Brazil. in Soccer Junior modality, that going to happen in the Brazilian Symposium Intelligent Automation.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

Este projeto desenvolvido por alunos do Ensino Médio tem como objetivo construir e programar robôs autônomos capazes de jogar uma partida de futebol, interagindo entre si. Nesse jogo, os robôs, além de fortes e ágeis, devem tomar decisões de acordo com as necessidades da partida em questão.

2 ESTRUTURA

Os robôs, que representam o atacante e o goleiro, são construídos em placas de pet. As rodas utilizadas são omnidirecionais do kit VEX [2]. Os motores, sensores, controladores lógicos programáveis e as demais peças são do kit Mindstorms NXT da Lego [3].

2.1 Sensores e Rodas

- **Compass sensor (Bússola):** é um sensor muito útil para localizar a posição do gol adversário. Ele informa as posições onde se encontra o norte geográfico.
- **Sensor de luz:** este envia uma luz e capta outra refletida pelo objeto. É um sensor que tem grande importância na localização do robô, dando noções como e onde é a lateral, identificando as cores dos gols, da bola e dos adversários.
- **Rotação:** é um sensor que conta a quantidade de rotações (passos). Ele fica acoplado diretamente aos motores.
- **Sensor Ultrassonic:** este sensor envia uma onda mecânica, não perceptível aos ouvidos humanos. Uma vez que a distância (d) é igual ao produto da velocidade (v) pelo tempo (t), ou seja, $d = v \cdot t$, ao enviar a onda com certa velocidade, ele calcula a distância de um objeto em relação ao sensor. Dessa forma evitamos que o robô fique nem tão perto e nem tão longe do alvo.
- **Rodas Omnidirecionais:** essas rodas possibilitam uma enorme variedade de movimentos ao robô Além disso, é responsável pela grande agilidade, o que é muito importante em uma partida de futebol.

3 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do projeto torna-se necessário uma boa estratégia de programação, que possibilite uma interação entre atacante e goleiro. Além disso, os robôs devem ser bem construídos, objetivando vencer os desafios, marcando gols, que é o ápice do futebol.

3.1 Estratégia de Programação

A programação escolhida pela equipe foi o NXT-G, software de desenvolvimento da LEGO Mindstorm's. Esta linguagem apresenta certa facilidade na programação, constitui um

ambiente gráfico e foi escolhida por que a equipe já estava mais familiarizada com a mesma.

Os robôs possuem controladores lógicos programáveis da Mindstorms NXT da Lego, também conhecidos como cérebro. Em micro computadores é criada uma lógica, que é processada no cérebro do robô para possibilitar a tomada de decisão. Os sensores mandam informações e os controladores lógicos programáveis as processa de acordo com a programação montada.

Como os blocos controladores lógicos programáveis são limitados possuindo apenas três saídas para os motores e quatro para os sensores, e no robô atacante usamos mais motores e sensores permitidos por apenas um bloco, usamos comunicação por meio de Bluetooth. Nesse tipo de comunicação, as informações são enviadas de um bloco “mestre” para um bloco “escravo” a fim de executar uma ação quando não é mais possível para apenas um bloco. Esta estratégia do Bluetooth também foi utilizada para a comunicação entre os robôs.

Para se jogar futebol é preciso tomar decisões imprescindíveis para um bom desempenho na partida. O robô deve, então, tomar as decisões necessárias, tais como se comunicar com o companheiro, chutar a bola para o gol e reconhecê-lo. Para alcançar esses objetivos o kit Mindstorms NXT é constituído por sensores, estrutura lógica e mecânica para a sua construção.

3.2 Atacante

Uma vez que no robô atacante há necessidade de mais espaço interno para os sistemas de domínio de bola e chute, este possui apenas três rodas omnidirecionais.

Para se localizar, o robô foi equipado com três sensores de luz: o primeiro voltado para baixo com a finalidade de identificar as delimitações do campo, o segundo, que juntamente a um sensor ultrassônico, identifica a bola e o terceiro identifica o gol. Além desses sensores foi usado o sensor de bússola (Compass Sensor) para a localização no campo e a ida em direção ao gol adversário.

3.3 Goleiro

Para proteger o gol de forma mais ágil, o goleiro utiliza quatro rodas omnidirecionais, que dão firmeza e segurança aos movimentos.

Essas rodas simulam um quadrado. Como o robô deve estar contido num cilindro de 22 cm, não possui espaço para sistemas de chute e domínio da bola, portanto, seu principal objetivo é não sofrer gols, ou seja, não permitir que o time adversário faça gols.

No goleiro é utilizado um Compass Sensor, que funciona como uma bússola, dois ultrassônicos, um para reconhecer o gol e o outro para reconhecer objetos a sua frente, além de um sensor de luz, que identifica a bola.

3.4 O Drible e o Chute

Não contrariando as regras, o drible é o sistema responsável por manter a bola na posse do robô. Este mecanismo faz com que a bola gire junto com o robô, permitindo que este faça vários movimentos, não perdendo a bola de seu domínio

Ao reconhecer o gol, após ter dominado a bola, o motor reage aos estímulos do sensor de luz projetando a bola para frente com força e velocidade, ou seja, “chutando” a bola para o gol do adversário. O princípio de funcionamento do chute consiste em:

- 1 – O motor possui uma peça acoplada a ele, que projeta uma força sobre a bola, simulando o pé de um jogador chutando a mesma.
- 2 – O motor funciona quando o sensor de luz e o sensor ultrassônico identificam a bola e o gol, realizando assim o movimento do chute.
- 3 – Após o chute, todo o processo acima descrito é repetido.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto tem o intuito de ajudar na evolução de estudos de robôs que cooperem e interagem entre si na busca de uma meta, neste caso, o futebol.

As limitações impostas à equipe, devido à falta de sensores infravermelhos, levaram os robôs a terem um alcance limitado na identificação da bola, daí a alusão à modalidade paraolímpica do futebol de cinco, esporte praticado por deficientes visuais, no título do nosso projeto.

Apesar desta limitação, como acontece no futebol de cinco, conseguimos a interação e chegamos ao objetivo da competição, que é marcar gols com robôs.

Esperamos com este projeto conseguir participar da competição e contribuir para avanços tecnológicos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] CBR'11. Disponível em <http://www.cbr2011.org/>
- [2] VEX. Disponível em www.vexrobotics.com.br/
- [3] Mindstorms. Disponível em <http://mindstorms.lego.com>

NAVEGAÇÃO EM AMBIENTES DESCONHECIDOS POR ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO BASEADO EM PLATAFORMA ARDUINO COM LINGUAGEM C

Vitor Martes Sternlicht (9º ano Ensino Fundamental),

Valdenice Minatel Melo de Cerqueira (Co-orientadora), Rodrigo da Silva Viana (Professor)

mvitsor@hotmail.com, rodrigoviana@gmail.com

Colégio Dante Alighieri
Alameda Jaú, 1061 - Cerqueira César
São Paulo, São Paulo – CEP 01.420-001

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Tendo em vista a amplitude de áreas nas quais a exploração robótica pode ser utilizada, como, por exemplo, atuação nas áreas industriais e residenciais, operações de resgate e exploração, desenvolvi um robô na plataforma Arduino, programado em linguagem C, que é capaz de explorar completamente ambientes desconhecidos com custos baixos (aproximadamente R\$ 500,00).

Utilizei basicamente dois motores (de corrente contínua com caixa de redução), sensores fotodiodo (para detecção de faixa) e de infravermelho (para detecção de obstáculo) para a construção em um chassi mecânico. Também utilizei uma garra mecânica com servomotor para agarrar objetos. Já na programação, trabalhei com pilhas e arrays, criando um banco de dados do ambiente baseado em blocos (do tamanho do robô) livres ou ocupados.

Essa tarefa foi concluída com êxito, como planejei desde o início, mas ainda pretendo melhorar esse projeto no futuro, acrescentando a capacidade de mapeamento e análise de mapas, permitindo, por exemplo, que o protótipo explore um ambiente desconhecido, crie um mapa e calcule a rota mais curta até determinado ponto, desviando de obstáculos.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: Not Informed.

KEYWORDS: Not Informed.

1 INTRODUÇÃO

Conforme SOUSA [2006], atualmente a área de pesquisa de robótica móvel está crescendo cada vez mais, implementando nos agentes robóticos algum sistema de deslocamento e possibilitando-os, portanto, se movimentar no ambiente no qual são inseridos. São então adicionados sensores, permitindo-lhes desempenhar complexas tarefas reagindo a partir da interpretação dos diversos fatores ambientais, tais como temperatura, luminosidade e distância, por exemplo.

Surgem então inúmeras aplicações da robótica móvel, que vão muito além da clássica atuação nas indústrias, casas e lojas.

Os robôs se demonstram capazes de realizar resgates, executar tarefas agrícolas e explorar o mar, ambientes hostis ou em situações de catástrofe, e até outros planetas.

Porém, os pesquisadores ainda enfrentam grandes desafios no desenvolvimento da robótica e da inteligência artificial.

Entre outras habilidades, os robôs autônomos devem se adaptar aos diferentes ambientes de operação, aprender conforme adquirem mais experiência e realizar escolhas frente às mudanças apresentadas por estes ambientes, conforme expõe COSTA [2003].

Neste trabalho, que tem tal direção, o protótipo construído com uma placa Arduino, programada em linguagem C com conceitos de pilha e armazenamento de dados em arrays, explora completamente o ambiente e cria uma estrutura que pode ser facilmente usada para a criação de mapas.

2 OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Desde seus primórdios, com sua incomutável curiosidade, o ser humano explora minuciosamente os ecossistemas ao seu redor, para dele extrair os mais diversos recursos. Com o crescente desenvolvimento tecnológico da sociedade, até os mais complexos e perigosos ambientes, submetidos a condições totalmente precárias, vão sendo mapeados. Mas ao alcançar um estágio no qual a hostilidade do desconhecido pode ser fatal ao seu explorador, o que faremos?

Minha ideia, com este projeto, é a de possibilitar a exploração de qualquer ambiente inacessível a um indivíduo de nossa espécie por um simples protótipo robótico, que pode ser adaptado para resistir a condições extremas como o frio de grandes geadas, o calor de monumentais incêndios, ausência de gás oxigênio, e muitas outras.

Além do mais, se concluído com sucesso, esse robô poderá também ser útil para, em uma das guerras infelizmente previstas para o futuro (como, por exemplo, por água),

explorar territórios inimigos discretamente enviando dados ao vivo para um sistema de computadores, provenientes até de outros sensores que podem ser facilmente inseridos (temperatura, luz, umidade, etc.).

Além disso, o protótipo terá um custo consideravelmente baixo (aproximadamente R\$500,00), sobretudo se levarmos em conta a amplitude de áreas nas quais a exploração e o mapeamento robótico podem ser utilizados, como atuações nas áreas industriais e residenciais, operações de resgate em situações de catástrofe, exploração marítima e planetária, execução de tarefas agrícolas, e muitas outras.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

3.1 Mecânica e construção do protótipo

Foi utilizada uma versão modificada do Arduino comum, desenvolvida pela empresa GlobalCode, e denominada Program-ME. Segue abaixo uma descrição técnica da placa, extraída do site da ELÉTRONLIVRE [2011]:

Program-ME é uma placa controladora compatível com Arduino e programável através de uma simplificação da linguagem C. A transferência do programa é feita por USB com uma interface amigável que funciona em diferentes sistemas operacionais.

Características técnicas:

- Baseado no microcontrolador (MCU) ATmega da empresa AVR;
- ATmega 328 (32K);
- Clock de 16 mhz;
- 512 bytes de EEPROM;
- 1 serial UART;
- 1 interface I2C;
- 20 milhões de instruções por segundo (MIPS).

A placa foi inserida em um chassi mecânico com caixas de redução, transistores para controle dos motores e uma garra mecânica com servo-motor. Seguem abaixo os principais componentes listados:

- 1 placa eletrônica Arduino (Figura 2);
- 1 sensor infravermelho (detecção de obstáculos);
- sensores tipo fotodiodo (detecção de faixa);
- 2 motores de corrente contínua para locomoção, ligados em ponte H;
- 1 servo-motor de rotação para a garra.

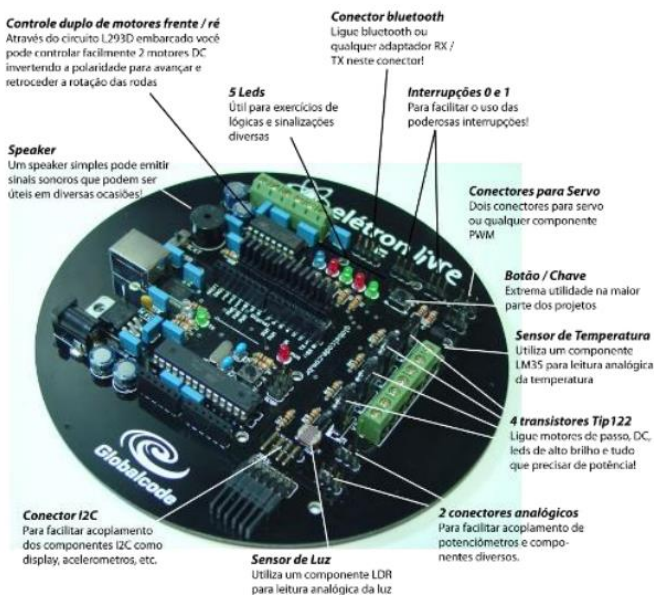


Figura 2 – Vista superior da placa Arduino inserida no chassi

Figura 1 – Detalhes dos componentes do Program-ME Arduino com mais de 12 funções:

- Sensor de luz
- Sensor de temperatura
- Transistores
- Ponte H L293D
- 2 entradas para servo-motor
- Speaker;
- Botão / chave tátil;
- 2 entradas analógicas
- 2 entradas para interrupções
- 1 entrada I2C
- 1 entrada para Bluetooth
- Leds

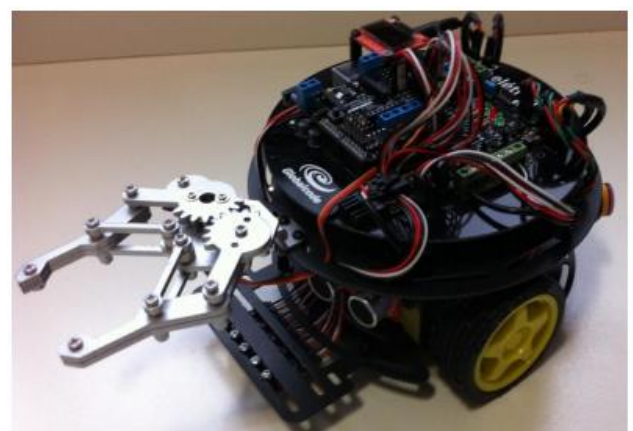


Figura 3 – Foto do robô com o chassi e a garra

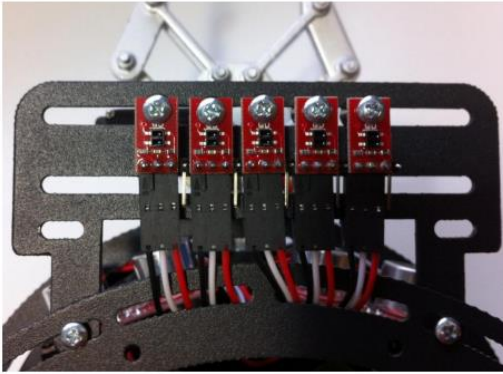


Figura 4 – Detalhe dos sensores de fotodiodo

3.2 Estratégia e programação

O código foi escrito em linguagem C, compilado com o próprio software do Arduino (IDE), com conceitos do livro Beginning Arduino[4], visando seguir a seguinte estratégia:

O robô percorre parte do espaço no sentido vertical, indo primeiro ao norte e depois ao sul, e então desloca-se para leste, repetindo esse processo até que tais movimentos sejam impedidos por uma barreira física. Nesse momento o robô refaz o caminho, o que é possível pois cada deslocamento é armazenado em uma pilha (conceito em linguagem C), procurando áreas adjacentes não exploradas, e as explora. Ao retornar ao ponto de partida, o processo se repete, porém, desta vez, após explorar verticalmente o espaço, o protótipo se desloca a oeste.

Na figura 5, é exposto um exemplo de ambiente no qual o robô pode ser inserido para realizar a exploração.

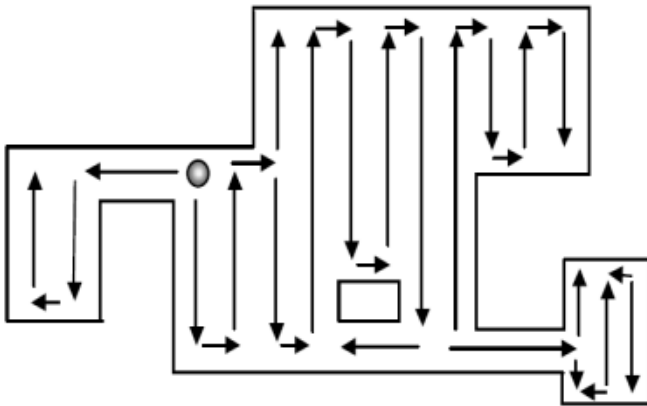


Figura 5 – Possível aplicação do algoritmo de exploração

4 CONCLUSÃO

A exploração de ambientes desconhecidos com o Arduino, programado em linguagem C, é totalmente possível utilizando-se apenas um sensor de ultrassom (Ping da Parallax) e outros 5 sensores de luz (tipo fotodiodo).

Também é totalmente possível gerar mapas e, utilizando-se a tecnologia Bluetooth ou Wireless para transmitir os dados coletados diretamente para um computador, os mapas podem tornar-se muito mais complexos, sem o limite de memória imposto pelo Arduino e outros microprocessadores.

Por fim, ressalto que pretendo melhorar esse projeto no futuro, permitindo que o robô mapeie ambientes, e com base nos dados do mapa, calcule a rota mais curta até determinado ponto, desviando de obstáculos e criando estatísticas sobre os trajetos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] ARDUINO - Site Oficial. <http://www.arduino.cc/>. Acesso em setembro de 2011.
- [2] SOUSA, Miguel Ângelo de Abreu de. Mapeamento de Ambientes Desconhecidos por Robôs Móveis Utilizando Autômatos Adaptativos, dissertação de Mestrado, POLI-USP, São Paulo, 2006.
- [3] ELÉTRONLIVRE - Site Oficial. <http://www.eletronlivre.com.br/>. Acesso em setembro de 2011.
- [4] MCROBERTS, Michael. Beginning Arduino, Editora Technology In Action, 2010.

O BISCOITO: UM ROBÔ DE RESGATE

Juan Morell de Sousa Vivas (3º ano Ensino Médio), Jonhy Geraldo da Silva (3º ano Ensino Médio), Flaviana de Assis Lara (1º ano Ensino Médio), Diego Antonio Ribeiro Santos (2º ano Ensino Médio), Roberta Vanessa de Castro (3º ano Ensino Médio), Julia V. Sampaio (2º ano Ensino Médio), Alda de Paiva Castro (Professora), Ronaldo Antonio de Castro (Professor)

ronaldoantoniodecastro@gmail.com, aldapaivacastro@gmail.com

Escola Estadual Afonso Pena Júnior
Praça Ministro Gabriel Passos, 587 - Centro
São Tiago, Minas Gerais – CEP 36.350-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este trabalho tem como finalidade mostrar o processo de desenvolvimento de um robô de resgate projetado pelos alunos integrantes da equipe *Café-com-Byte B* com o propósito de participar da Mostra Nacional de Robótica (MNR) e Competição Brasileira de Robótica (CBR), na modalidade de resgate B.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: This work aims to show the process of developing a rescue robot designed by the students team members *Café-com-Byte B* for the purpose of participating in the Mostra Nacional de Robótica (MNR) and Competição Brasileira de Robótica (CBR) in rescue mode B.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

Os alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “Afonso Pena Júnior” têm, com este trabalho, o objetivo de construir um robô de resgate totalmente autônomo, capaz de detectar o maior número de vítimas aquecidas nas paredes de um labirinto. Além disso, pretende participar da Mostra Nacional de Robótica (MNR) [1], na modalidade de competição Resgate B e de iniciação científica em computação, que acontecerá em São João Del Rei - MG.

2 ESTRUTURA DO ROBÔ

O robô foi construído utilizando peças do kit de robótica educacional LEGO Mindstorms NXT [2], composto por motores, controladores lógicos programáveis, rodas e alguns sensores, tais como um sensor de luz e três sensores ultrassônicos, sendo um deles colocado à frente, um à direita e o outro à esquerda do robô, como mostrado na figura 1. Foram acoplados também ao robô os sensores acelerômetro e infravermelho de temperatura, que não acompanham o kit.

Para a locomoção do robô foram usados três servos-motores. Ao servo-motor traseiro foi acoplada uma roda omnidirecional

do kit educacional de robótica VEX [3], possibilitando uma grande variedade de movimentos ao robô.

Devido à limitação de portas de entrada (inputs) do NXT e à necessidade de mais inputs para o uso de, pelo menos, seis sensores, foram utilizados dois controladores lógicos programáveis por robô. Para possibilitar a interação entre os dois controladores foi necessária a utilização do Bluetooth.

Para a programação é usada a linguagem de programação NXT-G, que constitui em uma plataforma gráfica, baseada em ícones de arrastar-e-soltar, projetada para uma introdução fácil à programação tanto para os usuários iniciantes quanto para os experientes.

Na figura 1, mostramos a estrutura do robô projetado pela equipe.

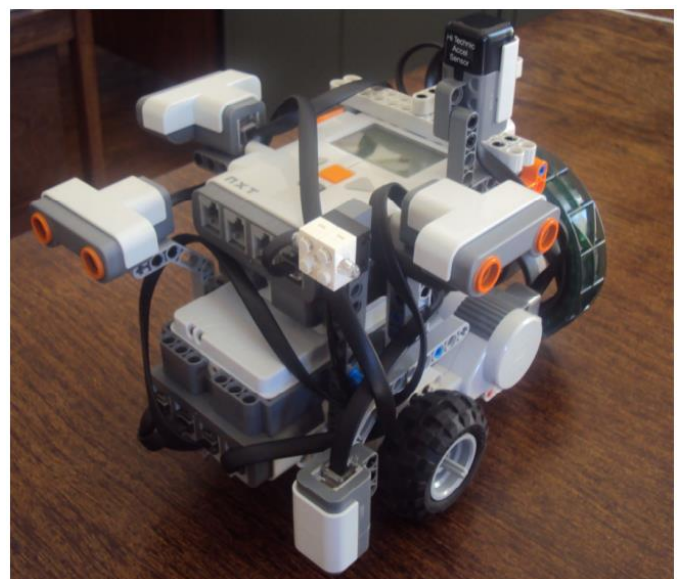


Figura 1. Estrutura do robô “O Biscoito”.

3 DESENVOLVIMENTO

Para que o robô fosse capaz de cumprir os desafios propostos, a equipe procurou estratégias de programação que possibilitassem a execução dos mesmos. Dessa forma, um sensor de luz é acionado para identificar um “beco sem saída” (cul-de-sacs), representado por um quadrado de cor escura na pista, fazendo com que o mesmo procure outro caminho. Para que este sensor realize essa identificação é necessário que o próprio emita uma luz que, ao ser refletida, é captada pelo robô, fazendo-o seguir o caminho e realizar as devidas alterações no percurso.

Para detectar e desviar obstáculos durante a prova, o sensor ultrassônico é ativado. Com esse sensor, o robô consegue calcular distâncias a serem percorridas, por meio da emissão de ondas sonoras. Então, quando os sensores ultrassônicos da direita e da frente são acionados simultaneamente, o robô deve virar para a esquerda. Da mesma forma, quando os sensores da esquerda e ou da direita são acionados, ele segue em frente. Quando os sensores da frente e da esquerda são acionados, ele vira para a direita. Finalmente, quando os três sensores são acionados ao mesmo tempo, o robô retorna para encontrar um novo percurso.

Para o reconhecimento e identificação das vítimas, o sensor infravermelho de temperatura é acionado com o objetivo de captar o calor que é emitido pelo sistema de aquecimento das vítimas. Assim, ao identificá-la, o robô emitirá um “pisca” de luzes durante dois segundos.

Para a identificação de uma inclinação na pista foi utilizado o sensor acelerômetro. Quando esse sensor é ativado, o robô passa a se comportar de maneira diferente, andando sempre em linha reta, o que facilita a chegada ao final da rampa.

A comunicação entre os dois blocos programáveis, usados na construção do robô, foi realizada por Bluetooth. Assim sendo, o robô, ao dispor de dois blocos programáveis, precisará compartilhar entre os mesmos, as informações captadas por cada um deles. Para isso, um dos blocos deve ser programado para enviar uma mensagem via Bluetooth após uma ação. O outro bloco deve ser programado para reagir a cada mensagem diferente recebida.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da grande dificuldade em construir, programar e adquirir as peças necessárias para determinadas tarefas, este projeto contribuiu para o desenvolvimento geral da equipe, estimulando a criatividade, a interação entre os membros da equipe, a capacidade de questionar, pensar e procurar soluções para os desafios. Além disso, despertou o gosto pela tecnologia.

AGRADECIMENTOS

Por meio deste, viemos agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do nosso projeto, dando destaque principalmente à Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais e aos comerciantes de nossa cidade, que deram grande apoio financeiro ao desenvolvimento do projeto em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MNR 2011. Disponível em <http://www.mnr.org.br>
- [2] Mindstorms. Disponível em <http://mindstorms.lego.com>
- [3] VEX. Disponível em <http://www.vexrobotics.com.br>

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ROBÓTICA, MODALIDADE PRÁTICA DE NÍVEL 2, COMO MEIO DE INTEGRAÇÃO DE CONHECIMENTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS

Ana Carolina de Paulo (2º ano Ensino Técnico), Pedro Henrique Naves Vasconcelos (2º ano Ensino Técnico), Vinicius Medeiros Alves (2º ano Ensino Técnico), Jéssica Junqueira Benetolo (2º ano Ensino Técnico), Rodolfo Rodrigues de Oliveira Brito (2º ano Ensino Técnico), Fernanda Aparecida Souza (2º ano Ensino Técnico), Danilo Serenini Bernardes (2º ano Ensino Técnico),

Paulo Henrique Cruz Pereira (Professor)

paulovga@oi.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Avenida Imigrantes, 1000 – Jardim Cidade Nova
Varginha, Minas Gerais – CEP 37.044-220

Categoria: ARTIGO BÁSICO



RESUMO: Atualmente, acredita-se que as habilidades técnicas devem ser associadas à capacidade de julgar, comunicar ideias, trabalho em grupo e negociar decisões coletivamente. Neste contexto, os cursos de ciências exatas de nível técnico, graduação ou pós-graduação, têm cada vez mais, incrementado seus projetos pedagógicos de ensino, a fim de manter atualizados seus cursos, corpo docente e corpo discente motivado. Assim, este trabalho, apresenta um estudo, em cursos técnicos de nível médio profissionalizante, de como a participação na Olimpíada Brasileira de Robótica - OBR promove a integração dos estudos teóricos de sala de aula e aplicação prática. Motivando o corpo discente para os estudos independentes (saber aprender e a desenvolver-se), desenvolver a sua criatividade na solução de problemas e, conseqüentemente, manter-se motivado com o curso no qual estão inseridos, motivando o corpo docente para fazer pesquisas e reciclagem dos saberes, promovendo ainda mais o desenvolvimento de todos os relacionados com a instituição educacional em que eles fazem parte.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica, ensino-aprendizagem, educação profissionalizante.

ABSTRACT: Currently, it is believed that technical skills should be associated with the ability to judge, communicate ideas, teamwork and negotiate decisions collectively. In this context, the exact sciences courses at the technical level, undergraduate or postgraduate level, have increasingly implemented their pedagogical projects of education in order to keep up their courses, faculty and motivated student body. Thus, this paper presents a study in technical courses in secondary vocational level of participation in the Olympics as the Brazilian Robotics - OBR promotes the integration of theoretical studies of classroom and practical application. Motivating the student body for independent studies (knowing how to learn and develop), to develop their creativity in solving problems and, consequently, keep you motivated with

the way in which they exist, motivating the faculty to do research and recycling of the knowledge, further promoting the development of all related to the educational institution in which they are part.

KEYWORDS: Robotic, teaching-learning, professional education

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios educacionais está associado à habilidade de combinar conhecimentos teóricos e práticos para atender às necessidades humanas colocadas geralmente como problemas reais a serem resolvidos. A complexidade do mundo moderno exige uma formação profissional com um perfil abrangente. As habilidades técnicas devem ser associadas à capacidade de julgar, de comunicar ideias, de trabalhar em grupo e negociar coletivamente decisões.

A situação é paradoxal, quando se constata, que o ensino na área tecnológica reproduz a prática pedagógica tradicional, sem qualquer preocupação crítica com a compreensão de modelos de aprendizagem, modelos de motivação, e contextualização do conteúdo. O paradoxo surge justamente porque o paradigma da ciência e da tecnologia é a determinação de modelos explicativos da realidade com objetivo de busca e otimização de soluções. Enquanto as ciências exatas baseiam-se na construção de modelos, o seu ensino tem dado pouca ou nenhuma atenção às teorias e metodologias que otimizem o processo de aprendizagem.

Para realizar esta tarefa, entretanto, é necessário levar em consideração as teorias da aprendizagem produzidas por áreas científicas tais como a pedagogia, a psicologia e a epistemologia e realizar experimentações pedagógicas que possam gerar resultados capazes de, gradativamente, ir desenvolvendo um novo modelo.

Neste sentido, busca-se demonstrar neste trabalho o resultado de metodologias desenvolvidas nos cursos técnicos de nível médio profissionalizantes, do CEFET/MG, Campus VIII, Varginha, sobre o desenvolvimento do ensino-aprendizagem nas disciplinas de automação industrial, robótica, linguagem de programação e mecânica, utilizando-se a Olimpíada Brasileira de Robótica - OBR

2 O DESAFIO EDUCACIONAL

Diante das mudanças impostas pela evolução da tecnologia, o modelo atual de ensino tem se mostrado inadequado para atender as novas exigências do contexto social no qual está inserido. Investigar e implementar modelos alternativos que sejam capazes de formar profissionais preparados para atuar em um contexto orientado a mudanças, é um imperativo para todos os envolvidos com o ensino nesta área. Para empreender esta tarefa é necessário compreender de que forma as mudanças afetam a formação acadêmica, identificar quais são os requisitos profissionais exigidos, para um técnico em mecatrônica ou em informática industrial, identificar no modelo tradicional quais os fatores que devem ser modificados para otimizar o processo educativo e buscar desenvolver modelos alternativos capazes de integrar a formação acadêmica à prática profissional.

“Um professor atualizado é aquele que tem olhos para o futuro e a ação no presente, para não perder as possibilidades que o momento atual continuamente lhe apresenta. Porém, isto não é alguma coisa que o sistema educacional possa obrigar os professores a fazerem. A tecnologia é ainda uma opção, uma decisão do professor frente aos novos rumos de trabalho” (MERCH, 2004).

Com o avanço dos meios tecnológicos para manipulação da informação, o ciclo de vida da informação tem sido reduzido drasticamente. As mudanças permanentes e a velocidade com que estas ocorrem, passaram a ser os fatores determinantes do contexto na era tecnológica.

Assim sendo, os indivíduos precisam desenvolver habilidades que os tornem capazes de adquirir e processar informações de maneira rápida, descartando o que se torna defasado, e retendo o aprendizado que permite a estruturação de novos conhecimentos. Isto se aplica não só aos indivíduos, mas também ao coletivo. Segundo Papert, “a força competitiva de uma nação no mundo moderno é diretamente proporcional a sua capacidade de aprender” (PAPERT, 1994).

A capacidade de “aprender-a-aprender” é, portanto, fundamental para o profissional na sua vida prática e estratégica para o desenvolvimento social e econômico de uma nação. Assim as atividades práticas desempenham um papel essencial para desenvolver as diversas habilidades de um futuro profissional da área tecnológica, seja ela em qualquer nível.

3 METODOLOGIA

Os estudos foram desenvolvidos, com base nos dados obtidos ao longo de três anos de participação na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) de 2008, 2010 e 2011 (Figuras 1, 2 e 3), comparando-se as notas obtidas pelos alunos que realizaram a

disciplina sem a participação na OBR com os alunos que realizaram as mesmas disciplinas e que participaram da OBR.

Com a tentativa de se minimizar os diversos fatos que poderiam afetar os resultados dos estudos foram analisadas a cada ano de pesquisa as notas de uma mesma turma, pois assim poder-se-ia eliminar os fatores como forma didática de ensino, ambiente de estudos, relacionamento professor-aluno, etc.

Os estudos foram realizados avaliando-se apenas o desempenho acadêmico dos alunos a partir de suas notas bimestrais e sem nenhum tipo de influência ao meio no qual o corpo docente e discente estavam inseridos.



Figura 1. Alunas do curso técnico envolvidas com a OBR'2008



Figura 2. Alunos do curso técnico envolvidos com a OBR'2010



Figura 3. Alunos do curso técnico envolvidos com a OBR'2011

A modalidade de participação levada em consideração para análise dos dados foi a de nível 2, para alunos do ensino médio e/ou técnico.

As ferramentas de auxílio utilizadas pelas equipes dos alunos participantes da modalidade prática da OBR foram os kits Mindstorm, da Lego®, com a programação através do ambiente Bricxx (com compilador NXC), Figura 4.

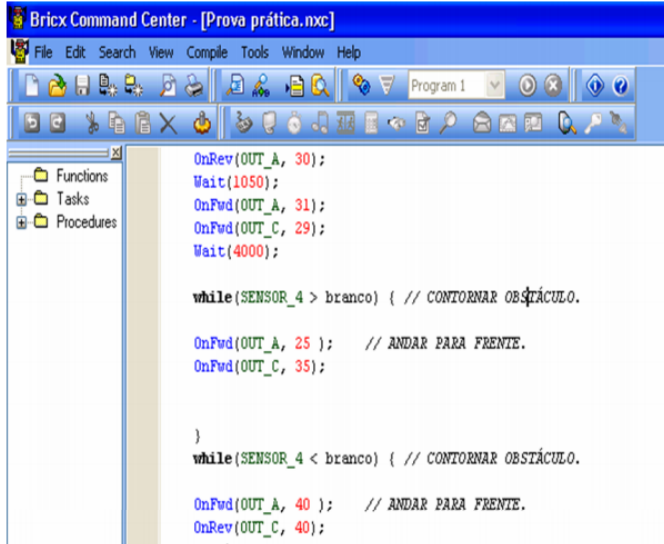


Figura 4. Ambiente Bricxx (NXC)

4 RESULTADOS

Os estudos foram realizados sob os períodos de 2008, 2010 e 2011, em duas turmas de ensino médio profissionalizante, na modalidade integrada e subsequente, do curso técnico em mecânica, do Campus VIII, de Varginha/MG, do CEFET/MG.

O que chama muita a atenção é o número de alunos, que possuem desempenho acadêmico com nota acima da média escolar (60% do total bimestral), após a aplicação das atividades práticas da OBR (Figura 5 e Figura 6).

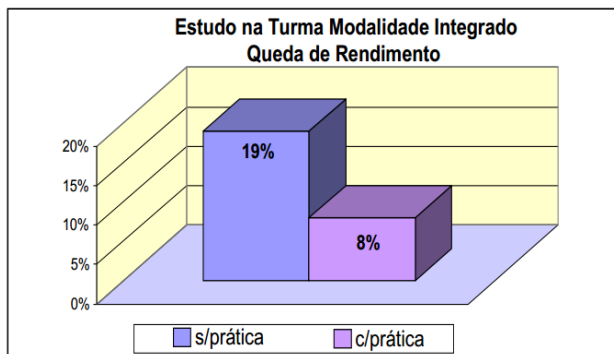


Figura 5. Percentagem de alunos com notas abaixo da média – Nível Técnico Integrado

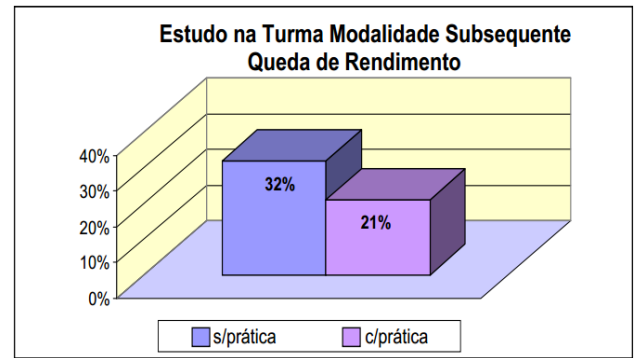


Figura 6. Percentagem de alunos com notas abaixo da média – Nível Técnico Subsequente

Da análise dos desempenhos das quedas nas perdas de rendimentos, pode-se notar que, na turma modalidade integrada, houve uma melhora significativa de 57,89% ao se comparar os anos de 2008, 2010 e 2011 (com a prática) com as médias dos anos de 2007 e 2009 (sem a prática).

Já para a turma de modalidade subsequente o índice de melhora foi de 34,38%, para os mesmos períodos de comparação.

Nota-se, neste caso, que o aumento de rendimento dos alunos que participam da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), em ambos os cursos foi substancial. Sendo muito superior no curso de modalidade integral, obtendo 92% (Figura 7), enquanto que no curso de modalidade subsequente foi de 79% (Figura 8).

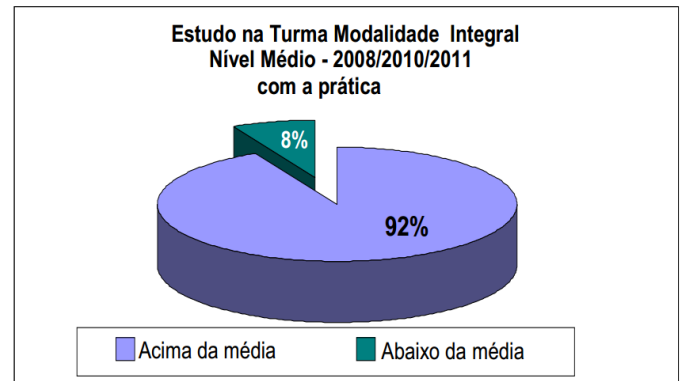


Figura 7. Alunos com notas acima da média – Modalidade Integral

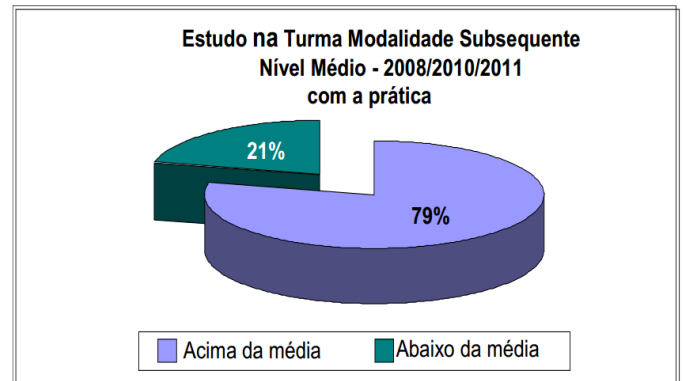


Figura 8. Alunos com notas acima da média – Modalidade Subsequente

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se nos resultados apresentados, conclui-se que os alunos que tiveram atividades de participação na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), no CEFET/MG, Campus VIII, modalidade prática, de nível 2, apresentaram um aumento de rendimento escolar significativo. Vale ressaltar que embora não tenha sido alvo desta pesquisa a adoção de atividades práticas desafiadoras, provocando a capacidade criativa na solução de problemas, é uma excelente oportunidade de relacionar os conceitos teóricos com a prática, com o intuito de desenvolver soluções de problemas, bem como uma oportunidade de desenvolver a capacidade de inter-relacionamento e o autodesenvolvimento dos discentes.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG, a Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo incentivo a pesquisa e apoio financeiro, no qual permitiu a participação neste evento e a realização da pesquisa.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- GRINSPUN, Mirian P.S. Zippin (Org.). Educação Tecnológica: Desafios e Perspectivas. Ed. Cortez, 2001.
- MERCH, Leny Magalhães. (2004) "Psicopedagogia On Line", <http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo1.htm>. Outubro.
- MINAYO, Maria C. S., DESLANDES, Suely F., NETO, Otávio C., et al. Pesquisa social: teoria método e criatividade. Ed. Vozes, 1999.
- PAPERT, Seymour. A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da informática. Ed. Artes Médicas, 1994.
- PEREIRA, Paulo Henrique C. Robótica Pedagógica: Uma Aplicação em Sala. Três Corações: Universidade do Vale do Rio Verde, 2004. p. 104. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade do Vale do Rio Verde, Três Corações, 2004.
- SANT'ANNA, Ilza M. Por que avaliar? Como avaliar? critérios e instrumentos. Ed. Vozes, 1999.

ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA ÀS TRADIÇÕES DO NORDESTE: JOGOS ROBOTIZADOS DE QUERMESSE JUNINA

Filipe Andrade de Brito (9º ano Ensino Fundamental), Ítalo Leis de Carvalho (8º ano Ensino Fundamental),

Igor Araújo Dias Santos (Colaborador), Marcos Pereira dos Santos (Colaborador),
Andrique Figueirêdo Amorim (Professor)

andrique@gmail.com, Filipe_a_brito@hotmail.com, higor@live.com, italo.lelis.vc@hotmail.com, marcoscoller@yahoo.com

Colégio Nossa Senhora de Fátima – Sacramentinas
Av. Jorge Teixeira, nº 125, Candeias
Vitória da Conquista / BA - CEP 45028-050

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este artigo descreve o desenvolvimento de jogos robotizados aplicados às manifestações culturais nordestinas do Brasil utilizando a robótica educacional como metodologia na escola.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Educacional, São João, quermesse junina, Lego Mindstorms NXT, Bluetooth.

ABSTRACT: This article describes the development of robotic games applied to cultural events in the Northeast of Brazil using educational robotics as a methodology in school.

KEYWORDS: Educational Robotics, São João, july bazaar, Lego Mindstorms NXT, bluetooth.

1 INTRODUÇÃO

As festas juninas[1] realizadas com maior expressão na região nordeste do Brasil trazem além de comemorações festivas envolvendo música, danças, comidas típicas e celebrações religiosas, os jogos de quermesse [2] que visam o entretenimento das pessoas presentes na festividade.

Tradicionalmente, esses jogos de quermesse junina são dispostos em barracas espalhadas no local da festa de São João[3], onde as pessoas se divertem em jogos como tiro ao alvo, quebra-pote, jogo das argolas, pescaria, dentre outros.

Aproveitando as festividades juninas ocorridas no Colégio Nossa Senhora de Fátima – Sacramentinas, foi possível estabelecer uma ligação entre a Robótica Educacional ministrada na escola para os alunos, com os jogos de quermesse juninos, criando uma nova possibilidade de diversão através da tecnologia, evidenciando também a cultura popular regional.

2 OBJETIVO

Desenvolver jogos de quermesse utilizando robôs autônomos e controlados remotamente que interajam com os jogadores e produzam uma forma diferenciada de entretenimento nas festividades juninas do colégio.

3 METODOLOGIA

O Colégio Nossa Senhora de Fátima – Sacramentinas trabalha com Robótica Educacional desde o ano de 2007 oferecendo aos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio a possibilidade de desenvolver habilidades diversificadas e explorar conceitos de computação, eletrônica, automação e robótica.

O Colégio adota kits da linha Lego Mindstorms NXT [4] nas aulas de robótica apresentando conceitos de várias áreas da tecnologia, estabelecendo elos com os conteúdos das disciplinas e promovendo um ambiente educativo divertido, lúdico e significativo.

Durante a preparação das festas juninas, o Núcleo de Tecnologia Educacional do Colégio - NTES em conjunto com professores do Ensino Fundamental, formataram ideias de jogos de quermesse utilizando robôs que provocassem uma nova forma de diversão e fossem capazes de entreter o público durante a festividade.

Essas ideias foram apresentadas a um grupo de alunos que fazem a disciplina de robótica semanalmente.

Esse grupo realizou montagens, programações e testes dos robôs para os jogos de quermesse semanas antes do evento. Foi feita então uma automação de alguns jogos de quermesse tradicionais, adaptando-os às possibilidades dos kits de robótica a fim de tentar produzir novas brincadeiras. Em

seguida alunos e professores implementaram os ambientes onde os robôs iriam atuar.

No dia da festa de São João da escola, uma barraca específica para os jogos robotizados foi montada em meio aos outros jogos tradicionais, abrigando os ambientes e os robôs para que as pessoas pudessem se divertir.

3.1 Gira-robô

A ideia do gira-robô surgiu após questionamentos de pais e alunos, com um jogo de quermesse tradicional chamado “toca do coelho”, que provocava situações desagradáveis ao animal. Um jogo semelhante foi proposto onde a figura do coelho foi substituída por um robô autônomo que girava aleatoriamente e deslocava-se em uma direção que poderia ter ou não um prêmio ao jogador.

3.1.1 Ambiente

O espaço de atuação do gira-robô foi uma mesa circular dividida em oito setores iguais por uma fita adesiva preta conforme mostra a Figura 1. Oito fichas pretas circulares de emborrachado foram utilizadas como parte do jogo. Apenas duas dessas fichas tinham no verso uma identificação de PRÊMIO e a outra indicada como JOGAR NOVAMENTE. As fichas eram embaralhadas pelo jogador e distribuídas em cada um dos setores com as faces voltadas para baixo.



Figura 1 - Ambiente do gira-robô

3.1.2 Hardware

A Figura 2 descreve o gira-robô, um robô móvel com dois atuadores (motores com rodas), uma roda passiva de sustentação, um sensor de luz e um bloco programável que comanda todo o sistema.

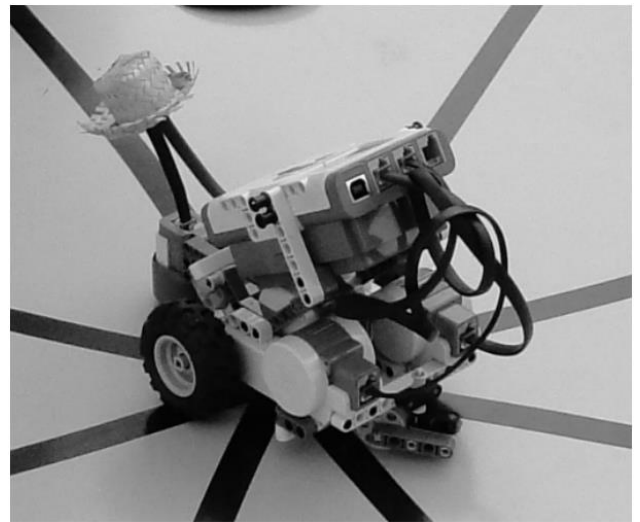


Figura 2 - Gira-robô

3.1.3 Software

A programação foi realizada no ambiente de código livre Bricx Command Center 3.3 [5] por meio da linguagem NXC [6] (Not Exactly C). Uma função randômica determinava o sentido do giro do robô (horário ou anti-horário), velocidade dos motores e o tempo que eles permaneceriam ligados. Dessa forma havia um grau elevado de imprevisibilidade do setor sorteado pelo robô.

Um sensor de luz fazia a identificação dos limites de cada setor (fita preta) verificando se o robô parou sobre a linha evitando assim que o mesmo ficasse entre dois setores causando indefinição de qual setor foi determinado.

3.2 Cobrança de pênaltis robotizada

O jogo simulou uma cobrança de pênaltis de uma partida de futebol de acordo a Figura 3. Um robô desempenhava o papel de goleiro movimentando-se para um lado e para outro aleatoriamente, e o outro, o robô cobrador, que após acionado pelo jogador, movimentava-se para frente tocando na bola na tentativa de fazer o gol. O jogador tinha direito a cinco cobranças, ganhando o prêmio somente quando convertesse pelo menos três pênaltis.

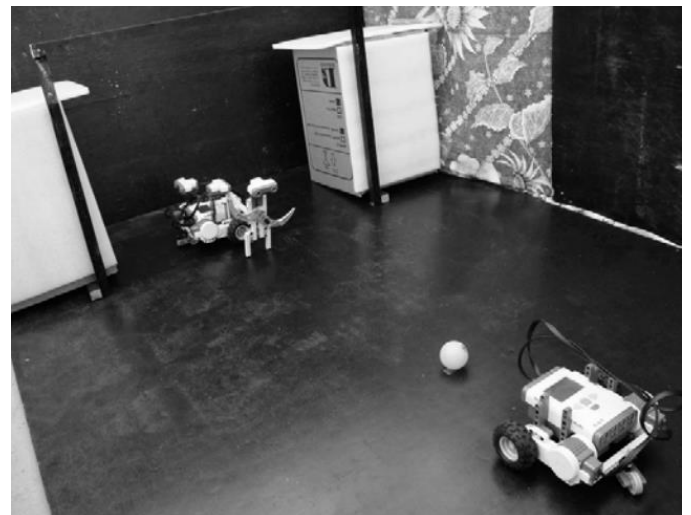


Figura 3 - Cobrança de pênaltis robotizada

3.2.1 Ambiente

O ambiente de atuação dos agentes foi uma superfície de madeira preta e lisa semelhante a uma área de um campo de futebol com uma trave e logo à frente uma marcação de pênalti. Uma bola de ping-pong foi utilizada como bola de futebol.

3.2.2 Hardware

Dois robôs foram usados nesse jogo de quermesse. A) O robô goleiro possuía dois atuadores (motores com rodas), uma roda passiva de sustentação, dois sensores ultrassônicos e um bloco programável. Um terceiro sensor ultrassônico servia apenas para simular a cabeça do robô. B) O Robô cobrador possuía dois atuadores (motores com rodas), uma roda passiva de sustentação e um bloco programável.

3.2.3 Software

A linguagem NXC no ambiente Bricx foi adotada na programação dos dois robôs.

A) Robô goleiro – Dois sensores ultrasônicos foram usados para identificar a distância das paredes nas laterais do gol fazendo o robô mudar o sentido da direção, deslocando-se para um lado e para o outro infinitamente com o objetivo de atrapalhar a entrada da bola no gol.

B) Robô cobrador – O programa começava a sua execução depois de pressionado o botão de ativação (botão laranja) do bloco programável pelo jogador. Em seguida, a função principal randômica gerava potências variáveis e direções alternadas dos motores deslocando o robô para frente, fazendo-o bater na bola de diferentes formas.

3.3 Robô quebra-pote

O “robô quebra-pote” apresentado na Figura 4 era manipulado por controle remoto via bluetooth [7], e surgiu como uma alternativa que possibilitaria mais participação das pessoas do que no jogo tradicional de quebra-pote. O agente teria que ser guiado remotamente por um operador até uma sala contendo um objeto que simbolizava o pote a ser quebrado. O jogador que realizasse a tarefa em um tempo previamente estipulado seria premiado.

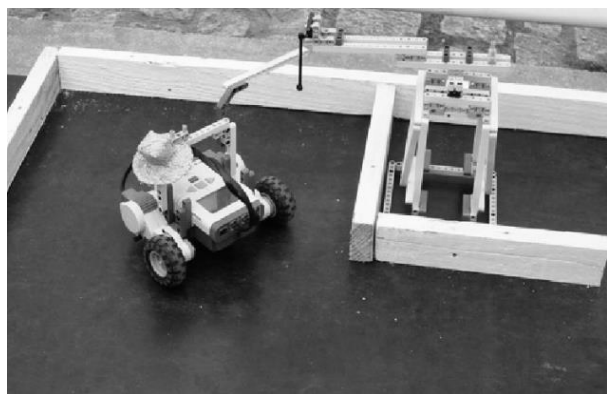


Figura 4 - Robô quebra-pote

3.3.1 Ambiente

Um labirinto de madeira foi construído com dimensões de 2m² e divisões internas de ripas de madeira com o intuito de formar paredes e delimitar o espaço. A última sala do labirinto possuía uma estrutura construída com peças da Lego contendo um pêndulo na ponta de forma que o robô deveria tocar esse pêndulo (analogia a um pote) para completar o jogo.

3.3.2 Hardware

O agente era composto basicamente dois motores, uma roda passiva e um bloco programável com o sistema Bluetooth ativado que serviu para fazer a comunicação entre o microcontrolador e um computador pessoal.

O robô possuía uma viga na lateral superior esquerda como mostra a Figura 4, para realizar o toque no pêndulo.

3.3.3 Software

O Bricx Commander Center possui um módulo de comunicação que permite acesso a todos os dispositivos e funcionalidades do bloco programável da Lego Mindstorms NXT que já possui o recurso bluetooth nativo. O computador pessoal já possuía o sistema de bluetooth acoplado, facilitando a comunicação entre o Bricx e o robô. A Figura 5 mostra como o robô era controlado pelo teclado do computador através das seguintes teclas:

- Tecla seta para cima: movimentar o robô para frente;
- Tecla seta para a esquerda: movimentar o robô para o lado esquerdo;
- Tecla seta para a direita: movimentar o robô para o lado direito;
- Tecla seta para baixo: movimentar o robô para trás.



Figura 5 - Controle do robô via Bluetooth.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com os três jogos robotizados de quermesse foram bastante proveitosos não só pelo cumprimento do seu objeto, mas também por terem proporcionado um aprendizado extra aos alunos de robótica que foram capazes de trabalhar com probabilidades produzidas por funções randômicas aumentando assim a autonomia dos robôs. Foi possível trabalhar com a forma de

comunicação Bluetooth apresentando aos alunos um pouco mais das funcionalidades do kit Lego Mindstorms NXT.

Outro fator positivo identificado na festa junina de escola foi a aceitação e a satisfação do público (estudantes, pais, professores e visitantes) com os jogos robotizados, demonstrando interesse em participar e entender como era o funcionamento dos robôs.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Festa Junina. Disponível em:
<http://www.brasilecola.com/datacomemorativas/festajunina.htm>
- [2] Quermesse. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Quermesse>
- [3] História da festa junina. Disponível em:
http://www.suapesquisa.com/musicacultura/historia_festa_junina.htm
- [4] Lego Mindstorms NXT. Disponível em:
<http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>
- [5] Bricx Command Center 3.3. Disponível em:
<http://bricxcc.sourceforge.net/>
- [6] NXC. Disponível em: <http://bricxcc.sourceforge.net/nbc/>
- [7] Bluetooth. Disponível em:
<http://mindstormsxt.blogspot.com/2006/08/nxtbluetooth-and-control.html>

ROBÓTICA EDUCACIONAL: DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL DE BAIXO CUSTO

João Paulo Sandes Brito (9º ano Ensino Fundamental),

Marcos Pereira dos Santos (Professor), Andrique Figueirêdo Amorim (Professor)

joapaulo.sandes@hotmail.com, gilpadre@yahoo.com.br, marcoscoller@yahoo.com

Colégio Nossa Senhora de Fátima
Avenida Jorge Teixeira, 125 - Candeias
Vitória da Conquista, Bahia – CEP 45.028-050

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo desenvolver um robô, denominado de Virgulino, como opção de kit de robótica, viável economicamente, para uso em ambiente educacional. A robótica, nos dias atuais, é considerada como uma ferramenta auxiliar de significativa importância para o estudo de conceitos teóricos de diversas disciplinas. Ela facilita a assimilação de conteúdos, já que pressupõe a participação do educando na construção do seu próprio conhecimento, servindo de estímulo à sua criatividade e inteligência. O Virgulino foi testado na OBR de 2009, apresentando desempenho satisfatório, o que o certificou como opção de kit educacional para implantação da robótica em escolas do ensino fundamental e médio. Este resultado se deu graças à utilização da plataforma Arduino, que contribuiu para o seu baixo custo e caráter open-source.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Educacional, Plataforma Arduino, kit Educacional.

ABSTRACT: The main goal of this paper is to develop a robot, known by Virgulino, in order to form an economical suitable robotic equipment kit to be applied to the educational environment. Robotics, nowadays, is considered an auxiliary tool of significant importance for the study of theoretical concepts over several disciplines. It makes the assimilation of content to become easier, since it presupposes the participation of the learner in the process of building his own knowledge, as much as the increase of his creativity and wisdom. The Virgulino was tested in the OBR (Brazilian Robotics Olympics) 2009, presenting a satisfaction performance, which certified this robot as an option for deployment of robotics education in elementary schools and high schools. This result came through the use of the Arduino platform, which contributed to its low cost and open-source approach.

KEYWORDS: Educational Robotics, Arduino platform, educational kit.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a Robótica é vista como uma realidade que cresce dia após dia na vida do ser humano. É comum se observar o uso de robôs em diversos segmentos da sociedade, realizando tarefas que vão desde a limpeza do pó nos dutos de ar condicionados, como em tarefas mais complexas, tipo a limpeza de lixo tóxico, exploração subaquática e espacial, cirurgias médicas, mineração, busca de minas terrestres, montadoras de automóveis entre outras. A robótica traz soluções rápidas e eficientes, proporcionando, a longo prazo, um retorno rentável ainda que possa, inicialmente, apresentar um custo relativamente alto para sua implementação.

Pode-se dizer que um dos grandiosos passos da Robótica foi a sua inserção no meio educacional, a chamada Robótica Educacional. No Brasil, ela vem sendo implementada, principalmente a partir da década de 90, se configurando como uma ferramenta de auxílio para a assimilação de conceitos teóricos de diversas disciplinas. Tem-se buscado caminhos, através da Robótica Educacional, para oferecer ao cidadão, na fase escolar, um melhor preparo para enfrentar a competitividade do mundo globalizado. O intuito da inserção dela na educação é facilitar a construção do conhecimento, através de experiências concretas e práticas, estimulando a criatividade e inteligência dos educandos.

Para contribuir com a inserção da Robótica Educacional nas instituições de ensino médio e fundamental, foi criada a OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica). Uma competição nacional onde o objetivo principal é promover o conhecimento da Robótica através de competições e despertar nos participantes o interesse em seguir carreiras científico-tecnológicas, usando como artifícios a realização de provas em âmbito nacional, realização de torneios locais, parcerias com universidades, disponibilização de web site com material de Robótica Educacional, fóruns para troca de experiência entre educadores.

Os robôs que participam destas competições são desenvolvidos com kits de Robótica de grandes empresas

existentes no mercado, como por exemplo: Lego Mindstorms e a Vex Robotics. Todos eles são soluções de qualidade indiscutível, entretanto, possuem um elevado custo para implantação em instituições da rede de ensino pública e privada.

Com a perspectiva de se desenvolver um kit educacional de baixo custo, que possibilitasse a democratização da Robótica, principalmente em escolas públicas, é que foi desenvolvido este estudo. Assim, o robô Virgulino foi projetado para se tornar uma solução viável economicamente e ser open source. A sua aplicação na OBR de 2009 demonstrou que ele pode ser usado como kit educacional para o ensino da Robótica, podendo ser capaz de desenvolver robôs em condições de participar de competições desta natureza com alta qualidade e bom desempenho, obtendo resultados que o colocam em pé de igualdade em relação aos kits já disponíveis.

2 ROBÓTICA

A Robótica é uma área de estudo multidisciplinar que se apoia nos conhecimentos de mecânica, eletrônica, física, matemática, biologia, informática e inteligência artificial. Tem por objetivo “automatizar tarefas através de técnicas de programação e algoritmos orientados à construção de robôs” [SILVA (s/d)].

Nos dias atuais, a Robótica se configura numa área de crescente desenvolvimento. Isto decorre dos inúmeros recursos que os sistemas de microcomputadores vêm oferecendo. Grandes centros de tecnologia se ocupam incansavelmente a criação de novas tecnologias, criando robôs capazes de lidar com tomada de decisão cada vez mais complexas.

2.1 Robótica Educacional

A Robótica Educacional, também chamada de Robótica Pedagógica, é um assunto abordado no Brasil desde a década de 50 [PIEROTTI (2007)]. Mas, somente a partir de meados dos anos 1980, começou a ser reconhecida mais amplamente como um importante recurso pedagógico. Ela pode ser considerada como uma ferramenta auxiliar, utilizada pelo educador, para a melhor e mais fácil assimilação de conceitos teóricos das diversas disciplinas estudadas em sala de aula [ZANELATTO (2004)], possibilitando, portanto, a interdisciplinaridade. Representa ainda uma alternativa de resposta às exigências impostas à educação, neste momento histórico de grandes mudanças societárias, proporcionando condições para que a escola se renove e possa continuar atendendo ao seu propósito de formação e informação. Sua utilização no dia a dia escolar favorece um ambiente estimulante e motivador, auxiliando o processo ensino-aprendizagem e também possibilitando a construção de novas relações entre educador-educando e educando-conhecimento. Este, o conhecimento, passa a ser construído a partir de experiências práticas, tornando-se significativo e contextualizado para ambos [ZILLI(2004)].

A Robótica Educacional, enquanto proposta pedagógica foi desenvolvida por Seymour Papert, psicólogo do Laboratório de Inteligência Artificial do MIT (Massachusetts Institute of Technology), que a partir dos princípios do construtivismo

piagetiano¹ elaborou o que chamou de “construcionismo” (ZILLI, 2004: 32-36), adotando o computador como uma ferramenta para a construção do conhecimento e desenvolvimento do aluno” [ALMEIDA (2000)].

Para Papert, o “construcionismo” é a sua reconstrução pessoal do “construtivismo”, possuindo, deste modo, características diferentes em suas concepções. Enquanto no construtivismo é enfatizado o modo pelo qual o conhecimento é processado internamente, a depender dos diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo, no construcionismo, a ênfase está na praticidade com que o conhecimento é construído, a partir de experiências concretas, possibilitando que o aprendizado ocorra à medida em o conhecimento prévio é projetado, materializando as ideias mentais, de modo a aprimorá-las. Papert considera que o educando é quem constrói o seu próprio conhecimento, tendo o educador como facilitador e o computador como recurso pedagógico, e o ato de aprender se dá pela motivação e interesse despertados. A aprendizagem ocorre, segundo ele, pelo estabelecimento de conexões entre o novo conhecimento em construção e os conceitos que já são de domínio do educando nas diversas disciplinas, estando ele a todo momento desafiado a observar, abstrair e inventar. Assim, o conhecimento é construído a partir de situações concretas que motivam o educando a formular hipóteses, testá-las e implementá-las, simulando, desta forma, o método científico [ZILLI(2004)].

2.2 Kits Educacionais

O Dicionário Interativo da Educação Brasileira conceitua Robótica Educacional como o:

“Termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos.” [MENEZES et al (2002)].

A implementação da proposta pedagógica da Robótica requer a utilização de kits educacionais. Em geral, estes kits possuem linguagem própria de programação e são compostos por sensores, motores, engrenagens, processadores, transmissores e interfaces de interação, componentes ideais para a construção de protótipos². Atualmente, há uma variedade deles disponível no mercado.

A grande vantagem do uso destes kits é que eles não exigem um conhecimento aprofundado de eletrônica, sendo viável a sua manipulação por educadores e educandos em geral. Entretanto, embora se reconheça as vantagens da utilização destes kits para a implementação da Robótica nas escolas, o

¹ Construtivismo Piagetiano é uma teoria desenvolvida por Jean Piaget que busca explicar como a inteligência humana se desenvolve partindo do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio. A ideia desenvolvida por ele é que o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio, isto é, ele responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada. [NITZKE et al (2010)].

² Protótipos são produtos que ainda não foram comercializados, mas estão em fase de testes ou de planejamento, e, no caso específico, refere-se a projetos para o desenvolvimento de robôs (definição do autor).

seu acesso não tem sido facilitado, vez que normalmente possuem um elevado custo. Uma alternativa encontrada é a utilização de kits compostos por sucatas de equipamentos eletrônicos em substituição aos produtos comerciais e a utilização de softwares livres.

Dentre os kits mais usados contemporaneamente para a aplicação da Robótica no contexto escolar, merecem destaque o LEGO Mindstorms e o VEXRobotics.

3 PLATAFORMA ARDUINO

Arduino é uma plataforma livre e flexível, fácil de usar tanto o software quanto o hardware e, por isto, pode ser usada por aqueles que se interessam em criar objetos ou ambientes interativos [ARDUINO(2010a)].

A Plataforma Arduino apresenta algumas características que a distingue das demais. A mais importante diz respeito à concepção open-source³, que atribui a ela duas importantes peculiaridades: a primeira é de possibilitar a versatilidade e, a segunda, é de ser colaborativa. Isto porque sendo open-source ela disponibiliza não só a documentação do projeto original da plataforma, mas também as placas e códigos de aplicação desenvolvidos a partir dela, através da comunidade virtual criada para este fim, que é o www.arduino.cc. [ARDUINO (2010a)]. Atualmente este sítio se constitui como a grande referência acerca do Arduino para todo o mundo.

Outra característica refere-se à placa mãe. Esta é composta por um microcontrolador (cérebro), desenvolvido pela empresa Atmel. Qualquer pessoa com algum conhecimento em eletrônica pode adquirir este cérebro por um preço acessível nas lojas especializadas ou na grande rede mundial ou construir sua própria placa sem pagar por direitos autorais [ARDUINO (2010c)].

O ambiente e a linguagem de programação do Arduino também merecem destaque. A linguagem facilita a interação com os periféricos, tais como: sensores de luz, de som, ultrassom, infravermelho e diversos tipos de motores. E o ambiente faz menção ao seu IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento) que é implementado na linguagem Java, funcionando em vários sistemas operacionais, tais como: Windows, Linux e MacOS [ARDUINO (2010c)].

4 ROBÔ VIRGULINO

O robô desenvolvido neste trabalho foi denominado como robô Virgulino, sendo definido como um dispositivo robótico autônomo, terrestre, móvel, que se locomove através de rodas.

Ele é apresentado neste capítulo como uma opção viável de kit educacional de baixo custo e com características open-source, direcionado ao ensino da Robótica Educacional, podendo ser

³ O termo Open-Source tem origem inglesa e significa Código Aberto, ou seja, software livre. A concepção Open Source determina que um programa de código aberto deve garantir: distribuição livre, acesso ao código fonte, criação de trabalhos derivados, integridade do autor do código fonte, não discriminação contra pessoas ou grupos ou áreas de atuação, distribuição da licença permitindo que os direitos associados ao programa possam ser aplicáveis para todos aqueles cujo programa é redistribuído, sem a necessidade da execução de uma licença adicional para estas partes [ARDUINO (2010a)].

considerado como uma alternativa, principalmente para as escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio.

Para o desenvolvimento do projeto, alguns requisitos⁴ foram definidos, de acordo a descrição abaixo:

- Ser um robô móvel;
- Ter capacidade de se locomover com velocidade máxima de 80 cm por segundo;
- Possuir rodas com tração suficiente para se locomover em diversas superfícies;
- Ser capaz de empurrar 3 kilogramas;
- Suportar choques mecânicos, sendo capaz de resistir a impactos sem se danificar;
- Não possuir ligações físicas com outros dispositivos ou objetos como fios ou cabos, sendo totalmente autônomo;
- Ser capaz de obter informações a respeito do ambiente;
- Ser capaz de repetir sequencias de comandos e permitir criação de novos comandos;
- Possuir interface de comunicação para comandos e carregamento de programas mediante operações simplificadas;
- Possuir o menor peso possível para simplificação da dinâmica, aumento da autonomia energética e diminuição de custos com atuadores;
- Possuir rigidez suficiente para manter suas placas de circuito impresso de forma estática;
- Ter autonomia de funcionamento de pelo menos uma hora;
- Possuir baixo custo para produção;
- Ser destinado ao uso educacional direcionado aos alunos com faixa etária entre 12 a 17.

4.1 Dimensões do Robô Virgulino

As dimensões do robô Virgulino são (ver Figura 1):

- Comprimento: 21 cm
- Largura: 26 cm
- Altura: 10,2 cm
- Massa: 1,450 kg

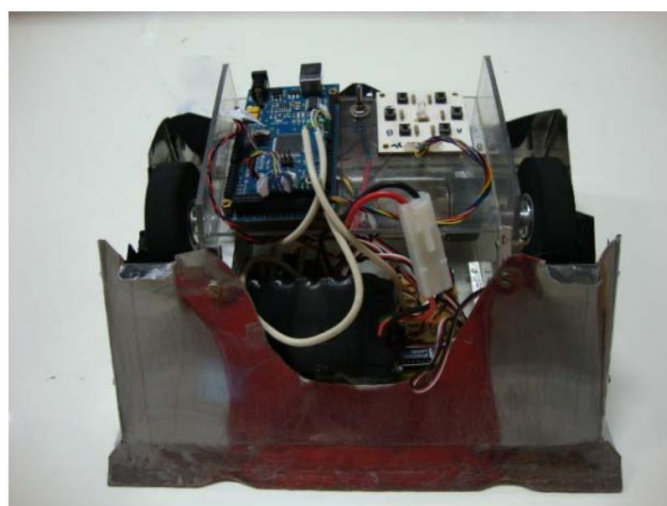


Figura 1: Robô Virgulino

O robô Virgulino foi desenvolvido para participar da OBR (Olimpíada Brasileira de Robô) de 2009 que teve como

⁴ Requisitos são aqui definidos como uma condição ou uma capacidade com o qual o sistema deve estar de acordo.

desafio o sumô de robôs⁵. Considerando a simplicidade exigida para o comportamento de um robô em luta de sumô, a programação feita para o robô Virgulino se baseou nas seguintes tarefas: detectar a claridade da superfície, girar os motores no sentido horário e anti-horário, variar as velocidades dos dois motores, parando um e girando o outro para formar ângulos variados. No caso específico do Virgulino, sua programação foi modulada para executar quatro procedimentos a partir do acionamento dos botões localizados na parte de cima do robô.

5 TESTES E RESULTADOS

5.1 Olimpíada Brasileira de Robótica – OBR

A OBR é uma iniciativa pública, gratuita e sem fins lucrativos, totalmente dedicada às escolas, professores e jovens brasileiros (com ou sem conhecimento prévio em robótica) vinculados ao ensino fundamental, médio ou técnico. Foi criada em 2007 por pesquisadores e professores de várias universidades, como: ITA, UFRN, UFRGS, FURG, UNESP e FEI. Tem como matriz de referência os seguintes eixos cognitivos: I. Domínio das linguagens/DL, II. Compreensão dos fenômenos/CF, III. Enfrentamento de situações-problema/SP, IV. Construção de argumentação/CA, V. Elaboração de propostas/EP [OBR (2010a)].

Ela tem por objetivos: despertar e estimular o interesse pela Robótica, áreas afins e a Ciência em geral; promover a difusão de conhecimentos básicos sobre Robótica de forma lúdica e cooperativa; promover a introdução da robótica nas escolas de ensino médio e fundamental; proporcionar desafios aos estudantes; aproximar a universidade das escolas; identificar talentos e vocações em Robótica; colaborar para o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos professores. A cada ano, ela propõe desafios aos participantes. Em 2009, teve como desafio, na modalidade prática, um torneio de sumô de robôs [OBR(2010b)].

Segundo o regulamento da modalidade prática, nível 1, 2009, o objetivo da competição “Sumô de Robôs⁶” foi:

“Proporcionar ao aluno uma iniciação na área de Robótica, aprendendo como construir e programar robôs para agirem de forma autônoma. Dois robôs competem com o intuito de um tirar o outro da arena. Aquele que conseguir tirar o adversário da arena primeiro ou fizer a maior pontuação na rodada é o vencedor” [OBR (2009)].

O “Sumô de Robôs” consiste numa modalidade de competição inspirada no esporte Sumô, originado no Japão há milênios, cujo propósito se assemelha ao sumô humano. Porém, no lugar de pessoas, os competidores são robôs e, assim como no sumô humano, o sumô de robôs não tem fins destrutivos. O

jogo consiste, apenas, na retirada, de forma inteligente, do adversário de dentro da arena. Esta arena, por sua vez, chamada de “Dohyo”, nada mais é que uma plataforma circular com 100 cm de diâmetro e 3cm de altura, com margens delimitadas por uma faixa preta de 2cm de largura, em cujo espaço são dispostos os robôs, um ao lado do outro, em direções contrárias.

Em 2009, a OBR teve como desafio a construção de um robô completamente autônomo, tendo que realizar a “identificação do espaço (arena) e do adversário para compor a sua estratégia de vitória” [OBR (2009)]. Para a competição, a OBR exigiu a formação de equipes composta por no mínimo 2 ou no máximo 4 alunos do ensino fundamental, e um professor, atuando como orientador, ocorrendo em duas etapas: uma regional, e outra, nacional.

O robô Virgulino, alvo deste trabalho, participou das duas etapas, tendo conquistado a 3ª. colocação a nível nacional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar, a partir deste trabalho, que a robótica hoje é uma ferramenta importante, e porque não dizer, indispensável à escola que pretende ser atual e conectada à mudança dos tempos e inovações desta era. A experiência de construção do robô Virgulino, como um robô móvel e autônomo, empregando a plataforma Arduino e o uso de componentes de baixo custo ou mesmo a reutilização de sucata eletrônica, pode ser considerada como uma opção viável e acessível à realidade das escolas brasileiras, para o incremento de ferramentas pedagógicas em situações de ensino/aprendizagem através da robótica educacional. Por meio dela se possibilita à escola a contextualização do conhecimento, vez que através dela, o conhecimento se constrói concretamente, passando a ter significado e, ao mesmo tempo, ser significativo para o educando. E ainda, através dos desafios que a robótica educacional propõe, se vivencia um ambiente inovador, estimulante e motivador, reafirmando de forma mais criativa a função formativa e informativa da escola.

No decorrer do estudo e, mais especificamente, durante a construção do robô Virgulino observou-se concretamente o uso de várias áreas do conhecimento, exigindo dos alunos a aplicação prática de conceitos empregados na Matemática e Física, por exemplo, antes conceitos puramente abstratos. Isto reafirmou o caráter interdisciplinar da robótica educacional, facilitando a introdução do conhecimento sobre microcontroladores, componentes eletrônicos, linguagem de programação, funcionamento de atuadores e sensores. Foi possível observar também o quanto a robótica estimula, nos discentes, o raciocínio lógico, a concentração, a disciplina, a responsabilidade com o cumprimento de prazos, o uso prático da língua inglesa, o desenvolvimento de habilidades manuais, além de exercitar a troca de conhecimento entre eles e o estabelecimento de relações interpessoais saudáveis, cooperativas e solidárias.

O robô Virgulino e o seu processo de criação desencadearam ainda, nos educandos, o empenho e compromisso, além de um desejo crescente de participarem da competição proposta pela OBR. Representou uma motivação a mais, a medida em que a olimpíada se constituiu numa realidade concreta, inclusive,

⁵ Sumô de robôs “é um modelo padrão para o desenvolvimento de robôs autônomos direcionado à iniciação de estudantes na robótica [OBR(2010b)].

⁶ O Sumô de Robôs “é um modelo padrão para o desenvolvimento de robôs autônomos direcionado à iniciação de estudantes na robótica. Nesta competição, a intenção não é agredir (destruir) o adversário, mas sim empurrá-lo para fora do Dohyo (arena) e se manter na arena durante o maior tempo possível” [OBR(2010b)].

reconhecendo o mérito do robô e do trabalho desenvolvido pela equipe.

Para o educador, a aplicação da robótica educacional como uma ação pioneira na escola, exigiu-lhe o domínio de conhecimentos técnicos específicos e pedagógicos, e o estudo permanente, estimulando-o a buscar e pesquisar incansavelmente material e metodologia apropriados. Apesar de haver atualmente uma quantidade importante de material disponível na rede mundial, a dificuldade encontrada foi à adequação deste à realidade local. Isto exigiu dedicação, sistematização de apostilas e exercícios teóricos para a introdução dos conceitos específicos da robótica.

Com relação à plataforma utilizada para o desenvolvimento do robô Virgulino, o Arduino, percebeu-se que, embora neste estudo, ela tenha se direcionado a uma proposta específica, o “Sumô de Robôs”, a versatilidade da plataforma Arduino proporciona o uso em várias outras atividades pedagógicas como investigações científicas e automação de tarefas.

Finalmente, pode-se afirmar que o robô Virgulino apresentado neste trabalho, pode se configurar numa solução viável como kit educacional de baixo custo, por utilizar uma plataforma Open-Source e componentes eletrônicos acessíveis, permitindo a criação de robôs de boa qualidade e desempenho satisfatório, e ao mesmo tempo, uma opção para o ensino da robótica educacional, democratizando-a e tornando-a viável em instituições de ensino em todo o território nacional, particularmente para as escolas públicas, já que as privadas possuem, inegavelmente, mais condições de tornar a robótica uma realidade em seus currículos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, M. E. Informática e formação de professores. Volume 1. Brasília: Editora Parma, 2000.

ARDUINO, 2010a. Disponível em <<http://www.arduino.cc>>, Acesso em 17.11.2010.

ARDUINO, 2010d. Disponível em: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDuemila_nove>

MENEZES, E. T. de; SANTOS, T. H. dos. ”Robótica educacional” (verbete). Acesso em 17.11.2010 Dicionário Interativo da Educação Brasileira – EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=49>>, acesso em: 16/7/2010.

NITZKE, CAMPOS e LIMA, 2010. Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/~marcia/constru1.htm>>, Acesso em 18.11.2010.

OBR, 2010a. Disponível em: <<http://obr.ic.unicamp.br/Anteriores/obr2009/MatrizReferencia>>, Acesso em 08.11.2010.

OBR, 2010b. Disponível em: <<http://obr.ic.unicamp.br/Anteriores/obr2009>>, Acesso em 08.11.2010.

OBR. Regulamento da modalidade prática nível I, 2009 (Disponível em: <<http://obr.ic.unicamp.br/Anteriores/obr2009/regulamentoPratica>>, acesso em 20/11/2010.

PIEROTTI, T. M. Ensino de inteligência artificial através de robôs móveis inteligentes. 2007. Monografia (Graduação em Ciência da Computação). Universidade Estadual de Londrina. Sabe o departamento?

ROBOTSHOP, 2010c. Disponível em: <www.robotshop.ca/.../solarbotics-hvwtechfreeduino-usb-microcontroller.html>, Acesso em 28.11.2010.

SILVA, R. C. B. et al. ROBÓTICA: Construção e análise do comportamento de robôs móveis aplicados na solução do problema do labirinto. s/d. Artigo (Graduação em Ciência da Computação). Faculdade Ruy Barbosa.

ZANELATTO, M. S. Robótica Educacional nos Cursos de Ciência da Computação. 2004. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina.

ZILLI, S. do R. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

ROBÓTICA RECICLÁVEL

Danilo Rodrigues de Oliveira (9º ano Ensino Fundamental), Waltton Santana de Carvalho Moraes (2º ano Ensino Médio), Michael Henrique Moraes (3º ano Ensino Médio), Marcelo Silveira da Silva (3º ano Ensino Médio), Gilmar Pereira de Alcantara (3º ano Ensino Médio),

Júlio César Alves Andrade (Professor)

juliocesaralvesandrade@gmail.com, waltton@live.com, maykonhenrique14@hotmail.com

Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe
Rua Monte Negro, 186 - Centro
Congonhas do Norte, Minas Gerais – CEP 35.850-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: A Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, situada a cidade de Congonhas do Norte/MG desenvolve um trabalho pioneiro no ensino de robótica incentivada pela OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica). Onde são utilizadas sucatas de computadores e vídeo cassete (VHS) na construção dos robôs autônomos seguidores de linha programados em Arduino.

PALAVRAS CHAVE: Congonhas do Norte, Educação, Escola, Robótica, Sucata.

ABSTRACT: The State Shool Capitão Miguel Jorge Safe, situate in the city of Congonhas do Norte/MG develop one pioneer job in the educate of robotics incentivated for OBR (Olimpics Brazilian Robotics). Where was utilized scrap iron the computers and vídeo casset (VHS) in the structure of that robos autonomous follown line programed in arduino.

KEYWORDS: Congonhas do Norte, Educate, Robotics, School, Scrap iron. Destacamos aqui atenção para o fato de que a crise de crescimento que os países do Primeiro Mundo atravessavam não é uma crise passageira. Ela é o esgotamento do modelo de desenvolvimento baseado no crescimento infinito e na extensão das relações robótica e humanidade.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia é o fascínio de muitos jovens. A robótica esta entre os principais meios tecnológicos e antes apenas de fácil acesso somente nos grandes centros.

Hoje já sabemos que a robótica não esta somente acessível nos grandes centros, mas ao alcance daqueles que encontram aí uma janela para promover a aprendizagem de jovens talentos inseridos em um mundo altamente tecnológico. A Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, situada na pequena cidade de Congonhas do Norte, interior de Minas Gerais e com pouco menos de cinco mil habitantes atende a uma população de origem simples. A participação em eventos como a Olimpíada Brasileira de Robótica - OBR com sua temática incentivadora “ROBÓTICA COMO

FERRAMENTA PARA AJUDAR A APRENDER”, nossos jovens a passos lentos veem buscando destaque junto a centros federais de educação tecnológica – CEFET e outras escolas que oferecem cursos técnicos direcionados a robótica.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho referente à Robótica Reciclável esta ligado diretamente ao fato de que em uma escola pública, no interior de um grande estado como o de Minas Gerais levando em consideração alguns índices de pobreza, buscamos utilizar tudo o que estava em nossas mãos. Utilizamos todo o resto de micro computadores que já não atendiam mais as exigências da escola e também alguns aparelhos de vídeo cassete (VHS), para o aproveitamento de algumas peças como engrenagens.

A utilização destes aparelhos, com a autorização da direção da escola, foi de grande valia, pois não havia como adquirirmos peças novas e financeiramente distantes de nossa realidade. Foi construído um projeto pedagógico para apresentarmos ao setor legislativo da cidade onde todos ficaram curiosos e afirmaram que um projeto deste tamanho só era observado pela TV e até aquele momento era distante de nossa realidade, foi então que uma parceria logística junto à prefeitura local foi firmada. Foram adquiridos kits ARDUINO e a busca pelo método de como programar este kits começou. No ano de 2010 estávamos realizando a primeira participação em um evento organizado pela OBR, foi na cidade de Varginha/MG onde com muita dificuldade e pouca experiência conquistamos o terceiro lugar. Desde então não paramos mais de trabalhar neste sentido, viramos noites sem dormir, buscamos informações e no ano de 2011 participamos pela segunda vez de um evento estadual organizado também pela OBR, desta vez na cidade de Lavras/MG onde conquistamos mais uma vez o terceiro lugar e reencontramos velhos amigos como o pessoal do CEFET de Varginha/MG e o pessoal da Escola Estadual Afonso Pena Junior de São Tiago/MG e o fato de conhecermos outras pessoas que nesta jornada só nos faz sentirmos honrados de pertencer a um grupo educacionalmente lutador.

2.1 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

Vamos observar como este projeto ganhou vida:



Eram utilizados computadores que já estavam fora dos planos de uso da escola.



O grupo de alunos interessados passaram a usar o laboratório da escola como uma verdadeira oficina.



A cada dia que passava o projeto foi ganhando forma.



A primeira estrutura criada era muito grande e não possuíamos os kit's ainda.



Mesmo assim, ajustes foram feitos para a conclusão da forma do robô.



A forma inicial era esta. Nosso robô tinha sido nomeado de joaninha.



Com a chegada dos kit's, nosso trabalho foi redefinido.



Nosso robô foi totalmente redefinido, abandonamos a forma anterior.



Esta é a nova forma de nosso robô seguidor de linha.



Viramos noites buscando soluções para os problemas.



Durante a primeira rodada em Varginha/MG nada deu certo.



Durante a primeira rodada em Lavras/MG uma curva de 90° acabou com nosso sonho.



Voltamos ao plano inicial.

3 CONCLUSÃO

Conclui-se que este trabalho, sendo pioneiro em toda a área de abrangência da Superintendência Regional de Ensino de Diamantina/MG no ensino de robótica em escola pública, seja copiado por todas as repartições de ensino interessadas, sendo estas públicas e/ou particulares e demonstrem que não só por ser em uma escola pública de cidade pequena e no interior do estado a aprendizagem é possível.

AGRADECIMENTOS

A direção da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe na pessoa de sua diretora Mariléia Maria Milanez, à Prefeitura Municipal de Congonhas do Norte/MG na pessoa de seu excelentíssimo prefeito João de Carvalho Pires e à Secretaria Regional de Ensino de Diamantina/MG na pessoa de sua superintendente Maria Helena Araújo Almeida, onde sem o apoio de vocês a participação neste evento não seria possível. Um agradecimento especial ao Prof. Dr. Paulo Henrique Cruz Pereira Coordenador Estadual da OBR pelo apoio teórico, que sem este nossa participação estaria seriamente comprometida.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COLL, Cesar S. Aprendizagem Escolar e Construção do Conhecimento. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

DELORS, Jacques. Educação: Um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez, 1998.

DERTOUZOS, Michael. O que o será. Como o Novo Mundo da Informação Transformará Nossas Vidas. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

ROSA JUVENIL: ROBÔS QUE DANÇAM CANTIGAS DE RODA

Thaís Maria de Almeida (1º ano Ensino Médio), Aira Almeida Caputo (8º ano Ensino Fundamental), Sara Aparecida Almeida Campos (9º ano Ensino Fundamental), Tallyta Yohana Andrade de Carvalho (9º ano Ensino Fundamental), Rafaella Vivas Sampaio (8º ano Ensino Fundamental), Ana Izabel Rezende (9º ano Ensino Fundamental),

Alda de Paiva Castro (Professora)

aldadepaivacastro@gmail.com, almeida-tm2010@bol.com.br

Escola Estadual Afonso Pena Júnior
E-mail: afonsopenajr@ig.com.br
Praça Ministro Gabriel Passos, 587 - Centro
São Tiago, Minas Gerais – CEP 36.350-000

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Com esse artigo, tentamos mostrar todo o processo de construção de nossos dois robôs, que têm a finalidade de entreter a plateia e encenar uma das músicas da cultura infantil brasileira, as famosas cantigas de roda, na Competição Brasileira de Robótica (CBR) [1]. Com essa oportunidade, tentamos concretizar o que acreditamos e aprendemos no estudo da robótica.

PALAVRAS-CHAVE: Não Informado.

ABSTRACT: In this article, we try to show the whole process of building of our two robots, which are intended to entertain the audience and stage one of the songs of Brazilian children's culture, the famous rhymes, the Brazilian Competition Robotics (CBR)[1]. With this opportunity we try to achieve what we think and learn in the study of robotics.

KEYWORDS: Not informed.

1 INTRODUÇÃO

Nossa equipe, Café-com-Byte Dance Júnior II, acredita que a tecnologia tem muito ajudado na evolução humana, como exemplo disso, temos os robôs que vem cada vez mais interagindo em nosso cotidiano. Além deles exercerem funções humanas, servem como entretenimento e lazer.

Temos a oportunidade, nessa competição, de aprimorar nosso conhecimento nessa importante área que trará um futuro promissor.

O estudo desenvolvido por alunas do 8º e 9º anos aborda o desenvolvimento de um projeto de Robótica envolvendo a construção e a programação de robôs Lego Mindstorms.

Resgatando de forma moderna uma das muitas brincadeiras das crianças de nossa nação, a cantiga de roda, desenvolvemos uma dramatização com robôs a partir da canção “A linda rosa

juvenil”. A apresentação contará com dois robôs que representarão as personagens da cantiga e seguirão passos paralelos à sequência dos acontecimentos da mesma.

2 ESTRUTURA DOS ROBÔS

Os robôs foram construídos utilizando-se peças, sensores, atuadores e controlador lógico programável do Mindstorms NXT, da Lego.

2.1 Estrutura do Robô 1

Nesse robô, utilizamos três rodas, sendo duas delas comandadas por servos motores e uma roda boba. Contando com seis motores para o auxílio dos movimentos na parte superior e inferior do robô, tendo a ajuda de mais um bloco programável extra, para o comando destes.

Para respeitar os limites do palco, foi embutido um sensor de luz na parte inferior do robô. Também foram empregados um sensor de som, para identificar a intensidade da música, e um sensor de toque, a fim de possibilitar um melhor desempenho e sincronia nos movimentos durante a sua apresentação.

2.2 Estrutura do Robô 2

Para a construção desse robô também foram utilizadas três rodas, no mesmo esquema do anterior, duas delas comandadas por servos motores e uma boba. Como este robô executará movimentos mais simples, foi usado apenas um bloco programável.

Para a identificação do robô 1 foram empregados no robô 2 um sensor ultrassônico, e um sensor de toque, a fim de acionar um novo comando, fazendo este robô recuar, voltando sempre ao seu ponto de origem.

3 PROGRAMAÇÃO

A programação de nossos robôs foi feita com o programa Lego Mindstorms NXT com o NXT-G [2]. Esse tipo de linguagem foi escolhido porque é uma linguagem de programação gráfica, bastante intuitiva - baseada em ícones de arrastar e soltar - e atende às necessidades da equipe no momento. Além disso, a equipe está mais familiarizada com a mesma.

4 MÚSICA, DESIGN ARTÍSTICO E DECORAÇÃO

A música escolhida é uma das mais conhecidas cantigas de roda: “A linda rosa juvenil”.

As cantigas de roda ou cirandas são, segundo a Wikipédia [3], uma grande expressão folclórica. São melodias simples, tonais, com âmbito geralmente de uma oitava e sem modulações. Em outras palavras, cantiga de roda é um tipo de canção infantil popular relacionada às brincadeiras de roda, está incluída nas tradições orais em inúmeras culturas. As cantigas hoje conhecidas no Brasil tem origem europeia, mas especificamente em Portugal e Espanha. As melodias e ritmos são equivalentes à cultura local, letras de fácil compreensão, temas referentes à realidade da criança ou ao seu imaginário, e geralmente com coreografias. Normalmente tem origens antigas e muitas versões de suas letras, pois vão sendo passadas oralmente pelas gerações.

Para encenação da peça, teremos um robô que representará a rosa e outro que realizará dois papéis, sendo eles, o papel da bruxa e do rei. Para contracenar com os robôs haverá duas personagens bailarinas interpretadas por humanos, que também simularão o passar do tempo. Para demonstrar o mato crescendo ao redor, também optamos por duas personagens interpretadas por humanos.

Toda apresentação se passará em um cenário montado pela equipe, um jardim.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa oportunidade que tivemos, lidando com a robótica, aprimoramos os nossos conhecimentos nesse incrível universo. Aprendemos a valorizar o trabalho em equipe deixando de lado as nossas diferenças. Registramos, nesse artigo, todos os nossos passos na construção de nossos robôs. Com isso, esperamos honrar a oportunidade que nos foi dada, mantendo sempre a equipe unida com força de vontade, para que tenhamos sempre um bom desempenho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos principalmente a Deus e aos nossos pais. À nossa escola e aos nossos professores, Ronaldo Antônio de Castro e Alda de Paiva Castro, que estão sempre acreditando e investindo em nosso potencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CBR'11. Disponível em <http://www.cbr2011.org/>
- [2] Mindstorms. Disponível em <http://mindstorms.lego.com>
- [3] Wikipédia. Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Cantiga_de_roda



TEMPOS MODERNOS: UM PROJETO DE INTERAÇÃO HOMEM-MÁQUINA BASEADO NA OBRA DE CHARLES CHAPLIN

Gabriel Borges Gutierrez (6º ano Ensino Fundamental), Pedro Henrique Mota Passos (6º ano Ensino Fundamental), Pedro Quadros de Freitas (6º ano Ensino Fundamental), Raphael Silva Conceição (7º ano Ensino Fundamental),

João Fábio Reis Ferreira (Professor)

cic.robotics@gmail.com, gabrel7895@gmail.com, peumotapassos@gmail.com, pedroqdefreitas@gmail.com, rapha.robot@gmail.com

Colégio Candido Portinari
Rua Adelaide Fernandes da Costa, nº 487, Costa-Azul
Salvador – Bahia - Brasil. CEP. 41.760-040

CIC Robotics – Clube de Investigação Científica

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: *Resumo Este projeto tem por finalidade apresentar as contribuições da equipe CIC Robotics na Competição Brasileira de Robótica (CBR), Categoria RoboCup Junior Dança, através de uma performance teatral no intuito de promover a interação homem-máquina, contextualizado através do filme Tempos Modernos, de Charles Chaplin, de 1936.*

PALAVRAS-CHAVE: *Robótica, CIC Robotics, Performance Teatral.*

ABSTRACT: *This project is intended to present the contributions of the team CIC Robotics in Brazilian Robotics Competition (CBR), RoboCup Junior Dance Category, through a theatrical performance in order to promote the human-machine interaction, contextualized through the film Modern Times, Charlie Chaplin, of 1936.*

KEYWORDS: *Robotics, CIC Robotics, Theatre Performance*

1 INTRODUÇÃO

O robô foi construído baseado no filme Tempos Modernos, do ator e cineasta Charles Chaplin, no intuito de ser apresentado na Competição Brasileira de Robótica, categoria RoboCup Junior Dance que acontece na cidade de São João Del Reim-G, Brasil no período de 18 a 21 de Setembro de 2011. O objetivo é realizar uma Performance Teatral que promova a interação homem-máquina. A equipe CIC Robotics é formada por alunos do Colégio Cândido Portinari, do 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II.

A produção do robô não utilizou o kit TETRIX da Pitsco, empresa parceira da LEGO (PITISCO, 2011) e o kit Mindstorms NXT, da LEGO.

2 O ROBÔ

2.1 Estrutura

O robô foi construído a partir de:

- 01 Kit TETRIX da PITSCO;
- 01 Kit Mindstorms NXT;
- 02 Motores DC Gear;
- 01 Motor NXT;
- 02 Servo Motore;
- 01 Sensor Ultrassônico;
- 02 Sensores de Luz.

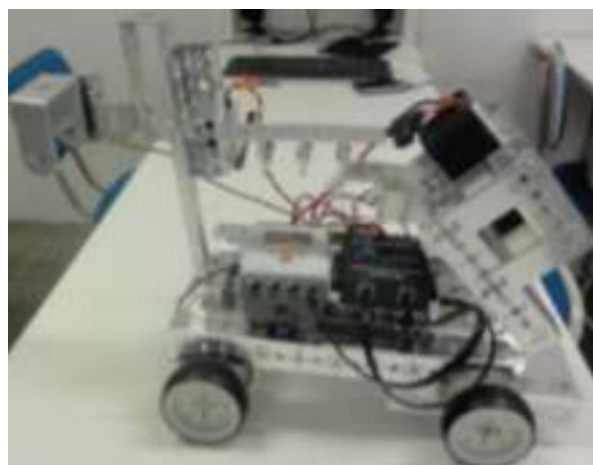


Figura 1. Estrutura do robô

O Robô será um cão que irá contracenar com “Carlitos”, personagem imortalizada por Charles Chaplin. O cão irá ter articulações na cabeça e calda.

2.2 Deslocamento

O robô utiliza três motores, sendo que dois motores são de tração, localizados na traseira e um motor que atua no direcional frontal que determina o giro à direita e esquerda. Dois servomotores são usados para reproduzir o movimento da cabeça e calda do cão (Robô).

SENSORES/ CONTROLES	POSIÇÃO	DESCRIÇÃO
Sensor de Luz 1	Frente	Evita o robô sair da arena
Sensor de Luz 2	Atrás	Evita o robô sair da arena
Ultrassônico	Frente	Observa a distancia na interação
DC Controller	Centro	Controlar os motores DC
Servo Controller	Centro	Controlar os motores Servo
NXT	Centro	Controlador Lógico Programável

Tabela 1. Posicionamento dos sensores e controles.

2.3 Sensoriamento

1. O sensor de luz permite que o robô siga a linha preta ate o final do percuço sem que se perca.
2. O sensor ultrassônico permite que o robô qualquer a distancia fazendo com que ele não se bata com algo ou alguém.

3 PROGRAMAÇÃO

A programação foi desenvolvida no ambiente de programação RobotC, da Academic Robotics. A linguagem de programação é baseada em C e C++.

O robô foi programado para interagir com humanos e respeitar a limitação da arena.

4 O TEMA

4.1 Tempos Modernos: um repensar na relação homem-máquina da evolução Industrial à Contemporaneidade

Tempos Modernos, escrito e dirigido por Charles Chaplin, imortalizado pela personagem Carlitos. (IMDB, 2011).



(IMDB, 2011)

Figura 1. Cartaz do Filme Tempos Modernos - Modern Times, 1936

O filme apresenta como a Revolução Industrial inseriu as máquinas na produção substituindo o artesão pelo operário. Atualmente, a robótica é tema polêmico por ser visto como substituto dos operários. O intuito deste projeto é “humanizar” a imagem das máquinas, de forma que essas possam possibilitar bem estar social (BRASIL ESCOLA, 2011)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Tempos Modernos, desenvolvido para a categoria RoboCup Junior Dance, tem a sua relevância por promover o desenvolvimento de robôs capazes de interagir com humanos e incentivar a criatividade, engenhosidade e produção científica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PITSCO EDUCATION. Disponível em: <<http://www.pitsco.com/>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

LEGO Mindstorms NXT. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>>. Acesso em: 23 jul. 2011.

IMDB. The Internet Movie Database. Disponível em: <<http://www.imdb.com/title/tt0027977/>>. Acesso em: 26. jul. 2011.

BRASIL ESCOLA. Portal do Educador. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategiasensino/trabalhado-filme-tempos-modernos.htm>>. Acesso em: 26. jul. 2011.

UM ROBÔ AUTÔNOMO DE FUTEBOL DESENVOLVIDO PARA A ROBOCUP JUNIOR

Gabriel Rosa Alves (2º ano Ensino Médio)^{2,3}, Ana Carolina Barreto de Jesus (1º ano Ensino Médio)^{2,3}, Leonardo Cardim de Lima Vasconcelos (1º ano Ensino Médio)^{2,3}, Rafael Fligliuolo (8º ano Ensino Fundamental)^{1,3}, José Victor de Almeida Sampaio (8º ano Ensino Fundamental)^{1,3}, Iago Dantas (9º ano Ensino Fundamental)^{1,3},

João Fábio Reis Ferreira (Professor)^{1,2}

gabrielalves333@gmail.com, anacarolinab4@gmail.com, cardimv@gmail.com, anubis1230@gmail.com, jvictor_7@msn.com, iagodantaf@gmail.com

1. Colégio Anchieta
Praça Padre Anchieta, n. 126 – Pituba Ville, Pituba

2. Colégio Cândido Portinari
Rua Adelaide Fernandes da Costa, 487 – Costa Azul
CEP.: 41760-040 – Salvador – Bahia – Brazil

3. CIC Robotics – Clube de Investigação Científica
E-mails: cic.robotics@gmail.com

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Este projeto de futebol de robôs tem a finalidade de apresentar as contribuições tecnológicas da equipe CIC Robotics, na Competição Brasileira de Robótica (CBR), que acontece na cidade de São João Del Rey-MG, de 18 a 21 de setembro de 2011. O robô foi desenvolvido para ser um jogador de futebol autônomo. o robô é uma ferramenta de estudo da robótica pelos alunos do Ensino do Colégio Anchieta e Portinari.

PALAVRAS-CHAVE: Robôs de Futebol, Robótica, CIC Robotics.

ABSTRACT: This soccer robot project, aims to provide the technological contributions of the CIC Robotics team in Brazilian Robotics Competition (CBR), which takes place in São João Del Rey-MG, on September 18-21th 2011. The robot was designed to be an independent soccer player. The robot is a tool for the study of robotics in Colégio Anchieta and Candido Portinari

KEYWORDS: Soccer Robots, Robotics, CIC Robotics.

1 INTRODUÇÃO

O robô foi desenvolvido no formato de um triângulo, no intuito de adaptá-lo à uma estrutura melhor e com isso fazer o robô “jogar futebol”. O projeto de futebol foi desenvolvido para a Competição Brasileira de Robótica, Categoria RoboCup Junior, modalidade Soccer. Sua importância refere-se no estímulo de habilidades e aquisição de conhecimento na

área de Robótica, principalmente na construção e programação dos robôs.

2 ESTRUTURA DE PROGRAMAÇÃO

2.1 Estrutura do atacante

O robô terá em sua estrutura 2 CLPs (Central Lógica Programável, NXT) que irão ficar entre as três rodas OmniDirecionais, que estarão acopladas a estrutura de deslocamento do robô.

Haverá também o dispositivo do Dribbler, que será utilizado para manter a bola em seu controle. O mecanismo de chute impulsionará a bola em direção ao gol. O sensor Compass exercerá a função de posicionar o robô no campo e o sensor Infrared Seeker v2 para identificação da bola.

2.2 Estrutura do Goleiro

O robô terá em sua estrutura 1 CLP (Central Lógica Programável, NXT), que irá ficar entre as três rodas OmniDirecionais, que estarão acopladas a uma estrutura de deslocamento do robô. Terá três ultrassônicos (para defesa e posicionamento) e sensor Infrared Seeker V2 identificará a bola. depender do tamanho do título, do número e nome dos autores e dos endereços dos mesmos.

2.3 Deslocamento

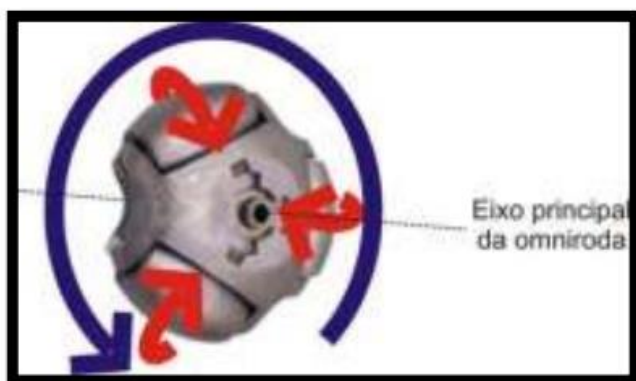
O deslocamento será composto por três rodas OmniDirecionais e três motores montados em formato de triângulo (para dar mais força e agilidade nos robôs).

Exemplos de rodas Omni-Direcionais:

Figura 1: Rodas



Figura 2: Funcionamento das rodas



3 ESTRATÉGIA

O robô goleiro tem o perímetro de movimentação menor do que o atacante, atuando apenas na área da defesa. O seu sensoriamento é menor, pois está limitado a ficar na defesa do gol, no intuito de evitar que o adversário faça o gol. Enquanto isso o robô “atacante” irá percorrer o campo atrás da bola, usando o Infrared Seeker V2 para localizá-la e direcionar o robô até ela. E utilizando o sistema de Dribbler em conjunto com o sistema de chute, o robô projetará a bola em direção à meta e realizará o gol.

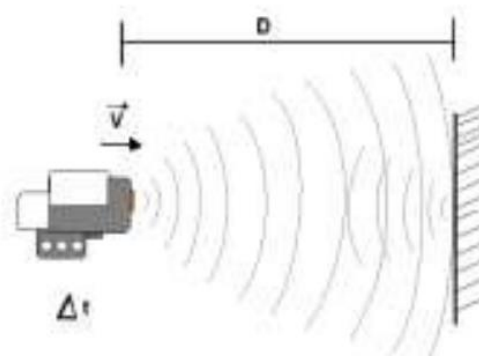
4 SENSORIAMENTO

O robô usa os sensores para interagir com os elementos do jogo, fazendo com que ele se situe no campo e vá em direção a bola.

4.1 SONAR

Do kit educacional Mindstorms NXT, o sensor possui um emissor e receptor que mandam e recebem um sinal sonoro (ultrassônico) que mede a distância em centímetros.

Figura 3: Rodas

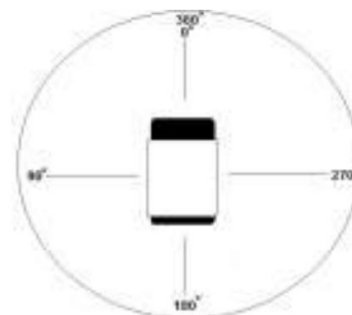


Fonte: (CBR2010, 2011)

4.2 COMPASS

O sensor Compass da Hitechnic é responsável pela orientação do robô por pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste), fazendo com que o robô não se perca no campo simples entre linhas. O espaçamento anterior é de 12pt e não tem espaçamento posterior.

Figura 4: Rodas



Fonte: (CBR2010, 2011)

4.3 INFRARED SEEKER V2

O sensor Infrared Seeker V2 da Hitechnic é responsável pela captação da frequência emitida pela bola no campo, fazendo com que o robô se situe em relação à bola.

4.4 GYRO

O sensor Gyro da Hitechnic é responsável pelo reconhecimento do nível de inclinação do robô, medido em +/- 360° por segundo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O futebol de robôs é um projeto desenvolvido como modelo padrão para a robótica inteligente. O intuito é ajudar na

evolução do estudo sobre robôs autônomos que cooperem em busca de uma meta, que é o grande desafio do futebol.

A capacidade desses robôs de se ajudarem para trabalharem em equipe, colaborando entre si para solucionar problemas inerentes ao futebol, deverá nortear outras aplicações dessas máquinas no futuro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VIAS POSITRÔNICAS. Disponível em:
<<http://viaspositronicas.blogspot.com/2008/07/movimentao-omnidirecional.html>>. Acesso em: 27 jul. 2011.

HITECHNIC. Disponível em:
<<http://www.hitechnic.com/products>>. Acesso em 26 jul. 2011.

CBR 2010(TDP de referência). Disponível em:
<<http://www.cbr09.fei.edu.br/inscricoes/TDP/CIC%20Robotics%20Soccer%20B.pdf>>. Acesso em 26 jul. 2011.

LEGO Mindstorms NXT. Disponível em:
<<http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>>. Acesso em 23 jul. 2011.



UMA NOVA PERSPECTIVA PARA OTIMIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DE CIÊNCIAS EM MATO GROSSO

**Bruno Silva Afonso (3º ano Ensino Médio), Welberth Diego de Moura e Silva (2º ano Ensino Médio),
Alexandra Mazei Silva (Professora)**

alexandramazeibello@gmail.com, bryan_bru@hotmail.com, welberth_diego@hotmail.com

Escola Estadual Professor Nilo Póvoas
Rua Diogo Domingos Ferreira, 311 - Bandeirantes
Cuiabá, Mato Grosso – CEP 78.010-210

Categoria: ARTIGO BÁSICO

RESUMO: Os laboratórios de ciências têm como função principal oportunizar a prática de disciplinas curriculares da área de exatas, buscando um aprendizado mais significativo e prazeroso. A introdução das atividades de robótica no laboratório de ciências da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas teve como objetivo otimizar a utilização deste espaço físico, bem como estimular a presença dos alunos em períodos extra-curriculares. A prática da robótica nessa escola iniciou-se em meados do ano de 2009 e apresentou resultados positivos entre alunos que se encontravam fora da faixa etária escolar, os quais se sentiram estimulados a terminar seus estudos e ingressar em Faculdades, ou mesmo realizar cursos profissionalizantes oferecidos pelo SENAI-MT. Além de outros alunos que realizaram as atividades relacionadas à robótica utilizando os “Kits” pedagógicos de robótica e sucata eletrônica. Alguns desses alunos aprofundaram seus conhecimentos e chegaram a programar e construir objetos eletrônicos, participando, inclusive, de eventos científicos estaduais e nacionais. Assim, verificou-se que os recursos físicos e humanos do laboratório de ciências podem ser otimizados com atividades relacionadas à robótica e, conseqüentemente, oferecer aos alunos das Escolas Públicas uma oportunidade a mais de aprendizagem e estímulo ao desenvolvimento integral.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratório de ciências – robótica – educação.

ABSTRACT: The science labs have the function at providing practical courses in the disciplines of exact area, seeking a more meaningful and enjoyable learning. The introduction of robotics activities in the science laboratory of the State School Teacher Nile Póvoas aimed to optimize the use of physical space, as well as encourage the participation of students in extracurricular periods. The practice of robotics at the school began in mid-2009 and showed positive results among students who were out of school age, who felt encouraged to finish their studies and joining faculties or even carry out vocational courses offered by SENAI-MT. In addition to other students who carried out the activities related to robotics using the "kits" of educational robotics and electronic scrap. Some of these students have deepened their knowledge and come to plan and build electronic devices, participating,

including the state and national scientific meetings. Thus, it was found that the physical and human resources of the science lab can be optimized with activities related to robotics and, consequently, offer public school students an opportunity to more learning and stimulation to full development.

KEYWORDS: Laboratory science - robotics – education.

1 INTRODUÇÃO

A educação no Brasil é conduzida por programas pré-estabelecidos e que permeiam por mais de uma década, o que talvez seja um dos motivos da ausência de estímulo dos alunos em relação à aprendizagem escolar, pois esses programas não atingem as necessidades dos alunos que vivem em uma sociedade em constante e acelerada transformação.

No intuito de inserir instrumento inédito e estimulante na educação do ensino básico, a Escola Estadual Professor Nilo Póvoas, situada na região central da cidade de Cuiabá, Mato Grosso, objetivou otimizar o seu laboratório de ciências ao permitir que a técnica do laboratório desenvolvesse atividades com os alunos relacionadas à robótica.

2 O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS

O laboratório de ciências da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas esteve fechado há vários anos e retomou as suas atividades tão somente em 2009, com a lotação de uma técnica de laboratório nesse local. Em princípio, o laboratório foi pouco usado por professores e alunos, e ao perceber essa situação, a técnica se propôs a ouvir os alunos sobre o que eles queriam aprender e desenvolver no laboratório de ciências.

Por conseguinte, para espanto do corpo docente da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas, os alunos solicitaram a prática de atividades relacionadas à robótica no laboratório de ciências. Nesse sentido, foi oficializada essa reivindicação por um documento com a assinatura de centenas de alunos que compartilhavam da ideia, ou seja, de que seria interessante o desenvolvimento de atividades relacionadas à robótica na escola, apesar do corpo docente estar ciente de que na época a

maioria dos alunos não tinham muita clareza do significado do conceito de robótica.

3 ATIVIDADES INICIAIS DE ROBÓTICA

As atividades de robótica na escola iniciaram-se com um estudo desenvolvido pela técnica do laboratório de ciências com um grupo de alunos, partindo sobre o que era robótica e como poderiam ser executadas as primeiras atividades de robótica no laboratório. A falta de formação específica da profissional do laboratório de ciências, especialmente em relação à robótica, não inviabilizou a intenção de realizar as atividades de robótica na escola.

A rede mundial de computadores foi o ponto de partida para o grupo de robótica, formado pela técnica do laboratório e por um grupo de alunos do ensino fundamental e médio. Em seguida, através de um artigo da “Revista Escola”, que ensinava como construir carrinhos móveis com materiais recicláveis ao empregar conceitos de circuitos elétricos simples, motores, engrenagens e rodas, foi definida a primeira atividade a ser realizada pelo grupo.

De mais a mais, tendo o conhecimento da existência dos “Kits Pedagógicos” de robótica, o grupo de robótica da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas escreveu um projeto e o encaminhou à Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso, com a finalidade de adquirir recursos financeiros para a aquisição desses “kits”.



Foto 1: Equipe de robótica de 2009



Foto 2: Carrinhos sucatas

4 ROBÔS SUMÔ CONTROLADO VIA FIO

Enquanto os alunos aguardavam a chegada dos “kits pedagógicos” previsto para final do ano de 2009 e após a experiência adquirida com os carrinhos móveis, a técnica do laboratório de ciências incentivou os alunos a buscarem o conhecimento técnico/científico sobre robótica, bem como a acreditarem que organizados poderiam criar o que quisessem.

Para tanto, sucatas eletrônicas foram adquiridas mediante solicitação à Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. Todavia, nesse momento o laboratório de ciências já havia se tornado um local acessível àqueles que tinham interesse em comum em robótica e, assim, reuniam-se durante o intervalo e após às aulas principalmente para conversar e debater sobre robótica e, ainda, para criar artefatos úteis ou não, mas que traziam prazer e autoestima.

Essa brincadeira foi estimulada pela técnica do laboratório ao lançar um novo desafio aos alunos, que consistiu na construção de um robô sumô controlado via fio, visando a aprendizagem e o conhecimento em eletrônica básica e, por isso, contou com a colaboração de estudantes de eletrônica do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT).

Nesse período, um aluno participou de um evento realizado em Brasília-DF na modalidade “Duathlon”. Terminada a competição e retornando à escola, esse aluno expôs o que poderia ser feito com os kits educacionais. Animados com as novidades, dois alunos do primeiro ano que estavam em defasagem escolar resolveram adiantar seus estudos para que pudessem ingressar na faculdade em cursos relacionados à computação, o que realmente fizeram, e outros quatro alunos foram aprovados na seletiva para realizar o curso de robótica industrial do SENAI-MT.



Foto 3: Mecânica do robô sumô



Foto 4: Sucata eletrônica

5 KIT PEDAGÓGICO PARA ROBÓTICA

O ano de 2010 foi voltado à aprendizagem da programação dos “Kits Pedagógicos”, o que propiciou a participação dos alunos da modalidade prática da 'Olimpíada Brasileira de Robótica', realizada em São Bernardo do Campo-SP. Essa experiência foi inesquecível para os alunos que nunca haviam saído de Cuiabá-MT, especificamente em saber o que poderiam fazer com a robótica.

Outro aluno, que foi selecionado para a “Duathlon” de 2010, em conjunto com os participantes da modalidade prática, resolveram participar do campeonato de robótica realizado pelo Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), na categoria Lego sumô, e obtiveram a primeira colocação, feito inédito para alunos de escola estadual de ensino médio em Mato Grosso.

Com a aquisição de mais três kits pedagógicos de robótica, as outras atividades já descritas não foram esquecidas, mas realizadas por alunos novos que frequentavam o laboratório de ciências, porém, agora sob organização da técnica do laboratório e orientados pelos alunos mais antigos do grupo. A regra seguida e assimilada pelo grupo é que o conhecimento adquirido não deve ser guardado para si, e sim repassado para os novos alunos. Nesse ponto, a intenção é facilitar a aprendizagem dos iniciantes, além de demonstrar aos mais antigos e experientes do grupo que quanto mais você ensina mais você aprende.

Como relata Alves (2001), sobre a escola da Ponte a aprendizagem e o ensino são um empreendimento comunitário, uma expressão de solidariedade. Mais que aprender saberes, as crianças estão a aprender valores. A ética perpassa silenciosamente, sem explicações.

Santomauro, Beatriz – Robótica sem usar computador, 2009 <http://revistaescola.abril.uol.com.br/ciencias/pratica-pedagogica/robotica-usar-computador-425922.shtml>
Acesso em 16.07.2011



Foto 5: Final Lego Sumô IFMT-2010

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A continuidade do projeto de robótica realizado no laboratório de ciências da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas deveras facilitou a aprendizagem da robótica, estimulou o conhecimento e impôs novos desafios já estabelecidos para o ano de 2011. A proposta é participar da Modalidade Prática da Olimpíada Brasileira de Robótica e enfrentar um novo desafio que é a construção de robôs autônomos com “software” livre.

Para esse feito, o grupo de robótica do laboratório de ciências da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas conta com o apoio de alguns professores do Instituto de Ciências da Computação da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso (ICC/FUFMT), que se mostraram interessados em ensinar aos alunos a programar software.

Não obstante o objetivo de otimizar o laboratório de ciências da Escola Estadual Professor Nilo Póvoas tenha sido atingido, conforme noticiado na apresentação deste trabalho, acredita-se que as atividades em robótica desenvolvidas pelos alunos no laboratório de ciências da escola sejam estendidas para o vindouro ano de 2012.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Alves, Rubens, A escola com que sempre sonhei sem que soubesse que pudesse existir. Campinas SP, 2001
<<http://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=iypFyem4qT4C&oi=fnd&pg=PA7&dq=escola+da+ponte+rubens+alves+&ots=YnGbBedz9j&sig=835RQAMR-HarF4kjZvwGp3mMIIdY#v=onepage&q&f=false>>
Acesso em 17.08.2011.

Neves, N. B. Guilherme; Pimentel, A. T.; Garcia, I. D. Educação Tecnológica e Robótica
<<http://guaiba.ulbra.tche.br/pesquisa/2007/artigos/sistemas/261.pdf>> Acesso em 08.06.2011 >

Romão, L. M.; Sacchelli, C. M. – Uma proposta construtivista na aprendizagem dos conceitos de física com o auxílio da robótica educacional, 2009
<http://www.seminfo.com.br/anais/2009/pdfs/WEI_Tche/63217_1.pdf> Acesso em 10.06.2011

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL I

Luana Fernandes Rosa Cavalcante Oliveira (6º ano Ensino Fundamental), Letícia Borges Moura (6º ano Ensino Fundamental),

Gustavo Cavalcante Barbosa (Professor)

legodf@ig.com.br

Escola Paroquial Santo Antonio
SGAS 911 Módulo B – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.390-110

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

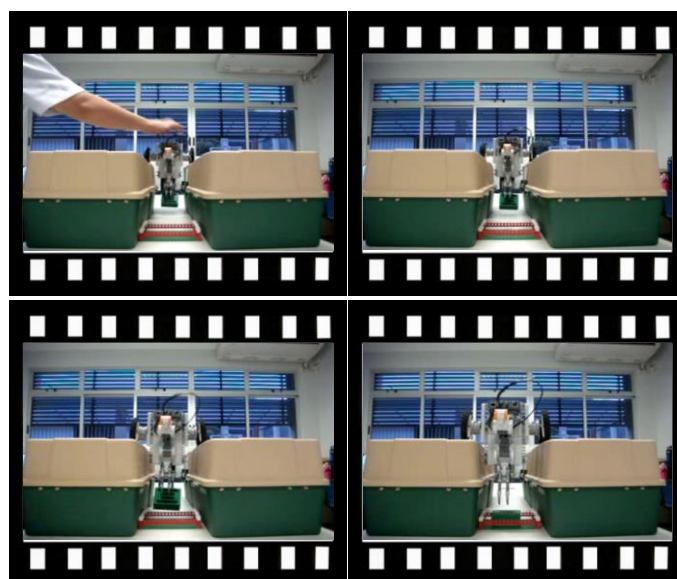
Veículo construído para armazenar o bloco verde no local correto da caixa. Mostramos aqui a aplicação de técnicas e programação específica do Lego NXT com o objetivo de aumentar a sua eficiência, maximizar a produção, melhoras as condições de segurança, seja material, humana ou das informações referentes a esse processo, ou ainda, de reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse processo ou máquina.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL II

Pedro Cunha Freire (6º ano Ensino Fundamental), Eduardo Correa Fontoura de Oliveira (7º ano Ensino Fundamental),

Gustavo Cavalcante Barbosa (Professor)

legodf@ig.com.br

Escola Paroquial Santo Antonio
SGAS 911 Módulo B – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.390-110

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

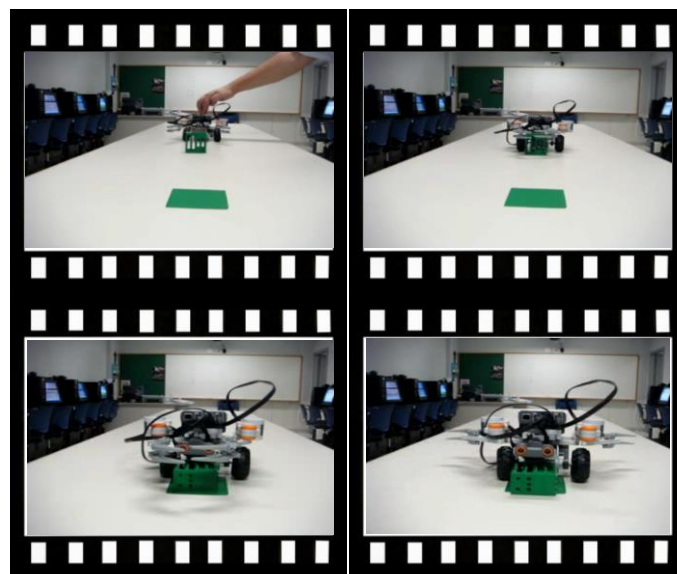
Veículo construído para armazenar o bloco verde no local correto do chão da fábrica. Mostramos aqui a aplicação de técnicas e programação específica do Lego NXT com o objetivo de aumentar a sua eficiência, maximizar a produção, melhorar as condições de segurança, seja material, humana ou das informações referentes a esse processo, ou ainda, de reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse processo ou máquina.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

BRAÇO BIÔNICO

Alisson Rodrigues Silva da Rocha (9º ano Ensino Fundamental), Estevão Chaves Labandeira (8º ano Ensino Fundamental), Wellyngton Vianna de Matos (7º ano Ensino Fundamental), Viviane dos Santos Diniz (8º ano Ensino Fundamental), Viviane Gomes do Nascimento (5º ano Ensino Fundamental), Thayelen Ribeiro Teixeira (6º ano Ensino Fundamental), Kamila Müllich Prado (6º ano Ensino Fundamental), Paola Borges Gonçalves (8º ano Ensino Fundamental),

Jacson Ricardo Bacchin Ilha (Professor)

jacson@portoweb.com.br

EMEF Afonso Guerreiro Lima
Rua Guaíba, 203 – Lomba do Pinheiro
Porto Alegre, Rio Grande do Sul – CEP 91.560-640

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Queremos dar aos deficientes físicos a possibilidade de usar uma prótese com uma forma semelhante a um braço natural, ajudar as pessoas com deficiência motora e que possam recuperar a maior parte de seus movimentos em suas atividades do cotidiano, aproximando-se ao máximo de um braço humano. Os cientistas estão gerando novas formas controladas através de impulsos nervosos, dando aos pacientes um controle maior sobre uma grande variedade de movimentos que não eram possíveis anteriormente, tornando-se por sua vez uma tecnologia muito complexa e cara para pessoas de baixa renda.

Queremos de algum modo, ajudar as pessoas de uma forma simples e acessível dando-lhes oportunidade de uma melhor mobilidade e qualidade de vida.

1 DESCRIÇÃO

Objetivo: O objetivo deste projeto é ajudar pessoas que sofreram algum acidente ou que tenham alguma deficiência física genética a recuperar seus movimentos em atividades do cotidiano proporcionando uma melhor qualidade de vida.

Metodologia: A tecnologia por nós utilizada é limitada, porém mesmo assim estamos desenvolvendo um projeto experimental de um protótipo.

Em uma primeira fase utilizando a tecnologia lego montamos o protótipo experimental composto de uma mão, três dedos, braço e antebraço todos articulados, controlados manualmente por sensores de toque.

Esta primeira etapa do projeto visa desenvolver a parte mecânica com um posterior estudo de materiais. Numa etapa seguinte iniciaremos pesquisas na área da neurociência para que este projeto possa atingir seu objetivo final quando a máquina poderá ser então comandada pelo cérebro.

Resultado: Os resultados obtidos em relação ao design foram satisfatórios podendo ainda avançar muito mais, no entanto devido à potência dos motores e o peso das peças utilizadas

fizeram com que os movimentos da articulação do braço com o antebraço ficassem limitados.

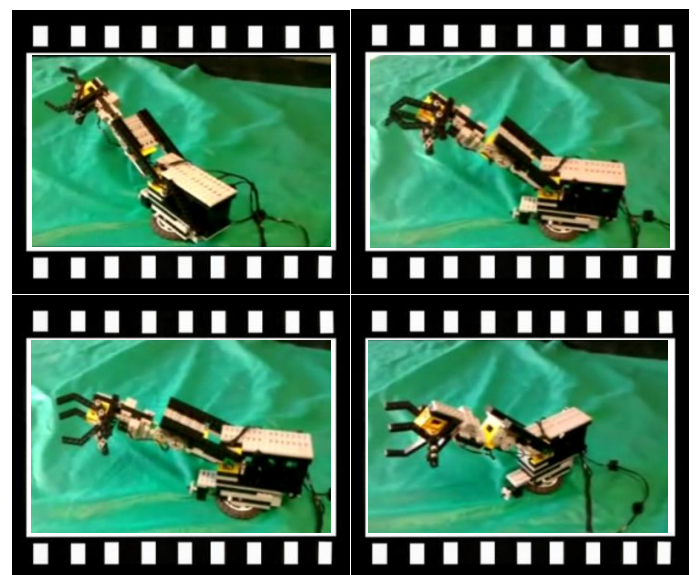
Pretendemos dar continuidade nas pesquisas, pois ainda há muito a caminhar.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

CAIXA ELETRÔNICO PARA CEGOS

**Bruno Tavares Maciel (1º ano Ensino Médio), Sávio Silva de Araújo,
Aparecido Luiz Bento (Professor)**

prof.aparecidoluiz@yahoo.com.br

Escola de Ensino Fundamental e Médio Padre Amorim
Rua Róseo Jamararu, 13 - Jamararu
Missão Velha, Ceará – CEP 63.207-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *Construímos um caixa eletrônico para pessoas portadoras de deficiências visuais. Ele é composto pelo computador (software) e por uma mesa interativa. Esta mesa será colocada em uma altura adequada para o posicionamento das mãos do deficiente. Nesta mesa o cego deverá seguir as instruções que serão fornecidas automaticamente após pressionar uma tecla. O deficiente visual seguirá orientações através do fone de ouvido e deverá seguir um percurso com:*

1. Teclas (sensores de toque) que ao serem pressionadas enviam mensagem através do fone de ouvido, indicando os próximos passos a serem seguidos.
2. Entrada para um cartão “magnético” que deve ser encaixado pelo cego.
3. Gaveta onde um mecanismo automatizado lança uma “cédula” de cada vez

Depois disto fará o saque de R\$ 50,00 em sua conta bancária.

1 DESCRIÇÃO

Temática: Este trabalho aborda os temas tecnologia e as dificuldades enfrentadas pelas pessoas cegas. O foco principal é a discussão sobre a falta de respeito com que são tratadas estas pessoas em nosso país. Assim, com poucas exceções, não temos políticas direcionadas para esse público. Além disso, vivem marginalizados pelo preconceito dos que vêm nos cegos uma pessoa incapaz de levar uma vida normal.

Objetivos:

1. Mostrar que é possível construir uma sociedade solidária em que as pessoas com deficiências visuais são tratadas com respeito;
2. Mostrar que as novas tecnologias podem melhorar a qualidade de vida das pessoas com alguma deficiência;
3. Discutir as principais doenças causadoras da cegueira no Brasil e seus tratamentos.

Motivação: Segundo o IBGE, em 2000, existiam 148 mil pessoas cegas e 2,4 milhões com grande dificuldade de enxergar. Apesar destes números tão expressivos, o Brasil ainda não oferece uma estrutura urbana adequada aos

deficientes visuais. Além dessas barreiras físicas, sofrem com as pressões psicológicas impostas pelo preconceito, pois em muitos casos são considerados incapazes de exercerem certas funções. Assim, devemos promover ações que permitam plena integração do deficiente visual com maiores investimentos, mais escolas especiais, melhor estruturação do espaço urbano, inclusão no mercado de trabalho, etc. Além disto, com os avanços tecnológicos, usar esses novos conhecimentos para melhorar a qualidade de vida destas pessoas.

Metodologia: Estudos sobre: a história da robótica, o Superlogo (software), o atendimento bancário para os deficientes visuais, as estatísticas em relação ao número de cegos no Brasil e as doenças que provocam a cegueira. Depois, planejamento de ações com a elaboração de um projeto. A seguir, coleta de material reciclável como madeira, papelão, isopor, plástico, tubos de ferro, etc. Agora, execução do projeto com a construção de uma mesa interativa para cegos e fixação dos sensores e motores para serem ligados ao computador. Logo após, testes e correções de problemas.

Análise: Esse trabalho foi avaliado pelos professores da nossa escola e temos buscado algumas melhorias em relação ao aperfeiçoamento. Estamos pensando em incluir o alfabeto Braille nas teclas. Além disso, pensamos em fazer campanhas de conscientização sobre a valorização das pessoas portadoras de cegueira e, também, sobre o tratamento das doenças causadoras deste problema.

Resultados: Construímos um caixa eletrônico para pessoas portadoras de deficiências visuais. Ele é composto pelo computador (software) e por uma mesa interativa. Para isto, o cego deverá seguir um percurso com:

1. Teclas (sensores de toque) que ao serem pressionadas enviam mensagem através do fone de ouvido, indicando os próximos passos a serem seguidos.
2. Entrada para um cartão “magnético” que deve ser encaixado pelo cego.
3. Gaveta onde um mecanismo automatizado lança uma “cédula” de cada vez.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

CISTERNA, ROBÓTICA E MEIO AMBIENTE

**Anderson da Silva Pinto (9º ano Ensino Fundamental), Leandro da Silva (6º ano Ensino Fundamental),
Adailton Fonseca Moreira (Professor)**

professor.adailtonmoreira@gmail.com

Escola Municipal de Ensino Fundamental Vereador Cléo Santos
Rua Loureiro da Silva, 545 – São Pedro
Alvorada, Rio Grande do Sul – CEP 94.838-370

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Nosso trabalho procura apresentar uma alternativa sustentável e ecológica para áreas rurais onde a luz elétrica não chegou e a água da chuva é escassa em especial no semi-árido do Brasil.

1 DESCRIÇÃO

Nosso trabalho procura apresentar uma alternativa sustentável e ecológica para áreas rurais onde a luz elétrica não chegou e a água da chuva é escassa em especial no semi-árido do Brasil. Estamos nos referindo a cisterna que é uma tecnologia para a captação de água da chuva e importante para a preservação dos recursos hídricos. Nosso desafio foi pensar de que forma a água da cisterna acumulada pela água das chuvas poderia chegar a casa através de encanamento, dando as famílias conforto e melhorando as condições de higiene no dia a dia. Para isso pensamos em utilizar a energia solar para levar a água da cisterna até a caixa Caixas d'água na localizada na casa.

Objetivo: Apresentar alternativa sustentável utilizando a energia solar como forma de aproveitar a água da chuva e preservar os recursos hídricos.

Metodologia: Para montar o nosso projeto utilizamos peças dos kits lego existentes na escola. O material dos kits não foi suficiente para montarmos o projeto. Colocamos juntos aos legos outros materiais como: potes, placas solares e sonda de plástica. Construímos primeiro a casa e a cisterna. Adaptamos uma caixa de kinder ovo para proteger o motor da água que irá bombear a água até a caixa.

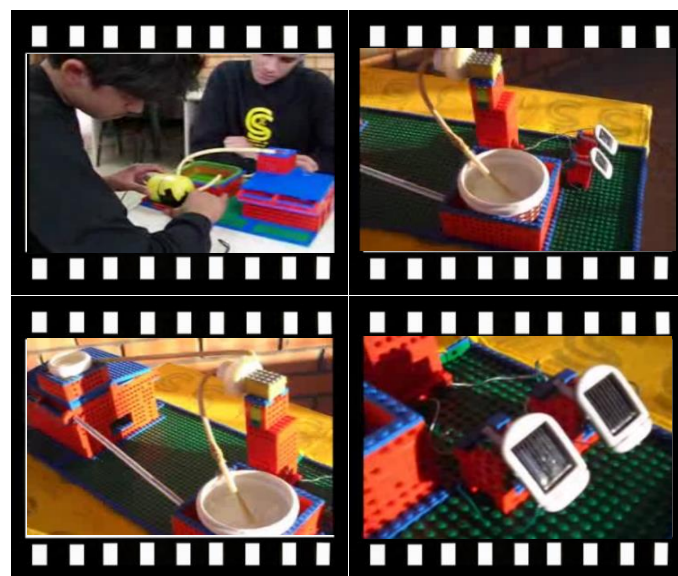
Resultado: Conseguimos fazer nosso projeto funcionar, o motor bombeou a água da cisterna até a caixa d'água localizada no telhado da residência. Nosso projeto pode ser melhorado se ampliarmos a utilização da energia solar para também iluminar com eletricidade a casa. dessa forma a casa teria água e luz utilizando a energia do sol.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

COMO FAZER O LEGO EMITIR SOM DE VOZ EM PORTUGUÊS

João Junior Rocha de Almeida (8º ano Ensino Fundamental),

Alexandra Mazei Silva (Professora)

alexandramazeibello@gmail.com

Escola Estadual Professor Nilo Póvoas
Rua Diogo Domingos Ferreira, 311– Bandeirantes
Cuiabá, Mato Grosso – CEP 78.010-210

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo facilitar o uso de recursos disponíveis na rede mundial de computadores, para que o Lego Mindstorms NXT. 2.0, emita som de voz em português. Ao considerar que vários recursos existem e podem ser explorados, porém pessoas que estão iniciando na robótica com kits educacionais podem ter dificuldade em empregar tais recursos. O desenvolvimento do trabalho foi totalmente realizado por um aluno do 8º ano do Ensino Fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: Lego Mindstorms NXT 2.0

1 DESCRIÇÃO

Introdução

A robótica é uma novidade em escolas estaduais de Mato Grosso, que atrai jovens curiosos para descobrir ferramentas que podem ser empregadas em kits educacionais e ampliar suas funcionalidades. Este trabalho teve seu início, quando um desses jovens do ensino fundamental ao navegar pela internet localizou o site [HTTP://vozme.com/index.php?langpt](http://vozme.com/index.php?langpt) e verificou que poderia colocar voz em português no seu robô. Com a descoberta o aluno resolveu criar um vídeo para explicar a seus colegas como realizar tal tarefa.

Criação do Vídeo

Após navegar pela internet e localizar o site [HTTP://vozme.com/index.php?langpt](http://vozme.com/index.php?langpt) e acessá-lo foi escolhido o idioma desejado, ou seja, português. Escolhido o timbre de voz masculino, foi inserida a mensagem de voz a ser emitida pelo robô.

O formato MP3 foi escolhido para gerar o arquivo. Assim que o arquivo foi criado, foi acionado o comando para baixar arquivo MP3.

Em seguida ativado o comando salvar e escolhido o local desejado para armazenar o arquivo. O próximo passo foi introduzir o arquivo na programação do Robô.

Passo-a-passo para inserir a programação do Robô

- 1 Entre no [HTTP://vozme.com/index.php?langpt](http://vozme.com/index.php?langpt)
- 2 Depois de entrar no site digite a frase que você deseja colocar no Lego.
- 3 Após digitar o texto clique em criar MP3.

4 Agora é só baixar MP3.

5 Clique com o botão direito do mouse e em seguida clique em salvar vídeo e abra o programa Mindstorms NXT 2.0.

6 Ao abrir o programa clique em tools e depois em sounds e editar.

7 Abra o sound editor clique em open e procure o áudio que você salvou.

8 Então ache o arquivo e aperte o botão OK.

9 Agora e só apertar o botão save e digitar um nome para esse áudio e apertar o botão save.

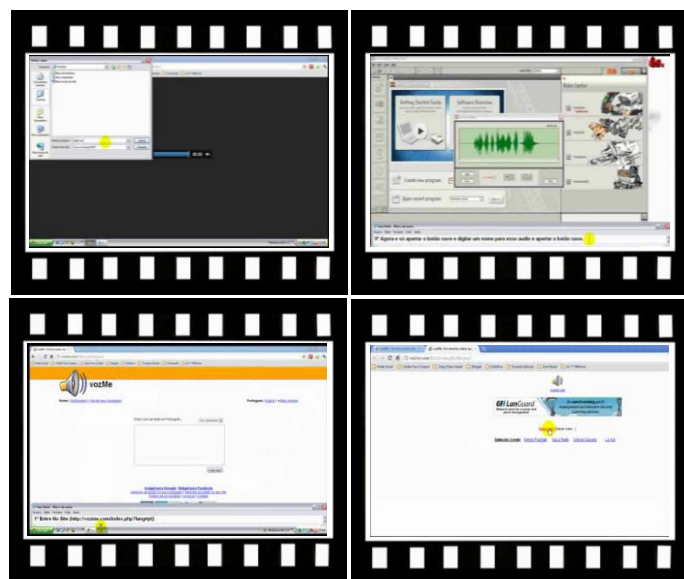
10 Para finalizar aperte o botão close.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

COMUNICAÇÃO INCLUSIVA

Camila Marciely Barbosa dos Santos (9º ano Ensino Fundamental), Adriano Lucas de Souza Matos (9º ano Ensino Fundamental), Camila Leite Santos (9º ano Ensino Fundamental), Felipe Gomes de Barros (9º ano Ensino Fundamental), Pedro Victor Dias de Souza (9º ano Ensino Fundamental), Kalinny de Oliveira Leite (9º ano Ensino Fundamental), Mayara Winn Macêdo Dantas (9º ano Ensino Fundamental), Vitória Márcia Oliveira Saraiva (9º ano Ensino Fundamental), Vitor Hugo Pereira de Freitas (9º ano Ensino Fundamental), José Harônio Pereira de Moura (9º ano Ensino Fundamental), Carlos Henrique Araújo Lima (9º ano Ensino Fundamental), Emmanuel Silva Pontes (9º ano Ensino Fundamental),

Rodrigo de Sousa Nascimento (Professor)

rodmatematica@yahoo.com.br

Colégio Êxito do Cariri
Avenida Castelo Branco, 2226 – Novo Juazeiro
Juazeiro do Norte, Ceará – CEP 63.030-200

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O trabalho se trata de um mecanismo e/ou meio de comunicação que pode auxiliar pessoas em situação de dificuldade de locomoção ou até mesmo de emitir sons.

Uma ideia de constituição simples, composta concretamente de um PC (notebook, netbook, etc), caixinhas de sons, um programa que converta texto em áudio (tipo o text aloud), e a critério estético algo que melhore a aparência (no nosso caso, rostos de bonecas).

A estrutura lógica é permitir que pessoas que não se locomovem, ou o fazem com dificuldades, incluindo também aquelas que por alguma doença ou deficiência fonológica, possam se comunicar, de acordo com as possibilidades e local, utilizando a linguagem escrita, que geralmente elas já possuem domínio, sendo esta transformada e emitida em áudio.

Este tipo de tecnologia simples, também pode ser utilizado para a reprodução de fonemas associados à escrita para a aprendizagem de crianças.

1 DESCRIÇÃO

Objetivo: Contribuir com a ideia para novas tecnologias de comunicação e ensino.

Metodologia: Baseado em pesquisas na web (internet) de vídeos, programas, sites, assim como na realidade de tantas pessoas deficientes, impossibilitadas ou limitadas na comunicação, portanto de certa forma privadas de algumas comodidades e da convivência social, o grupo de alunos decidiu usando materiais simples e um programa de domínio público criar um sistema simples em que qualquer pessoa que possua um computador e caixinhas de som tenha acesso a esse tipo de ajuste e auxílio. No Brasil, quase todas as famílias possuem este equipamento simples, ou até mesmo de última geração, diante do barateamento de tais eletrônicos.

Os alunos adquiriram o material como as caixinhas e as bonecas, no comércio local, o netbook de um dos mesmos, e o programa diretamente da internet (<http://www.baixaki.com.br/categorias/332-sintetizadores-de-audio.htm>) para converter texto em áudio.

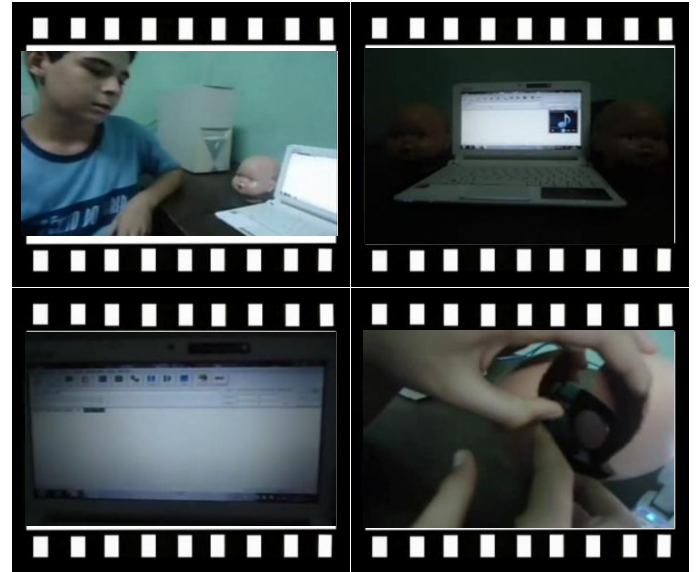
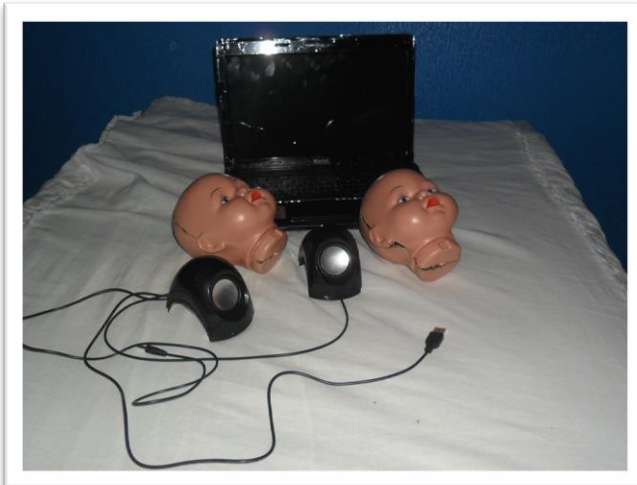
O projeto foi construído e testado na escola, com o resultado esperado e com possibilidades claras de que pode ser aperfeiçoado e adaptado conforme a realidade..

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA LIVRE DE ROBÓTICA EM OFICINAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO MÉDIO

André da S. Cavalcanti (3º ano Ensino Médio), Alexandre A. C. de Almeida (2º ano Ensino Médio), Eduardo L. de Carvalho (3º ano Ensino Médio), Erick Alexandre V. da Silva (2º ano Ensino Médio), Felipe Moura H. de Araujo (3º ano Ensino Médio), João Pinheiro Neto (1º ano Ensino Médio), Leonardo Petty S. Barbosa (2º ano Ensino Médio), Otávio Lucas A. da Silva (3º ano Ensino Médio), Victor Uchoa C. de Lima (2º ano Ensino Médio),

Henrique Braga Forest (Orientador), Rogério da S. Ignácio (Orientador),

Marta Fernanda de A. Bibiano (Professora)

mbibiano@ufpe.br, henrique@robolivre.org, rogerioignacio@gmail.com

Colégio de Aplicação/ UFPE
Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/nº - Cidade Universitária
Recife, Pernambuco – CEP 50.740-350

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *A Robótica é uma ciência das mais importantes para o desenvolvimento humano atualmente e vem crescendo de maneira acelerada por todo o mundo, entretanto, no Brasil, ainda há um estereótipo de complexidade, futurismo e surrealidade que envolve tal área do conhecimento. Essa visão surge por uma falta de experimentação e contato e gera prejuízos para o país, que vê seus estudantes serem desencorajados a seguir em carreiras diretamente ligadas à robótica e os profissionais formados, inaptos a usá-la para inovar em suas atividades.*

O presente projeto surge então como alternativa para alterar esse quadro a partir da inserção de oficinas de experimentação da Robótica na grade curricular do Ensino Médio, oferecendo aos estudantes e professores a oportunidade de maior proximidade com esse universo tão promissor. Dado o contexto escolar, sua aplicação resume-se em três pilares fundamentais: o desenvolvimento colaborativo, a desmistificação da tecnologia e a construção coletiva de conhecimento.

1 DESCRIÇÃO

O desenvolvimento em ritmo exponencial da tecnologia quebra vários paradigmas, em especial colocando ao alcance das pessoas, processadores portáteis, peças plásticas em qualquer formato e linguagens de programação sintáticas que estão cada vez mais fáceis de utilizar. A robótica, hoje em dia, pode e precisa ser desenvolvida por alunos do ensino fundamental e médio. Com o acesso precoce à tecnologia, mais cedo surge o interesse e o início da construção do conhecimento.

Nos moldes da plataforma colaborativa Robô livre (robolivre.com), foram pensadas então oficinas a serem aplicadas no Ensino Médio no Colégio de Aplicação da UFPE. Tais oficinas visavam criar uma total interação dos

alunos com todo o universo da Robótica, desde suas bases literárias, mitológicas e históricas, até seus mais recentes avanços no campo da microeletrônica e similares, tudo a partir da experimentação prática e do estímulo ao desenvolvimento autônomo da criatividade dos participantes.

Objetivos:

- Mostrar os benefícios da inclusão da Robótica no Ensino Médio com atividades passíveis de serem desenvolvidas no âmbito escolar sem a necessidade da sofisticação comumente imaginada para tal.
- Difundir a história e conceitos-chaves da Robótica, despertando o interesse dos estudantes desde a educação básica, visando a favorecer um maior desenvolvimento da inovação científica e tecnológica no país.
- Desenvolver de uma plataforma acessível e de licença aberta, em frente aos kits disponíveis comercialmente hoje em dia, não acessíveis a todos.

Metodologia:

As oficinas consistem em encontros semanais no espaço do Colégio de Aplicação da UFPE onde se desenvolvem atividades de planejamento e construção de artefatos, além da constante comunicação durante a semana, através de ferramentas de compartilhamento de arquivos e mensagens da World Wide Web. Os registros de tais atividades devem ser feitos pelos próprios alunos em tais ferramentas.

As primeiras atividades do projeto envolveram a pesquisa e produção textual coletiva para criação de uma base bibliográfica para essa plataforma, desde a parte histórica e literária, até a parte técnica e eletrônica, passando pelo uso de linguagens de programação e manuseio de microcontroladores. Em seguida, foram iniciadas atividades práticas envolvendo o desenho e construção de placas, peças e uso de softwares para o desenvolvimento do projeto de

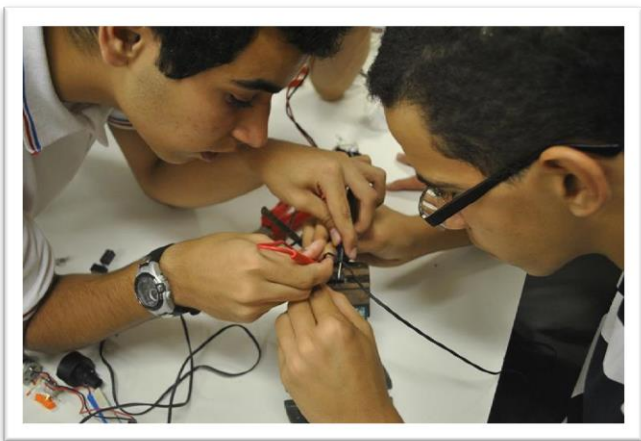
criação de um robô autônomo com rodas, seguidor de linha, nos moldes da prova? Resgate B? Da Robocup? O nome escolhido para o robô? Anamauê? É também o nome do projeto? Em referência à cultura mangue-beat, marco na história recente de Recife.

Resultados:

O projeto, ainda em andamento, já mostra resultados relevantes, como a produção de uma gama de documentos que consiste numa biblioteca virtual, ou manual, abrangendo conceitos fundamentais, história e conhecimentos técnicos relativos à Robótica, além do robô Anamauê, foco do desenvolvimento atual.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA MODULAR MICROCONTROLADA APLICADA A ROBÓTICA MÓVEL

Djone Andrews Couto (4º ano Ensino Técnico), João Vithor Driessen (3º ano Ensino Técnico), Rafael Ricardo de Souza de Borba (1º ano Ensino Técnico),

Stefano Romeu Zeplin (Professor)

stefano@ifsc.edu.br

Instituto Federal de Santa Catarina
Rua Pavão, 1337 – Costa e Silva
Joinville, Santa Catarina – CEP 89.220-200

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Acompanhando o desenvolvimento nestes últimos anos da robótica, em particular da robótica móvel, encontramos também a evolução no campo da chamada robótica educacional ou pedagógica. A robótica pedagógica consiste da utilização da montagem de sistemas robóticos no auxílio da aprendizagem possibilitando aos alunos e professores vivenciarem na prática os desafios da montagem e programação de robôs em atividades similares aos encontrados na vida real.

Além disso, em se tratando da utilização da robótica pedagógica aplicada no ensino profissionalizante, sua imediata aplicação seria em unidades curriculares como microcontroladores e robótica, onde se utiliza a programação de microcontroladores em linguagem assembly, o que geralmente não é contemplada nos kits comerciais. Assim a proposta deste projeto é o desenvolvimento de uma plataforma modular microcontrolada para um robô móvel para utilização como ferramenta de aprendizagem em diferentes unidades curriculares como microcontroladores.

1 DESCRIÇÃO

A proposta é que a plataforma seja modular, o que permitirá a utilização e o desenvolvimento de diferentes tipos de sensores, unidades de controle e atuadores de acordo com a necessidade e atividades previstas dentro de um projeto de aplicação e permitirá o desenvolvimento de módulos adicionais no futuro, seja em projetos integradores ou trabalhos de conclusão de curso ou outros projetos de pesquisa. Nesse sentido o projeto contempla o desenvolvimento de diferentes módulos, como: sistema de sensoriamento, unidade de controle e módulo de acionamento.

As diferentes etapas foram elaboradas:

- Revisão bibliográfica;
- Definição de uma topologia aplicada a robótica educativa;
- Seleção e teste de sensores;
- Projeto e montagem das placas de circuito impresso;
- Testes com o sistema.

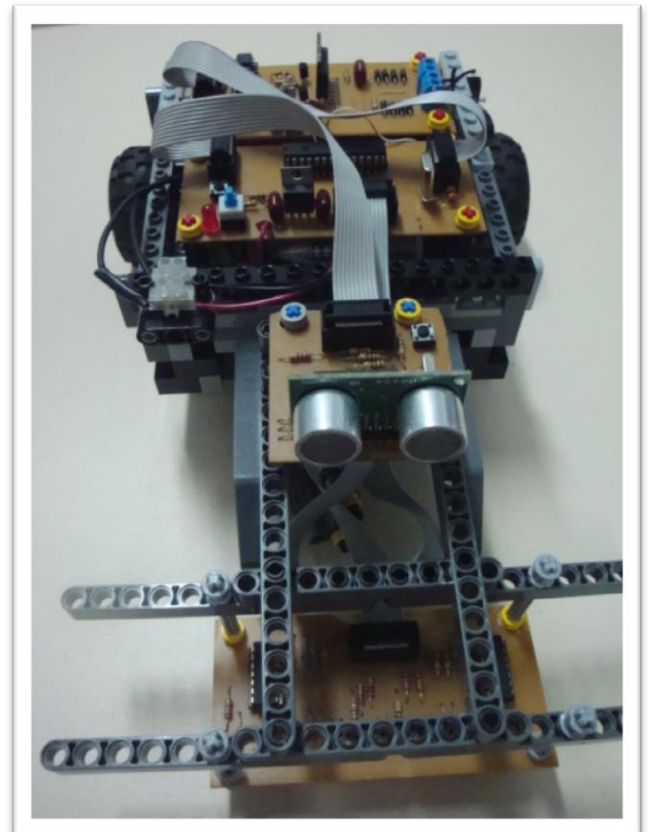
As dificuldades iniciais encontradas foram da aquisição de sensores, principalmente os ultrassônicos.

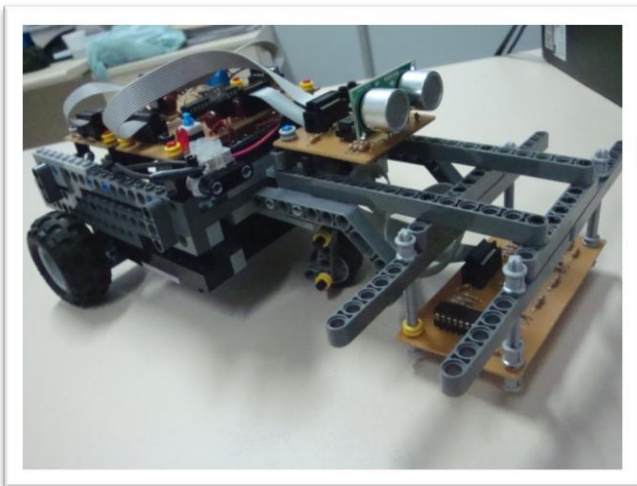
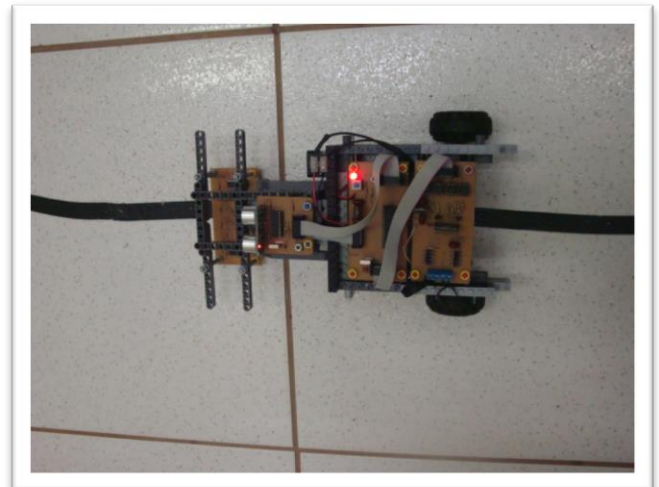
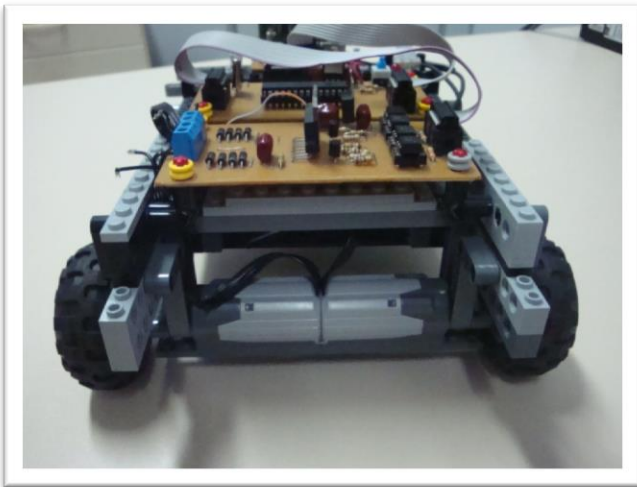
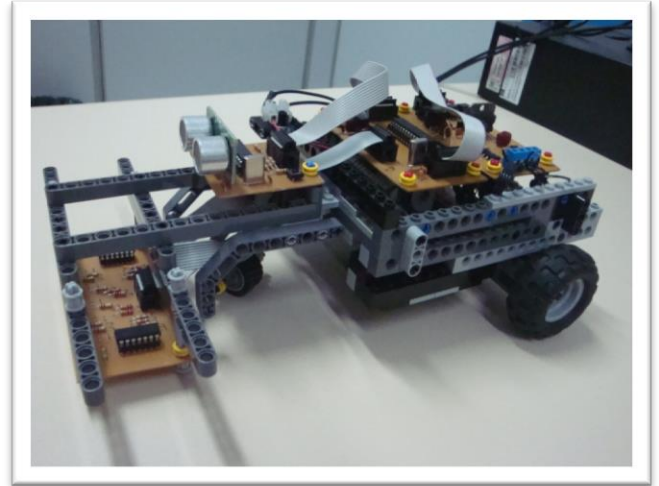
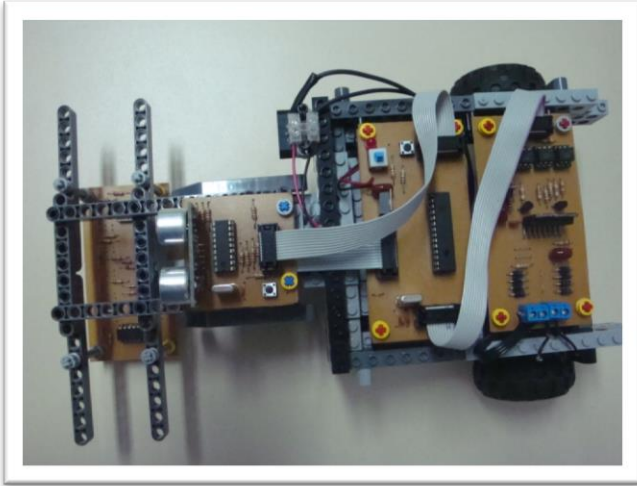
Foram feitos testes com diferentes sensores fotoelétricos, para possibilitar a sua utilização com atividades do tipo robô seguidor de linha.

Os resultados foram satisfatórios, foram encontrados alguns problemas de geração de ruído no módulo de acionamento, tendo em vista que foram utilizados dois motores CC na configuração diferencial.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem





2.2 Vídeo

Não Disponível.



DESLOCAMENTOS DA VIDA COTIDIANA

**Diego da Silva Ferrarini (9º ano Ensino Fundamental), Taylor Fernandes Cunha (9º ano Ensino Fundamental), Gabriel Pereira da Rosa Dias (9º ano Ensino Fundamental),
Maria da Graça Oliveira da Silva (Professora)**

grasaoliveira@gmail.com, diegoferrarini11@gmail.com, taylorfernandes07@gmail.com, gabrielpereiradias@gmail.com



Escola Municipal de Ensino Fundamental Governador Ildo Meneghetti
Rua Jaime Cyrino M de Oliveira – Rubem Berta
Porto Alegre, Rio Grande do Sul – CEP 91160-060

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *Deslocamentos da vida cotidiana é um trabalho que se preocupou com as questões de acessibilidade no meio urbano. O mesmo compreende 02 fases. A primeira fase intitulada: Nossa Escola Pesquisa Sua Opinião (NEPSO), um trabalho de pesquisa realizado na comunidade, para saber o que as pessoas pensam sobre o trânsito de nossa Cidade, o qual foi apresentado no X Seminário Escola e Pesquisa um Encontro Possível, na Universidade de Caxias em 11 de setembro de 2010.*

A segunda fase intitulada Educação para o trânsito se dividiu em duas etapas: Orientação a alunos através da visita a Fundação Thiago Gonzaga para assistir a peça “Últimos Dias de Super-Herói”; Confeção da maquete, Vagas Somente para Portadores de Deficiências Físicas, para educar motoristas que ocupam vagas para pessoas com necessidades especiais.

1 DESCRIÇÃO

Objetivos: Além da realidade caótica que observamos, existem algumas pesquisas que mostram que vem aumentando consideravelmente os problemas relacionados ao trânsito nas grandes cidades. Nosso dia-a-dia é cheio de comentários sobre o assunto, engarrafamentos, atrasos, estresse, brigas, acidentes, bate-boca, desrespeito, martírio diário para muitas pessoas. Para saber o que as pessoas pensam sobre o assunto realizou-se uma pesquisa de opinião e, para contribuir com a educação para o trânsito, criou-se um mecanismo de conscientização das pessoas para respeitar vagas a Portadores de Deficiência Física, Idosos e Mulheres Grávidas.

Metodologia e Resultados: Na primeira fase realizou-se pesquisa de opinião com 100 pessoas da comunidade escolar, discussão, formulação de questionário, entrevistas, tabulação de dados, conclusão. Concluímos que os veículos mais utilizados são os automóveis seguidos dos ônibus. Grande número de pessoas concorda com a péssima qualidade do trânsito, mas em parte, estão conformadas com as situações constantes de congestionamentos e outras dificuldades

encontradas. Todavia, sugerem soluções simples para melhorias sua melhoria.

Na segunda fase intitulada Educação para o trânsito realizamos duas etapas.

- Etapa 1: visita de turmas da escola à Fundação Thiago Gonzaga para assistir a peça Últimos Dias de Super-Herói, com objetivo de educar futuros motoristas.
- Etapa 2: confecção da maquete, Vagas Somente para Portadores de Deficiência Física, onde utilizamos materiais como madeira, tinta, ornamentos e robô feito com material Lego Mindstorms.

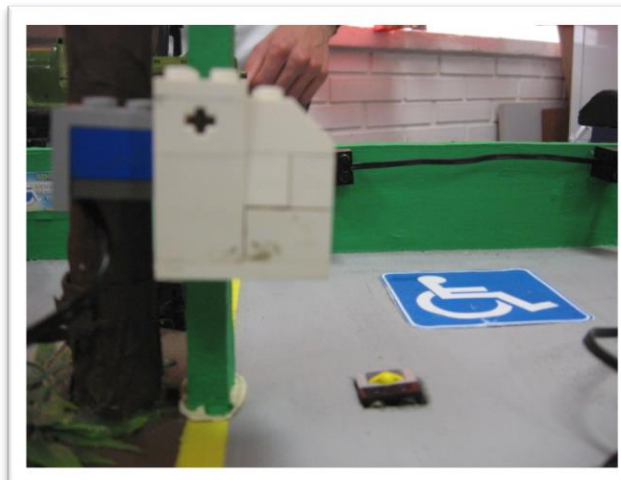
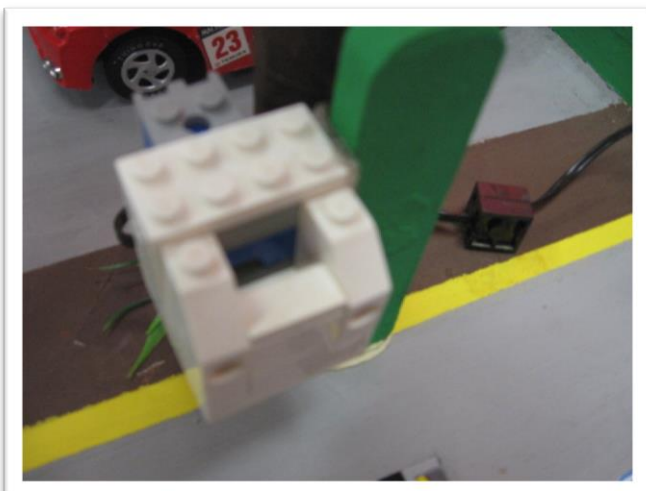
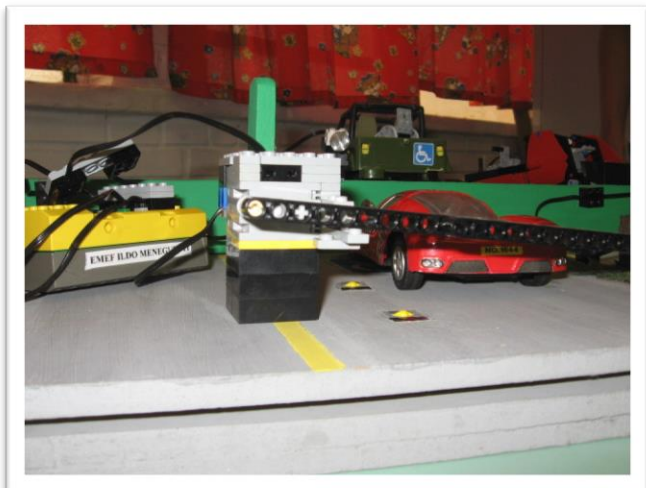
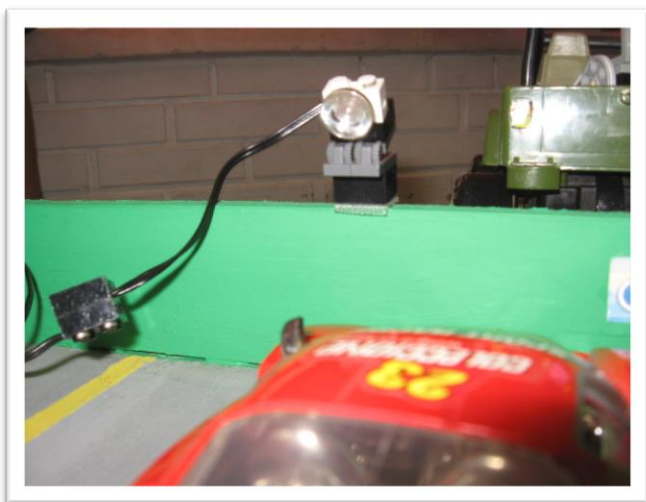
Funcionamento da maquete: o carro entra na vaga e passa por cima dos sensores de toque, inicia uma contagem de 10 segundos no RCX, após esse tempo ele emite quatro sinais. Então o RCX envia um sinal infravermelho a outro RCX, programado para receber o sinal e movimentar-se até o local do estacionamento, como um carro guincho. Caso seja colocada uma peça preta (simula um cartão codificado) na frente do sensor de luz, antes do tempo estipulado, o codificador fará a leitura da cor escura e não enviará o sinal infravermelho, cancelando o programa.

A idéia de simulação, na realidade, aconteceria da seguinte forma: quando um carro entrar na vaga para PDF e passar por cima do sensor (que representa uma balança de pesagem ou laço magnético), seria enviado um sinal ao receptor de codificação, passado 5 minutos se o cartão codificado não for colocado para identificar a pessoa como portador de deficiência, um sinal em forma de microondas é enviado a central de fiscalização mais próxima que enviaria uma viatura até o local. Outras formas de punir o infrator seria colocar uma cancela que baixaria, trancando o infrator ou, ainda, um sistema que fotografasse a placa do mesmo. O cartão codificado será entregue apenas pelo órgão de trânsito responsável aquelas pessoas que se identificarem como portadoras de deficiência física.

O sistema poderá ser utilizado em órgãos públicos e empresas privadas.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO

Não Disponível.

ECOBOT – UM ROBOZINHO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL

Eduarda Cristina da Silva Frigeri (8º ano Ensino Fundamental), Leonardo Santander da Silva (8º ano Ensino Fundamental), Pamela Rafaelli de Almeida Oliveira (9º ano Ensino Fundamental), Larissa Mansano Alexandre Pereira (9º ano Ensino Fundamental), Laís Mansano Alexandre Pereira (1º ano Ensino Médio), Larissa Ono (9º ano Ensino Fundamental),

Cristiane Grava Gomes (Professora)

cgravagomes@gmail.com

EMEF Professora Amélia Abujamra Maron
Avenida Arnaldo da Silva, 80 – Conjunto Residencial Caiuá
Ourinhos, São Paulo – CEP 19915-685

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Criamos um robô, utopicamente falando, que seria capaz de resolver quatro dos principais problemas ambientais do mundo. Em cinco Continentes, ele tem que cumprir sete missões (tarefas) diferentes, referentes a questões ambientais.

O objetivo do trabalho consiste em trabalhar os temas ambientais de modo que a sociedade perceba que podemos melhorar o mundo com o auxílio da Robótica, pois os robôs contribuem com o trabalho onde o homem não consegue chegar ou por ser de alto risco ou por facilitar o trabalho do homem.

O nosso trabalho se desenvolveu através do incentivo das professoras e pela preocupação com o tema em questão. Os temas envolvidos foram: extinção da fauna: as causas da extinção são as mais diversas, mas a principal está ligada à modificações em seu ambiente (habitat); falta de água potável; o problema do lixo e o desmatamento, principalmente em nossas florestas.

1 DESCRIÇÃO

Esse trabalho tem como objetivo apontar alguns problemas causados na natureza principalmente pela ação do homem e formas de tentar reverter essa situação. Pensando em um mundo melhor, construímos um robô que seria capaz de resolver alguns problemas ecológicos. Propomos com esse trabalho fazer um alerta para que as pessoas consumam com mais consciência, porque se os governos dos países carentes de água e mesmo os que possuem abundância, como o Brasil, não adotarem medidas urgentes para estabilizar a destruição, a escassez de água e outros recursos naturais, poderemos ter o aumento de enchentes, falta de água potável, extinção de animais, etc. Os nossos recursos estarão esgotados em pouco tempo podendo inclusive faltar alimentos.

Atualmente quase todos os países sofrem com o efeito da poluição, dos desmatamentos, da extinção dos animais entre outros problemas. Essas graves consequências se dão pela falta de cuidado do homem com o seu planeta. Muita coisa pode ser feita para tentar amenizar essa situação. A robótica

pode contribuir para isso. Os robôs chegam a muitos lugares que para o ser humano fica quase impossível, ou por se tratar de lugares altamente perigosos ou por serem muito pequenos, onde a intervenção humana é impossível.

Metodologia: utilizamos:

- Um banner ilustrado com o Mapa Mundi (material sintético);
- Kits Lego Mindstorms (robô, montagens de árvores, ônibus, cisterna, indústria...)
- (2RCX);
- 1 sensor de toque;
- motores ;
- bichinhos (miniatura representando animais em extinção);
- 1 carrinho de brinquedo;
- programações diferentes.

O robô se locomovia da área de escape (área demarcada no banner onde o robô pode ser tocado) até respectivo Continente e levava cada objeto de acordo com a missão a ser cumprida.

Resultados: Pudemos perceber com esse trabalho que não é totalmente impossível contribuir para que essa situação de destruição que o nosso mundo se encontra mude, principalmente no quesito consumo consciente, pois cada um em nosso lar, no local de trabalho, na escola, podemos fazer a nossa parte; separando o lixo para a reciclagem por exemplo é um bom começo...fizemos isso em nossa escola. Os governos, as escolas e as famílias precisam juntas trabalhar para que as pessoas se conscientizem.

O planeta encontra-se imerso em uma grande crise. Por todo lado o que se observa é poluição, desmatamento e destruição dos nossos recursos naturais. Pensando nesses problemas resolvemos inovar e imaginar sobre como a robótica poderia auxiliar o homem no combate dessas destruições.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ELETROVIA

**Lucas Bertolino Pizzo (3º ano Ensino Médio), Cristian Vinícius de Souza (3º ano Ensino Médio), Otávio Lyra de Almeida (3º ano Ensino Médio),
Jorge Antonio Jardim Júnior (Professor)**

jorgejardim@sinodal.com.br

Colégio Sinodal
Av Dr Mário Sperb, 874 – Morro do Espelho
São Leopoldo, Rio Grande do Sul - CEP 93.032-450

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

Dada a recente preocupação com a utilização eficiente dos recursos do nosso planeta, muitas ideias relacionadas à economia de energia têm surgido e ganhado popularidade. Porém, a quantidade de projetos relacionados ao aproveitamento da energia existente no cotidiano da sociedade para a geração de eletricidade é comparativamente pequena. Nossa ideia envolve o aproveitamento da energia cinética e gravitacional dos veículos automotores, sendo a energia envolvida no processo considerável, e a onipresença desses veículos no cotidiano da sociedade.

Enquanto que algumas corporações automotivas já exploram a ideia de aproveitar a energia gerada na frenagem de carros para a recarga das baterias internas, porém essa aplicação é situacional (apenas ocorre com a ativação dos freios) e restrita à operação do próprio automóvel, além de possuir alto custo.

Nosso projeto envolve o aproveitamento de uma energia normalmente não utilizada: a que as rodas transferem para o asfalto. Consiste na presença, nas estradas de grande tráfego, de diversas hastes ligadas a solenóides. A passagem do automóvel sobre essa estrutura causa movimento, e os solenóides, ligados paralelamente, geram eletricidade. Esta eletricidade será transferida para uma central onde será transformada e armazenada para melhor aproveitá-la.

A utilização deste projeto envolve várias variáveis, desde locais para a edificação até a forma utilização da energia elétrica. Os locais para construção seriam preferencialmente retos, pois sua construção em curvas poderia comprometer a estabilidade dos carros, dificultando o percurso. Além disso, seria de difícil construção, pois seria necessário posicionar os equipamentos seguindo o percurso da curva. Dada essa condição, damos como exemplo para aplicação uma estrada de nosso estado, a BR 290, conhecida como FREEWAY, uma estrada concedida à iniciativa privada e que liga a região da capital ao litoral. Ela possui intenso fluxo automotivo, assim potencializando a geração da energia elétrica.

A energia resultante pode ser aplicada na própria estrutura rodoviária, podendo suprir a demanda de energia da iluminação e de outras estruturas adjacentes, como pedágios.

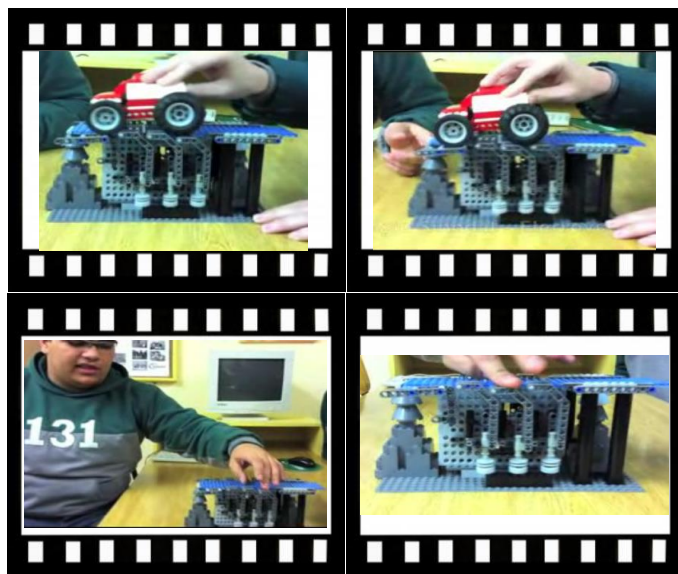
Pode ser ligada a um sistema de armazenamento de energia, à base da separação do hidrogênio da água, por exemplo, para utilizar a energia acumulada nos horários de pico para iluminar a estrada em horários de pequeno movimento, como entre meia-noite e 05h00min. Ou podemos armazenar a energia elétrica em baterias de íon de lítio. Podendo também ser utilizada para abastecer o pedágio existente na mesma via.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ENERGIA EÓLICA NA PARAÍBA

Kaio Vitor Fernandes dos Santos (8º ano Ensino Fundamental), Breno Travassos da Silva (7º ano do Ensino Fundamental), Leonardo Felinto de Lima (9º ano Ensino Fundamental), Emerson Cleber da Silva (9º ano Ensino Fundamental),

Thalles Albuquerque de Araujo (Professor)

thalles-araujo@bol.com.br, breno_motogp3@hotmail.com

Escola Municipal de Ensino Fund. Duarte da Silveira
Rua Marileta Araujo do Nascimento – Enarni Satrio
João Pessoa, Paraíba – CEP 58.000-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

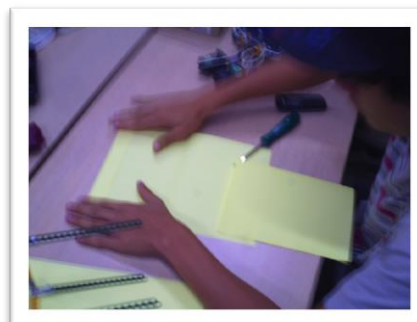
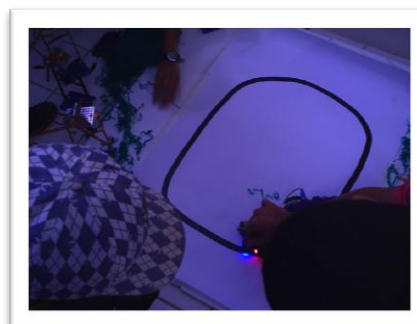
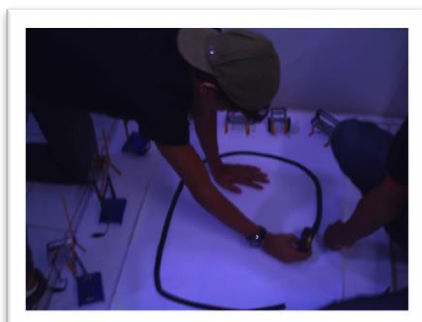
RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

Não Disponível.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

EXOESQUELETO

Victor Ulisses Santana Lima (8º ano Ensino Fundamental), Douglas Bouret da Silva Nobrega (8º ano Ensino Fundamental), Raquel de Menezes (9º ano Ensino Fundamental), Rebecca Thuane Souza de Bezerra (9º ano Ensino Fundamental), Marcelo Pedro Mariano de Santana (9º ano Ensino Fundamental), Daniel Augusto Queiroz Fonseca de Moraes (9º ano Ensino Fundamental), Antonio Everardo Mariano Silva (9º ano Ensino Fundamental),
Marcelo Stavale Molina (Professor),

molinarobotica@colegiojk.com, victorulisseslima@hotmail.com, doug-girino@hotmail.com

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O Exoesqueleto é um trabalho conjunto fruto de uma ideia do professor Molina para criar uma armadura robótica capaz de auxiliar pessoas com problemas de movimento nos membros superiores.

1 DESCRIÇÃO

O trabalho se iniciou com o planejamento do braço fazendo uma estrutura ao redor do braço e com dois motores acoplados na base do cotovelo. A construção necessitou também do tórax para sustentar o NXT e de um capacete com um iPhone acoplado usando um software de realidade aumentada para fornecer informações provenientes do Google com base em geolocalização e bússola.

Objetivo: Criar um mecanismo robótico capaz de auxiliar pessoas com problemas de mobilidade.

Metodologia: O trabalho foi feito com os kits comerciais da LEGO Mindstorms NXT. Ao todo utilizaram 2 kits de robótica composto basicamente de vigas brancas e conectores. Para o movimento do braço foi necessário 2 motores e mais um terceiro para a garra, na frente do braço. 3 sensores trabalham para controlar o braço.

Resultado: O robô funcionou perfeitamente e conseguiu levantar uma garrafa d'água semi-cheia.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

GARRA ELÉTRICA

Alessandro de Oliveira Nascimento Filho (2º ano Ensino Médio), Arthur Mendonça Falcão (2º ano Ensino Médio),

Bianca Nunes do Nascimento (Professora)

biancanunes7@hotmail.com

EEEM Professora Hilda Miranda Nascimento
Av. Brasília, S/N – Porto Canoa
Serra, Espírito Santo – CEP 29.168-600

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Primeiramente foi feita uma pesquisa na internet para verificar o tipo do kit de robótica adquirido pela escola, após verifica isto, foi baixado da net apostilas e tutoriais para a montagem do kit.

Num segundo momento os alunos envolvidos no projeto fizeram um curso iniciante de eletrônica pela Buzzero.

Num terceiro momento foi desenvolvido pelos alunos Alessandro e Arthur uma garra elétrica controlada pelo software da placa do kit de robótica desenvolvido pela Gana Lab.

1 DESCRIÇÃO

Desenvolvimento de uma garra elétrica-eletrônica.

Objetivo: Demonstrar como a robótica pode automatizar alguns processos que realizamos no nosso dia-a-dia.

Metodologia: análise da placa e dos problemas/soluções que poderiam ser desenvolvidos pelo kit de robótica.

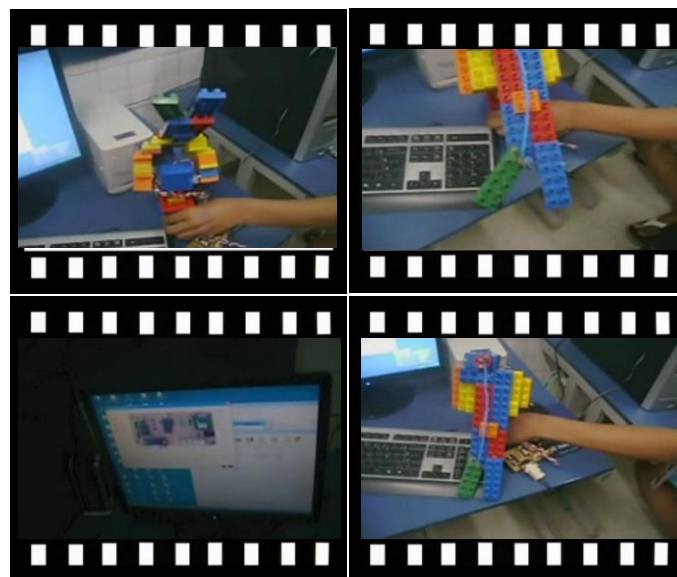
- Experimentação dos componentes do kit para conhecê-los.
- Pesquisa específica sobre a placa do kit de robótica.
- Pesquisa, experimentação e desenvolvimento do produto final: garra elétrica.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM

Não Disponível.

2.2 VÍDEO



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

GUINDASTE

**Pedro Henrique, Mell Matheus, Cleder Paulo,
Gustavo Cavalcante Barbosa (Professor)**

legodf@ig.com.br

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

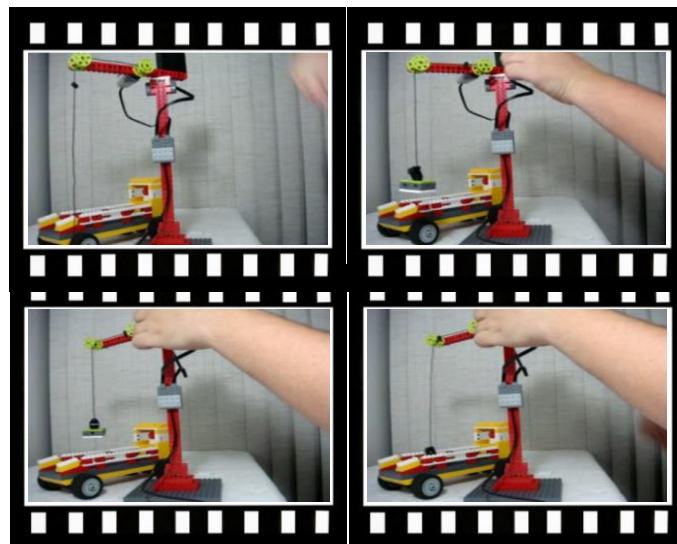
Equipamento criado e utilizado para a elevação e a movimentação de cargas e materiais pesados, assim como, a ponte rolante usando o princípio da física no qual uma ou mais máquinas simples criam vantagem mecânica para mover cargas além da capacidade humana. Usamos aqui a programação, motor e sensor de presença com o Lego WeDo.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

H2O A PARTIR DA COMPRESSÃO DO AR

**Sandro Clímaco Tavares Moreira (2º ano Ensino Médio),
Dinaelza de Paula Ferreira (Professora)**

dinaelzaferreira@oi.com.br

Escola Estadual Professor Clímaco Tavares Moreira
Avenida Francisco Felipe de Miranda Nery, 2336 – Parque dos Buritis
Macapá, Amapá – CEP 68908-805

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: A ideia inicial do projeto surgiu a partir de uma conversa com um amigo mecânico, onde confirmou que toda semana há a necessidade de drenar a água que fica acumulada no interior do compressor do ônibus.

Após essa conversa iniciei pesquisar porque surgia a água no compressor e descobri que o ar comprimido poderia unir as partículas de água existente no ar, através de experiências e comentários de empresas especializadas no setor de compressores.

Então decidi criar um sistema que tirasse a água do ar e ajudasse a combater a escassez de água no planeta.

1 DESCRIÇÃO

Objetivos:

- Criar um protótipo em pequena escala para captação de água que acoplado as lombadas nas ruas do Município de Macapá, contribuirão para a captação de água;
- Sensibilizar a comunidade Macapaense da importância da conservação da água para as gerações futuras;
- Elaborar um sistema mecânico que a partir da compressão do ar, possamos unir as partículas existentes no ar e assim construir um projeto para apresentações em centros de pesquisas.

Metodologia: No primeiro momento colhi informações de mecânicos onde perguntei como funciona o sistema de drenagem da água de caminhões e ônibus? Conversei com professores de Química e Física sobre condensação da água a partir da compressão do ar e pesquisei na internet sobre compressores de ar. Para construir o protótipo utilizei um braço mecânico para facilitar a compressão, constituído por uma base de ferro para sustentação e uma seringa, que servirá de depósito para água, onde será possível observar a formação das gotas de água após o ar comprimido.

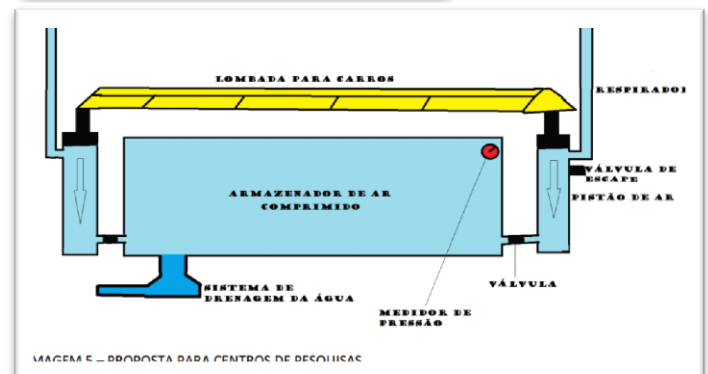
Em um segundo momento, participei de uma oficina de robótica para implementar no protótipo, um sensor, dois motores e um módulo NXT da Lego.

Referência Bibliográfica:

-<http://www.hbdh.com.br/ar-comprimido.php>

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

IMPEDIMENTO INTELIGENTE

Tiago Kauer Toldo (1º ano Ensino Médio), Letícia Schunke (1º ano Ensino Médio), Lucas Koche (7º ano Ensino Fundamental),

Jorge Antonio Jardim Júnior (Professor)

jorgejardim@sinodal.com.br, ti@servlab.com.br, lucaskoche@hotmail.com

Colégio Sinodal

Avenida Doutor Mário Sperb, 874 – Morro do Espelho
São Leopoldo, Rio Grande do Sul – CEP 93.032-450

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O trabalho consiste na utilização de sensores para facilitar a identificação de impedimentos em jogos de futebol. Sensores serão colocados nas chuteiras dos 20 jogadores de linha e na bola. Este sensor mandará a posição de cada jogador e da bola para um banco de dados que será acessado por um programa que fará a interpretação dos dados. Cada vez que a bola se distanciar de um perímetro formado em volta do jogador, o programa marca a posição do mesmo e o momento que a ação ocorreu. Caso a bola seja passada para um jogador do mesmo time, será feita uma varredura em todos os jogadores do time adversário, vindo a posição de cada. Se nenhum deles estiver mais próximo da linha de fim do campo no qual o goleiro de seu time se encontra que o jogador que recebeu o passe, é dado o impedimento, sendo enviado um sinal para um controlador que o juiz portará.

1 DESCRIÇÃO

O trabalho foi feito pensando em acabar com os problemas de impedimento que são gerados constantemente devido a falha humana. Causando, muitas vezes, um resultado injusto para o jogo. A falha pode ocorrer em ambos os times e ser considerada parte do esporte, mas alguns erros são tão absurdos que acabam causando revolta e irritação na torcida, além de deixar o time que a sofreu com um grande prejuízo.

Muitos gols válidos já foram anulados por erros de bandeirinhas e juízes, e em tempos que a tecnologia se encontra em um estado tão avançado, que ajuda em várias áreas, o futebol deveria começar a adotá-la. Por isto pensamos neste trabalho chamado Impedimento Inteligente. Para bolá-lo, fizemos um estudo de tecnologias possíveis para resolver este problema dos impedimentos, até que chegamos neste trabalho envolvendo os sensores. Cada jogador de linha terá um sensor em sua chuteira, este sensor mandará dados da posição na qual o jogador se encontra e do momento no qual ele se encontra nela. A bola também terá um sensor que fará o mesmo.

Quando o jogador estiver de posse da bola, ambos os sensores estarão dentro de um mesmo perímetro delimitado por um programa de computador. Quando os dois se afastarem, os dados serão gravados num banco de dados. Caso a bola entre em outro perímetro de um jogador do mesmo time, é feita uma varredura da posição de todos os jogadores do time adversário. É pega a posição do jogador que se encontra mais próximo da linha de fundo de seu campo e comparada com a

do jogador que recebeu a bola, caso a posição deste esteja mais próxima da linha que a do time adversário, o programa identificará como impedimento. Com isto, um sinal é emitido para um aparelho portado pelo juiz, que marcará o impedimento. Em caso de lateral, que não tem impedimento, o programa conseguirá identificar, pois a bola terá saído das linhas laterais, podendo assim, diferenciar lateral de escanteio.

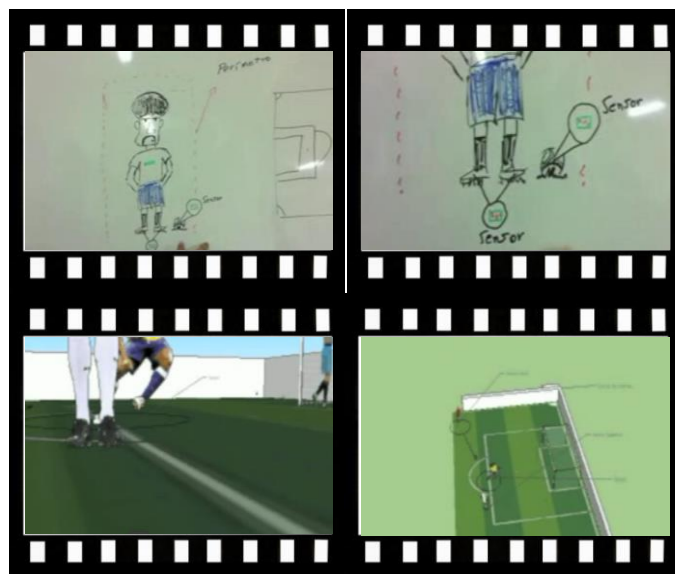
Resultado: Os resultados obtidos foram apenas teóricos, com a consulta de programadores sobre a viabilidade de realizar este programa, todos foram unânimes afirmando que é viável. Acreditamos que o único empecilho será a FIFA, que não é a favor de utilizar tecnologia com o futebol, já tendo rejeitado a ideia de utilizar sensores na bola e nas traves para a identificação de gols.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

INTRODUÇÃO À ROBÓTICA NA ESCOLA ESTADUAL JÚLIO MÜLLER COLETÂNEA DE DESENHO ARTÍSTICOS

Crislen Maria Reche Borges (7º ano Ensino Fundamental), José Henrique Silva (7º ano Ensino Fundamental), André Luiz da Silva Silveira (9º ano Ensino Fundamental), Caroline Miguel da Silva (1º ano Ensino Médio), Kátilla Campos da Silva (1º ano Ensino Médio), Thamires Ferreira Barbosa (2º ano Ensino Médio), Cristiano S. do Nascimento (2º ano Ensino Médio), Júlio César da Silva Esperança (1º ano Ensino Médio), Vinícius Fortunato (8º ano Ensino Fundamental), Carlos Pereira Leite (9º ano Ensino Fundamental), Wanderlei de Souza Júnior (8º ano do Ensino Fundamental), Fábio Manuel C. Rodrigues Lins (8º ano Ensino Fundamental), Aline Rafaela Oliveira dos Santos (9º ano Ensino Fundamental), Joelton Bruno dos Santos Silva (8º ano Ensino Fundamental), Leonardo Roldão (2º ano Ensino Médio), Victor Hugo Dornellas (8º ano Ensino Fundamental), Higor Fabrício de Jesus (7º ano Ensino Fundamental), Gilson Braz da Silva (7º ano Ensino Fundamental), Jean Vitor M. da Silva (1º ano Ensino Médio), Valdiney Oliveira (9º ano Ensino Fundamental), Flavio Henrique Almeida Silva (5º ano Ensino Fundamental), Allam Rafaelo O. dos Santos (5º ano Ensino Fundamental), Mateus Vicente Santos da Silva (2º ano Ensino Médio), Valesca Fernandes da Silva (2º ano Ensino Médio),

Marcia Regina Zotesso do Nascimento (Professora)



E.E. Júlio Müller
Rua São Benedito, 701 - Centro
Barra dos Bugres, Mato Grosso – CEP 78.390-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este trabalho reúne em uma coletânea diversos desenhos artísticos centrados na temática da robótica. Esses desenhos representam o resultado de um trabalho realizado na Escola Estadual Júlio Müller, MT, onde diversos alunos participaram de uma proposta artística e pedagógica centrada na temática da robótica.

1 DESCRIÇÃO

A Robótica através da arte foi inserida nesta escola com o objetivo de introduzir conceitos básicos de forma abstrata a habilidade dos alunos, principalmente daqueles que apresentavam dificuldades de aprendizagem e relacionamento com colegas de sala e com toda equipe pedagógica.

A abordagem foi feita inicialmente através de um convite para assistirem vídeos e documentários que apresentavam questões relacionadas à Robótica e a sua aplicação nos dias atuais. Muitos obstáculos apareceram durante o desenvolvimento do projeto, porém persistimos e juntamente com os alunos e professores envolvidos no processo, conseguimos alguns resultados.

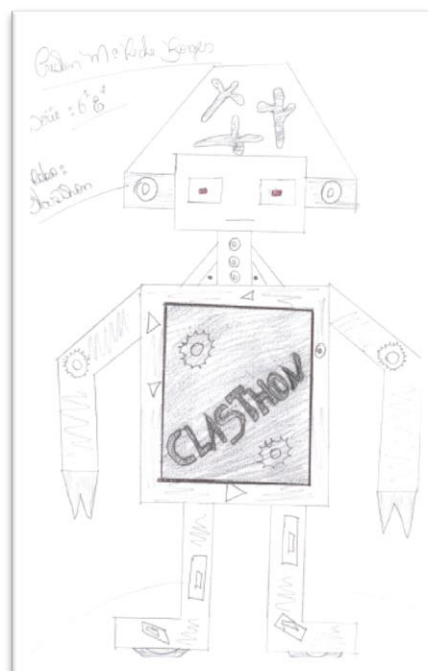
Após assistirem os vídeos propostos, cada aluno iniciou o processo de construção artística de seu trabalho, além de dar os nomes e descrever todo processo, conforme podemos observar nos desenhos apresentados nas mais variadas áreas do conhecimento humano. Os alunos inseridos no processo se mostram mais receptivos, apresentando resultados significativos no processo ensino aprendizagem conseguindo

desenvolver trabalhos em grupo, além de exporem suas opiniões.

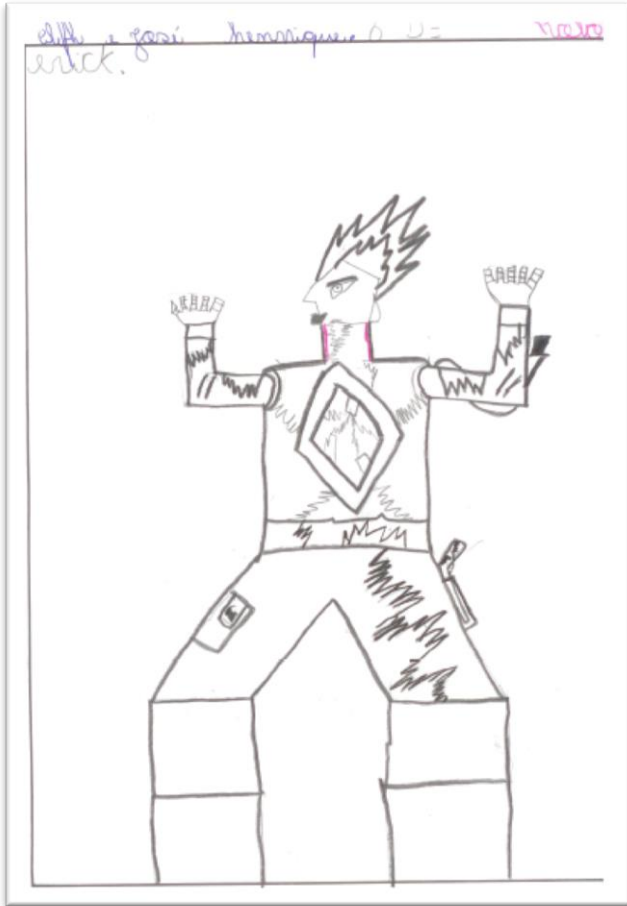
2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM

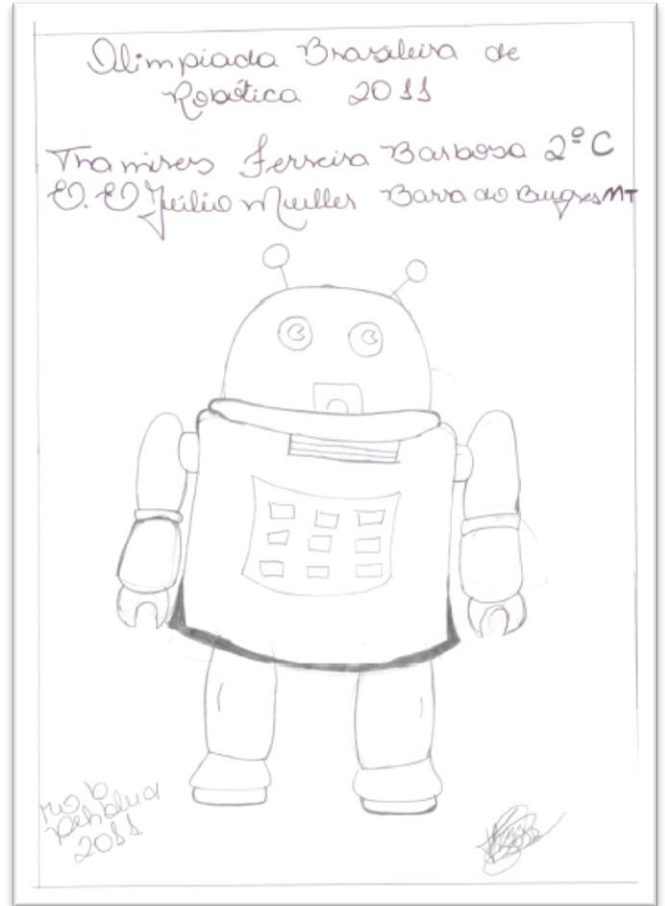
Clasthon



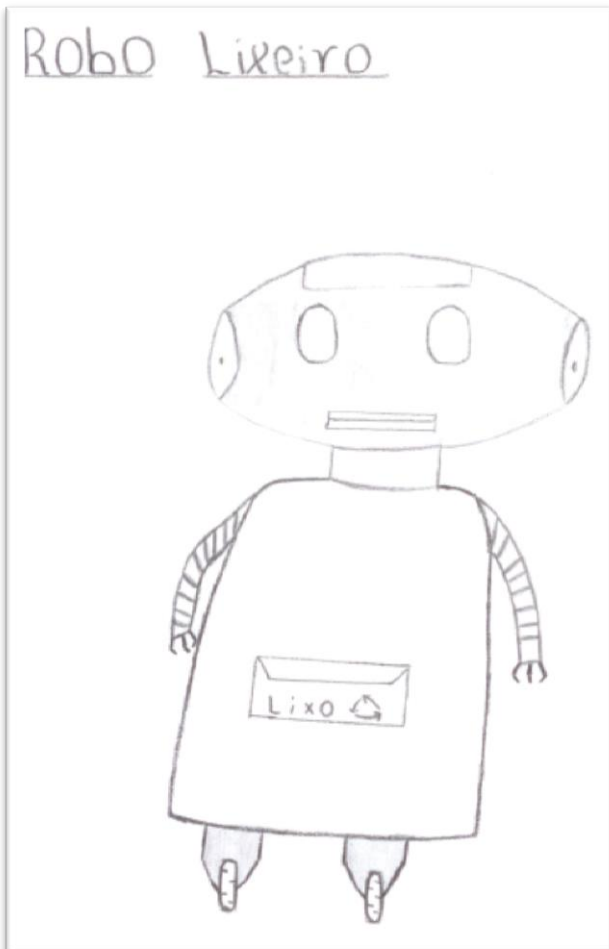
Segurança Total



Isso é que é Modernidade



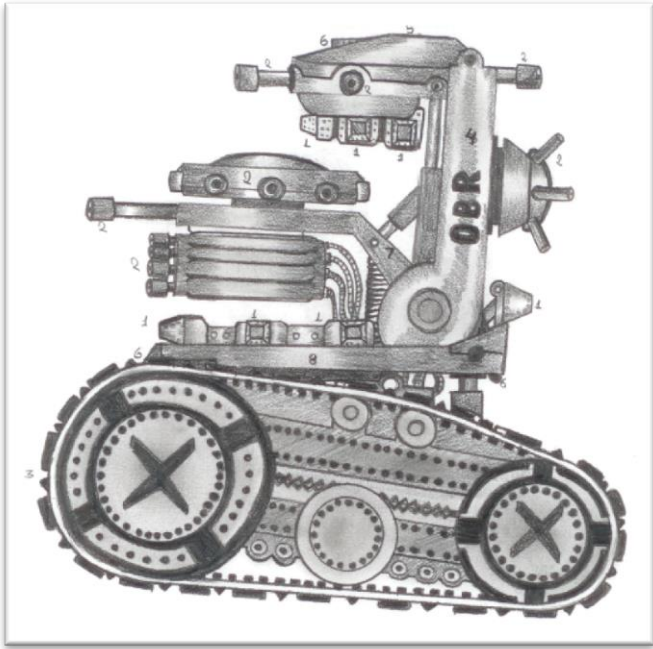
Ecologia e Tecnologia a serviço da Humanidade



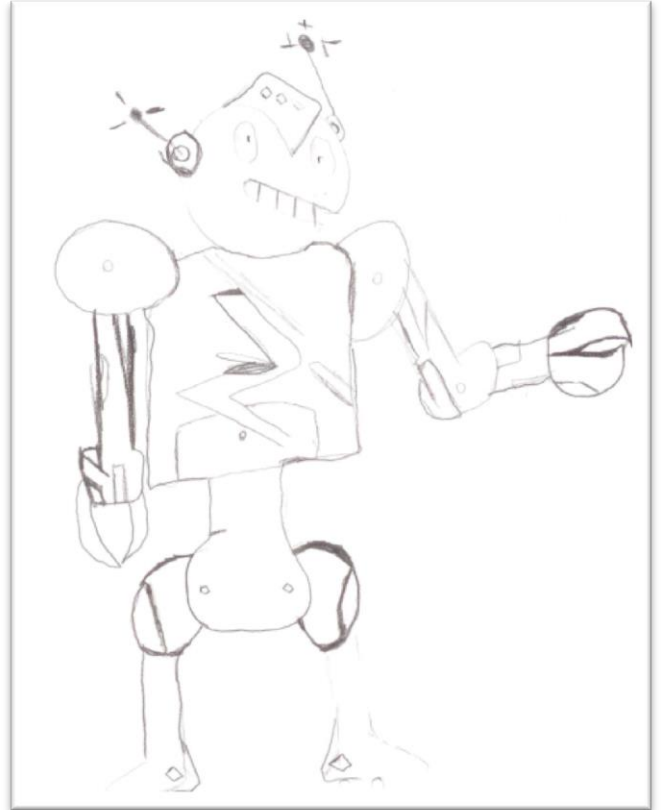
Esportista do futuro



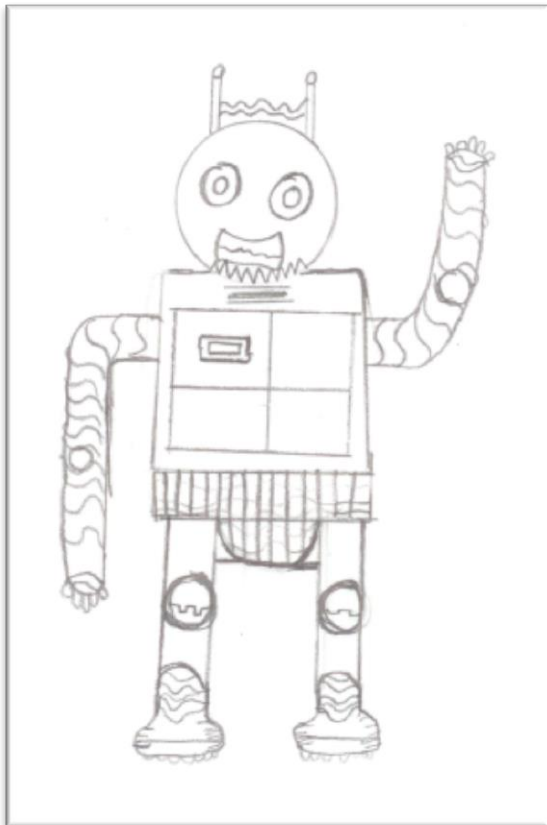
Droide Patrulheiro" A Serviço da Vida"



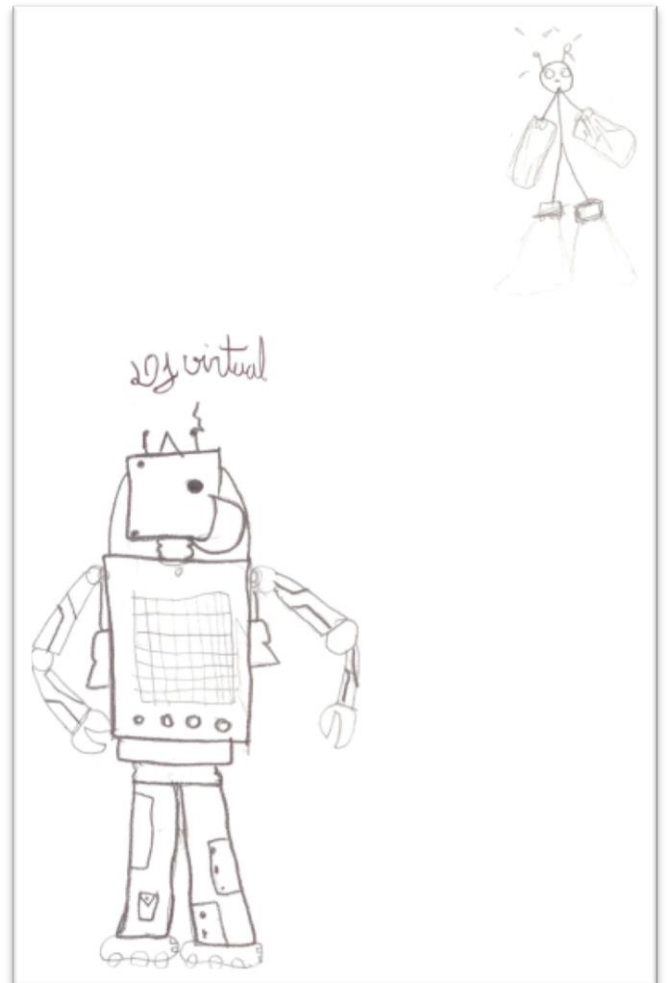
Robô Transmissor



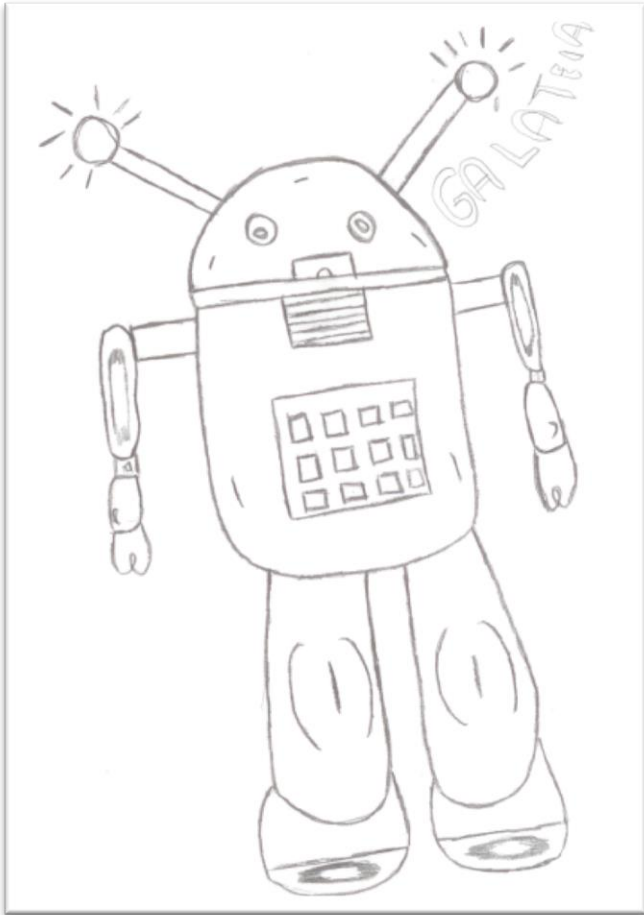
Wall-eZum



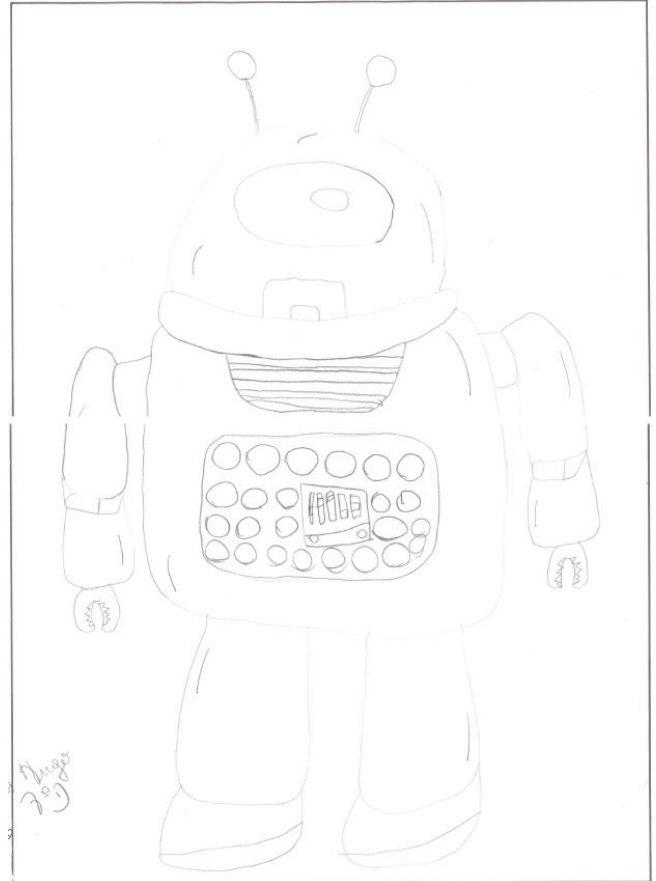
O som é tudo



Galatiia



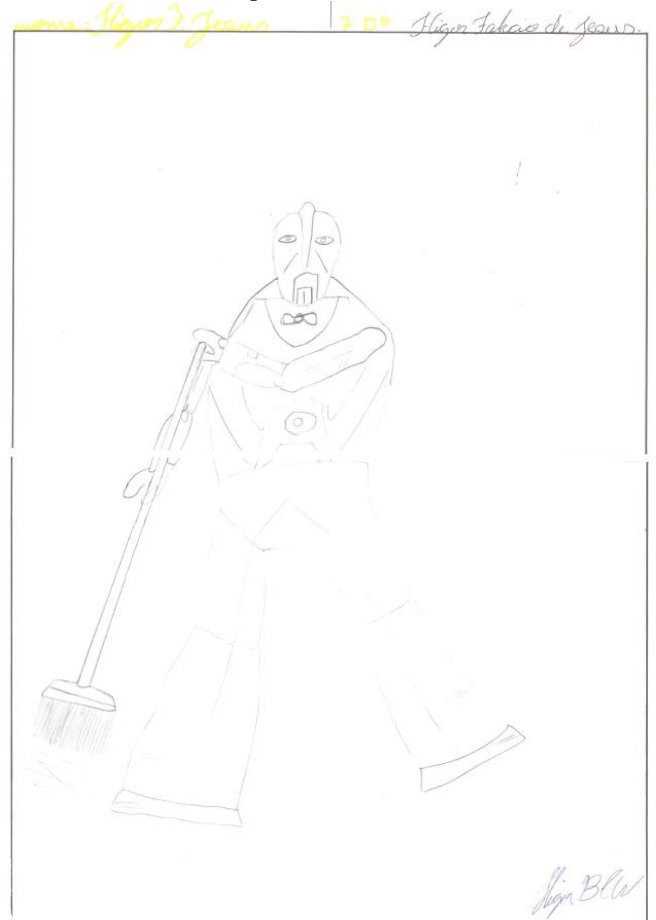
Internet para todos em qualquer Lugar



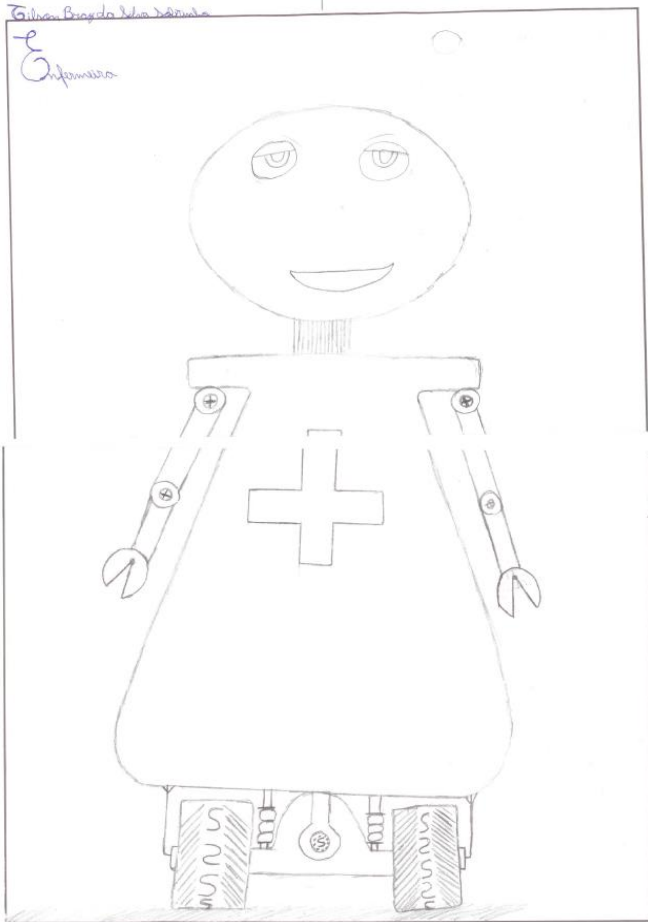
Tive Uma Grande Ideia



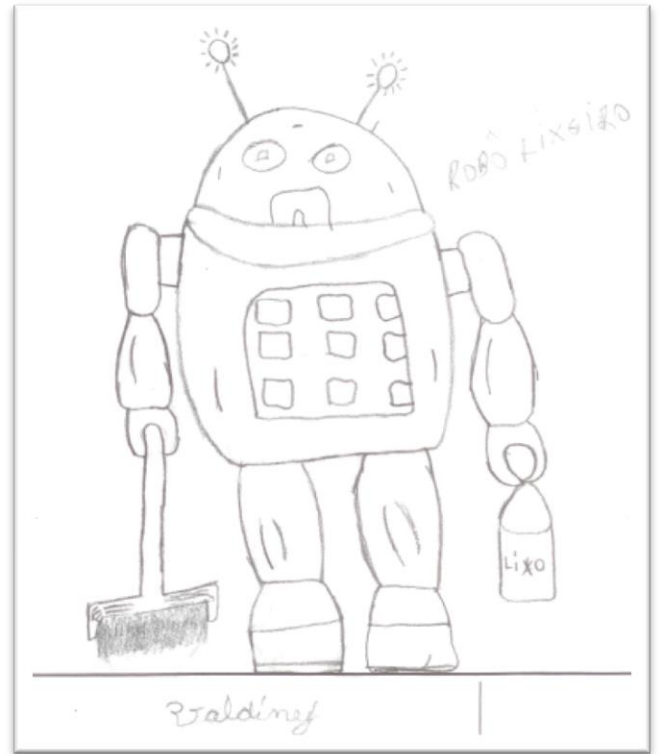
Tá Tudo na Maior Limpeza



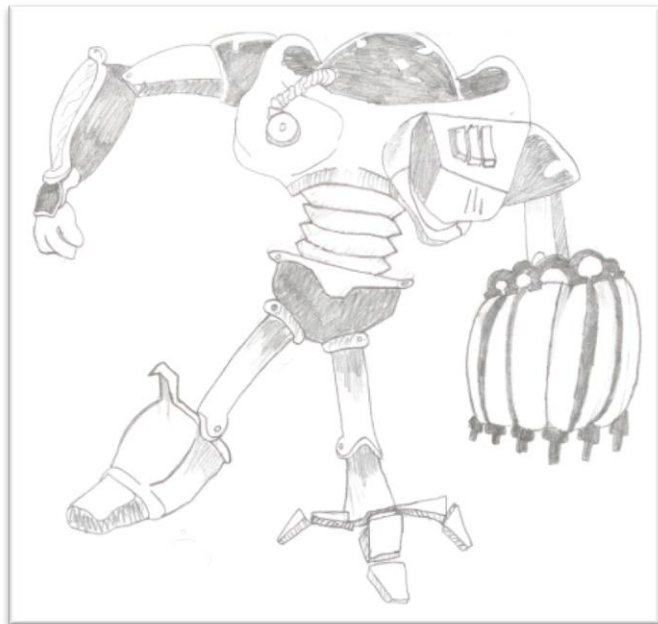
Saúde em Primeiro Lugar



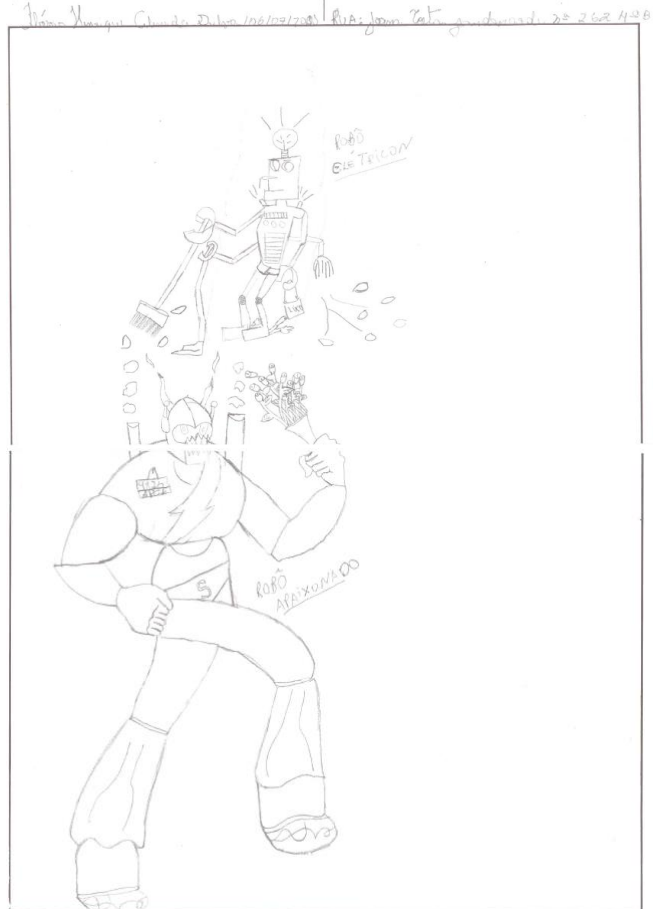
Na luta contra o Lixo



Metal Pesado - JV15

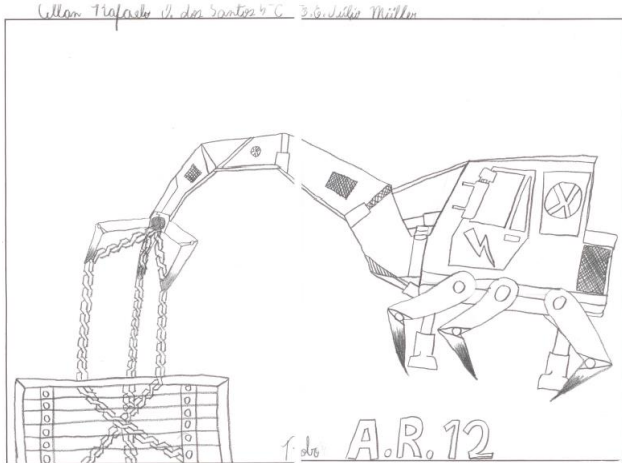


O Amor está no Ar



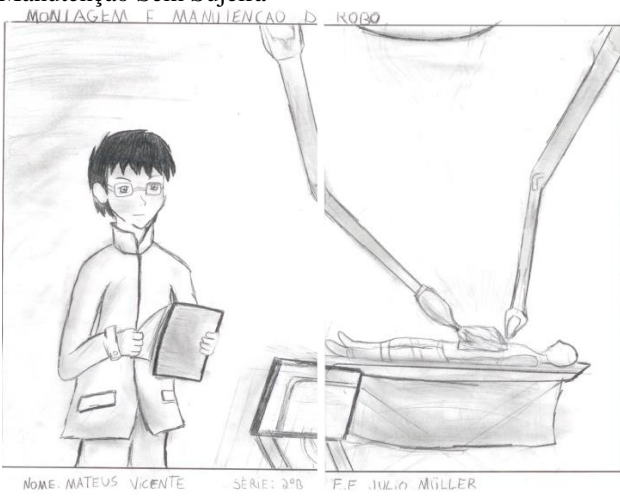
2.2 VÍDEO

Isso é que é Força

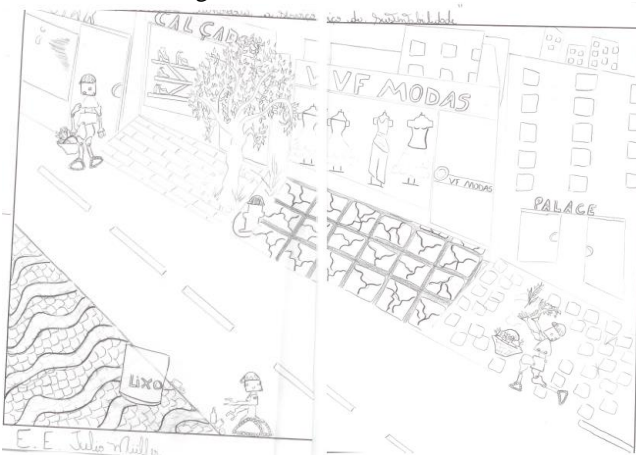


Não Disponível.

Manutenção Sem Sujeira



Robótica, Tecnologia e Sustentabilidade



JOGO LIMPO

**Gabriel Krauss Monteiro (8º ano Ensino Fundamental), Carmen Elvira da Silva (8º ano Ensino Fundamental), Douglas do Amaral (6º ano Ensino Fundamental),
Luciana Chaves Kroth Tadewald (Professora)**

lhtadewald@gmail.com, aluno31.1@gmail.com, carmenrobotica@yahoo.com.br

EMEF José Mariano Beck
Rua Joaquim Porto Villanova, 135 – Bom Jesus
Porto Alegre, Rio Grande do Sul – CEP 91.410-400

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Com o objetivo de diminuir a produção de papel, evitando doenças e a poluição do planeta, foi proposto o projeto Jogolimpo que consiste em transformar todas as provas da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) em jogos digitais através do programa EDILIM. O projeto proporcionou condições para que pessoas conectadas a internet pudessem acessar o conteúdo da OBR de forma prazerosa, aprendendo mais sobre robótica e conhecimentos gerais. Além disso, o grupo responsável pela criação do projeto aprendeu a criar jogos, a lidar melhor com o computador, utilizando paint, word, print screw.

1 DESCRIÇÃO

O projeto Jogolimpo surgiu a partir da realização de um simulado das provas da OBR, preparado pela Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre. O simulado reuniu questões de provas anteriores para ajudar os alunos a se prepararem para participar da OBR 2011/Prova Teórica. Ao realizar essa atividade, percebemos que havia um grande número de cópias de folhas. Somente na nossa escola 591 alunos participaram do simulado, sendo que cada prova tinha em média 9 folhas, totalizando 5319 cópias.

Pesquisamos e descobrimos que para produzir 1 tonelada de papel é necessário de 2 a 3 toneladas de árvores (pinus ou eucaliptos). O eucalipto consome 30 litros de água por dia, causando prejuízos aos lençóis d'água. Para branquear o papel usa-se o dióxido de cloro que produz dioxinas. A dioxina é a mais potente substância cancerígena já testada e, apesar do tratamento realizado nos efluentes, permanece na água, contaminando o solo, os alimentos e os animais que consomem dessa água. Dessa forma, os seres humanos acabam alimentando-se de produtos contaminados, acumulando as dioxinas no corpo e podendo desenvolver câncer (80% dos casos de câncer são causados por fatores externos e o restante por fatores hereditários).

Preocupados com o meio ambiente e com o corpo humano, resolvemos enfrentar o problema do consumo excessivo de papel, transformando as provas dos anos anteriores da OBR em jogos digitais e publicar no site da Escola para

disponibilizar aos estudantes uma nova forma de preparar-se para a Prova Teórica. Os jogos foram construídos com o EDILIM que é um programa gratuito oferecido no site: <http://www.educalim.com/descargas.htm> Esse programa foi apresentado à nossa escola pela assessora da Secretaria de Educação, professora Elizabeth Trindade, com a intenção de desafiar os alunos e professores a produzirem jogos em todas as áreas do conhecimento.

Para atingir o objetivo de transformar todas as provas em jogos digitais, nos dividimos em duplas, baixamos as provas do site da OBR (em PDF), lemos cada questão e escolhemos qual o jogo mais adequado à proposta da questão: múltipla escolha, marcar a alternativa correta, ligar elementos, etc. Inicialmente realizávamos um “copia e cola”, contudo, logo percebemos que era necessário adequar o texto, pois o programa EDILIM não permite modificações (já apresenta um pré formato para as atividades). Por exemplo: só permite quatro respostas nas questões de múltipla escolha e as provas apresentavam cinco opções. Sendo assim, precisávamos decidir o que manter e o que retirar. Também aprendemos a manipular imagens (cortando, colando, redimensionando).

A seguir, batizamos o projeto de “JOGOLIMPO”, usando a palavra LIMPO com duplo sentido: de olimpíada e de limpeza do planeta. Por fim, o JOGOLIMPO foi publicado na página da Escola José Mariano Beck: <http://websmed.portoalegre.rs.gov.br/escolas/mariano/jogolimpotabela.htm>.

Apesar de termos conseguido transformar todas as provas em jogos, percebemos que elas ainda necessitam de alguns ajustes técnicos. Por exemplo: textos e respostas incompletos, erros de português ou de digitação, ordens incompletas ou pouco claras nos jogos.

Esse projeto nos ensinou que nos tempos atuais há muito uso de energia para produzir inúmeros produtos e para movimentar as coisas. Porém, muitas energias causam a poluição do planeta Terra. Sendo assim, precisamos aprender a reutilizar os materiais, reciclando-os para ajudar a preservar o meio ambiente. Além disso, aprendemos a utilizar melhor o

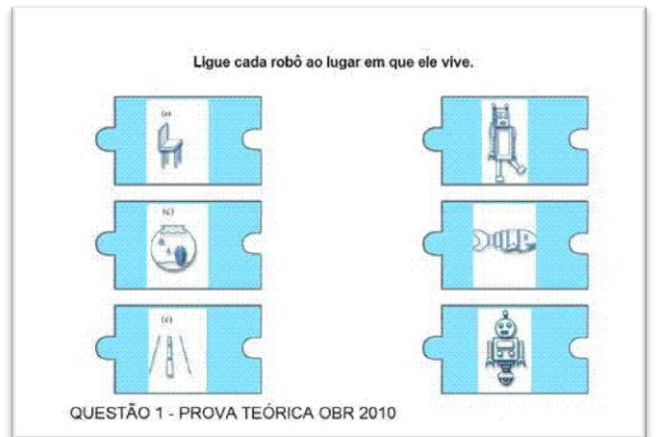
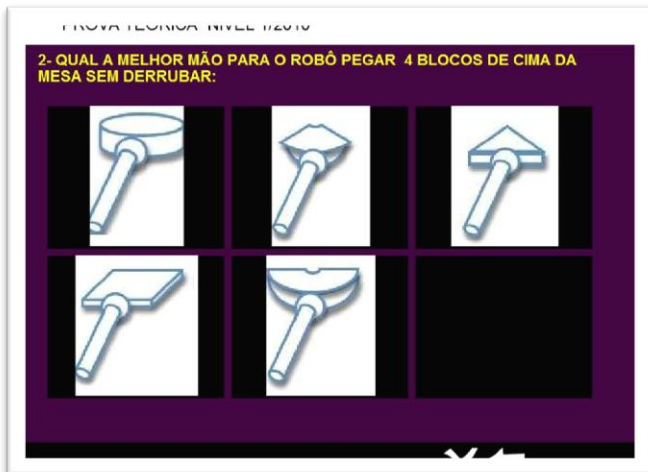
computador e a pensar nas questões envolvendo português, matemática, ciências, inglês, robótica, etc.

Concluimos que nosso objetivo foi atingido, pois conseguimos fazer os jogos.

Agora, esperamos que estudantes da nossa Escola e de diferentes escolas do Brasil possam resolver as questões, preparando-se para o momento de resolver as questões da OBR sem gastar com a impressão de folhas. Acreditamos que dessa forma, aprenderão mais os conteúdos escolares, reduzindo o uso de folhas de papel dessa forma, contribuindo para preservar a água e o planeta Terra.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO

Não Disponível.

LEGWORk – ROBÓTICA NO CTI

Ricardo Rogério da Silva (3º ano Ensino Técnico), Everton Luíz Ferreira (3º ano Ensino Técnico), Everaldo Gomes (3º ano Ensino Técnico), Ana Clara Carraro Marmol (3º ano Ensino Técnico), Bianca Jordão da Silva (3º ano Ensino Técnico), Daniel Hudson Silva Atílio (3º ano Ensino Técnico), Nelma Menezes Gatti Guimarães (3º ano Ensino Técnico), André Luiz Ribeiro Bicudo (Professor), André Luíz Dalastti (Professor)

profbicudocti@gmail.com

Colégio Técnico Industrial Isaac Portal Róldan
Avenida Nações Unidas, 50-58 – Vargem Limpa
Bauru, São Paulo – CEP 17.033-260

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *Nosso projeto está focado em pesquisa de valor científico, visando desenvolver um robô móvel e autônomo, sendo programável as suas funções de locomoção e leitura de sensores.*

A proposta é desenvolver um robô móvel utilizando a placa com microcontrolador Arduino Duemilanove, programação em linguagem C - Arduino, acionando servo motores, integrando sensores de luz para que o mesmo possa seguir um caminho determinado e de distância para identificar objetos a sua frente.

1 DESCRIÇÃO

O projeto envolverá o desenvolvimento de um robô, utilizando o microcontrolador Arduino e a elaboração da programação do robô com funções de movimento (andar: frente, trás e de giro) e dos seus sensores, proporcionando a pesquisa sobre o desenvolvimento de um robô, estudo dos componentes eletrônicos para a montagem do esquema eletrônico e dos métodos de programação da linguagem C aplicado ao Arduino.

Objetivos: os objetivos deste projeto são:

- * Desenvolver a montagem do robô, integrando os motores e sensores
- * Programar o acionamento dos motores
- * Programar condições a um sensor para detectar algum obstáculo para que ele emita um sinal de alerta;
- * Programar condições do sensor de luz para que o mesmo possa diferenciar (branco e preto) e assim seguir um caminho determinado.

Foi criado um blog (www.legworkcti2011.blogspot.com) onde todo o desenvolvimento e pesquisa é registrado e compartilhado entre os alunos e professores.

Metodologia: O Colégio Técnico - Unesp - Bauru, tradicionalmente promove a formação de equipes para o desenvolvimento de projetos de conclusão de curso na área de

informática, projeto interdisciplinar envolvendo as disciplinas de programação, técnicas de sistemas e aplicativos.

Primeiramente iniciou-se com a pesquisa das aplicações e possibilidades de utilização do microcontrolador Arduino, estudo dos componentes eletrônicos e testes com acionamentos de leds e funções da linguagem C - Arduino.

Estudo da estrutura necessária para acoplagem dos servo motores, fixação das placas e rodas.

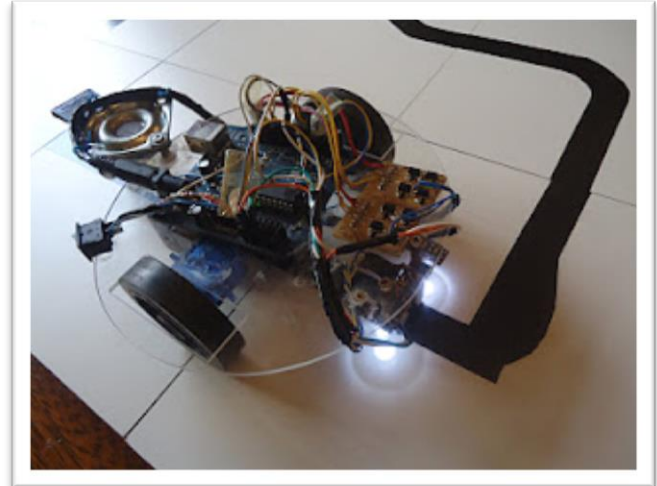
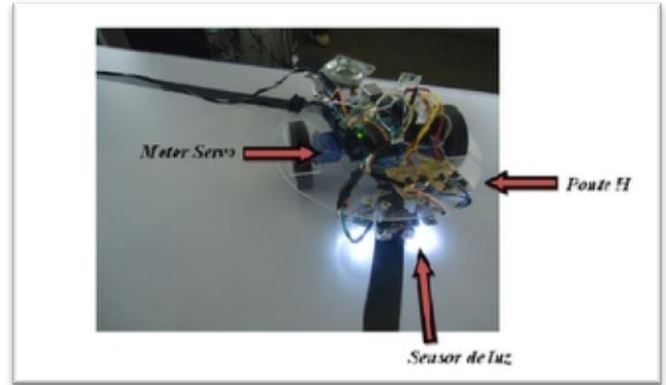
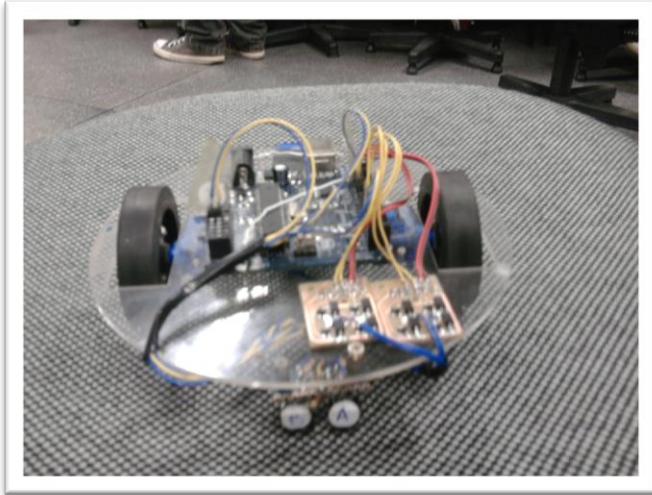
Houve a necessidade de integração com alunos da Eletrônica para o desenvolvimento de placas para o acionamento de motores utilizando ponte H e placa para o sensor de luz.

Resultados: O projeto está em desenvolvimento para apresentação final em novembro de 2011, mas já está com as funções de acionamento de motor e em desenvolvimento dos testes com os sensores de luz.

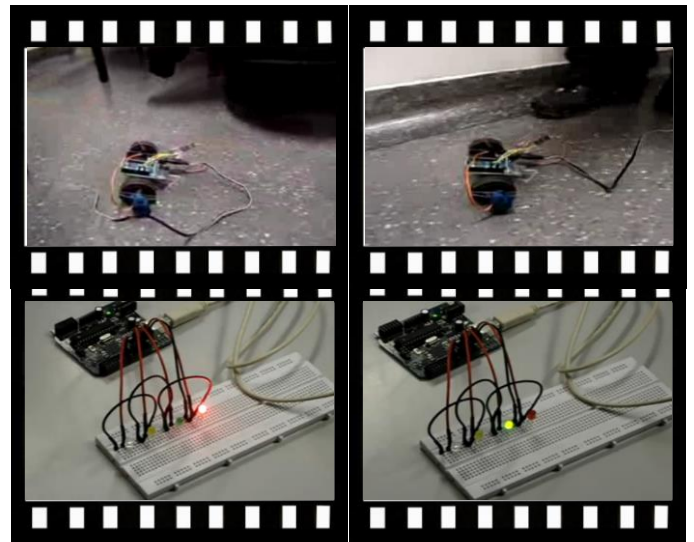
Buscamos que o robô desempenhe as tarefas proposta na prova de resgate da Olimpíadas de Robótica.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*



MAR DE PLÁSTICO

**Alane Acosta, Pedro Azevedo, Rafael Augusto,
Gustavo Cavalcante Barbosa (Professor)**

legodf@ig.com.br

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

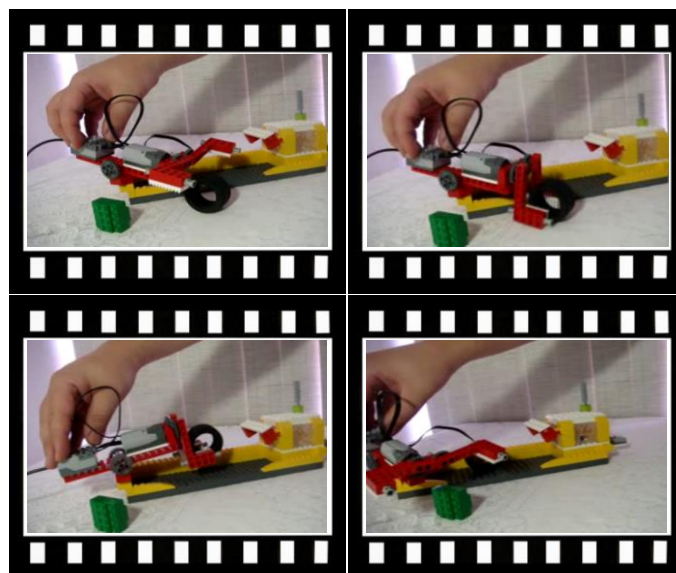
Com a preocupação do meio ambiente, criamos um barco personalizado para a retirada de lixo colocados de forma inadequada em nossos mares, rios e lagos. Usamos aqui a programação, motor e sensor de presença com o Lego WeDo.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

NIGHTINGALE

André Luiz Oliveira Martins (3º ano Ensino Médio), Thiago Resende Barros, Valesca Lutielle Carvalho Rodrigues,

José Ulisses Rodrigues Januário (Professor)

ulisses633@gmail.com

Escola Estadual de Educação Profissional Manoel Mano
Rua Júlio Lima, 2194 - Planalto
Crateús, Ceará – CEP 63.700-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O robô Nightingale suprirá a carência de assistência, equipamentos, e atendimento médico, em estabelecimentos incapacitados. Na sociedade atual é necessário que cada indivíduo tenha conhecimento sobre enfermidades que possam vir a inserir-se em seu ciclo vital. Sob essa perspectiva que tivemos a ideia de elaborar um projeto relacionado a essa área, que sofre por grandes carências em nossa sociedade.

O projeto conta com a facilidade em obter informações e tratamento médico rápido e eficaz, a partir do desenvolvimento de um equipamento capaz de suprir as necessidades que venham a surgir durante o prazo em que um indivíduo esteja doente. Contribuindo assim para o desenvolvimento de tecnologia que ajude o ser humano a lidar com problemas de saúde que possam interferir em sua vida.

1 DESCRIÇÃO

A área da saúde esta cada vez tornando-se mais fácil e pratica para com os que se apropriam de tecnologias afim da automação do trabalho. Com o advento de novas tecnologias na área da saúde, como por exemplo, máquinas de exames em geral, máquinas de medidas precisas e etc., tudo se tornou mais fácil e prático.

O Brasil se encontra em uma situação onde a área da saúde não está sendo uma das mais privilegiadas, vivi-se um tempo onde ambientes hospitalares se encontram superlotados, há ausência de bons profissionais e um mau atendimento e é nesse contexto onde se encaixa as novas tecnologias sendo tais para amenizar ou de certa forma resolver o problema ao qual o país passa.

Objetivos:

- Informar ao paciente o horário para ingestão de medicamentos receitados pelo médico.
- Possibilitar ao portador da enfermidade, o acesso a qualquer tipo de informação relacionada a mesma.
- Informar o paciente sobre o tipo de alimentação que ele poderá ingerir durante o processo de tratamento da doença.
- Permitir o acesso a informações sobre a taxa de glicose que contém cada alimento para manter bem informado os portadores de diabetes.

Justificativa: O robô Nightingale suprirá a carência de assistência, equipamentos, e atendimento médico, em estabelecimentos incapacitados. Na sociedade atual é necessário que cada indivíduo tenha conhecimento sobre

enfermidades que possam vir a inserir-se em seu ciclo vital. Sob essa perspectiva que tivemos a ideia de elaborar um projeto relacionado a essa área, que sofre por grandes carências em nossa sociedade.

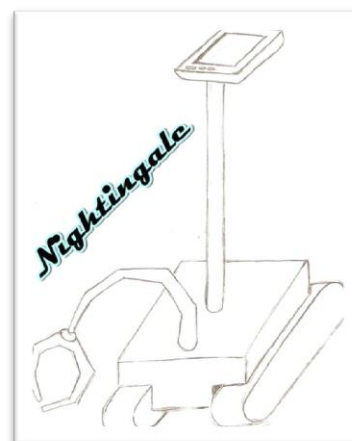
O projeto conta com a facilidade em obter informações e tratamento médico rápido e eficaz, a partir do desenvolvimento de um equipamento capaz de suprir as necessidades que venham a surgir durante o prazo em que um indivíduo esteja doente. Contribuindo assim para o desenvolvimento de tecnologia que ajude o ser humano a lidar com problemas de saúde que possam interferir em sua vida.

Conclusão: Em suma, faz-se necessário que haja equipamentos que possam informar o paciente sobre qualquer tipo de doença, seu tratamento e formas de alimentação, este equipamento por sua vez que garanta conforto, praticidade e automação.

Conclui-se que este equipamento garante a qualidade no processo de auto-tratamento do paciente, fazendo com que este tenha total formação sobre as enfermidades que possam vir a instalar-se em seu corpo, estas que podem ser as mais comuns em toda a sociedade.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

OXO8, MEU PRIMEIRO ROBÔ

Gabriel Lázaro Theodoro Rosa (2º ano Ensino Fundamental),

Bruno Otto Theodoro Rosa (Orientador)

bruno.mocidade@gmail.com, gabrielrosa@hotmail.com

Colégio Interativo – Araraquara
Avenida Padre José de Anchieta, 1508 – Vila Melhado
Araraquara, São Paulo – CEP 14.807-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Proposta livre de um robô feita pelo próprio autor, de acordo com a percepção de suas necessidades, sem preocupação com aspectos tecnológicos, financeiros ou mercadológicos.

1 DESCRIÇÃO

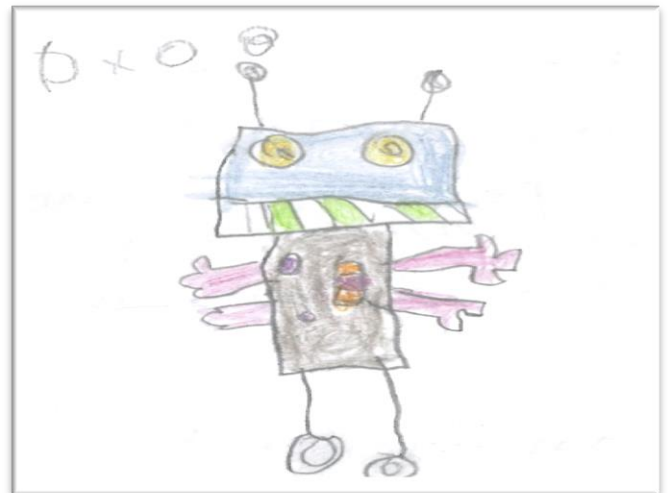
Objetivo: Motivar o interesse pela robótica, fazendo propostas livres e imaginativas, originais do próprio autor.

Metodologia: Deixar que o aluno faça propostas livres de soluções automatizadas para problemas e necessidades cotidianas, que atendam sua realidade. A proposta era de um desenho que representasse sua ideia e uma descrição simples, que deveria ser escrita por ele próprio. O texto original não foi nem mesmo corrigido para garantir ainda mais sua originalidade.

Resultados: A apresentação da proposta mostra de forma simplista a visão de um aluno de 7 anos de quais sejam a possibilidades de um robô. A necessidade supera a preocupação com limites tecnológicos. Acreditamos que expor aos alunos a essa proposta de projeto de um robô é uma ótima forma de incentivo e de inspiração para que ele progressivamente vá, de forma lúdica, se aproximando do campo da robótica.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

PET – O ROBÔ QUE INTERAGE COM AS PESSOAS

Gleison Santana Souza (2º ano Ensino Médio), Rosane Delfino de Barros,

Aparecido Luiz Bento (Professor)

prof.aparecidoluiz@yahoo.com.br

Escola de Ensino Fundamental e Médio Padre Amorim
Rua Róseo Jamararu, 13 - Jamararu
Missão Velha, Ceará – CEP 63.207-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA



RESUMO: No mundo globalizado em que vivemos é essencial o domínio das novas tecnologias, como por exemplo, a construção de dispositivos automatizados capazes de executar tarefas programadas com eficiência e precisão. Logo, em todos os setores de atuação do homem os robôs estão presentes, executando desde pequenas tarefas domésticas até modernas cirurgias. Porém, o desenvolvimento tecnológico deve estar associado ao uso racional dos recursos naturais para que possamos assegurar o futuro da humanidade no planeta Terra. Portanto, este projeto objetivou despertar a comunidade escolar local para importância do desenvolvimento sustentável através da construção de um robô que interage com as pessoas. Inicialmente realizamos estudos sobre a história da robótica e sobre o software Superlogo. Depois, elaboração de um projeto para a construção do robô e pesquisas sobre material reciclável. A seguir, coleta de material reciclável e execução do projeto. Por fim, testes, correção de problemas e apresentações.

1 DESCRIÇÃO

Nosso trabalho aborda os temas robótica e reciclagem do lixo. Assim, procuramos conscientizar as pessoas sobre a preservação do meio ambiente com o reaproveitamento de materiais, como as garrafas pet, recipientes de alumínio, borracha, madeira, etc. Todavia, não deixando de lado o uso de novas tecnologias como o conhecimento sobre as máquinas automatizadas: programação, motores, sensores, circuitos, etc. Enfim, o foco principal é mostrar que os avanços tecnológicos devem estar em plena harmonia com a preservação da natureza para que possamos garantir o futuro das próximas gerações.

Objetivos:

1. Conscientizar as pessoas sobre a importância da preservação da natureza com atitudes como: não jogar lixo em lugares impróprios, fazer a reciclagem do lixo, compreender quanto tempo o lixo leva para se decompor, saber diferenciar os tipos de lixo, etc.
2. Falar sobre as máquinas automáticas: história, importância para o processo de produção, impacto provocado na vida das pessoas, etc.

Motivação: A partir de observações feitas em nossa comunidade percebemos que a maioria dos cidadãos não

respeita ao meio ambiente. Assim, jogam lixo em lugares impróprios e causam muitos problemas como entupimento dos esgotos, proliferação de doenças, aumento do número de insetos nocivos e muito mais. Por outro lado, é fato que as novas tecnologias estão por toda parte desde uma porta que se abre automaticamente até a exploração de outros planetas. Portanto, decidimos associar os temas tecnologia e preservação do meio ambiente, pois fazem parte da pauta de discussão da sociedade moderna.

Desenvolvimento: Inicialmente, estudos sobre a história da robótica e sobre o Superlogo (software). Depois, elaboração de um projeto para a construção do robô e pesquisas sobre material reciclável. A seguir, coleta de material reciclável e execução do projeto. Logo após, testes e correções de problemas. Finalmente, apresentação para a comunidade escolar.

Avaliação: O nosso trabalho participou de vários eventos como aulas de história, de física, de língua portuguesa, da feira de ciências escolar, da feira de ciências regional. Assim, foi avaliado e várias correções foram feitas a partir destas análises.

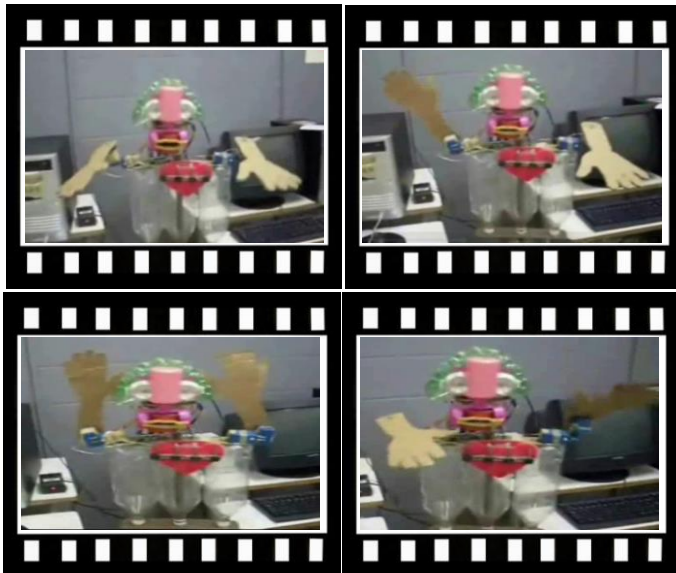
Resultados: Construímos um robô interage com o público. Ele tem 1,50m de altura e certos aspectos humanos. Está conectado a um computador de onde recebe os comandos. Assim, ao ser tocado em um dos sensores ele dança, conta uma história, dar dicas de como preservar o meio ambiente e faz campanha de conscientização sobre o reaproveitamento de materiais descartados. Simultaneamente, movimentada a boca, os braços e abre os olhos. Assim, os alunos coordenam o robô por meio de comandos aplicados ao programa Superlogo e permitem a interação com as pessoas. Nosso trabalho contribui para a formação de valores com relação à preservação do meio ambiente e, também, para a aprendizagem sobre robótica e novas tecnologias.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

PONTE LEVADIÇA

Ana Luiza Mendonça (5º ano Ensino Fundamental), Enzo Dangelo (5º ano Ensino Fundamental),
Bernardo Cardador,

Gustavo Cavalcante Barbosa (Professor)

legodf@ig.com.br

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

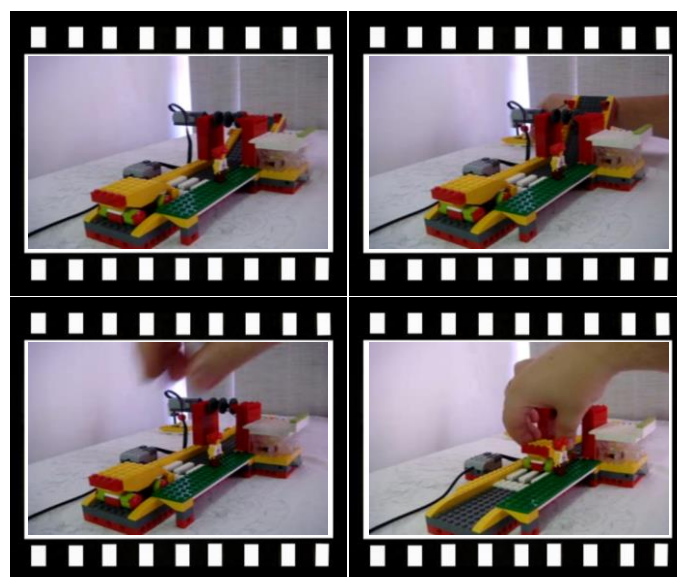
Criamos um tipo de ponte móvel tipicamente associada com a entrada de um castelo. O termo é, frequentemente, usado para descrever todos os tipos diferentes de pontes móveis, como pontes basculantes e pontes erguidas verticalmente. Houve também uma preocupação com a discussão da melhor forma de se ultrapassar uma rua. Usamos aqui a programação, motor e sensor de presença com o Lego WeDo.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

PROJETO “ONLY YOU”: ROBÔ DE DANÇA DA MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA 2011

Jean Felipe Costa Silva (2º ano Ensino Médio), Matheus Marques Casquel (1º ano Ensino Médio),

Carla Luczyk (Professora)

xendra_xendra@hotmail.com, jeanflp@live.com, matheus.casquel@hotmail.com

Colégio Saint Clair

Rua Coronel Emídio Piedade, 604 - Pari
São Paulo, São Paulo – CEP 03018-010

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Nesta apresentação tem-se a finalidade de mostrar o processo de elaboração usada para o desenvolvimento do projeto “Only you”, pertencente à categoria de dança nível I da Mostra Nacional de Robótica 2011 (MNR). O presente projeto trata-se de um robô que possui o propósito de entreter os participantes e a plateia através de suas atitudes. Esta coreografia refere-se a uma encenação de uma música, sendo a música interpretada por Adriana Calcanhoto: “Fico assim sem você”. Nesta performance mostramos o mundo dos adolescente diante das fases que envolvem seu amadurecimento para a vida adulta.

1 DESCRIÇÃO

Design Técnico e Construção: O robô foi construído usando um kit de robótica educacional Lego Mindstorms NXT 2.0. Este possui controladores lógicos programáveis (CLP’s), que são o cérebro do robô. Nestes CLP’s, é processada a lógica criada para programas específicos. O NXT ao receber as informações dos sensores (inputs), processa-os de acordo com a programação, o que possibilita a tomada de decisões. A sua programação é desenvolvida em plataforma gráfica do software Mindstorms. As partes que integram o restante dos componentes são peças do próprio kit, sensores, motores e controladores lógicos.

Objetivo: Através de um Robô representando uma garota, temos um adolescente apaixonado, buscando a atenção da mesma. Quando o rapaz se vê ignorado pela garota, ele expressa seus sentimentos e extrapola para o seu meio.

A cena é conhecida: um mau humor, vindo não se sabe de onde, uma irritação em relação a tudo o que os outros fazem ou dizem, principalmente quando esses outros são os pais ou irmãos, a sensação de que ninguém é capaz de entender seus sentimentos ou pensamentos.

Quem, em algum momento da sua adolescência, não se sentiu assim? Com esta apresentação estamos demonstrando um pouco do mundo do adolescente e seus sentimento conflitantes onde os mesmos levam para casa e no ambiente social onde convivem.

A música originalmente dos cantores Claudinho e Buchecha, regravaada posteriormente por Adriana Calcanhoto nos remete a algo subjetivo, pois nos faz ir além da interação com as palavras, quando paramos para pensar percebemos que é algo tão fascinante que nos emociona.

Resultado: Neste trabalho concluímos que os conflitos não desaparecem com o fim da adolescência e a entrada no chamado mundo adulto. Eles são uma oportunidade para aprendermos a identificar nossas dificuldades e a lidar com elas. É por isso que, apesar de incômodos, os conflitos são importantes. Passar por eles certamente não é uma tarefa fácil, mas pode ser uma grande experiência para toda a vida. O que nos remete as questões e a reflexão que a letra da música nos passa: O que a autora quer dizer com: nem mil alto falantes vão poder falar por mim?; Que ideia a frase: Avião sem asa transmite em relação á frase: assim sem você?; A frase: o relógio tá de mal comigo não foi utilizado no sentido literal. O que significa essa frase?; O neném consegue viver sem chupeta. Porque então a autora utiliza a frase neném sem chupeta para dar ideia de algo que é essencial para outro?; Qual o objetivo da musica, qual a ideia transmitida por ela? Através desse projeto ultrapassamos as paredes acadêmicas e nos dirigimos para um mundo onde os adolescentes têm de aprender com suas atitudes.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

PROJETO ARACNOBOT



Marcelo do Carmo Camargo Gaiotto (Professor)

m.gaiotto@tecpuc.com.br

Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho
Curitiba, Paraná – CEP 80215-901

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O projeto Aracnobot surgiu da ideia de trazer um novo conceito de robô móvel utilizando como meio de locomoção, não o convencional como rodas ou esteiras, mas sim pernas. Foram estudados vários animais para servir como modelo, porém a montagem do robô toma como base uma aranha caranguejeira, com oito pernas, onde cada uma utiliza três servomotores servindo como articulações, com o intuito de simular os movimentos do aracnídeo, utilizando também sensores para que ela possa obter uma movimentação mais próxima do espécime real e desviar sem que haja o risco de colisões com qualquer obstáculo móvel ou não que esteja em seu caminho.

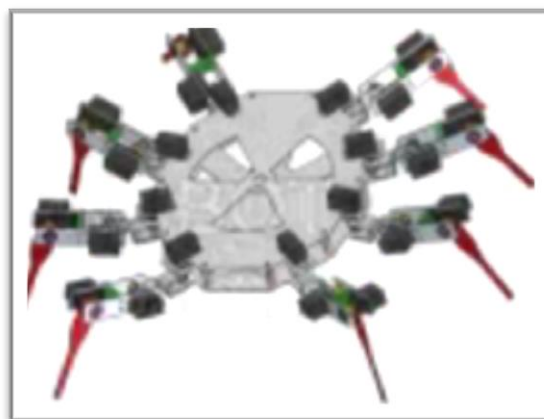
Dois protótipos foram feitos, um com um peso de aproximadamente 4 kg e o segundo após passar por um trabalho de reestruturação ficou com 2kg.

1 DESCRIÇÃO

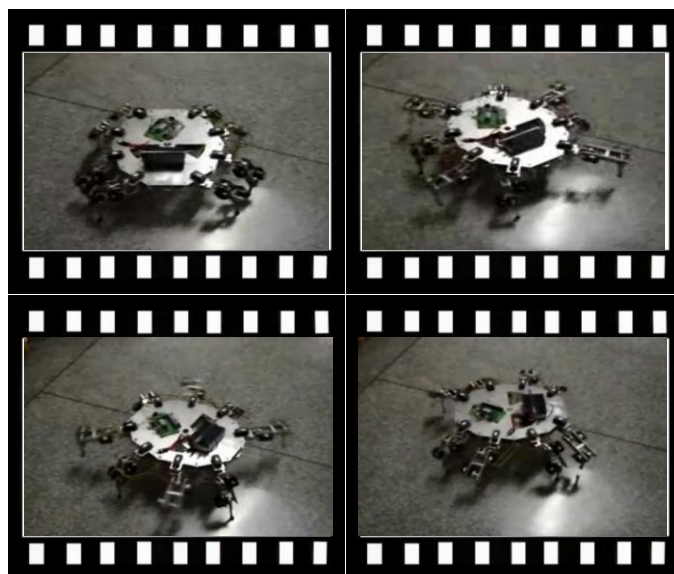
Todo o projeto que a princípio foi modelado em solid edge (primeiro modelo) foi transportado para outro software mecânico chamado solid works, onde foram retrabalhadas as idéias iniciais, foi criada uma nova estrutura mais leve e menor. Utilizando este novo projeto mecânico, foram utilizados vários recursos para a fabricação dos componentes de projeto, a utilização de máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado) para a fabricação de peças pequenas como buchas, utilização também das máquinas convencionais como fresa e trono mecânico, mas o processo principal foi o corte a laser. Com todas as peças já usinadas e com os componentes comerciais em mãos foram feitos todos os processos necessários para a montagem, como ajustes, verificações de interferência para assim obter um conjunto montado mais próximo o possível do projetado, para poder ser feito a parte de controle. Este controle seguindo os parâmetros anteriores é feito através de um programa que utiliza a linguagem em C, esta linguagem oferece recursos onde possa ser acionado e controlado os servomotores através de um microcontrolador, alterar o sentido de rotação e velocidade quando necessário.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

PROJETO GAYA

**Matheus Marques Casquel (1º ano Ensino Médio), Jean Costa Silva (2º ano Ensino Médio),
Carla Luczyk (Professora)**

xendra_xendra@hotmail.com, matheus.casquel@hotmail.com, jeanflp@live.com

Colégio Saint Clair
Rua Coronel Emídio Piedade, 604 - Pari
São Paulo, São Paulo – CEP 03018-010

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Neste projeto a equipe de robótica desenvolveu um robô para trabalhar semeadura em áreas irregulares de difícil acesso ao trabalho humano de replante. Áreas acidentadas que sofreram com a retirada de minério do solo, onde se tornou inviável para que a natureza realize-se o trabalho sozinha. Outro agravante do local onde o robô realiza este trabalho é o fato de que a fauna foi explorada por tráfico de animais e aves silvestres. O interessante deste projeto é a interdisciplinaridade entre Robótica, Biologia e Empreendedorismo. Um fator que nos motivou foi a eleição do ano 2011 como o Ano Internacional das Florestas elegido pela ONU.

1 DESCRIÇÃO

Design Técnico e Construção: O robô foi construído usando um kit de robótica educacional Lego Mindstorms NXT 2.0 juntamente com o material da Tetrrix-Pitsco. Este possui controladores lógicos programáveis (CLP's), que são o cérebro do robô. Nestes CLP's, é processada a lógica criada para programas específicos. O NXT ao receber as informações dos sensores (inputs), processa-os de acordo com a programação, o que possibilita a tomada de decisões. A sua programação é desenvolvida em plataforma gráfica do software Mindstorms e do Tetrrix em linguagem C. As partes que integram o restante dos componentes são peças do próprio kit, sensores, motores e controladores lógicos e peças de alumínio do Tetrrix.

Objetivo:

Através deste Robô foram semeadas as sementes primárias e secundárias com um programa de estudo da biodiversidade do local, onde estas sementes teriam uma resistência adequada ao seu meio. O estudo do local foi em parceria com o IBF (Instituto Brasileiro de Florestas), onde forneceram inclusive as sementes nativas.

O local em que o robô transita possuía um solo extremamente duro, argiloso, arenoso em alguns locais, estriado com veios d'água em outros e com poucas mudas de árvores nativas com cerca de 80 cm.

Para construir este robô utilizamos três NXT, rodas grandes e com cravos e uma roda lateral que serve como apoio para impedir que o robô vire, por conta do terreno irregular. Temos

também um sistema de porta que abre e fecha para que a semente possa cair em um período de 5 em 5 segundos dentro de um sulco na terra que é feito por uma lâmina que se localiza na parte inferior. Contamos também com um sistema de amortecimento nas quatro rodas, são feitas com vigas e molas embutidas.

Com o trabalho deste robô passamos de uma probabilidade de 3% de reflorestamento para 50% com o trabalho da própria natureza. Esta porcentagem seria impossível considerando os agravantes apresentados. Usamos garrafas pets para silo das sementes, e para energia dos robôs são usadas baterias de energia solar.

No total foram semeadas uma área de 900 metros quadrados. As sementes germinaram, os brotos já iniciaram as hastes e agora a possibilidade da área ser reflorestada é maior. Outro fator são as empresas de eventos de passeios voltados para instituições de ensino que levam os alunos para visitarem o local que fica inserida na serra do mar, em Vila Paranapiacaba. A Prefeitura de Santo André e a Subprefeitura da cidade colaboraram com os materiais de mapeamento. O SOS Mata Atlântica nos apoiou quanto as informações relacionadas a Mata Atlântica.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

PROJETO ROBÓTICA EFICIENTE: DESENVOLVENDO TECNOLOGIAS E PROMOVENDO ACESSIBILIDADE PARA CADEIRANTES

**Caico Rafael Souza Santos, Israel Moreira Ramos, Ane Machado Eduardo,
Janara Vieira de Sousa (Professora)**

morenara@gmail.com

Colégio Edimaster
Rua Maria da Conceição Lordelo Nunes, 87 - Centro
Irecê, Bahia – CEP 44.900-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *Este trabalho apresenta a experiência do Projeto: Robótica Eficiente, para pensar soluções tecnológicas e promover Acessibilidade a Pessoas com Necessidades Especiais, desenvolvido por estudantes do 8º Ano do Colégio EDIMASTER na cidade de Irecê, Bahia. O trabalho consiste no desenvolvimento de um protótipo de uma cadeira de rodas com sensores que possibilite com facilidade as pessoas com deficiência motora que fazem uso desse equipamento.*

PALAVRAS-CHAVE: *Acessibilidade, Robótica, Pessoas com Necessidades Especiais.*

1 DESCRIÇÃO

Segundo o site acessibilidade.org, Acessibilidade consiste na condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida. Na atualidade, esse conceito está sendo muito debatido e os profissionais se mobilizam cada vez mais, buscando soluções para essa problemática.

O Colégio EDIMASTER desenvolve desde 2010 o projeto de Robótica, em parceria com a “ZOOM” (Empresa brasileira que representa a LEGO® Education no país) sob a supervisão da professora Janara Vieira (Licenciada em computação pela Universidade Estadual da Paraíba e docente de Robótica, Telemática e Informática Educativa).

O ensino fundamental e médio dessa instituição vem realizando uma série de projetos envolvendo várias problemáticas desde tecnológicas, ambientais, sociais, entre outras. Um dos trabalhos de mais destaque foi o projeto interdisciplinar LEGO Eficiente que tinha como temática a Acessibilidade, realizado a partir de uma parceria entre a disciplina de Robótica com Profª Josilene Pereira (Matemática), Tatiana Dourado (Geografia) e Sandra de Castro (Português), feito especialmente pela turma do 8º Ano. O projeto foi dividido em três etapas:

1ª Etapa: Desenvolvimento da atividade proposta na Revista ZOOM, Fascículo nº 2 da respectiva série.

2ª Etapa: Palestra sobre Acessibilidade com o Pedagogo Profº João Batista, Deficiente Visual desde os 20 anos de idade, e Joacir, presidente da ADEVIR - Associação de Deficientes Visuais de Irecê e Região.

3ª Etapa: Pesquisa na cidade de Irecê sobre os problemas de Acessibilidade e a falta dela nos espaços públicos e privados. Culminando com a criação de slides (apresentação eletrônica), com textos, fotos e vídeos identificados com a temática na cidade.

A atividade da 1ª etapa consistia em desenvolver, utilizando o Kit Mindstorms NXT, com auxílio dos seus sensores, equipamentos capazes de auxiliar Pessoas com Necessidades Especiais (PNE's), proporcionando-os mais Acessibilidade. Inúmeras ideias surgiram. Alguns desenvolveram bengalas com sensores para deficientes visuais, outros desenvolveram automóveis para pessoas com obesidade mórbida e até mesmo rampas eletrônicas que facilitassem a locomoção de usuários de cadeiras de rodas.

O projeto que mais chamou a atenção foi o de uma equipe que desenvolveu uma cadeira de rodas semi-autônoma que permitiria mais independência aos deficientes motores. Ela possuía vários sensores que dariam mais conforto, independência e praticidade a essas pessoas. A ideia pareceu tão eficiente que uma das equipes do Clube de Robótica do Colégio, autores deste trabalho, decidiu dar continuidade a ela adaptando outros sensores.

O protótipo foi reconstruído dando continuidade a sua programação, recebendo o nome de L-801. A montagem conta com três sensores ao todo:

- Sensor Ultrassônico: percebe movimentos e detecta objetos;
- Sensor de Luz: detecta diferentes cores e intensidade de luz;
- Sensor de Toque: reage ao toque ou liberdade;

Na montagem, o sensor ultrassônico foi escolhido para detectar movimentos e impedir que a cadeira esbarrasse em pessoas e veículos.

O sensor de luz tem como objetivo identificar mudanças bruscas de profundidade e impedir que, por exemplo, o cadeirante fique preso em buracos (em casos como esse a cadeira retrocede).

O sensor de toque funciona como uma embreagem para auxiliar na subida e descida de ladeiras e outras superfícies não planas.

A partir do uso de todos esses sensores, a cadeira permite que o deficiente faça, sem ajuda de ninguém, atividades simples, como subir ladeiras; fazer compras; atravessar a ruas; dentre outras, mas que normalmente lhes seria inviável.

A programação foi simples somente dar movimento ao robô acionando os motores e fazendo mover as rodas.

Considerações Finais

A todo o momento surgem, no meio científico, ideias como essa (algumas vezes até mais simples) que visam permitir que essas atividades tão simplórias possam ser acessíveis a todos. Para quem não possui nenhuma deficiência isso parece ser incrivelmente insignificante. Porém para uma Pessoa com Necessidades Especiais é uma grande realização conseguir fazer tais coisas sozinho.

Existem hoje inúmeras tecnologias que são usadas para construção de eletrodomésticos, celulares e computadores super inovadores. A previsão é que isso só se expanda nos próximos anos. Será que faria algum mal converter um pouco dessa tecnologia em equipamentos que tornassem a vida de deficientes mais digna? É isso que nossa equipe propõe: uma maneira de permitir que essas pessoas possam ter uma vida normal. E isso é mais que possível, principalmente quando há a possibilidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Blog Robótica Edimaster,
<www.roboticaedimaster.blogspot.com> Acessado em
20 de agosto de 2011

Site sobre Acessibilidade <www.acessibilidade.org.br>,
Acessado em 21 de agosto de 2011.

Site LEGO ZOOM <www.legozoom.com.br>, Acessado em
19 de agosto de 2011.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

PROJETO SUBMARINO ARIRANHA



Marcelo do Carmo Camargo Gaiotto (Professor)

m.gaiotto@tecpuc.com.br

Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho
Curitiba, Paraná – CEP 80215-901

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O projeto ARIRANHA é um submarino construído para ser utilizado em pesquisas de ambientes aquáticos, na verificação de equipamentos e estruturas marítimas submersas, sendo fácil de operar, manipular e de baixo custo de produção, utilizando tecnologias acessíveis. Nos testes realizados no rio Nhundiaquara, no município de Morretes, na serra do mar no Paraná, os resultados obtidos foram muito promissores. É dotado de 2 motores de propulsão e 2 motores para movimentação de 2 flaps, iluminação a led e uma câmera de vídeo para captura de imagens submarinas. Este projeto foi desenvolvido em 2 meses e construído em 3 meses, como projeto final do curso técnico em Mecatrônica do TECPUCPR.

1 DESCRIÇÃO

Este projeto teve como objetivo construir um veículo remotamente operado ou ROV utilizando materiais de fácil acesso seja em termos de ferramentas, matérias primas para sua estrutura mecânica como da tecnologia embarcada. Por se tratar de um submarino, câmaras de lastro foram utilizadas para dar melhor estabilidade e equilíbrio. O veículo é todo em aço; com duas baterias de 12V (utilizada no teste baterias automotivas, não indicadas pois podem vazarem o fluido corrosivo) que alimentam os motores, comandos, sistema de vídeo e sensoriamento. O projeto começou foi todo projetado em Solid Edge (onde foi possível visualizar o veículo tomando forma e que seria viável sua construção). Um cilindro de aço dividido longitudinalmente, com medidas de 1100mm de comprimento e 300mm de diâmetro externo, foi utilizado na função lastro, no qual é armazenado água para auxiliar o ROV no processo de submersão. Para emergir, é utilizado um sistema pneumático onde uma câmara de borracha é inflada em cada lastro, forçando a água a sair do compartimento, e por conseguinte, emergir o submarino. O casco é construído com chapas de aço carbono tendo uma espessura de 2mm que será utilizada para fechar as partes cortadas do cilindro com dimensionamento de 300mm de largura, 1100mm de comprimento e extremidades arredondadas no ângulo do cilindro. Na parte inferior e traseira, uma chapa tem 1120mm de comprimento, 550mm de largura e três dobras de 520mm, 740mm e 840mm com ângulos de 135, 90 e 45 graus respectivamente. Com auxílio da máquina de calandra deu-se à forma côncava para a parte dianteira que tem 550mm de largura e 420mm de altura. O casco foi finalizado com uma

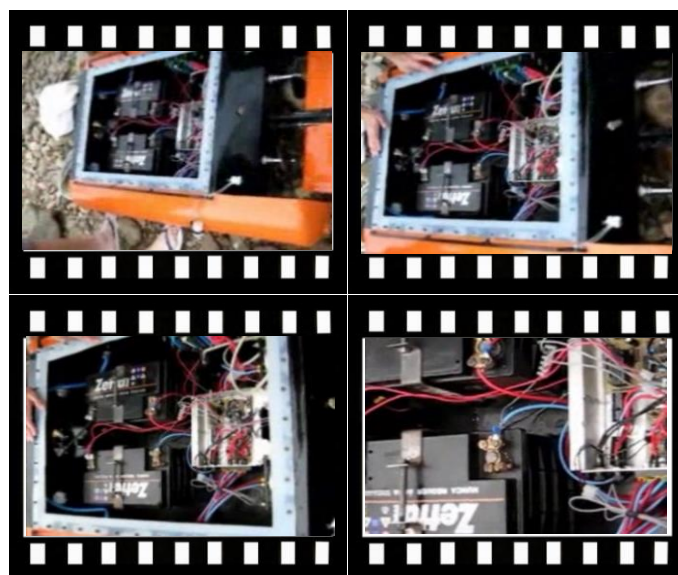
tampa superior de 550mm de largura e 700mm de comprimento. Após esses processos foi utilizado da solda MIG para unir todas as partes do veículo. Na parte traseira foram feitas furações para instalação dos motores. Na dianteira, três escotilhas uma para que a câmera de vídeo tenha visualização externa e duas outras terão faróis de leds instalados para auxiliar na iluminação. O ROV terá dois flaps para auxílio no deslocamento realizado por quatro motores alojados em lugares estratégicos.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

PROJETO SUMÔ DE ROBÔS TECPUCPR

Edgard Polchlopek Neto (2º ano Ensino Técnico), Eduardo Henrique Bartoski (2º ano Ensino Técnico), Leonardo Tod Hinke (2º ano Ensino Técnico), Kristoffer Augusto Capetti (2º ano Ensino Técnico), Luiz Rafael Manrich Rubin (2º ano Ensino Técnico), Jean Cláudio Quevedo dos Santos (2º ano Ensino Técnico),

Marcelo Gasparin (Professor)

marcelo.gasparin@pucpr.br

Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho
Curitiba, Paraná – CEP 80.215-901

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *O Projeto Sumô de Robôs, foi o primeiro projeto da disciplina de robótica do curso técnico integrado em informática do Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão, TECPUCPR, com o intuito de trabalhar com a lógica de programação e a estratégia de solução de desafios.*

1 DESCRIÇÃO

O Projeto Sumô de Robôs, foi o primeiro projeto da disciplina de robótica, com o intuito de trabalhar com a lógica de programação e a estratégia de solução de desafios.

Os alunos tiveram aulas de lógica de programação na disciplina específica do seu curso, mas como a abstração do alunos no início do curso ainda é baixa e a visão para resolução de problemas é pequena, a disciplina de robótica vem como acompanhamento de todas as disciplinas do curso, mas a que mais se beneficia dessas aulas é a disciplina de lógica, pois o intuito da aula que é de ensinar as formas lógica de se programar um sistema de computadores, a robótica pode aliar isso a prática, com o seu ambiente gráfico e iconizado, facilitando a abstração dos alunos que tem mais dificuldade para programar, no caso da robótica o programa desenvolvido nas aulas pode ser vinculado com os assuntos aprendidos na disciplina de lógica, isso pode ser claramente visto quanto de tem depoimentos como o do aluno Bruno Luiz Scalisse de Melo que diz:

Acho as aulas de robótica muito interessantes, pois botamos em prática o que conhecemos sobre programação, e também a nossa criatividade, acho uma das melhores aulas proporcionadas pelo TECPUCPR, pois aprendemos de uma maneira muito extrovertida com os robôs que montamos e com os objetivos propostos a cada aula.

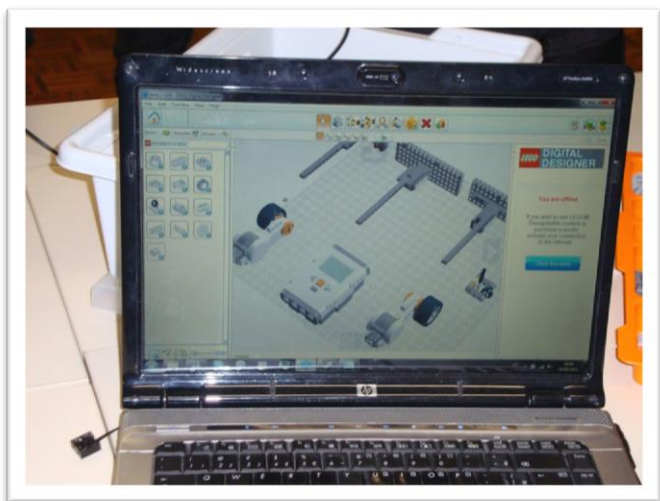
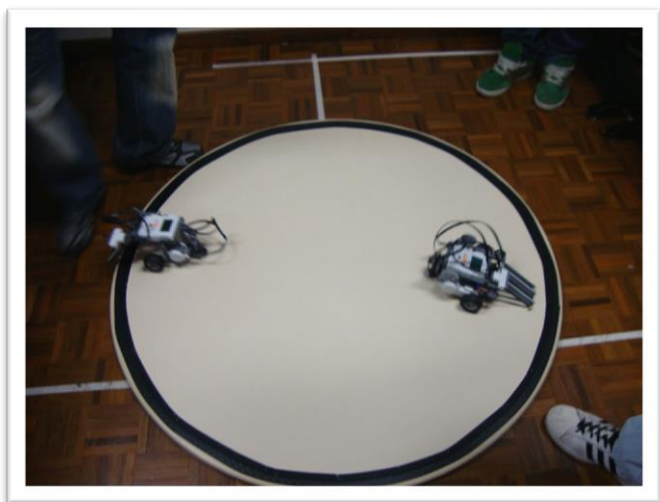
Sendo assim podemos entender os alunos estão realmente desenvolvendo a arte de programar das aulas de lógica, além de tudo o projeto de Sumo de Robôs foi desenvolvido como atividade extra das aulas de robótica.

Foi colocada uma linha preta num tablado para que os robôs reconhecessem o final do ringue e pudessem fazer uma estratégia para não saírem, se o robô fosse imobilizado ou se saísse por inteiro do ringue perderia. Não podia utilizar peças pessoais, apenas as que foram concedidas nos kits do colégio. Os alunos não podiam tocar nos robôs durante a luta, apenas nos intervalos, na hora dos testes e se caso o robô saísse do ringue. Nos intervalos dos rounds apenas uma pessoa de cada grupo podia entrar para levantar e/ou arrumar o robô. O robô foi montado na hora da aula com tempo de 30 minutos. Foram realizados 3 rounds por luta, mas o terceiro round só ocorreria em caso de empate, e cada round teria um tempo de 2 minutos, e um intervalo de 1 minuto para ajustes na programação. Para o início das lutas os robôs eram colocados lado a lado com saída em sentidos opostos e quando chegassem na linha preta na borda do ringue deveriam dar meia volta para iniciar o confronto. Existia um fiscal para cada equipe durante a montagem dos robôs e um juiz para o momento das lutas.

Os alunos utilizaram estratégias de programação que aprenderam nas aulas de lógica e no final todos acabaram fazendo uma grande comemoração junto com a equipe que venceu o Projeto de Sumô de Robôs, pôde-se assim estimular o espírito esportivo e a cordialidade entre as equipes.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

PROJETO T.I.G.R.A.O - TIGRÃO

Marcelo do Carmo Camargo Gaiotto (Professor)

m.gaiotto@tecpuc.com.br

Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho
Curitiba, Paraná – CEP 80215-901

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA



RESUMO: O Projeto Tigrão foi iniciado tendo como objetivo a criação de uma estrutura robótica móvel na forma de um bípede, a qual seria inserida em um personagem de pelúcia e dotada de interação reativa, formando um animatrônico, que seria utilizado como ferramenta psico-pedagógica, interagindo com os pacientes das alas infantis dos hospitais, proporcionando momentos de distração e alegria aos mesmos. Este trabalho pode contribuir para a redução do tempo de permanência destas crianças nos hospitais. Estudos comprovam que a distração das crianças durante os tratamentos auxilia num melhor aceitação da medicação e do tratamento. Em uma das visitas do robô realizadas nos hospitais, houve relatos dos pais, após alguns dias depois do encontro, que as crianças não apresentaram o mesmo comportamento de não querer ir para o hospital realizar o tratamento, e sim um desejo de ir conversar com o seu novo amiguinho.

1 DESCRIÇÃO

O projeto TIGRAO teve como objetivo inovar o campo da psicologia infantil, interagindo diretamente com as crianças hospitalizadas, onde o robô teria como função proporcionar melhores momentos de distração e interação. Ele é um robô animatrônico com 37 servomotores em operação, e capacidade de controle de até 64 servomotores. Toda a estrutura, mecânica e eletrônica foi desenvolvida pelos alunos do curso técnico em Mecatrônica, supervisionados pelos professores orientadores. dotados da capacidade de movimentação independente dos olhos, boca, sobrançelha, orelhas, pálpebras, pescoço (levantando e abaixando, movimentos para direita e esquerda), possibilitam a realização de várias expressões, muito próximas as do ser humano, como a tristeza, a alegria, o espanto, braveza, pensativo, dentre outras que melhoram a interação entre as pessoas e o robô. Seu desenvolvimento passou por várias etapas intermediárias de construção de protótipos em isopor para melhor visualizar os graus de liberdade. O emprego do software de modelagem mecânica Solid Edges facilitou nos testes de movimentação. Durante 4 meses foram desenvolvidas dois protótipos de movimentação das pernas, uma em pvc e outra em alumínio que contava com 12 motores, a qual foi testada com êxito demonstrando seu funcionamento. Após os testes das pernas, foram iniciados os trabalhos de produção das peças do corpo e membros

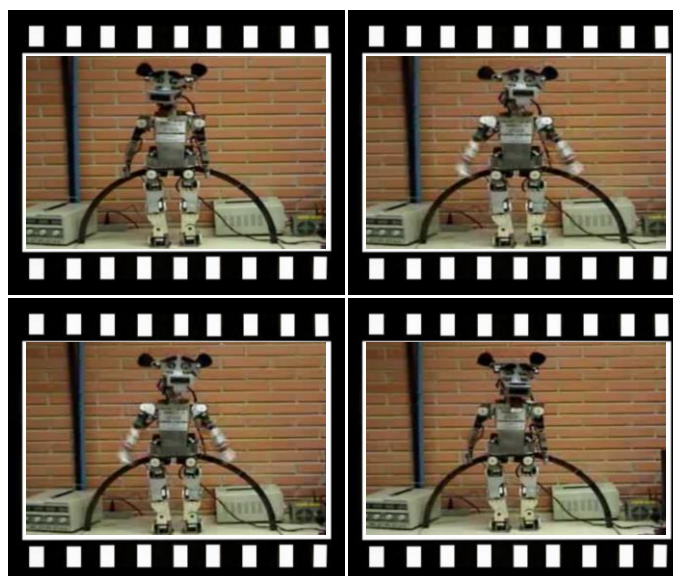
superiores (as quais já estavam projetadas) e sua integração com os motores. Os testes preliminares do corpo comprovaram sua grande capacidade de interação e simpatia. Quando apresentado pela primeira vez completo (corpo e pernas) para o público, pode-se comprovar a possibilidade de uma interação maior entre as pessoas e o robô. As novas alterações realizadas permitem a ele interagir em tempo real, interpretando musicas, conversando, e estabelecendo seu objetivo principal que é o de realizar visitas às crianças hospitalizadas.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

PROTÓTIPO DE UM ELEVADOR AUTÔNOMO UTILIZANDO O ARDUÍNO

**João Paulo Sandes (9º ano Ensino Fundamental), João Pedro Vilas Boas (9º ano Ensino Fundamental),
Igor Araújo Dias Santos (Colaborador), Andrique Figueirêdo Amorim (Professor)**

higor@live.com, joaopaulo.sandes@hotmail.com, jp_china17@hotmail.com

Colégio Nossa Senhora de Fátima
Avenida Jorge Teixeira, 125 – Candeias
Vitória da Conquista, Bahia – CEP 45.050-450

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O projeto apresenta o desenvolvimento de um protótipo de elevador autônomo capaz de ativar o seu movimento para cima ou para baixo através da percepção de algum móvel.

1 DESCRIÇÃO

O projeto foi desenvolvido com o propósito de utilizar o microcontrolador Arduino, sensores e motores para implementar protótipos automatizados, neste caso, um elevador que percebe a presença de um móvel e ativa os motores para o deslocamento da sua estrutura para cima ou para baixo.

Objetivo: Projetar um protótipo de um elevador autônomo que seja ativado com a detecção da presença de algum móvel.

Metodologia: O projeto fez parte de uma Mostra de Tecnologia e Ciência realizada no Colégio Nossa Senhora de Fátima.

Aproveitando os robôs seguidores de linha destinados à fase regional da Olimpíada Brasileira de Robótica, fez-se uma estrutura de um elevador que suportasse o peso dos robôs e fosse capaz de deslocá-los para uma superfície superior.

A estrutura do elevador foi construída na carpintaria do colégio baseado nas medições e critérios estabelecidos pelos alunos e professores de robótica.

O microcontrolador Arduino Duemilanove foi adotado para controlar os atuadores e os sensores do projeto.

Utilizou-se um motor DC de alto torque que tracionava o elevador por meio de um fio de nylon resistente. O motor girava no sentido horário e anti-horário realizando o movimento do elevador para cima e para baixo.

Dois sensores infravermelhos foram usados no protótipo: um na entrada de baixo (térreo) para identificar o móvel ao entrar no elevador; e outro sensor IR na entrada superior do elevador (1º andar) com o mesmo propósito.

Um sensor de toque disposto na parte superior da estrutura, servia para identificar que o elevador atingiu o 1º andar e, portanto, o motor deveria parar seu movimento.

Na base do elevador (térreo) usou-se um sensor de luz para perceber a presença do elevador ao atingir o chão.

Toda a programação foi realizada na IDE do próprio Arduino através da linguagem C++ e dos comandos específicos do Arduino para manipulação dos dispositivos eletrônicos nele conectados.

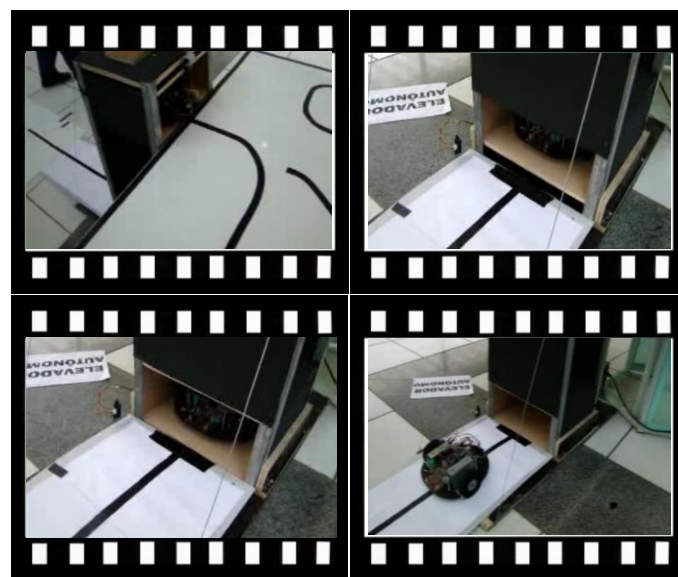
Resultados: Neste projeto foi possível explorar vários sensores como infravermelhos, sensor de toque e sensor de luz. Os alunos puderam enxergar possibilidade de automação de mecanismos do dia-a-dia. Confirmou-se também a facilidade do uso do microcontrolador Arduino tanto na conexão de dispositivos quanto na programação dos mesmos.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

R2D2

Miguel de Oliveira Carvalho (8º ano Ensino Fundamental),

Marcelo Stavale Molina (Professor)

molarobotica@colegiojk.com

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este projeto é embasado no robô R2D2 do filme Star Wars. Por ser fã do filme quis criar um robô similar feito na aula de robótica.

1 DESCRIÇÃO

Este robô foi construído com o kit comercial do LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 e utiliza 2 motores, 1 módulo do NXT, 1 sensor de proximidade ultrassom e 1 sensor de cores (utilizado com finalidade de iluminação).

A programação foi realizada em NXT-G da própria LEGO e é uma programação que demonstra como o robô pode ser temperamental.

Objetivo: Criar um robô similar com o R2D2 de Star Wars e embuí-lo de temperamento.

Metodologia: A construção iniciou-se pelas rodas e pela fixação do NXT. Depois disso o próximo passo foi a inclusão de sensores para o robô reagir ao ambiente. O sensor de proximidade foi usado para que o espectador pudesse interagir com o robô. Toda vez que alguém coloca a mão na frente de seu trajeto, ele para, reclama e muda de direção.

O temperamento foi criado através do sensor de cor, que funcionava como iluminação azul, verde e vermelha. Quando o robô andava para frente, a cor azul indicava que ele estava contente e despreocupado. Quando algum obstáculo aparece, ele para, muda o temperamento para a cor verde que é confusa; Quando o robô percebe que foi um obstáculo que o incomodou a cor do sensor fica vermelha e o robô reclama com o som habitual do R2D2 do filme, sacudindo de um lado para o outro. Após isso ele volta ao seu percurso normal e volta a ficar despreocupado.

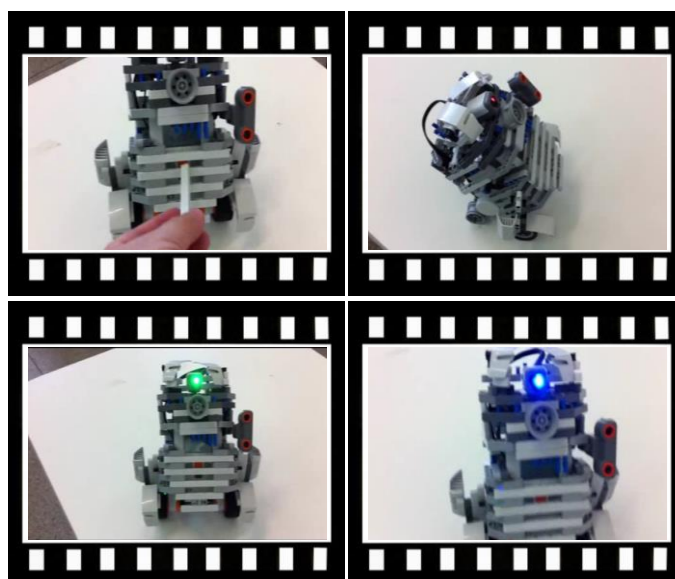
Resultado: O robô foi construído em 2 aulas e conseguiu completar a tarefa proposta mudando de temperamento a medida que encontrava novos obstáculos.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

REI JULIEN: ROBÔ DE DANÇA PARA MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA 2011

Thiago Kenji Makiyama Suguri (1º ano Ensino Médio), Matheus Marques Casquel (1º ano Ensino Médio), Felipe Rodrigues Picchi,

Carla Luczyk (Professora)

xendra_xendra@hotmail.com, matheus.casquel@hotmail.com

Colégio Saint Clair

Rua Coronel Emídio Piedade, 604 - Pari
São Paulo, São Paulo – CEP 03018-010

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Nesta apresentação tem-se a finalidade de mostrar o processo de elaboração usada para o desenvolvimento do projeto REI JULIEN, pertencente à categoria de dança nível I da Mostra Nacional de Robótica 2011 (MNR). O presente projeto trata-se de um robô que possui o propósito de entreter os participantes e a plateia através de uma dança coreografada. Esta coreografia refere-se a uma cena do filme “Madagascar”, sendo a música interpretada por diversos cantores com a tradução: “Eu me remexo muito”; (focando o tema no Ano Internacional das Florestas), sendo originalmente interpretada por Sacha Baron Cohen, intitulada “I Like Move It”.

1 DESCRIÇÃO

Design Técnico e Construção: O robô foi construído usando um kit de robótica educacional Lego Mindstorms NXT 2.0. Este possui controladores lógicos programáveis (CLP’s), que são o cérebro do robô. Nestes CLP’s, é processada a lógica criada para programas específicos. O NXT ao receber as informações dos sensores (inputs), processa-os de acordo com a programação, o que possibilita a tomada de decisões. A sua programação é desenvolvida em plataforma gráfica do software Mindstorms. As partes que integram o restante dos componentes são peças do próprio kit, sensores, motores e controladores lógicos.

Objetivo: Raros são os momentos em que nos vemos em um marco na história. Todos os componentes do grupo trabalharam para passar a mensagem do ano internacional das florestas, decretado pela ONU. A expressão desta comunhão pelo planeta em função da preservação das nossas florestas, são representados na coreografia através das indumentárias dos participantes e no Rei Julien, como uma forma de festejar com muita alegria algo tão presente em nosso dia a dia.

Metodologia:

A Base do robô: Foi utilizada como base, uma estrutura para adequar o bloco do NXT, a fim de dar mais estabilidade ao robô, garantindo uma movimentação circular e os movimentos das hastes, como os braços, auxiliando os movimentos cadenciados da dança, a locomoção torna-se mais segura e harmoniosa dos braços, dando ao robô o controle dos gestos

necessários para a personificação referente ao filme, onde a dança é interativa com os outros personagens da cena.

Resultado: Usamos para realizar a nossa dança parte da abertura do filme de grande sucesso Madagascar. Nesse bojo processual a prática da um significado diferenciado diante dos fatos apresentados. O robô atua no projeto com base na robótica inteligente onde já é possível atuarem como entretenimento e base histórica para os seres humanos. Uma vez direcionada nossa pesquisa e uma análise apurada dos fatos da atualidade sobre a necessidade e a preocupação de líderes mundiais sobre as nossas florestas no contexto do planeta. Nossa temática sobre as consequências de um mundo que precisa de mais cuidado como elemento lúdico, sendo lançado como o desafio à equipe em fazer um robô executar movimentos de uma dança humana em alguns momentos.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo

Não Disponível.

RESGATE DE HELICÓPTERO

**Heitor Bergaqqmaschi, Fabiano de Paula Lobo, Luana Cardoso (5º ano Ensino Fundamental),
Gustavo Cavalcante Barbosa (Professor)**

legodf@ig.com.br

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

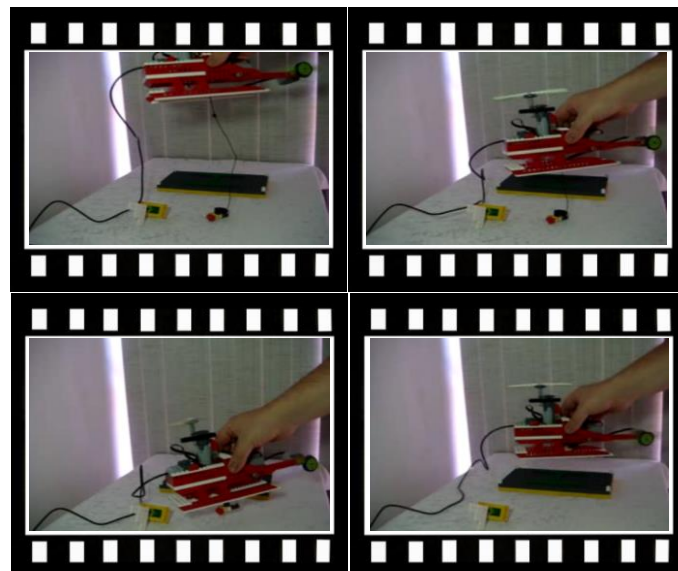
Foi criado um helicóptero para o resgate de um ser humano após o naufrago de seu veleiro. Usamos aqui o motor e a programação com o Lego WeDo.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÔ BLUSH

Nana Ferreira Dias (9º ano Ensino Fundamental), Mariana Marina Ferreira de Alencar (8º ano Ensino Fundamental), Isabella Vieira Cardoso (8º ano Ensino Fundamental), Layla Vitória de Carvalho (8º ano Ensino Fundamental), Layra Emanuelle de Souza Costa (8º ano Ensino Fundamental),

Marcelo Stavale Molina (Professor)

molinarobotica@colegiojk.com

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O robô Blush é capaz de passar o pó blush nas meninas através do seu motor e de um controle por sensor de toque.

1 DESCRIÇÃO

O robô utiliza o motor para movimentar uma viga que passa o blush.

Objetivo: Conseguir passar o blush de forma satisfatória e precisa.

Metodologia: O trabalho foi realizado com o kit Mindstorms NXT e o robô foi capaz de passar o blush diretamente na pessoa. Usou-se o motor acoplado a uma viga para reproduzir o movimento de alavanca utilizado no braço verdadeiro. O aluno controlava a alavanca através de um sensor de toque programado para reagir a pressão e liberação do sensor.

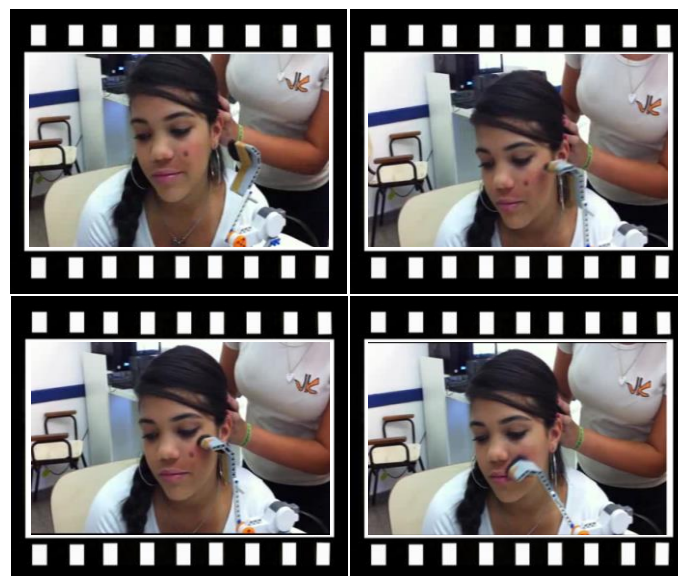
Resultado: O robô conseguiu passar o blush de forma satisfatória.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÔ BRAÇO MECÂNICO

Daniel Augusto Queiroz F. de Moraes (9º ano Ensino Fundamental), Lagrézio Melo Landim (9º ano Ensino Fundamental),

Marcelo Stavale Molina (Professor)

molinarobotica@colegiojk.com

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O robô Braço Mecânico foi criado para ser usado como os braços robóticos típicos em indústria. Ele possui 3 motores para cada movimento.

1 DESCRIÇÃO

O robô braço mecânico começou com a idéia de se criar um braço que pegasse uma garrafa de água.

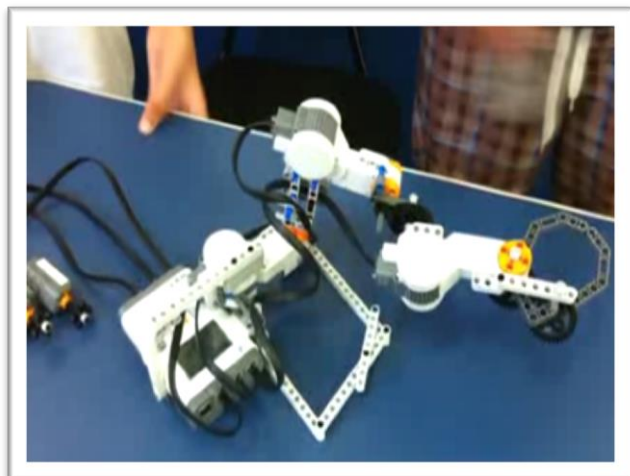
Objetivo: Construir um robô que pudesse girar, subir e abaixar e pegar e soltar alguma peça.

Metodologia: Foi usado 1 kit Mindstorms NXT da LEGO. A programação foi feita em LEGO NXT-G e conta com 3 motores e 3 sensores de toque. Cada sensor trabalha com um motor movendo-o alternadamente quando pressionado.

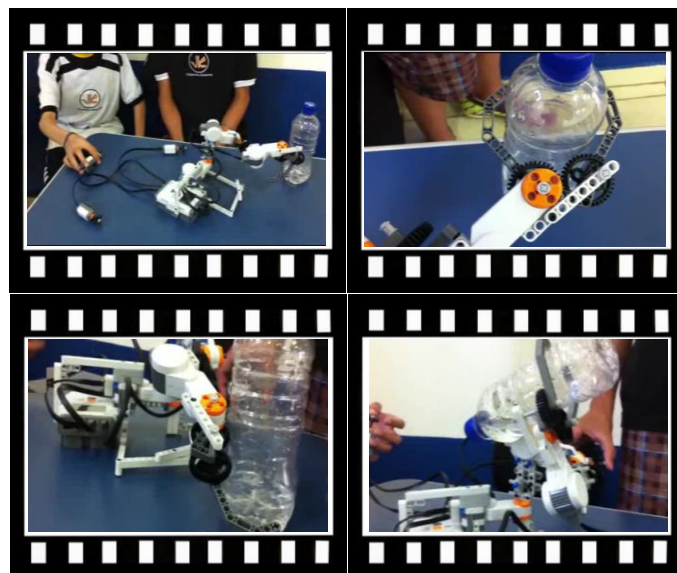
Resultado: O robô foi capaz de pegar e levantar uma garrafa d'água e ainda de girar a garrafa no sentido de como se fosse servir a bebida.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÔ ECO 10 - TECNOLOGIA E ECOLOGIA: MELHORANDO VIDAS E RECUPERANDO O PLANETA

Brenno Emanuel Ferreira Martins (3º Ano Ensino Médio), Marcio Matias Fernandes (3º Ano Ensino Médio), Matheus Rufino Caldas (3º Ano Ensino Médio), José Thiago Barbosa (3º Ano Ensino Médio), Lois Macedo Gadelha (3º Ano Ensino Médio), Mônica Furtado da Silva (3º Ano Ensino Médio), Wellington Feitoza Gonçalves (Professor), José Itamar Tavares dos Santos (Prof. Assistente)

spaaws@gmail.com

EEEP Balbina Viana Arrais
Rua Olegario Emidio de Araújo, s/n - Centro
Brejo Santo, Ceará
63.260-000

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA



RESUMO: O Projeto multidisciplinar do Robô Eco 10 surgiu com o propósito de conscientizar a comunidade escolar sobre a importância da coleta seletiva do lixo, sobre o risco que os materiais degradáveis causam ao meio ambiente e incentivar o uso da coleta seletiva do lixo.

Com a preocupação na preservação do meio ambiente foi desenvolvido inicialmente, através da multidisciplinaridade, um trabalho de conscientização para os educadores e a comunidade escolar com uso de matérias recicláveis e biodegradáveis proporcionando assim a não degradação do meio ambiente. Com auxílio da robótica educacional deu-se início ao projeto do robô Eco 10, ecologicamente correto, feito de materiais reciclados e alguns biodegradáveis, com o intuito do mesmo realizar a coleta seletiva, mecanicamente, para exemplificar e explicitar que preservar é o dever de todos. <http://www.oort.com.br/thinkquest/sites/00028/>

1 DESCRIÇÃO

O desenvolvimento do projeto deu-se através dos anseios dos alunos e a necessidade de adquirir conhecimento do uso da robótica educacional. Foram utilizados materiais recicláveis e biodegradáveis como auxílio de ferramentas para construção do robô o qual está envolvido de alguns conceitos de informática, física, matemática, biologia e química para seu correto funcionamento. O presente projeto tem como objetivo conscientizar a comunidade sobre o risco que os materiais degradáveis causam ao meio ambiente e incentivar o uso da coleta seletiva do lixo. Com isso contribuir para o processo de ensino/aprendizagem destacando a reflexão sobre a relação da atividade humana sobre a sustentabilidade da terra.

A mídia atualmente nos fornece uma série de informações acerca da urgência de haver transformações efetivas nas nossas práticas cotidianas que de uma forma geral degradam a natureza e colocam o planeta em risco eminente, no entanto essas divulgações sozinhas não surtem efeito. Diante desta importante ação foi desenvolvido o Robô Eco 10 como

ferramenta didática, criativa e inovadora na promoção das boas práticas da reciclagem.

Objetivos:

- Geral: Contribuir para o uso consciente de materiais recicláveis e biodegradáveis incentivando os educandos no processo de ensino/aprendizagem através da robótica educacional.

- Específicos: Mostrar para a sociedade a importância do uso de materiais recicláveis e biodegradáveis;
Promover o uso da robótica educacional na escola profissionalizante;
Incentivar o uso correto da coleta seletiva de lixo.

Metodologias: O projeto será desenvolvido de forma pedagógica e científica e proporcionará maiores conhecimentos na área de tecnologia de informação e ciências da natureza. Serão coletados materiais descartáveis, recicláveis e biodegradáveis, para o uso na produção do robô, juntamente com o kit robótica educacional adquirido pela escola. As reuniões para experimentos do kit, desenvolvimento de materiais e a construção do robô serão realizadas semanalmente em equipe com a presença de alunos e educadores no laboratório de ciências e informática. Serão realizadas pesquisas na área de biologia para estudo de materiais biodegradáveis; na química será feita análise e reações das propriedades dos recursos utilizados (tinta e cola); na matemática serão realizados cálculos trigonométricos, limites e derivados e na física a aplicação da mecânica.

Materiais utilizados:

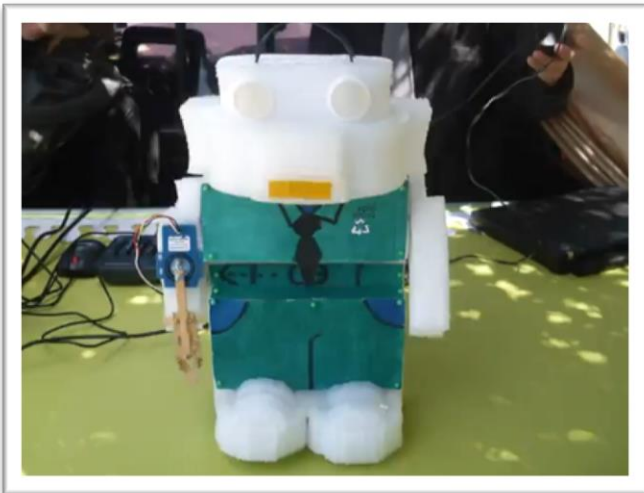
- Madeira MDF
- Metais
- Esfera de desodorante Roll-on;
- Espuma de LDPE – 4;
- Tinta à base de água e vegetais;
- Cola;

- Kit de Robótica educacional;
- Papel reciclado.

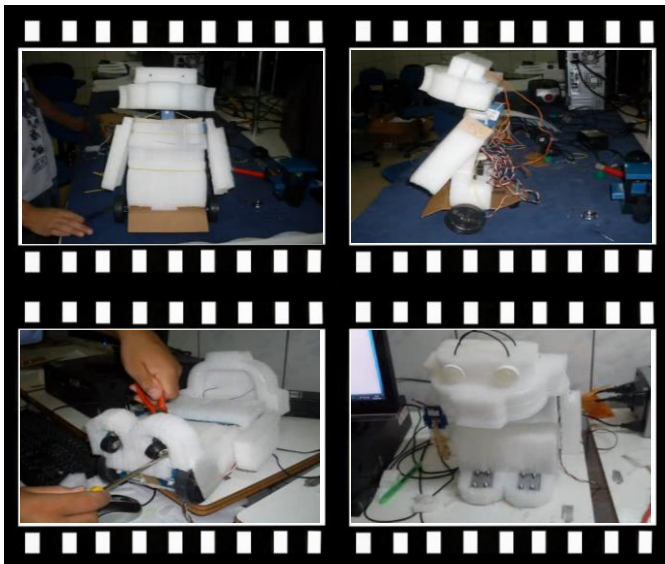
Resultados: Os alunos devem apresentar conhecimentos desejáveis para discussão dos aspectos considerados positivos dos experimentos através da utilização dos recursos disponibilizados. Conscientizando a comunidade para à pratica da seleção de lixo evitando a imobilidade e agindo de forma equilibrada.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÔ GARÇOM

Leonardo Setubal Lima Monteiro (8º ano Ensino Fundamental),

Marcelo Stavale Molina (Professor)

molinarobotica@colegiojk.com

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIAL

RESUMO: Este projeto tem como finalidade ajudar as instituições de alimentação a servir de forma mais ágil aos seus clientes.

1 DESCRIÇÃO

O robô Garçom é um robô construído com o kit mindstorms da LEGO capaz de carregar uma garrafa de bebida ou uma lata de refrigerante. Dotado de dois motores para curvas e dois sensores.

Objetivo: Desenvolver um robô capaz de entregar pedidos nas mesas dos clientes para facilitar a vida do restaurante e dos clientes.

Metodologia: Usou-se o kit Mindstorms NXT para a construção do robô e contou com dois motores para curvas, dois sensores: um de toque para iniciar o processo de levar o alimento e o de proximidade para entender quando a bebida foi retirada do robô fazendo, então, o robô retornar para a cozinha.

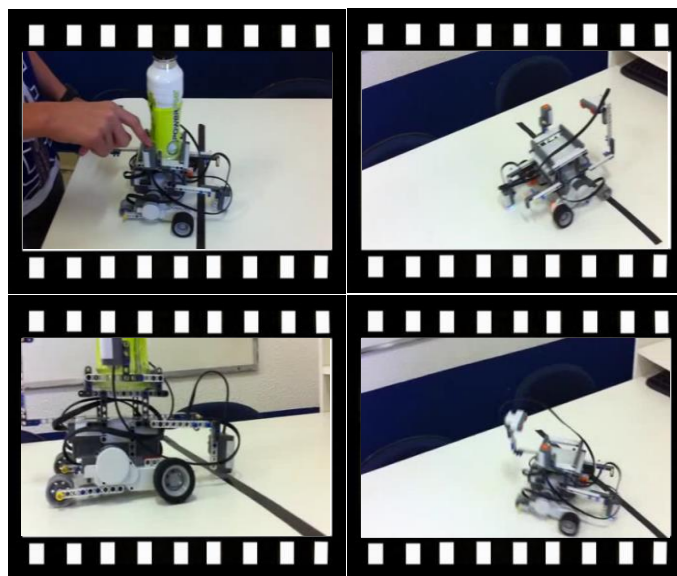
Resultados: Apesar de ser um processo inicial, o robô Garçom mostrou-se bastante eficaz e conseguiu levar a bebida até a mesa designada.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

ROBÔ PARA RESGATE B



Gabriel Lima Guimarães (3º ano Ensino Médio),
Hudson Cassio Gomes de oliveira (Professor)

gabriel@emerotecos.com, hudsoncassio@gmail.com

Av Vitória, 1729 - Jucutuquara
Vitória, Espírito Santo – CEP 29.040-780

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: Não Disponível.

1 DESCRIÇÃO

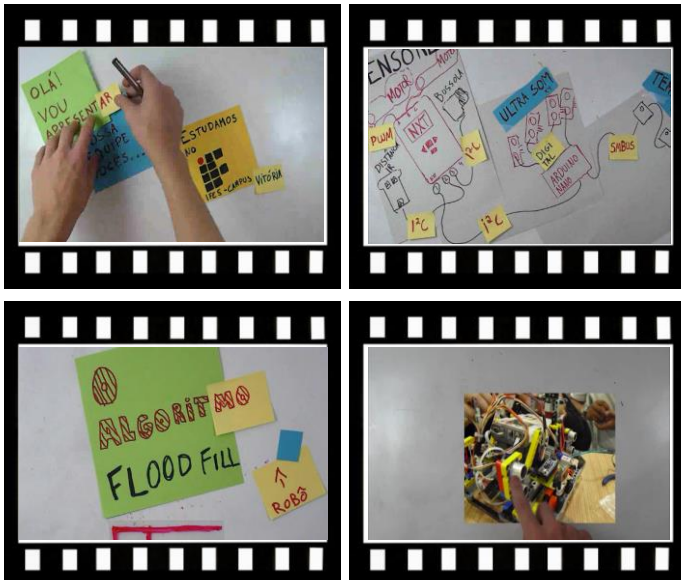
Não Disponível.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

ROBÔ PINBALL

Tatiana de Araújo Maia (9º ano Ensino Fundamental), Júlia Felipe Cordeiro (9º ano Ensino Fundamental),

Marcelo Stavale Molina (Professor)

molinarobotica@colegiojk.com

Colégio JK
SGAN 913 – Módulo “A” – Asa Sul
Brasília, Distrito Federal – CEP 70.790-130

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O robô pinball é um robô construído com peças LEGO Mindstorms e sua finalidade é o entretenimento.

1 DESCRIÇÃO

O robô pinball usa dois motores do kit LEGO Mindstorms NXT como acionadores de manopla. Os sensores de toque trabalham como os botões da máquina de pinball original. Sensores de luz trabalham como registro de pontuação e o visor do NXT mostra que o usuário marcou ponto.

Objetivo: Fazer o robô reagir aos sensores de toque movendo as paletas para rebater a bolinha.

Metodologia: O robô foi construído a partir da mecânica principal que era a manopla de movimento acionada pelos sensores de toque. Depois da base mecânica construída os alunos partiram para a estrutura lateral que protege e serve como área para a bolinha poder circular. Foi construído com peças Lego Mindstorms NXT 2.0

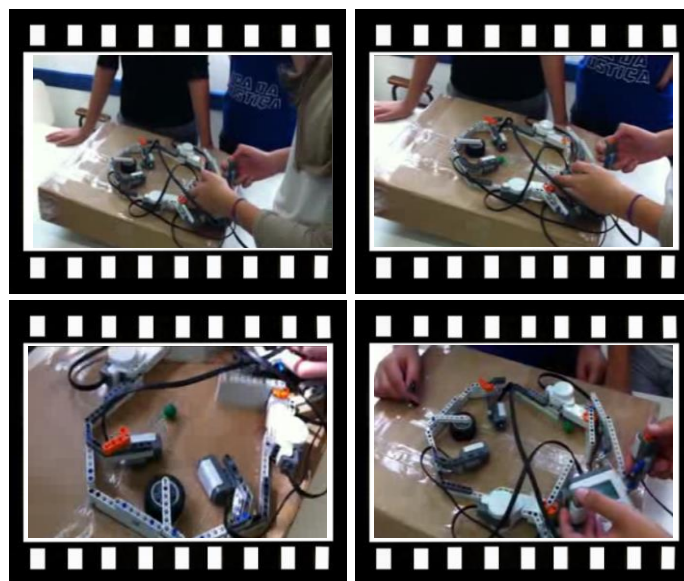
Resultados: O robô foi montado e funcionou perfeitamente. Virou um dispositivo para os alunos se desestressarem em sala de aula.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÓTICA E O MOVIMENTO DOS PLANETAS

Julia Jardim Ferreira (7º ano Ensino Fundamental), Liz Guimarães C. Roriz de Amorim (7º ano Ensino Fundamental), Robert Ian Hurtado de Souza (6º ano Ensino Fundamental), Paulo Thadeu S. Chavarelli (7º ano Ensino Fundamental), Silvio Henrique Oliveira Crispim (6º ano Ensino Fundamental), Lucas Machado Orlandi Dafico (7º ano Ensino Fundamental), Mariana Aguiar Ventura (7º ano Ensino Fundamental), Nathan Augustus Marques Pecioli (7º ano Ensino Fundamental), Adeniza Nascimento e Silva (Professora), Murillo Macedo (Professor), Vera Lúcia Lemes da Silva (Professora)



ansilva@marista.org.br

COLÉGIO MARISTA DE GOIÂNIA
Avenida 85 nº1440 Setor Marista
CEP 74160-010 – Goiânia – GO

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: *O estudo e a utilização de robôs para automação de tarefas realizadas pelo homem recebe o nome de robótica. Ao estudar a inicialização da Robótica Educativa, o objetivo principal é a alfabetização tecnológica dos nossos alunos, para que eles não sejam apenas usuários, mas agentes criadores e solucionadores de problemas, visando o seu próprio desenvolvimento. A Astronomia é a ciência que estuda corpos celestes, confrontando a teoria com observações feitas pelo telescópio. Para a realização do trabalho, utilizou-se equipamento de robótica educacional Kit Alfa da PNCA. Primeiramente, a proposta foi apresentada e em seguida os alunos construíram os planetas e os robôs, programando-os para que eles pudessem ser colocados em órbita, o que culminou no Sistema Solar em movimento. É possível constatar que durante o trabalho em grupo posições que nos levam a crer que a criatividade é estimulada durante o processo de montagem e programação do dispositivo, dentre elas: os alunos demonstraram que a troca de ideias é importante para o estímulo à criatividade, que um colega pode “ver” algo que o outro não conseguiu ver e que o ambiente mais descontraído e livre para debates ajuda muito no desenvolvimento do aprendizado.*

PALAVRAS-CHAVE: *robótica, astronomia, sistema solar, robôs, movimento.*

1 DESCRIÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

O processo ensino-aprendizagem da robótica exige vasto conhecimento no avanço tecnológico, em suas atualizações e na associação com a prática. A didática utilizada para abordar o assunto robótica em sala de aula, deve possuir um caráter multidimensional nesse processo.

A Robótica Educacional é um recurso tecnológico bastante interessante e rico no processo de ensino-aprendizagem, ela contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão tornando-o autônomo, independente e responsável.

Robótica educacional ou robótica pedagógica são termos utilizados para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar, de alguma forma, o funcionamento dos modelos montados.

1.2 O TRABALHO PROPOSTO

Ao estudar a inicialização da Robótica Educativa, o objetivo principal é a alfabetização tecnológica dos nossos alunos, para que eles não sejam apenas usuários, mas agentes criadores e solucionadores de problemas, visando o seu próprio desenvolvimento. Procurando sempre explorar as suas potencialidades e minimizar suas fraquezas, incentivando sempre o desenvolvimento da capacidade de investigação e aprendizagem, a autoconfiança e a independência, e desta forma tornarem-se capazes de tomar decisões. Na educação, a robótica surgiu para auxiliar no processo de ensino e também como ferramenta de interação com outras disciplinas, como a Astronomia.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Visando a interação entre a Robótica e a Astronomia, o Colégio Marista de Goiânia realizou no mês de maio de 2011 o projeto Céu de Outono. Nesta ocasião foi desenvolvida a oficina de robótica com os alunos do sexto ano do Ensino Fundamental, com o objetivo de aprofundar os conhecimentos acerca da Astronomia. Neste trabalho, os alunos compareciam

ao colégio no período noturno para observar os planetas do Sistema Solar e seus movimentos.

Para a realização do trabalho, utilizou-se equipamento de robótica educacional Kit Alfa da PNCA. Primeiramente, a proposta foi apresentada e em seguida os alunos construíram os planetas e os robôs, programando-os para que eles pudessem ser colocados em órbita, o que culminou no Sistema Solar em movimento (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Alunos do sexto ano do Colégio Marista de Goiânia montando o experimento.



Figura 2. Alunos montando o Sistema Solar.

1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a montagem, inicialmente ocorre um processo natural de agrupamento de peças. Ao constatar que o invento, poderia ser melhorado, adaptado, surgem rompantes de ideias que vêm enriquecer o processo de montagem do dispositivo. Na montagem, muita coisa pode ser refeita a partir das reflexões levantadas pelo conjunto. Segundo Padilha et al.(2009) a robótica educacional é utilizada para construir o conhecimento do aluno para que o mesmo possa utilizá-los em seu cotidiano, para que formule e resolva problemas. Portanto existem poucos registros de atividades relacionando a robótica com a educação, principalmente utilizando astronomia (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Alunos analisando os robôs que movem o Sistema Solar.

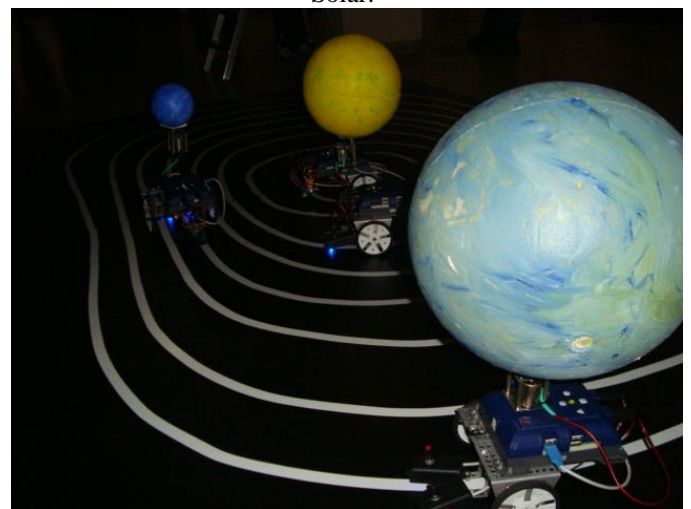


Figura 4. Planetas sendo movidos pelos robôs.

1.5 CONCLUSÕES

É possível constatar que durante o trabalho em grupo posições que nos levam a crer que a criatividade é estimulada durante o processo de montagem e programação do dispositivo, dentre elas: os alunos demonstraram que a troca de ideias é importante para o estímulo à criatividade, que um colega pode “ver” algo que o outro não conseguiu ver e que o ambiente mais descontraído e livre para debates ajuda muito no desenvolvimento do aprendizado (Figuras 5 e 6).



Figura 5. Interação entre Robótica e Astronomia.



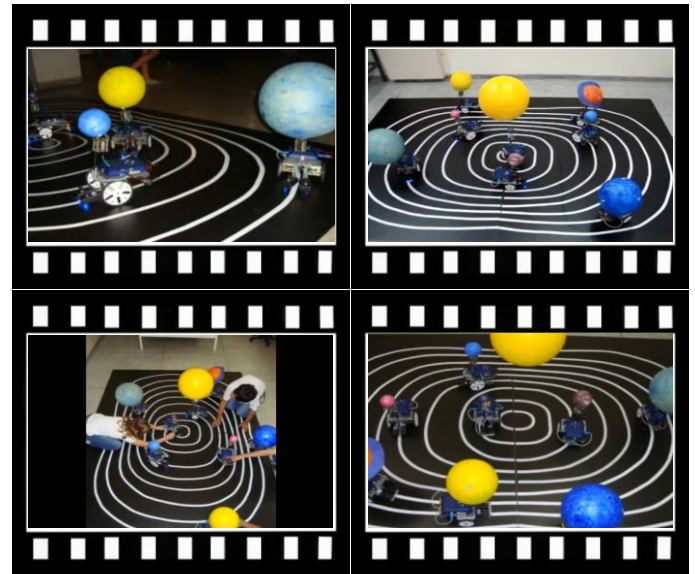
Figura 6. Sistema Solar em movimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Melo, C. K. S.; Azolbel, M. A., Padilha, M. A. S. (2009). A metodologia da robótica no ensino fundamental: o que dizem professores e alunos?. III Simpósio Nacional ABCiber. São Paulo – SP.
- Silva, A. F. (2009). RoboEduc: Uma metodologia de aprendizagem com robótica educacional. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN.
- Lattarri, C. J. B. & Trevisan, R.H. (1999). Metodologia para o ensino de Astronomia: uma abordagem construtivista. II Encontro nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos – SP.
- Steel, K. P. S. (2012). Projeto Aprendendo Astronomia com Alunos do Ensino Fundamental: A ciência além do céu da Amazônia. II Simpósio em Educação e Ciência na Amazônia. Parintins – AM.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÓTICA EDUCACIONAL COM APLICAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA

Denny Paula Silva (2º ano Ensino Médio),

Jandir Sampaio de Sousa (Professor)

jandsou@ibest.com.br

EEFM Dr. César Cals
AV Domingos Olimpo – Farias Brito
Fortaleza, Ceará – CEP 60.081-041

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O Projeto de Robótica Educacional aplicada à Física, iniciou em 2009, com o intuito de melhorar o desempenho dos alunos nas disciplinas de Matemática e Física. Dessa forma, os alunos elaboram projetos robóticos constituídos de materiais recicláveis, ou seja, através de uma metodologia onde a sustentabilidade é um dos focos principais. Nesse sentido, os alunos constroem os protótipos de robôs, com suas funcionalidades específicas, visando o aprendizado de Física. Esta é apreendida através de atividades práticas, onde através dos robôs, os alunos podem comprovar os conceitos de Cinemática, Dinâmica, Quantidade de Movimento, Trabalho e Energia. De outra forma, os alunos também aprendem conceitos básicos de eletrotécnica e mecânica. Além de interagir com a informática através da programação dos robôs, usando a linguagem Superlogo e um Kit de robótica, contendo placas interfaces, servos motores, conectores, sensores, conectados a um computador. Enfim, o projeto oferece um amplo aprendizado.

1 DESCRIÇÃO

O Projeto de Robótica Educacional é desenvolvido no laboratório de Ciências, usando um Kit de robótica e computadores. Durante o curso, os alunos aprendem desenho geométrico, medidas, escalas, construção de robôs usando material de baixo custo, programação e apresentação dos projetos. Ou seja, o projeto é interdisciplinar, pois abrange diversas áreas tecnológicas, onde os alunos ao iniciar o projeto formalizam as funcionalidades que o robô deverá ter, bem como, suas aplicações no ensino de Física. Ou seja, o robô realiza movimentos que comprovam através de cálculos as teorias estudadas na Física. Portanto, os alunos se qualificam até mesmo para iniciar uma profissão na área de tecnologias, pois a motivação é um fator essencial para que os alunos tenham uma perspectiva de crescimento em seus estudos, na família e na sua vida profissional. Logo, tudo isso justifica o sucesso do projeto que já acumula premiações em feiras científicas do Ceará, nos períodos de 2010 e 2011. A meta agora é ampliar para que a comunidade escolar possa, de uma forma geral, despertar para a iniciação científica, na área de robótica e áreas afins, como informática, matemática e física. Portanto, de acordo com o planejamento da nossa escola, o projeto de robótica educacional é mais um instrumento que

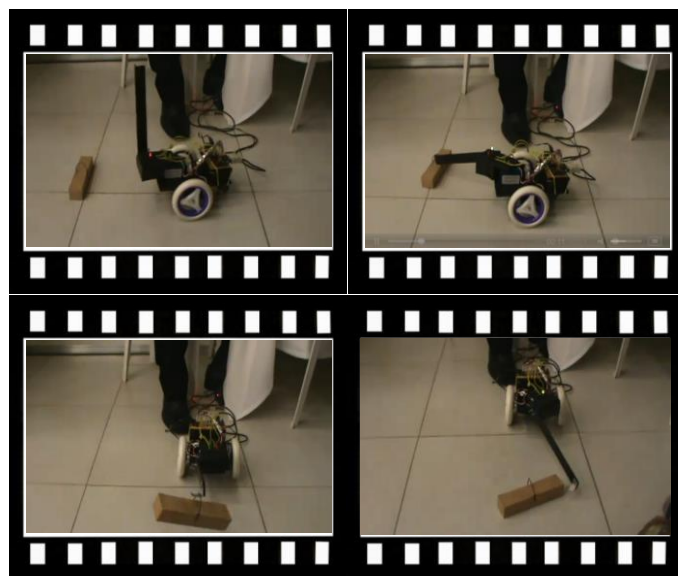
visa melhorar os índices educacionais da escola a nível local e regional, promovendo assim, toda a comunidade escolar a desenvolver tecnologias e atividades práticas relacionadas. O vídeo enviado corresponde a Feira Estadual de Ciências, onde os alunos Daniel Franklin e Augusto obtiveram a primeira colocação na categoria robótica, em 2010. Tais alunos faziam o 3º ano do ensino médio, portanto, já concluíram o ensino médio. A turma atual que teve a segunda participação em 2011, neste caso, também obteve a primeira colocação com os alunos Denny Paula Silva e Katherine Oliveira, tendo como orientador o professor Jandir Sampaio de Sousa, co-autor do projeto.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem

Não Disponível.

2.2 Vídeo



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.

ROBÓTICA TECPUCPR MODALIDADE DE ENSINO

André Luiz Barreto (2º ano Ensino Técnico), Bruno Luiz Scalisse de Melo (2º ano Ensino Técnico), Eduardo Silveira Nunes (2º ano Ensino Técnico), Gabriel Zabot de Andrade (2º ano Ensino Técnico), Giovana Tows (2º ano Ensino Técnico), José Henrique Medeiros Felipetto (2º ano Ensino Técnico), Lucas Murbach Pierin (2º ano Ensino Técnico), Gabriela Parizotto Da Silva (2º ano Ensino Técnico),
Marcelo Gasparin (Professor)

marcelo.gasparin@pucpr.br

Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho
Curitiba, Paraná – CEP 80.215-901

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: As aulas de robótica tem caráter multidisciplinar, o eixo principal da disciplina é interligar os assuntos abordados nas matérias do curso técnico integrado em informática do Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão, TECPUCPR, com o intuito de trabalhar com a interdisciplinaridade.

1 DESCRIÇÃO

As aulas de robótica tem caráter multidisciplinar, o eixo principal da disciplina é interligar os assuntos abordados nas matérias do curso técnico integrado em informática do Centro de Educação Profissional Irmão Mário Cristóvão, TECPUCPR, com o intuito de trabalhar com a interdisciplinaridade.

Os processos das aulas são atividades em grupos, com 4 componentes por equipe, cada integrante da equipe tem um função específica, essas funções são Líder, Organizador, Apresentador e Programador, onde a cada encontro cada integrante da equipe assume uma função diferente, fazendo o rodízio de funções, assim todos os integrantes terão a experiência de passar por cada uma das funções.

A formação das equipes respeita uma regra que é, a de todos os alunos devem interagir com todos, ou seja, a cada 4 encontro a equipe é desfeita e reformulada, com outros 4 integrantes que ainda não tenham trabalhado juntos anteriormente, assim é forçado que os alunos passem por formações com todos os seus colegas de classe, promovendo a socialização entre eles e nesta tentativa desestruturar as chamadas panelinhas ou grupinhos que se formam naturalmente dentro de sala de aula.

Da dinâmica das montagens e das práticas didáticas, para propor uma atividade, o professor de robótica tem que se integrar aos assuntos abordados pelos professores das outras matérias, assim tentando fazer um link nos assuntos abordados nas montagens, além da parte técnica de informática que é a programação dos robôs ou a parte da mecânica das

montagens, deve-se tentar mostrar com que aquela montagem, ou seja, com aquele robô é possível se tratar de muitos outros assuntos, tentando passar pelo maior número de disciplinas interligadas na explicação do professor de robótica.

Por exemplo, um simples robô que anda com o auxílio de sensores de luz e sensor ultrassônico, pode ser abordado de forma simplista somente vendo a estratégia de programar ou mesmo de juntar peças de forma a atingir o desafio proposto, ou pode ser contextualizado com links para a vida real onde podemos empregar essa estratégia de motorização? O que podemos melhorar com a utilização desses componentes empregados na montagem? ou até mesmo imaginar que pode se automatizar algo para que se tenha um melhor resultado esperado, até podendo fazer vínculos com disciplinas do tipo geografia falando de relevos, ou de história falando da evolução e automatização dentro do contexto evolutivo mundial.

Claramente as disciplinas de matemática, física e programação são as que mais se beneficiam com essa prática didático-pedagógica de construção de conhecimento através de montagem concreta de mecanismos que podem ser referenciadas com assuntos de outras disciplinas ou até mesmo com situações da vida real.

OBS: Caso o vídeo submetido não esteja em resolução satisfatória, segue o link do YOUTUBE para o mesmo em resolução superior.

Vídeo:

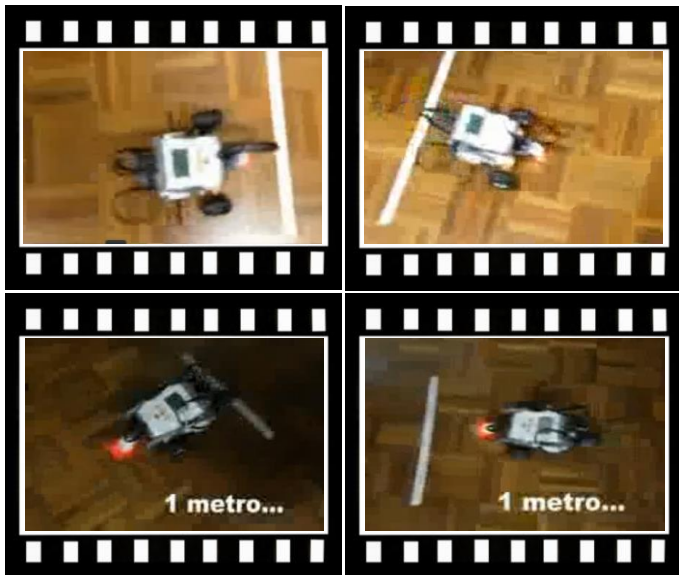
<http://www.youtube.com/watch?v=SwvGXHGyDRA>
ou
<http://youtu.be/SwvGXHGyDRA>

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

ROBÓTICA: APRENDIZADO E DIVULGAÇÃO SOBRE AS PESQUISAS E APLICAÇÕES DA ROBÓTICA INTELIGENTE

Beatriz Gentini Barros (2º ano Ensino Médio), Caroline Esteves Borges (2º ano Ensino Médio), Leonardo Vieira de Almeida (2º ano Ensino Médio), Marcos Afonso da Rocha (2º ano Ensino Médio), Amanda Soares Sousa (2º ano Ensino Médio),

Gláucia Grüninger Gomes Costa (Professora), Fernando Santos Osório (Professor)

fosorio@icmc.usp.br

Escola Estadual Professor José Juliano Neto
Rua Major José Inácio, 3681 – Vila Faria
São Carlos, São Paulo – CEP 13.569-010

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA

RESUMO: O projeto desenvolvido no Programa de Pré-IC junto a USP São Carlos e o LRM (Lab. de Robótica Móvel), visa: (i) aprender os conceitos e princípios básicos da robótica, dos robôs autômatos aos autônomos; (ii) conhecer e divulgar as pesquisas e aplicações da robótica inteligente; (iii) realizar experimentos para aplicar os conhecimentos adquiridos de forma prática através do uso de robôs móveis.

Com este projeto conhecemos melhor a robótica, percebendo então que, muitos dos conceitos aprendidos, estão muito relacionados ao conteúdo das aulas no Ensino Médio. Foram estudados os sensores dos robôs e o uso dos motores para o seu deslocamento.

Através da produção de materiais didáticos, da realização de experimentos com o robô (SRV-1), da documentação e divulgação dos trabalhos desenvolvidos no LRM, foi possível melhor compreender conceitos, técnicas e aplicações da área de robótica inteligente, bem como relacionar estes com os temas estudados no ensino médio na física e matemática.

1 DESCRIÇÃO

Uma das áreas de pesquisa que mais cresce na atualidade é a ROBÓTICA. Entretanto, grande parte da sociedade possui uma idéia errônea das pesquisas desenvolvidas e das aplicações desta ciência, onde geralmente, associa-se a robótica a conceitos da Ficção Científica. Portanto, é importante o estudo e a divulgação de conhecimentos sobre a robótica, de modo a melhor conhecer suas possibilidades, limitações e aplicações.

O projeto que desenvolvemos no Programa de Pré-Iniciação Científica (Pré-IC) [1], junto a USP São Carlos, visa: (i) aprender os conceitos e princípios básicos da robótica, dos robôs autômatos aos robôs autônomos; (ii) conhecer e divulgar as pesquisas e aplicações da robótica inteligente; (iii) realizar experimentos para aplicar os conhecimentos adquiridos de forma prática através do uso de robôs móveis.

Com este projeto tivemos a oportunidade de conhecer melhor a robótica, percebendo então que, muitos dos conceitos aprendidos, estão totalmente relacionados ao conteúdo das aulas no Ensino Médio, principalmente as leis e propriedades da Física (por exemplo, óptica, propagação de ondas, mecânica, cinemática e dinâmica) e da Matemática (por exemplo, geometria, trigonometria e funções). Foram estudados os sensores dos robôs, que usam propriedades físicas para medir atributos do ambiente, como a distância até os obstáculos (sonar, sensor infra-vermelho, sensor laser), a temperatura do ambiente (câmera térmica), e mesmo para reconstruir um modelo tridimensional do ambiente (sensor Kinect). Também foi estudado o comportamento dos robôs em relação ao uso dos atuadores (motores) para o seu deslocamento.

As atividades deste trabalho foram realizadas junto ao ICMC – USP / LRM (Laboratório de Robótica Móvel) [2]. Desenvolvemos experimentos com robôs móveis, em particular usando o robô Surveyor SRV-1, que possui um sensor de proximidade laser e ultra-som, uma câmera e conexão por WiFi. O robô SRV-1 pode ser tele-operado, ou controlado através de uma programação pré-definida com um script (autômato), e inclusive através de um programa de controle inteligente (autônomo). Foram realizados experimentos envolvendo cada um destes diferentes modos de operação. Além disto, também foram desenvolvidos materiais didáticos e de divulgação sobre a robótica, produzidos pelos próprios alunos participantes deste trabalho, com textos divulgados na Wiki do LRM [1] e vídeos no do YouTube do LRM [3].

Referência Bibliográfica:

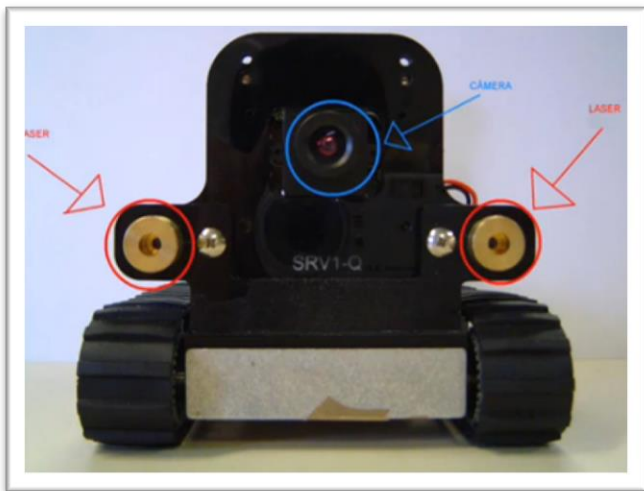
- [1] Wiki LRM-Pré-IC
http://lrm.icmc.usp.br/wiki/index.php/Programa_de_Pré-IC_2011
- [2] LRM - <http://www.lrm.icmc.usp.br/>
- [3] Vídeos Youtube:

<http://www.youtube.com/watch?vL6UMc7ryvR0>

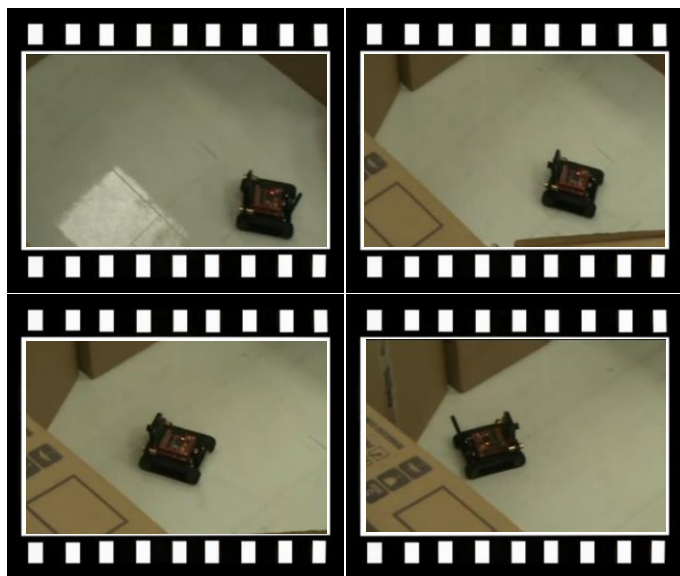
<http://www.youtube.com/watch?vvOV2JYSmNv4>

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 Imagem



2.2 Vídeo



*Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.*

TREM DE GALILEU: 1ª LEI DE NEWTON – USANDO KIT DA LEGO

Daniel Hymer dos Santos Frota (9º ano Ensino Fundamental),

Marcos Pereira dos Santos (Professor), Andrique Figueirêdo Amorim (Professor)

andrique@gmail.com, marcoscoller@yahoo.com, danielhymerfrota@gmail.com

Colégio Nossa Senhora de Fátima
Avenida Jorge Teixeira, 125 – Candeias
Vitória da Conquista, Bahia – CEP 45.050-450

Categoria: RESUMO BÁSICO / MULTIMÍDIA



RESUMO: Demonstração da 1ª Lei de Newton com o experimento TREM DE GALILEU através do protótipo móvel robótico usando o kit NXT LEGO MINDSTORM.

1 DESCRIÇÃO

O trabalho visou demonstrar através de um exemplo prático, uma teoria da disciplina Física estudada na escola, de difícil entendimento por parte dos alunos. Utilizou-se o kit NXT LEGO MINDSTORM para desenvolvimento de um protótipo móvel que realizasse o experimento comprovando a teoria estudada em sala de aula.

Objetivo: Demonstrar a 1ª lei de Newton através da robótica por meio de um experimento prático.

Metodologia:

- Estudo da teoria que envolve a 1ª lei de Newton
- Análise do trem de Galileu
- Montagem de um protótipo móvel contendo uma base de lançamento de um projétil, dois motores para deslocamento, um sensor ultrassônico para identificação do túnel e um sensor de som para iniciar o movimento.
- Programação do robô no ambiente de desenvolvimento da LEGO NXT.
- Construção do ambiente - túnel e vias de deslocamento do robô.

Resultados: Após trinta e sete tentativas de lançamento do projétil, o robô conseguiu coletar o projétil vinte e cinco vezes evidenciando a robustez do agente e comprovando a lei da física.

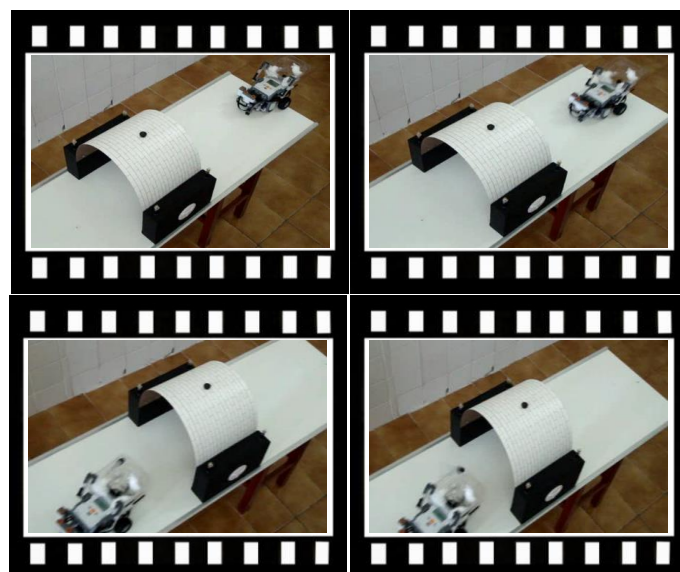
Os alunos foram capazes de observar na prática uma lei física abstrata e compreender os aspectos físicos teóricos relacionados neste projeto.

2 MATERIAL MULTIMÍDIA

2.1 IMAGEM



2.2 VÍDEO



Este vídeo encontra-se disponível em:
www.mnr.org.br/mostravirtual.



MNR
Mostra Nacional de Robótica

Anais da I Mostra Nacional de Robótica (MNR 2011)

PARTE II: Ensino Superior, Pós-graduação e Pesquisa



A ROBÓTICA EDUCATIVA COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E DA FÍSICA

Maurício V. Sousa, Gabriela Lígia Reis, Vítor M. O. Almeida, Luis F. F. Souza, Márcio F. S. Barroso, Gleison F. V. Amaral, Erivelton G. Nepomuceno,

mauricio874@hotmail.com, gabireis10@yahoo.com.br, vitormarques44@hotmail.com, lnanofffs@hotmail.com, barroso@ufsj.edu.br, amaral@ufsj.edu.br, nepomuceno@ufsj.edu.br

Departamento de Engenharia Elétrica - DEPEL
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)
Praça Frei Orlando, 170, Centro, CEP 36307-352,
São João del-Rei, MG, Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este artigo apresenta um projeto de extensão aplicado a três escolas da rede pública, que teve como objetivo conciliar os conhecimentos adquiridos pela robótica com os conceitos da física e da matemática, a fim de proporcionar um aprendizado de forma prazerosa para alunos do ensino fundamental e médio, amenizando assim suas dificuldades com relação a essas disciplinas. Neste projeto, os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver conhecimentos de Lógica Computacional e Robótica, por meio da utilização de softwares como o Matlab[®] e o Labview[®]. Por fim, foi possível concluir que a interação da universidade com as escolas, por meio da robótica, contribui de maneira determinante na consolidação de conceitos relativos ao raciocínio lógico e ao desempenho escolar, além de despertar nos alunos o interesse pela robótica e pelas disciplinas relacionadas a essa área.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica, educação, ensino médio.

ABSTRACT: This article presents an extension project applied to three public schools, which aimed at combining the knowledge acquired by the robotic concepts of physics and mathematics, to provide a pleasurable way of learning for students in elementary and middle school, thus easing their difficulties with respect to these disciplines. In this project, students had the opportunity to develop knowledges in the fields of Computational Logic and Robotics, through the use of softwares such as Matlab[®] and Labview[®]. Finally, we concluded that the interaction of the university with school, through robotics, contributes in consolidating the concepts related to logical reasoning and school performance, and awaken students' interest in robotics and related disciplines in the area.

KEYWORDS: Robotics, Education, Labview.

1 INTRODUÇÃO

A Matemática e a Física são consideradas disciplinas difíceis de aprender por conterem conceitos abstratos, o que faz com que o aluno se atenha a inúmeras equações matemáticas cuja origem e finalidade são desconhecidas, deixando-o entediado (GOMES et al., 2008; MORAN, 2000). Atualmente, os estudantes do ensino médio estão imersos em um ambiente no qual a tecnologia é facilmente percebida, entretanto, estes mesmos estudantes passam boa parte de seu tempo na escola estudando conteúdos de matemática e física e, paradoxalmente, os conceitos que lhes são apresentados parecem distantes (BENITTI et al., 2009).

Conforme Fiolhais (2003), é da responsabilidade dos docentes proporcionar aos seus alunos experiências de aprendizagem eficazes, combatendo as dificuldades mais comuns e atualizando tanto quanto possível, as ferramentas pedagógicas utilizadas. Segundo Hestenes (1987), os métodos tradicionais de ensinar Física são inadequados. Como afirmam Lawson e McDermott (1987), não serão de admirar falhas na aprendizagem se conceitos complexos e difíceis de visualizar só forem apresentados de uma forma verbal ou textual. Deviam por isso ser divulgadas e encorajadas técnicas de instrução atraentes que coloquem a ênfase na compreensão qualitativa dos princípios físicos fundamentais.

Neste contexto, a utilização da robótica pode ampliar significativamente a gama de atividades que podem ser desenvolvidas e promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento. A construção de um novo mecanismo ou a busca pela solução de um novo problema obriga o aluno a questionar professores das diversas disciplinas ou a consultar especialistas fora do ambiente escolar (PIO et al., 2007). Conforme Ribeiro (2007), a Robótica Educacional fornece um excelente meio de tornar concretos e úteis muitos conceitos matemáticos aos mais diversos níveis, especialmente nas áreas da Geometria e da Trigonometria onde as aplicações são bastante óbvias. Além disso, muitos conceitos da física podem

ser abordados no ensino da robótica, como por exemplo, os conceitos de velocidade, aceleração, força e outros.

Tendo em vista todas essas questões, este trabalho apresenta a síntese dos resultados do Projeto “A Robótica e a Inclusão Digital: Uma Visão Extensionista” desenvolvido pelo Grupo de Controle e Modelagem (GCOM) da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), e que tem como um de seus objetivos agregar aspectos da robótica como meio de motivar alunos do ensino fundamental e médio a se interessarem pelas disciplinas de matemática e física.

Para o desenvolvimento do trabalho foram usados robôs do tipo LEGO® modelo Mindstorm. O interessante neste modelo de robô é a sua possibilidade de ser montado segundo a criatividade do aluno. Tais robôs são compostos de blocos do tipo LEGO®, com unidades de processamento, partes móveis e de instrumentação (sensoriamento remoto, etc.) acopláveis de acordo com o interesse e imaginação dos alunos (FERRARI et al., 2002). Foram utilizados também diferentes softwares de programação, cada um em uma etapa do aprendizado, seja para a iniciação à lógica computacional, seja para a programação de robôs. O primeiro software utilizado foi o Matlab® que permite a resolução de problemas numéricos e científicos, sendo esse uma linguagem de alto nível apropriada para o desenvolvimento da lógica computacional, da solução de problemas básicos e inferenciais que tem o papel de capacitar os alunos ao entendimento básico dos aspectos cognitivos dos sistemas robóticos. Posteriormente utilizou-se o Labview®, software com programação em blocos, muito utilizado nas áreas de instrumentação e controle. A escolha desse software se deu por sua integração nativa com o modelo Mindstorm da LEGO®. Desta maneira, essa linguagem, de alto nível e poderosa, se mostrou a mais acertada em comparação com a linguagem nativa da LEGO®.

Experiências com trabalhos anteriores realizados na mesma linha foram utilizadas como base deste projeto (BENITTI et al., 2009; SANTOS & MENEZES, 2005). A hipótese colocada em cheque, no início desta investigação, é que a robótica além de ser prazerosa é uma excelente ferramenta a ser usada no ensino de disciplinas como a física e a matemática, sendo determinante na consolidação de conceitos e no desenvolvimento dos alunos.

2 MATERIAL E METODOLOGIA

Os cursos são direcionados a alunos de escolas públicas com prioridade para aquelas com resultados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) mais desfavoráveis e que estejam sediadas na micro-região dos campos das vertentes. A proposta do projeto consiste em dividir o curso em cinco módulos:

(i) Noções Básicas de Informática: Introdução à informática, incluindo o uso dos principais componentes de um computador e seus periféricos, abertura e fechamento de programas e execução de tarefas simples.

(ii) Noções Básicas de Lógica Matemática e Computacional: A introdução à lógica matemática e computacional é o primeiro passo à programação de computadores e sua

aplicação à automação de robôs. Neste momento, os alunos tiveram contato com operadores condicionais e de lógica estruturada de computadores em Matlab®. Cálculo com matrizes, expressões algébricas, aritméticas, funções de primeiro e segundo graus.

(iii) Introdução à programação de Robôs I: O conjunto de peças que formam os robôs da LEGO® Mindstorm possuem uma interface gráfica bastante amigável voltada para a sua programação. Neste momento os alunos aprenderam a programar robôs para realizarem tarefas simples como fazer o robô girar 90° em torno do próprio eixo ou em torno de uma roda, percorrer uma distância de 1 metro, andar em círculo, desviar de obstáculos, virar e ir de um ponto a outro.

(iv) Introdução à programação de Robôs II: Tendo os conhecimentos básicos assimilados durante os primeiros cursos, os alunos do ensino fundamental e médio têm a capacidade de desenvolver melhor a programação dos robôs, por meio do software Labview® que possibilitou uma programação mais complexa e inteligente para o desenvolvimento de tarefas mais difíceis. Neste momento, foram propostos vários desafios aos alunos que serão detalhados mais adiante. Esses desafios foram propostos com o objetivo de mostrar aos alunos como os conceitos físicos e matemáticos aprendidos em sala de aula são utilizados na robótica.

(v) Competição de Robótica: Neste momento os alunos foram apresentados à Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), que é uma competição apoiada pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos da América Latina (IEEE) e que busca desenvolver a robótica em escolas secundaristas. Neste ponto foram apresentadas aos alunos estratégias de automação inteligente, princípios de modelagem multi-agente e inteligência artificial.

Cada módulo com duração de trinta e duas horas teve como objetivo desenvolver as habilidades básicas em informática até atingir o nível da competição em robótica. As aulas foram todas desenvolvidas em ambiente apropriado, com um aluno por computador, com apostilas próprias e adequadas aos temas e, a partir do módulo de programação de robôs, as aulas foram realizadas no Laboratório de Controle e Modelagem (LECOM), que possui doze robôs, sendo divididas equipes de até quatro alunos.

3 PROGRAMAÇÃO DOS ROBÔS

O software utilizado neste projeto para a programação do robô LEGO® Mindstorm foi o Labview®, uma linguagem de programação gráfica originária da National Instruments® muito utilizada na realização de medições e nas áreas de controle e automação.

A programação é feita de acordo com o modelo de fluxo de dados, o que oferece a esta linguagem vantagens para a aquisição de dados e para a sua manipulação. A estrutura de programação é composta por um painel central, que contém a interface, e pelo diagrama de blocos, que contém o código gráfico do programa, como mostram as figuras 1 e 2.

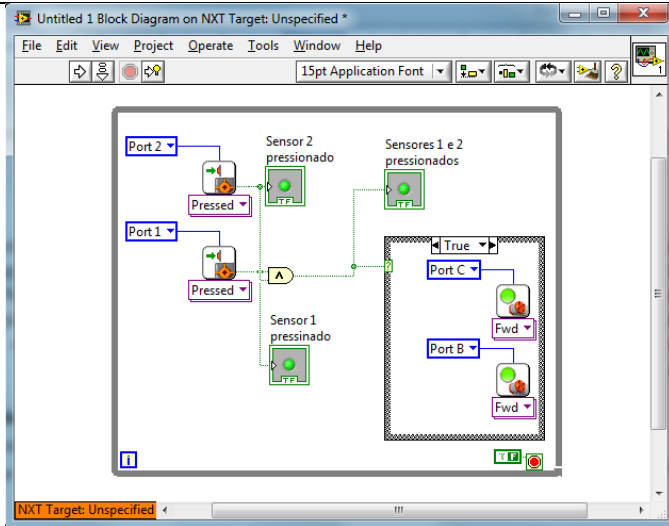


Figura 1: Diagrama de blocos

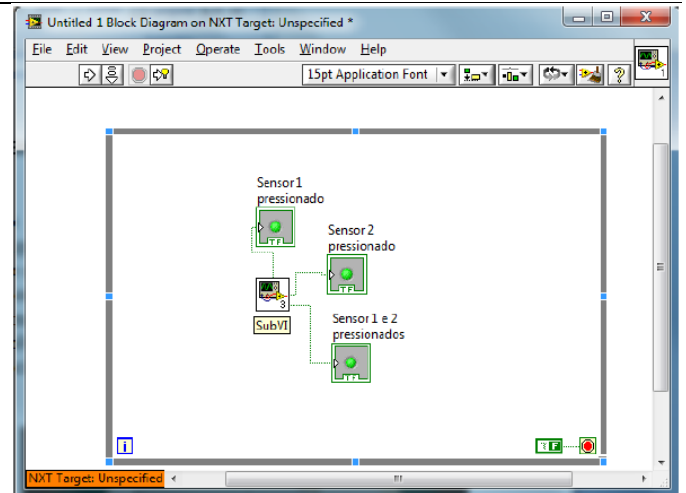


Figura 3: SubVI

4 DESAFIOS PROPOSTOS

4.1 Carrinho de controle-remoto

Algumas situações requerem dimensionamento das posições do robô, por meio das quais os alunos podem desenvolver noções práticas de geometria plana. Ocasionalmente, em que são necessários certos movimentos do robô, tais como se deslocar mediante certo ângulo e na forma de figuras geométricas, como, por exemplo, retângulos, quadrados e circunferências. Desta forma, a fim de explorar tais situações o primeiro desafio proposto aos alunos foi projetar um carrinho de controle-remoto.



Figura 4: Carrinho de controle-remoto

Como pode ser visto nas figuras 1 e 2, no Labview® foram incorporados os blocos de programação do NXT®, possibilitando programar os sensores e os atuadores do robô. Também é possível utilizar estruturas CASE (se-senão) e de repetição, além de portas lógicas, blocos de comparação e estruturas mais complexas como a máquina de estados.

A máquina de estados é uma estrutura que permite distribuir ações em diferentes estados, como por exemplo, criar um estado para ler a resposta dos sensores, outro para fazer o robô ir para frente e ainda um estado para que o robô possa se comunicar com outro. A transição de um estado para outro, ou seja, de uma ação para outra, deve ser definida no código do programa. Desta forma, a máquina de estados evita a repetição de estruturas CASE, tornando o programa mais rápido.

A utilização de vários blocos de programação pode tornar o programa extenso. Uma forma de reduzir o programa é criar uma SubVI que permite condensar um conjunto de blocos de programação que têm uma determinada função em apenas um bloco. A figura abaixo mostra a SubVI do programa mostrado na figura 1.

O controle-remoto definia as ações do carrinho, por meio de dois sensores de toque que agiam da seguinte forma:

Acionamento do controle	Reação no carrinho
Botões esquerdo e direito pressionados	Carrinho se move para frente em linha reta
Botão esquerdo pressionado	Carrinho se move para frente, virando à esquerda
Botão direito pressionado	Carrinho se move para frente, virando à direita.
Botões esquerdo e direito não pressionados	Carrinho se move para trás

Assim, os alunos ainda aprenderam os princípios de funcionamento do sensor de toque que envolve a teoria de circuitos elétricos e também noções de análise combinatória, movimento retilíneo uniforme e movimento curvilíneo.

4.2 Tirar latinhas de refrigerante de um quadrado

Neste desafio, os alunos tiveram que programar o robô para retirar em um menor tempo quatro latas de refrigerante dispostas aleatoriamente dentro de um quadrado feito com fita isolante preta. Para tal, os alunos utilizaram um sensor ultrassônico e um sensor de cor. Assim, puderam aprender os princípios de funcionamento desses sensores, que envolvem os conceitos de ondas sonoras, frequência, velocidade e princípios de ótica.

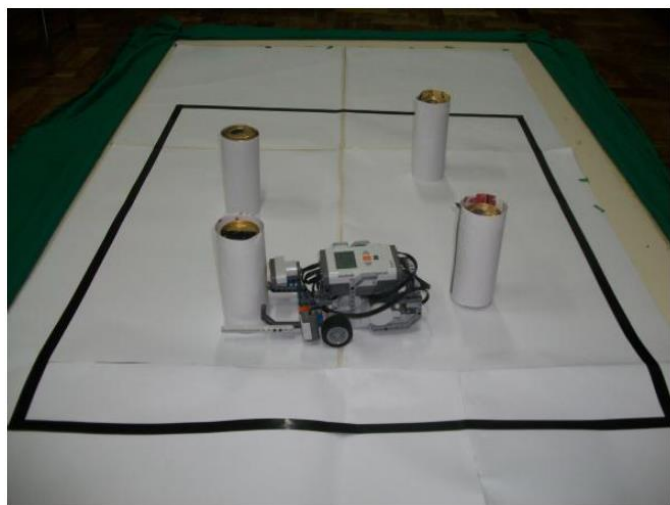


Figura 5: Desafio de tirar as latinhas do quadrado

Os alunos ainda tiveram que calcular as dimensões do quadrado e especificar uma potência para os motores, por meio da qual o robô fosse capaz de empurrar as latinhas, mas sem derrubá-las. Desta forma, foi possível explorar conceitos de área, perímetro, ângulo, largura, distância, força, atrito, velocidade, movimento retilíneo uniforme e movimento curvilíneo.

4.3 Comunicação entre robôs

Neste desafio, os alunos tiveram que programar dois robôs, definindo um deles como mestre e o outro como escravo. Estes robôs foram colocados em sentidos opostos. O robô mestre deveria se locomover para frente até alcançar o robô escravo e logo em seguida enviar um código para que o robô escravo andasse para frente até a posição inicial do mestre. A condição inicial deste desafio é mostrada na Figura 6.

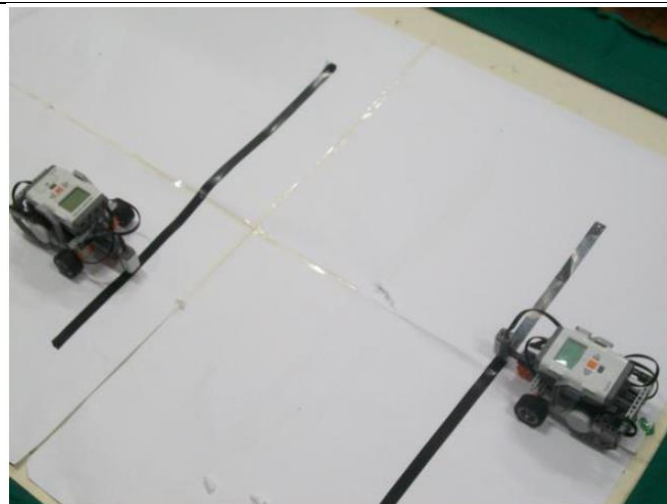


Figura 6: Comunicação entre robôs

Os robôs do modelo Mindstorm podem fazer comunicação via bluetooth. No que diz respeito à física os alunos puderam aprender o conceito de propagação de uma onda e entender como algo pode se movimentar pelo espaço transmitindo energia sem conexão física. Conceitos como comprimento, velocidade, período, amplitude e frequência de uma onda também foram apresentados a eles. Ainda por meio deste desafio os alunos aprenderam as diferenças entre uma onda mecânica e uma onda eletromagnética.

4.4 Participação na Olimpíada Brasileira de Robótica

Por fim os alunos foram apresentados aos desafios da Olimpíada Brasileira de Robótica etapa mineira nos níveis 1 e 2, sendo a primeira categoria voltada para alunos do ensino fundamental e a segunda para alunos de ensino médio e técnico. O desafio desta competição consiste em construir um robô autônomo que seja capaz de seguir um caminho formado por linhas pretas feitas com fita isolante e desviar de obstáculos que estejam na pista, como mostra a Figura 7. Durante o percurso as vítimas estão sobre o caminho, sendo no nível 1 formadas por fita isolante verde ou de papel alumínio, no qual o robô deve identificá-las ascendendo uma luz, podendo também emitir um som ao passar por elas. Por outro lado, no nível 2, a vítima é uma lata de refrigerante e o robô deve levá-la até o final da pista.

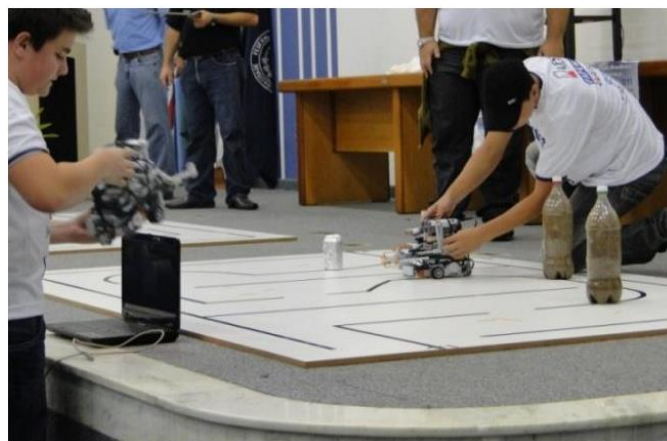


Figura 7 – Pista de competição da Olimpíada Brasileira de Robótica.

Para realizar tal desafio, os alunos utilizaram três sensores de cor, dois sensores ultra-sônicos, sendo um deles móvel, quatro motores e dois robôs conectados via Bluetooth. Uma vez realizada a montagem do robô, os alunos definiram então as estratégias de programação para fazê-lo seguir a linha preta, aplicando o conceito de análise combinatória como mostra a tabela abaixo. Utilizando o sensor de cor no módulo de intensidade de cor os alunos desenvolveram uma lógica de programação na qual o sensor retornava o valor 1 quando identificava a cor preta e 0 quando identificava a cor branca.

Análise combinatória			Resposta dos atuadores	Situações
Sensor esquerdo	Sensor central	Sensor direito		
0	0	0	Mover para frente em linha reta	Presença de um gap (local sem fita preta).
0	0	1	Mover para direita	Presença de uma curva à direita.
0	1	0	Mover para frente em linha reta	Caminho retilíneo.
0	1	1	Mover para direita 90° em torno do seu próprio eixo	Presença de uma curva de 90° à direita.
1	0	0	Mover para direita 90° em torno do seu próprio eixo	Presença de uma curva de 90° à direita.
1	0	1	Girar em torno o seu eixo até encontrar o caminho	Presença de uma curva com inclinação obtusa.
1	1	0	Mover para esquerda 90° em torno do seu próprio eixo	Presença de uma curva de 90° à esquerda.
1	1	1	Girar em torno o seu eixo até encontrar o caminho	Presença de uma curva com inclinação obtusa

Nesta competição, as equipes formadas pelos alunos deste projeto ficaram em segundo lugar, tanto no nível 1 como no nível 2. A participação deles foi muito importante, não só pela conquista do segundo lugar, mas principalmente pela integração com outras equipes e pela forma como os alunos evoluíram e se posicionaram perante os desafios que lhes foram propostos.

5 RESULTADOS

Ao fim do projeto foi preparado um questionário, contendo oito perguntas objetivas e duas discursivas, por meio do qual foram levantados dados relativos à opinião dos alunos quanto à metodologia utilizada ao longo das aulas, quanto a melhoria do desempenho escolar e a importância dos conhecimentos adquiridos neste projeto na vida dos alunos.

Por meio das informações obtidas pelo questionário, os resultados foram agrupados em gráficos contendo análises

estatísticas relacionadas a cada grupo de perguntas e respostas, contabilizando todos os aspectos do trabalho e que conjecturasse que reflita de maneira fidedigna os resultados. A primeira análise foi em relação à percepção dos alunos quanto ao seu desempenho escolar e quanto à melhoria de seus conhecimentos em informática, como mostra a Figura 8.

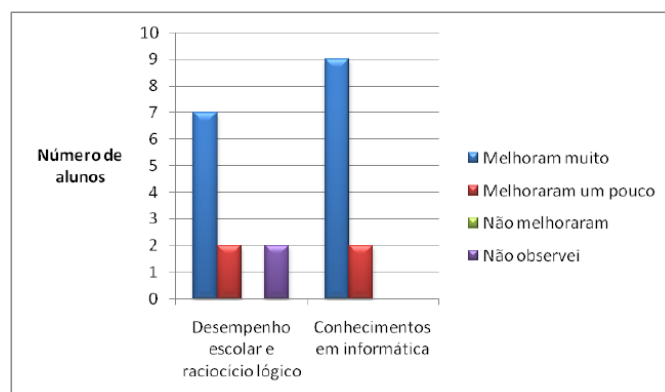


Figura 8 – Desenvolvimento dos alunos ao longo do projeto.

Nota-se que grande parte dos alunos observou uma melhora significativa em seu desempenho escolar, raciocínio lógico e em seus conhecimentos em Informática. Outro ponto analisado no questionário foi a avaliação dos alunos a respeito do curso, como pode ser visto na Figura 9.

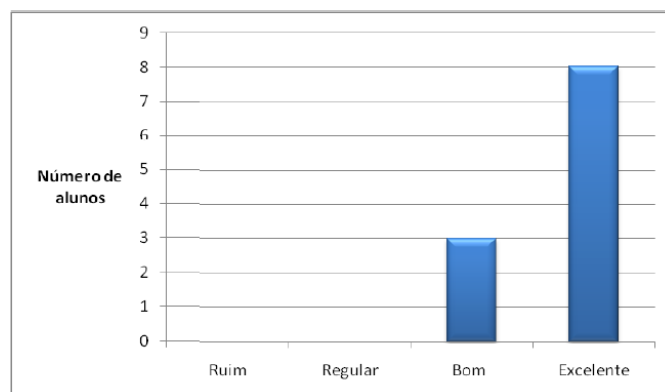


Figura 9 – Satisfação dos alunos quanto ao curso.

Quanto à qualidade do curso, nota-se por meio da Figura 9, que houve uma aprovação considerável por parte dos alunos. No questionário havia ainda uma questão discursiva acerca do que os alunos gostariam de mudar no projeto. Alguns deles responderam que gostariam de aumentar a carga horária ou terem mais aulas durante a semana. Além disso, todos os alunos participantes afirmaram que, se possível, continuariam tendo aulas de robótica, pois gostariam de aprimorar seus conhecimentos.

Os alunos ainda foram questionados a respeito da contribuição do curso para sua vida profissional e como pode ser visto na Figura 10 uma quantidade expressiva de alunos acredita que o curso possa contribuir para sua vida profissional futuramente.

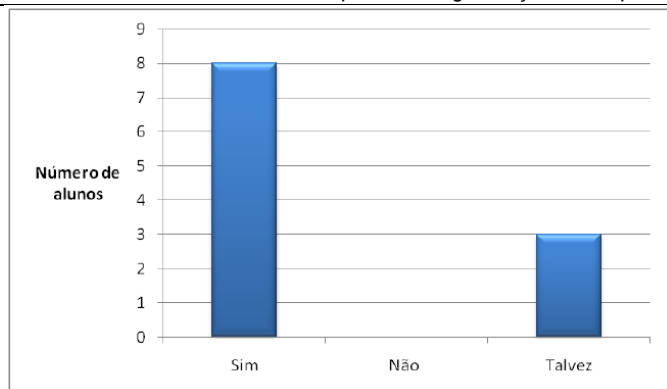


Figura 10 – Visão do aluno sobre a contribuição do curso na sua vida profissional.

Ainda foi feito contato com a direção das escolas para verificar se realmente houve melhoria no desempenho escolar dos alunos. Em nota, a diretora da escola de Barroso disse que: “Os alunos da E. E. Cônego Luiz Giarola Carlos que frequentaram o curso de Robótica na UFSJ, segundo a opinião dos professores, apresentaram melhor desempenho de maneira geral. Gostaríamos de parabenizar a iniciativa da universidade e a dedicação dos professores e estagiários e de podermos contar com novas oportunidades”. As escolas de São João Del-Rei também destacaram que além da melhora no desempenho escolar, os alunos que participam do projeto também estão mais envolvidos e animados com as aulas.

6 CONCLUSÃO

Desde o momento da abertura do projeto nas escolas, houve notável apoio dos professores das instituições quanto a promoção desse trabalho. Ao fim do projeto, as diretoras das escolas mostraram-se muito agradecidas com relação ao mesmo. Nesse sentido, é importante continuar o trabalho, levando em consideração as devidas melhorias na sua metodologia. Propor tal projeto em novas escolas, tendo o trabalho promovido como referência é de relativa importância.

Este trabalho incentivou a imaginação, a criatividade e promoveu uma ligação da robótica com as disciplinas escolares, proporcionando assim uma união entre as teorias aprendidas em sala de aula e a aplicação delas no ambiente real. O contato com softwares de programação possibilitou a eles desenvolver o raciocínio lógico e o interesse pelas disciplinas de matemática e física. A robótica deveria ser inserida no ensino fundamental e médio com intuito de aumentar a proficiência de alunos em ciências exatas.

Outro ponto notável no projeto foi o empenho dos alunos ao participar da Olimpíada Brasileira de Robótica. Todos os alunos contribuíram de maneira significativa, demonstrando um espírito de cooperação, alguns de liderança, e, sobretudo de interesse pelo trabalho que estavam realizando. Destacou-se ainda a criatividade dos alunos ao montar os robôs e definir as estratégias que seriam utilizadas na competição.

Tal projeto foi capaz de despertar nos alunos participantes a curiosidade e o gosto pela robótica. Por fim, os concluintes do curso demonstraram o desejo de continuar tendo aulas de robótica para aprofundar ainda mais seus conhecimentos a respeito das disciplinas escolares e para participar novamente da OBR no próximo ano. Nesse sentido, pretende-se dar continuidade a esse trabalho, ampliando o número de escolas e

alunos envolvidos e mantendo os alunos que mostraram interesse em continuar seus estudos em robótica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Benitti, F. B. V., Vahldick, A., Urban, D. L., Krueger, M. L. and Halma, A. (2009). Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. In Anais do XXVII – Congresso da SBC - XV Workshop de Informática na Escola, Bento Gonçalves, RS, Brasil.
- Fiolhais, C. and Trindade, J. A. (2003). Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Brazilian Journal of Physics Teaching*, Vol. 25, No. 1, pp. 259-272, Sept, 2003.
- Ferrari M., Ferrari G. and Hempeli R (2002). Building Robots With Lego Mindstorms, Pages 279-310.
- Gomes, T. V., Martins, S. A. M., Teixeira, W. W. M., Ricco, R. A. and Nepomuceno, E. G (2008). A Escolha da Engenharia como Curso Superior: Um Estudo de Caso com Alunos de Ensino Médio de uma Escola Pública. In: XXXVI – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, São Paulo, SP, Brasil. Anais: do XXXVI – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, p. 1-8.
- Hestenes, D. (1987). Modeling Theory of Physics Instruction. *American Journal of Physics*, Vol. 55, pp. 440.
- Lawson, R. and McDermott, L. (1987). Student Understanding of the Work-Energy and Impulse Momentum Theorems. *American Journal of Physics*. Vol. 55, pp. 811-817.
- Moran, J. M (2000). Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias, Rio Grande do Sul, Vol.3, n.1.
- Pio J. L. S., Castro T. H C. and Júnior A. N. C (2006). A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio à Aprendizagem de Computação. Anais: do XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Nov. 08-10: Brasília, DF, Brasil.
- Ribeiro, Célia Rosa, Coutinho, Clara Pereira and Costa, Manuel F. M (2011). A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no Ensino Básico. 6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI), Chaves, Portugal.
- Santos, C. F. and Menezes, C. S (2005). A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. In: Workshop de Informática na Educação / XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo, RS, Brasil.

CONCEPÇÃO DE UMA INTERFACE PARA PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS INTELIGENTES

Felipe Antunes* †, Anderson Dias†, Yan Freitas† ‡, Antônio V. Netto† ‡

felipe@xbot.com.br, anderson@xbot.com.br, yan@xbot.com.br, valerio@xbot.com.br

*Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Washington Luis, Km 235 - Monjolinho, São Carlos - SP

†XBot
Rua Monteiro Lobato, 2479 - Jardim Brasil, São Carlos - SP

‡Universidade Central Paulista (Unicep)
Rua Miguel Petroni, 5111 – Jardim Centenário, São Carlos – SP

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este artigo descreve o software de controle do Curumim, o qual comanda o robô via programação em blocos. O software facilita a introdução à lógica de programação, pois, mesmo aqueles que nunca tiveram contato com o conceito, conseguem operar o robô para uma determinada ação através das instruções em blocos. Os blocos são separados por ícones intuitivos, cada um conjunto de instruções, que são inseridos linearmente através de alguns cliques, escrevendo um algoritmo para o controle do Curumim. A interface permite que o usuário altere os parâmetros destas funções ou insira um novo bloco ao longo do programa. Como diferencial, para usuários mais avançados, a interface traduz automaticamente a linguagem em blocos em um algoritmo em C/C++ com todas as instruções de controle do robô.

PALAVRAS-CHAVE: software educacional, robótica educacional, robôs móveis, educação tecnológica, programação em blocos.

ABSTRACT: This paper describes the Software Curumim Interface program that it controls a robot via block's programming. This program makes easier for people, that, don't have enough knowledge about the program languages, even those, they can determinate some action to the robot. The program has a menu that contains significative icons that suggest the commands. In order to write the program, it is only necessary some clicks on the icon in the menu and the block will be insert in the program's window. In this way a block's sequence will be create, that the Curumim will execute. The interface makes enable to the user change any parameter of the block, delete it, insert a new block between other already in the program. For the experienced user, exist a possibility to use the C/C++ languages to program the robot.

KEYWORDS: education software, robotic education, mobile robot, education technology, robotics interface program.

1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de promover o desenvolvimento educacional e o aprendizado de conceitos básicos de lógica por intermédio de um robô, foi elaborado o kit Curumim. Esse kit, ilustrado na Figura 1, inclui o robô Curumim, um par de baterias com carregador, o rádio-base para a comunicação entre o robô e o computador com cabo USB, receptor para os sinais da câmera do robô e seus cabos RCA, além de um CD com o software do Curumim junto com seu manual seu manual.



Figura 1 - Kit Curumim

O software é o intermediário entre o robô e o usuário, pois é por meio desse software que o usuário irá conseguir enviar os comandos desejados para a movimentação do Curumim. Para tanto, apresenta-se duas opções de programação: em blocos e em linguagem C/C++. A primeira opção de programação é

formada por um conjunto de blocos que o usuário escolhe um a um para montar seu algoritmo, a fim de que o mesmo realize as ações planejadas através do envio das instruções pelo rádio-base.

Dessa forma, ao montar um programa, o usuário terá que raciocinar sobre quais blocos utilizar e em que ordem “encaixá-los”, além de usar criatividade para conseguir alcançar o objetivo pretendido [1].

O software possui ainda um “tradutor” de blocos para C/C++. A cada bloco incluído em seu programa existe um trecho de código equivalente que vai construindo o programa em C/C++ respectivo. Esse código é disponibilizado ao usuário para que o mesmo possa acessá-lo e até alterá-lo. O objetivo é levar o usuário a um nível mais elevado, pois tal funcionalidade propicia a familiarização com a linguagem C/C++. Assim, também há a possibilidade de construir programas mais elaborados para o Curumim.

2 O ROBÔ CURUMIM

Como visto na Figura 2, o robô Curumim é composto de alguns itens que facilitam a execução de suas tarefas:

- Uma pinça na sua frente que funciona no sentido vertical para cima e para baixo, onde o usuário pode colocar uma caneta e com seu posicionamento para baixo ter marcada a trajetória do robô;
- Uma câmera que fornece imagens da frente do robô, podendo o usuário solicitar uma foto ou a leitura de um QRCode durante a execução de cada uma das ações;
- Cinco sensores utilizados para detectar obstáculos que sejam próximos ao robô;
- Um conjunto de três motores utilizados para locomoção, por meio de rodas omnidirecionais, rodas estas que infligem uma composição de movimentos diferentes ao robô e que não poderiam ser efetuados por rodas convencionais.



Figura 2 - Características do robô

3 SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO EM BLOCOS

O software é o ambiente de programação do robô Curumim, no qual o usuário determina as ações que deseja que este robô execute. Possui uma interface amigável e simples de utilizar [4], descrita em cinco áreas, como ilustradas na Figura 3:

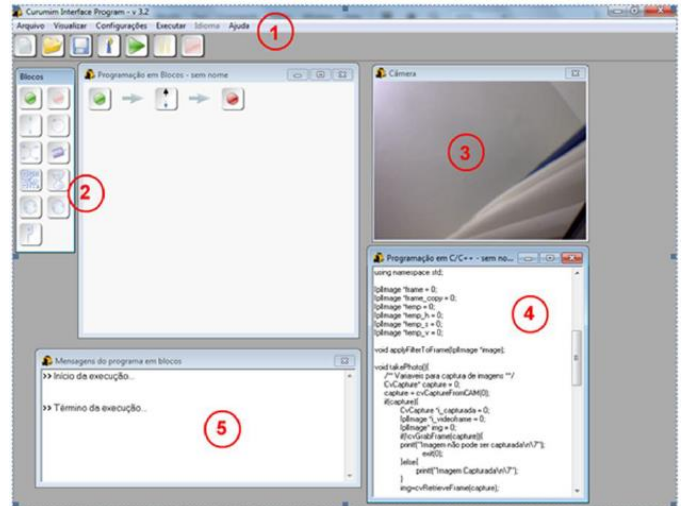


Figura 3 - Interface do Software Curumim

1. Área de Menu e Barra de Ferramentas: o menu é formado com as opções gerais disponível do software, desde o gerenciamento do programa gerado pelo usuário, assim como configurações, visualizações e ajuda para melhor utilização software. Algumas dessas opções ainda têm a combinação de teclas para acesso direto. A barra de ferramentas possui algumas das opções contidas no Menu com a finalidade de servirem de teclas de atalho rápido, sendo ilustradas com figuras que as identificam mais facilmente.
2. Área de Programação em Blocos: principalmente destinadas aos usuários iniciantes que nunca programaram um robô e não conhecem uma linguagem específica para tal. Isso porque conta com uma série de blocos em seu menu com as ações já pré-determinadas para o robô, o que torna transparente ao usuário os comandos que cada bloco envolve para que tais ações sejam realizada. Um desenho significativo serve de ilustração para cada um dos blocos, o que facilita sua identificação. A cada seleção de um bloco o mesmo é inserido na janela de programação ao lado do referente menu.
3. Área de Imagem: possui uma janela que exhibe a imagem capturada pela câmera do robô. O usuário pode solicitar sua exibição ou fechamento sempre que quiser, exceto durante a execução do programa em blocos em que sua exibição é feita automaticamente pelo software.
4. Área de Programação C/C++: com a possibilidade de construção de um programa em C/C++ para o robô, tem-se a oportunidade de crescimento do usuário iniciante, seja a “tradução fiel” do programa em blocos ou a “tradução” acrescida de alterações realizadas pelo usuário. E, os usuários experientes tem nessa janela uma opção de programação mais avançada para o robô.

5. Área de Mensagens: possui uma janela que exibe as informações referentes ao resultado da compilação e linkagem do programa C/C++ ou a indicação de cada bloco executado pelo robô durante a execução de seu respectivo programa, fornecendo ao usuário um retorno das ações realizadas.

O menu e a barra de ferramentas possuem opções úteis tanto para a programação em blocos, quando para visualização da imagem capturada pela câmera do robô e do código em C/C++, etc.

O menu está sempre visível, podendo algumas de suas opções estarem desabilitadas em certos momentos, de acordo com cada situação, durante a execução do software, evitando que o usuário faça alguma solicitação indevida. As opções do menu são separadas em grupos, como ilustrado na Figura 4:

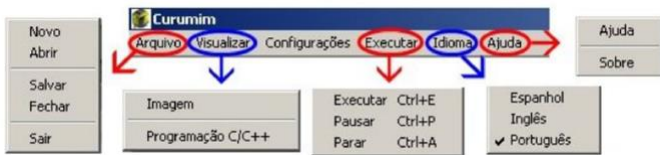


Figura 4 - Menu do software

- Arquivo: possui as opções referentes ao gerenciamento dos programas do usuário, como criar um novo, abrir, salvar ou fechar um programa, além da opção de sair do software Curumim;
- Visualizar: possui as opções de visualização da imagem gerada pela câmera do robô e a “tradução” do programa em blocos para C/C++;
- Configurações: menu de configuração da comunicação, do compilador e dos produtos da câmera;
- Executar: possui as opções de compilar um programa C/C++, desde que haja um aberto, executar um programa em blocos ou em C/C++ (no caso do programa em C/C++, é necessário que o programa já esteja compilado para que o mesmo possa ser executado), pausar e parar, desde que haja um programa em blocos em execução;
- Idioma: possui idiomas disponíveis para o software – Espanhol, Inglês ou Português;
- Ajuda: possui a opção de ajuda, que disponibiliza informações do modo de uso do software. Tem a finalidade de auxiliar o usuário com suas dúvidas e opção de sobre, que exibe informações a respeito do software.

Dentre essas opções, as que estão disponíveis para o acesso rápido na Barra de Ferramentas são ilustradas na Figura 5:



Figura 5 - Barra de Ferramentas do Software

3.1 Configurações

A janela de configuração é responsável pelas determinações de valores a serem utilizados pelo software, especialmente na comunicação, pois é referente ao fluxo de informação entre o software e o robô. Possui duas abas: Comunicação e Câmera, como ilustrado na Figura 6.

A aba de comunicação é obrigatória para que o usuário possa ter a sua disposição as demais funcionalidades do software do Curumim. As outras abas de configuração podem ser preenchidas durante o uso do software quando o usuário desejar ou quando solicitado pelo próprio software.

Nessa aba têm-se campos para o preenchimento adequado da porta serial e endereços de origem e destino a serem utilizados durante a comunicação com o robô. Inicialmente o usuário deve preencher a porta serial em que está ligada a rádio-base. Caso a porta serial não esteja disponível, basta clicar no botão Detectar Portas para que o software possa identificá-la e o usuário então a selecione.

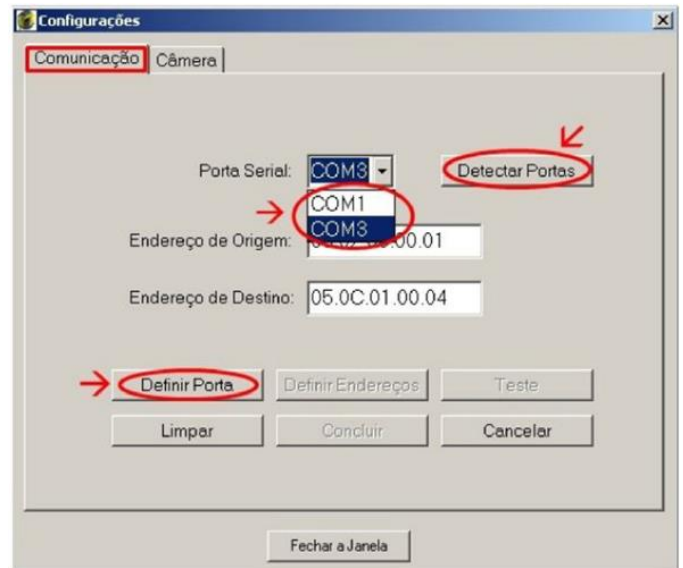


Figura 6 - Janela de configurações

Após a definição da porta serial, o usuário deve preencher os endereços de origem (identificação do rádio-base) e de destino (identificação do robô) e defini-los também. Em seguida o usuário deve poder concluir suas alterações ou, se preferir, realizar uma verificação da comunicação com o robô por meio do botão Teste.

Na aba Câmera o usuário determina o nome padrão para os arquivos de fotos que podem vir a ser geradas pelo robô durante a execução de seus movimentos. A nomeação dos arquivos de foto é feita pela junção do nome padrão determinado pelo usuário com uma numeração ordinária controlada pelo software. O usuário também pode determinar os locais onde tais arquivos serão armazenados.

3.2 Área de Programação em Blocos

A área de programação em blocos é o destaque do software, pois foi elaborada especialmente para tornar a determinação e ações para um robô como uma situação simples, intuitiva e independente de qualquer conhecimento em uma linguagem de programação específica.

Além das figuras, que tem por objetivo sua identificação imediata, os blocos contidos no menu ainda possuem hints que auxiliam os usuários a identificar o nome de cada bloco, quando passado o mouse por cima deles. Na Figura 7 é identificado cada um dos blocos por seus nomes.

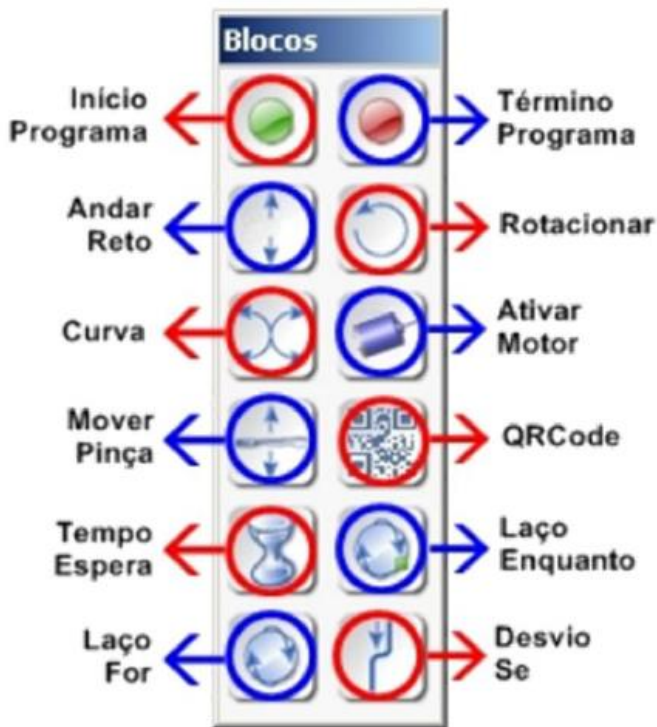


Figura 7 - Menu de Blocos

O bloco Tempo de Espera é um bloco que faz com que o robô permaneça parado, sem executar qualquer ação, durante um certo tempo.

Os blocos Laço PARA, Laço ENQUANTO e Desvio SE são blocos condicionais que englobam outros blocos, sendo que a avaliação da condição do bloco condicional em questão. A condição avaliada por cada condicional é:

- Laço PARA: enquanto o número de vezes determinado para sua repetição não for ultrapassado, os blocos envolvidos pelo Laço PARA são avaliados e executados;
- Laço ENQUANTO: enquanto a combinação do resultado dos sensores escolhidos do robô for verdadeira e o número máximo de vezes determinado para sua repetição não for ultrapassado, os blocos envolvidos pelo Laço ENQUANTO são avaliados e executados;
- Desvio SE: se a combinação do resultado dos sensores escolhidos for verdadeira, os blocos envolvidos pelo Desvio SE são avaliados e executados.

Ao inserir qualquer um dos blocos, exceto delimitadores, uma janela com as informações do bloco é aberta com valores padrões que podem ser alterados pelo usuário de forma simples e prática. Além disso, conta com uma verificação dos valores preenchidos para que o usuário não realize nenhum preenchimento equivocado. Como por exemplo, algumas dessas janelas são apresentadas a seguir.

A janela do bloco Andar Reto, exibida na Figura 8, possui os seguintes parâmetros:

- Direção: indicador da direção a ser seguida pelo robô (frente ou trás)
- Velocidade: indicador da velocidade a ser adotada pelo robô (1: baixa; 2: média; 3: alta);
- Distância: indicador da distancia a ser percorrida pelo robô (1 mm até 99.999 mm);
- Recurso de imagem: indicador de uso ou não do recurso de captura de imagem.



Figura 8 - Janela de parâmetros do bloco Andar Reto



Figura 9 - Janela de parâmetros do bloco Ativar Motor

A janela do bloco Ativar Motor, ilustrada na Figura 9, possui os mesmos parâmetros que a do bloco Andar Reto, porém o controle desses parâmetros é feito individualmente para cada uma das três rodas do robô que possui um motor cada. Isso, juntamente com a possibilidade de escolha de quais motores utilizar, permite a criação de movimentos variados a cada combinação de parâmetros.

Já a janela do bloco ENQUANTO, mostrada na Figura 10 apresenta uma área para construção de uma expressão lógica. O usuário pode fazer uso dos resultados dos sensores que quiser, combinando-os por meio dos operadores NOT, AND, OR, NAND ou XOR, além de ter a possibilidade do uso de parênteses. Essa expressão é avaliada durante a execução do programa e, se seu resultado for verdadeiro, os blocos que

estiverem envolvidos por esse condicional serão executados. Caso contrário, serão ignorados.



Figura 10 - Janela de parâmetros do bloco ENQUANTO

A medida que o usuário for selecionado os blocos que deseja inserir no seu programa, os mesmos são incluídos na janela de programação em blocos. Além disso, o usuário ainda pode alterar os valores dos parâmetros de seus blocos por meio das janelas já mencionadas e/ou retirar um bloco de seu programa.

Com exceção da inserção sequencial de blocos, as demais funcionalidades mencionadas estão disponíveis no menu popup, diferenciado de acordo com cada bloco: para o bloco de Início é “Inserir um bloco depois”; para os blocos de movimento e condicionais são “Alterar os valores dos parâmetros do bloco”, “Excluir o bloco”, “Inserir um bloco antes” e “Inserir um bloco depois”; e, para o bloco de Término são “Excluir o bloco” e “Inserir um bloco antes”.

Adicionando bloco a bloco ao programa, o usuário determina as opções que deseja para o robô e em que ordem tais ações devem ser realizadas. Na figura 11, é apresentado um exemplo de programa em blocos que pode ser construído no software. Esse programa foi elaborado por meio da solicitação de sete passos a serem cumpridos pelo robô:

- Baixar a pinça;
- Enquanto não houver obstáculo atrás do robô, andar 30cm para trás, firmando com velocidade média. Considerar essa condição somente válida por até 4 vezes a sua execução;
- Rotacionar para a esquerda 90°, tirando uma foto;
- Se houver obstáculos a sua direita, siga em frente;
- Repita por 4 vezes a curva para a direita a frente;
- Esperar por 2 segundos antes de continuar o próximo passo;
- E, por fim, subir a pinça.

Embora na Figura 11 não apareça diretamente os valores dos parâmetros alterados para tal solicitação, o usuário pode verificar cada um dos valores dos parâmetros dos blocos passando um hint com as informações. Caso queira alterar seus valores, excluir ou inserir novos blocos, basta clicar com o botão direito do mouse sobre o bloco desejado e solicitar a ação pretendida.

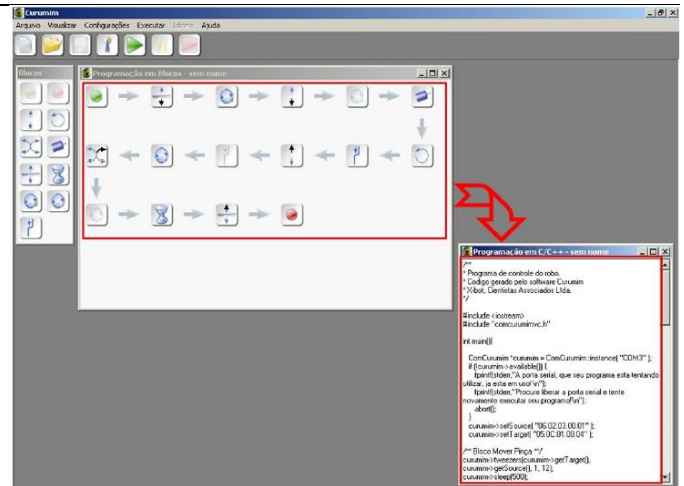


Figura 11 - Exemplo de um programa em blocos e sua tradução para C/C++

3.3 Execução do programa em blocos

Quando o usuário solicita a execução do programa em blocos, é aberta uma janela logo abaixo da janela de programação em bloco que indica as ações executadas. Isso possibilita ao usuário acompanhar uma a uma as ações realizadas pelo robô.

Ainda durante a execução do programa em blocos, o usuário pode pausar e, posteriormente, solicitar o retorno a execução do programa, além de poder parar a execução do mesmo.

3.4 Tradução do programa em blocos

O usuário pode solicitar a “tradução” do programa em blocos para linguagem CC++. Com isso, pode ir aprendendo a sintaxe da linguagem.

Mesmo para quem já está familiarizado com a lógica de programação, haverá o acesso aos métodos que enviam os comandos para os robôs, podendo alterar seus parâmetros diretamente. Assim, o usuário pode incluir outras estruturas mais complexas em seu programa. A compilação desse programa pode ser feita no próprio software, bastando fazer a configuração de um dos dois compiladores solicitados pelo software. Também é possível executar esse programa, já compilado.

Todavia, se preferir editá-lo em outro ambiente mais específico da linguagem, basta salvar esse programa, abri-lo no ambiente desejado e importar a respectiva biblioteca dos comandos para o robô.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O software do Curumim foi desenvolvido com uma interface simples e amigável de modo a alcançar o maior número de usuários possível. Também se prevê a evolução dos usuários iniciantes, que em um primeiro contato só programariam o robô via blocos e, posteriormente, poderiam passar a utilizar a linguagem C/C++. Tal objetivo é esperado, pois se acredita que o interesse pelo aprendizado de programação seja facilmente despertado por intermédio do robô Curumim.

Vale ressaltar que através do robô o usuário não estaria limitado apenas ao estudo de linguagens de programação, mas também a todas as outras tecnologias incluídas dentro da

robótica, tais como mecânica, eletrônica, sensoriamento, entre outras. Desta forma, acreditamos ter desenvolvido um caminho de aprendizado muito eficiente, dinâmico e prático.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Castilho, M. (2002). Robótica na Educação: Com que Objetivos? Monografia de conclusão de Pós-Graduação em informática na educação. Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre – RS.
- [2] Konzen, I. M. G., Cruz, M. E. J. K. (2007). Kit de Robótica Educativa: desenvolvimento de aplicação metodológica. II Escola Regional de Licenciatura em Computação, Universidade Federal de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul – RS.
- [3] Rocha, H. V., Baranauskas M. C. C. (2000). Design e Avaliação de Interface Humano-Computador. XII Escola de Computação, São Paulo – SP.



CONTROLE DE LOCOMOÇÃO HÍBRIDO PARA UMA CADEIRA DE RODAS

Marcelo Ardizzon Lovatte, Luis Eduardo Martins de Lima

marcelovatte@hotmail.com, luisedu@ifes.edu.br

Coordenadoria de Engenharia Elétrica
Instituto Federal do Espírito Santo
Avenida Vitória, 1729 - Bairro Jucutuquara - CEP 29040-780
Vitória – ES – Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este artigo apresenta o estudo e a implementação do controle de locomoção para uma cadeira de rodas com tração diferencial. Esta cadeira está instrumentada e com hardware de controle que possibilita a geração de trajetórias, e a detecção de obstáculos, a partir de um comportamento reativo. A geração de trajetória é baseada no uso de polinômios de terceira ordem, e o comportamento reativo obtido com inferência nebulosa a partir de sensoriamento ultrassônico. Esta mescla permite a geração de uma trajetória entre dois pontos quaisquer de um ambiente (inicial e final), caracterizados por suas coordenadas cartesianas e a orientação da cadeira, sendo evitadas colisões ao longo da execução desta trajetória a partir de uma inferência nebulosa que utiliza como variáveis de entrada a velocidade de locomoção atual e a distância ao obstáculo, e como variável de saída, a velocidade futura da cadeira. A cadeira de rodas foi dotada de sensores de distância (ultrassom) e de velocidade (encoders) para que a detecção de obstáculos e a geração de trajetória fossem implementados em um sistema embarcado.

PALAVRAS-CHAVE: Cadeira de rodas, Geração de trajetória, Lógica Nebulosa, Comportamento Reactivo, Microprocessamento.

ABSTRACT: This article presents a study and implementation of control locomotion for a conventional wheelchair, their mechanical structure and instruments were modified for this purpose. The wheelchair has a locomotion system of the traction differential type, with the possibility of trajectories generation and avoid collisions from a reactive behavior. The trajectory generation is based on the use of third-order polynomials, and reactive behavior obtained by fuzzy inference. This combination allows to generate the trajectory between any two points of an environment (initial and final), characterized by their Cartesian coordinates and chair orientation, avoiding collisions during of execution trajectory from a fuzzy inference, using as variables input current speed of movement and distance to the obstacle, and as output variable, the future speed of the chair. The wheelchair was equipped with distance sensors (ultrasonic) and speed (encoder) for the obstacle detection and trajectory generation are implemented in an embedded system.

KEYWORDS: Wheelchair, Trajectory generation, Fuzzy logic, Reactive behavior, Microprocessing.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último censo feito pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a quantidade de pessoas classificadas como deficientes físicos é de 14,5% da população brasileira (censo de 2000). Esta conjuntura justifica esforços no sentido de contribuir para a melhoria na qualidade de vida destas pessoas. Visando esta melhoria, faz-se necessário o investimento em pesquisas que proporcionem contribuições às condições de vida dos cadeirantes (portadores de necessidades motoras especiais). A conjuntura atual referente ao uso de cadeiras de rodas automatizadas (motorizadas) enfrenta dificuldades como a falta de planejamento urbano adequado e o elevado custo de aquisição (valores variam de R\$ 8.000,00 a R\$ 15.000,00), a depender do fabricante, do nível de automação e nível de autonomia, normalmente de 15 km. Vale ainda ressaltar que, em geral as cadeiras disponíveis comercialmente em sua maioria não são dotadas da capacidade de interação com o ambiente de navegação.

Esse trabalho visa à obtenção de melhorias para a potencialidade das cadeiras de rodas, quanto à mobilidade em ambientes fechados. O protótipo desenvolvido utiliza uma cadeira de rodas convencional não motorizada, que foi modificada com a inclusão de um motor de CC (Corrente Contínua) para tracionar cada roda, sensores de velocidade e distância e circuitos de instrumentação, controle e acionamento, caracterizando-a como um sistema robótico móvel. O objetivo é dotar o protótipo com autonomia suficiente para locomoção em ambiente estruturado, com trajetória pré-definida e a capacidade de evitar colisões.

A principal motivação das arquiteturas reativas é permitir a implementação de sistemas de controle que possam responder de forma rápida a uma variedade de eventos ou situações no ambiente, fazendo com que robôs possam operar em ambientes não estruturados. Uma das primeiras arquiteturas reativas foi introduzida por Brooks (1986), organizada em camadas de competência através de uma hierarquização de comportamentos. Os níveis mais altos correspondem à

execução dos objetivos das tarefas especificadas, enquanto as de níveis mais baixos correspondem às tarefas básicas, como as que garantem a sobrevivência e integridade do robô.

A navegação autônoma de plataformas móveis é um foco de pesquisa bastante explorado na atualidade, e têm sido obtidas importantes contribuições a este tema com o uso de técnicas de inteligência artificial (ANDRADE, 2001). Um subproblema deste enfoque é a geração de trajetória, cuja solução, é a definição de um caminho que permita o deslocamento da plataforma de uma posição e orientação inicial, conforme ilustrado na figura 1, até a posição e orientação final pré-estabelecida, respeitando condições cinemáticas de interesse, e evitando colisões. Para a determinação de trajetórias sem colisão, os métodos mais importantes foram compilados por Latombe (1991).

Neste trabalho, é apresentada uma proposta de solução para a navegação autônoma de uma cadeira de rodas, com sistema de locomoção em configuração tração-diferencial, utilizada em ambiente fechado. Esta proposta se baseia em uma mescla de geração de trajetória por uso de polinômios paramétricos de terceiro grau proposto por Pedrosa (2002), e a detecção de obstáculos com ajuste da velocidade de locomoção, a partir de uma inferência nebulosa sobre a distância da cadeira ao obstáculo e a velocidade atual da cadeira.

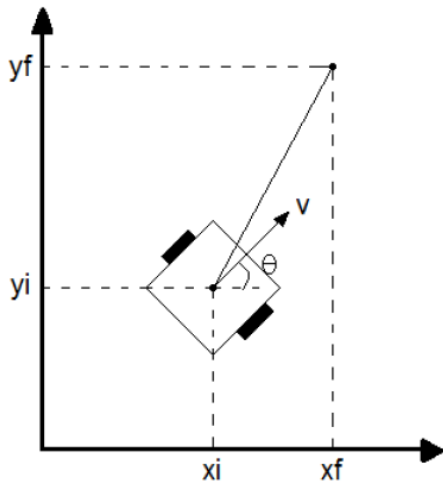


Figura 1 – Representação da cadeira no espaço.

A inferência nebulosa utilizada para definição do comportamento reativo “evitar colisões”, permite uma eficiente aproximação entre a decisão computacional e a decisão humana, o que viabiliza o ajuste da dirigibilidade da cadeira ao conforto do usuário, com suaves transições entre distintas situações durante a locomoção (KULITZ, 2004).

Com o uso da lógica nebulosa foi possível tratar relações entre a velocidade da cadeira (medida por encoder óptico), e a distância desta aos obstáculos (medida por ultrassom), atribuindo a cada uma destas variáveis três distintas classificações (valores linguísticos), a citar: curta, média e longa para distância, e baixa, média e alta para velocidade. A partir destas relações, a inferência nebulosa define a velocidade compatível à locomoção, aliando conforto para o usuário e segurança ao evitar colisões.

2 ARQUITETURA DE CONTROLE

Uma arquitetura de controle deve assegurar a realização das tarefas do robô de maneira robusta e estável. Assim, este projeto apresenta a implementação de uma arquitetura de controle híbrida, que combina as características dos paradigmas deliberativo e reativo (GRASSI, 2006), para o controle de locomoção da cadeira.

Com esta abordagem, a cadeira pode ser submetida à tarefa de realizar uma trajetória pré-definida, cuja modelagem é processada em um notebook (nível hierárquico superior), e simultaneamente detectar e evitar a colisão com obstáculos que estejam ao longo desta trajetória, sendo este processamento embarcado. Ou ainda, a cadeira pode realizar a tarefa de vagar em um ambiente, evitando colisões, viabilizando a função de mapeamento por exploração.

A Figura 2 ilustra a realização de uma trajetória retilínea interrompida pela presença de um obstáculo (armário de aço), detectado pelos sensores de ultrassom.



Figura 2 - Reação da cadeira de rodas ao encontro de um obstáculo.

A figura 3 ilustra a funcionalidade da arquitetura de controle proposta.

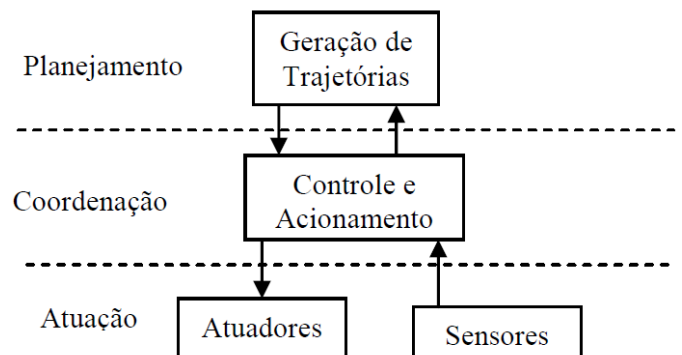


Figura 3 – Diagrama da arquitetura hierárquica proposta.

Na figura 4, são ilustradas simulações que apresentam as execuções de duas trajetórias que possuem o mesmo início e destino, porém, na imagem “b” um obstáculo é inserido no caminho, o que exige o processamento do comportamento

reativo e a redefinição da trajetória para que seja evitada uma colisão.

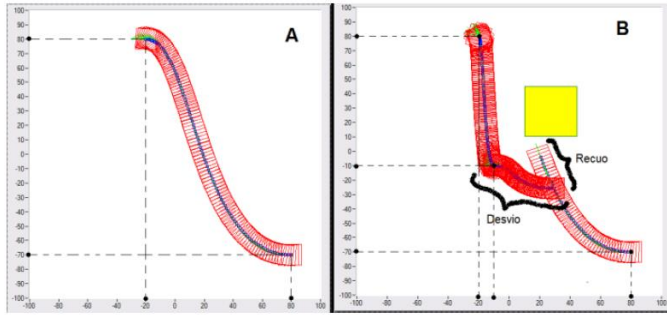


Figura 4 – Resultado da simulação de trajetórias sem e com a presença de obstáculos.

3 GERAÇÃO DE TRAJETÓRIA

O controle de sistemas embarcados deve ser caracterizado por baixo custo computacional, tanto em hardware como em software, o que viabiliza portabilidade, velocidade de processamento, controle em tempo real e maior autonomia. Em função destas características, foi escolhido o método de geração de trajetória proposto por (PEDROSA, 2002) a ser aplicado na cadeira, pois, a definição do caminho é obtida através de uma equação fechada, e de processamento rápido o suficiente para permitir o cálculo de posição e orientação da cadeira a cada passo de amostragem.

Para uma trajetória cujos parâmetros iniciais e finais são:

$$x_i = 80; x_f = -70; y_i = -60; y_f = 50; \theta_i = 0; \theta_f = 30;$$

Os polinômios de terceiro grau apresentados abaixo representam geometricamente a trajetória parametrizada por λ (sendo $\lambda \in (0,1)$ e para $\lambda = 0$ início da trajetória e $\lambda = 1$ final da trajetória), e definem a posição cartesiana do robô ponto-a-ponto da trajetória gerada.

$$x(\lambda) = a_0 + a_1\lambda + a_2\lambda^2 + a_3\lambda^3; \quad (1)$$

$$y(\lambda) = b_0 + b_1\lambda + b_2\lambda^2 + b_3\lambda^3; \quad (2)$$

Sendo:

$$\begin{cases} a_0 = x_i \\ a_1 = \text{arbitrário} \\ a_2 = \text{arbitrário} \\ a_3 = \Delta_x - a_2 - a_1 \\ b_0 = y_i \\ b_1 = d_i a_1 \\ b_2 = 3(\Delta_y - d_f \Delta_x) + d_f a_2 - 2(d_i - d_f) a_1 \\ b_3 = 3d_f \Delta_x - 2\Delta_y - d_f a_2 - 2(d_i - d_f) a_1 \end{cases} \quad (3)$$

Onde $d_i = \tan \theta_i$, $d_f = \tan \theta_f$, $\Delta_x = x_f - x_i$ e $\Delta_y = y_f - y_i$

Logo:

$$x(\lambda) = 80 + 300\lambda - 300\lambda^2 - 150\lambda^3 \quad (4)$$

$$y(\lambda) = -60 + 762,75\lambda^2 - 652,75\lambda^3 \quad (5)$$

$$\theta(\lambda) = \tan^{-1} = [y(\lambda) - y(\lambda - 1)]/[x(\lambda) - x(\lambda - 1)] \quad (6)$$

O ângulo de orientação θ é imposto de forma a respeitar o deslocamento da cadeira ao longo da trajetória, portanto, a cada passo de amostragem o ângulo dependerá da posição anterior ($\lambda - 1$) e da posição atual (λ). Para a condição inicial ($\lambda = 0$), a equação 6 não é satisfeita, então:

$$\theta(0) = \theta_i$$

Através da ferramenta de simulação desenvolvida com linguagem de programação C em um ambiente de programação visual (LabWindows), a trajetória é traçada conforme a figura abaixo:

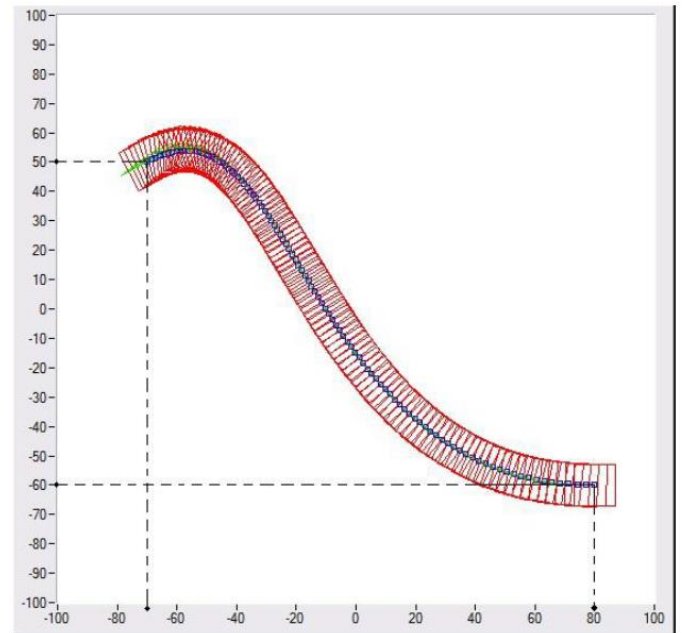


Figura 5 – Trajetória gerada a partir de polinômios de terceiro grau.

4 INFERÊNCIA NEBULOSA

Com as informações recebidas dos sensores ultrassônicos para medição da distância da cadeira aos obstáculos, e o sensoriamento com encoders para a velocidade de deslocamento, é possível identificar a tendência de colisão durante a realização da trajetória desejada.

Neste trabalho a inferência nebulosa foi implementada com duas funções de pertinência de entrada, definidas para as variáveis linguísticas, velocidade de locomoção e distância à frente entre a cadeira e o obstáculo, sendo estas compostas por três conjuntos nebulosos com valores linguísticos baixa, média e alta para velocidade, e curta, média e longa para distância. Esta inferência inclui ainda a variável de saída que é definida como velocidade futura da cadeira, cuja função de pertinência também é subdividida em três conjuntos nebulosos para os valores: baixa, média e alta (JUNIOR, 2003).

Os conjuntos nebulosos mais utilizados são aqueles que possuem uma função de pertinência regular, ou seja, sem mudanças bruscas, que mostram claramente a passagem progressiva da não-satisfação para a satisfação da propriedade à qual eles estão associados (Campos, 2004). O triângulo e o trapézio foram utilizados, pois, representam bem estes tipos de conjuntos, indicados na figura abaixo:

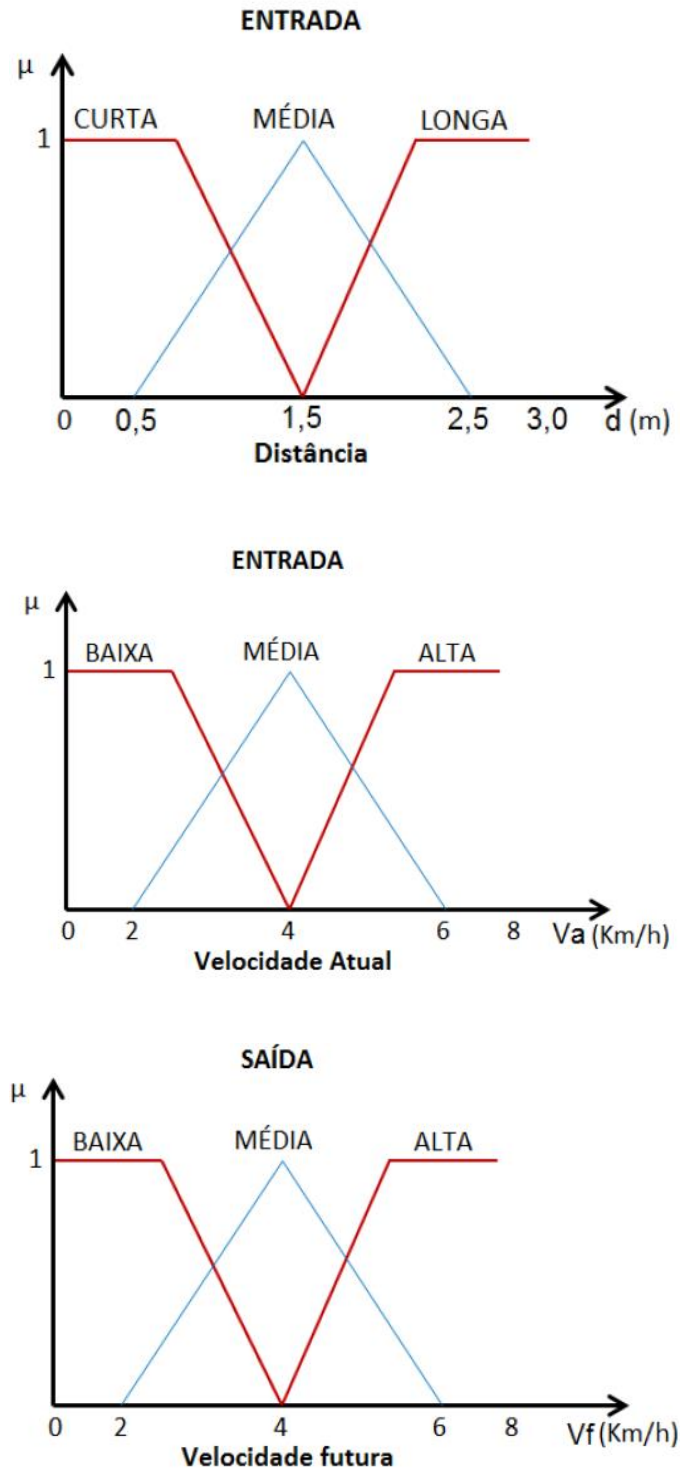


Figura 6 – Funções de pertinência de entrada e saída.

A partir dos conjuntos nebulosos de entrada e saída, foram definidas nove regras (tabela 1) que mapeiam as condições atuais de locomoção na definição da velocidade futura da cadeira. O método de inferência utilizado foi o de máx-min de Mamdani (MAMDANI, 1975) e as regras compostas de acordo com o seguinte padrão:

“SE a distância à frente é curta E a velocidade atual é alta ENTÃO a velocidade futura é baixa”.

Tomando como referência o “modus ponens generalizado”, podemos representar a regra acima da seguinte forma:

$$\mu_{baixa}(v_{futura}) = \min\{\mu_{curta}(d), \mu_{alta}(v_{atual})\} \quad (7)$$

Onde:

$\mu_{baixa}(v_{futura})$: Grau de pertinência da variável velocidade futura para o conjunto nebuloso “baixa”;

$\mu_{curta}(d)$: Grau de pertinência da variável distância para o conjunto nebuloso “curta”;

$\mu_{alta}(v_{atual})$: Grau de pertinência da variável velocidade atual para o conjunto nebuloso “atual”.

Tabela 1 – Regras Fuzzy utilizadas no sistema.

Entrada		Saída
Distância à frente	Velocidade atual	Velocidade futura
Curta	Baixa	Baixa
Curta	Média	Baixa
Curta	Alta	Média
Média	Baixa	Média
Média	Média	Média
Média	Alta	Média
Longa	Baixa	Média
Longa	Média	Alta
Longa	Alta	Alta

A definição das regras deve também considerar algumas restrições dos dispositivos usados para realizar o sensoriamento do ambiente. Por exemplo, o sensor ultrassônico utilizado para medir distância a um obstáculo, tem alcance máximo de três metros, dessa maneira para uma distância considerada “longa” a cadeira de rodas não deverá ter velocidade de locomoção máxima.

A partir da definição das regras, e dos valores de entrada (distância e velocidade atual) fuzzificados, a inferência nebulosa processa o operador mín sobre as pertinências de cada antecedente (conforme já foi descrito acima) para definição da pertinência do consequente de cada regra disparada, e o operador máx para a definição da pertinência resultante dos consequentes inferidos (disparados), em cada conjunto nebuloso da função de pertinência de saída. Os coeficientes das regras de saída podem ser representados da seguinte forma:

$$\mu_{baixa}(v_{futura}) = \text{máx}\{\mu_{baixa-disparada}(v_{futura})\}; \quad (8)$$

$$\mu_{média}(v_{futura}) = \text{máx}\{\mu_{média-disparada}(v_{futura})\}; \quad (9)$$

$$\mu_{alta}(v_{futura}) = \text{máx}\{\mu_{alta-disparada}(v_{futura})\}; \quad (10)$$

No processo de defuzzificação foi escolhido o método do centro de área (PATEL, 2005) em função de seu baixo custo computacional o que favorece o uso de uma arquitetura de controle embarcada de baixa complexidade.

5 PROTÓTIPO

A plataforma foi criada a partir de uma cadeira de rodas convencional, adaptada mecanicamente como pode ser visto na figura 7, tendo sido incorporados os motores de tração e sensores.

A cadeira de rodas possui um sistema de controle microcontrolado pelo PIC16F877A, dois motoredutores de CC cada um com potência de ¼ CV, e relação de redução de 60:1, duas placas para acionamento de potência (drivers) sendo uma para cada motoredutor com capacidade para 20 A. Os motoredutores são sensoriados por encoders ópticos com dois canais em quadratura (um para cada roda), para medição de velocidade e também é utilizado um sensor ultrassônico para medição de distância à frente em relação a obstáculos.

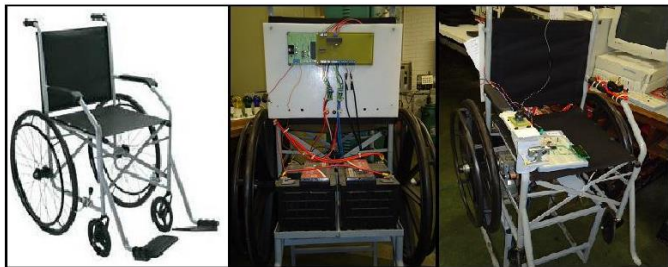


Figura 7 – Estrutura da cadeira (original e adaptada).

A medição de distância através de sensor ultrassônico impõe algumas restrições como: curta distância de alcance (aproximadamente três metros), reflexão em quinas gerando um falso obstáculo, não detecção quando o obstáculo faz um ângulo menor que 45° e pouca precisão para detecção de pequenos obstáculos. Estas restrições são informadas pelo próprio fabricante do sensor, estão ilustradas na figura 8, e também foram constatadas após vários testes realizados, sendo a inferência nebulosa sintonizada para o melhor desempenho de monitoramento em ambiente fechado.

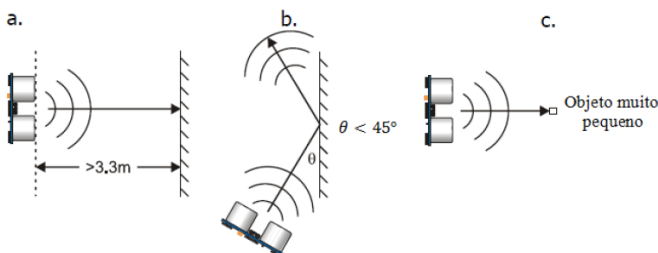


Figura 8 – Restrições para medição de distância com sensor ultrassônico.

Assim como o controle de baixo nível (acionamento dos motores), o tratamento das informações recebidas do sensor

ultrassônico também é realizado a partir de um microcontrolador PIC 16F877A. A distância é calculada em função do tempo de voo da onda refletida (eco) e da temperatura do ar, conforme as equações abaixo:

$$V_{ar} = 331,5 + (0,6 \times T_{ar}) \quad (11)$$

$$D = V_{ar} \times t \quad (12)$$

Sendo:

V_{ar} : Velocidade do som no ar em m/s;

T_{ar} : Temperatura do ar em °C;

t : Tempo de voo da onda refletida em segundos;

D : Distância ao obstáculo em metros.

A figura 9 ilustra a instalação do sensor ultrassônico na cadeira, assim como, apresenta em imagem detalhada o suporte (base em alumínio) a qual estão fixados os sensores utilizados.

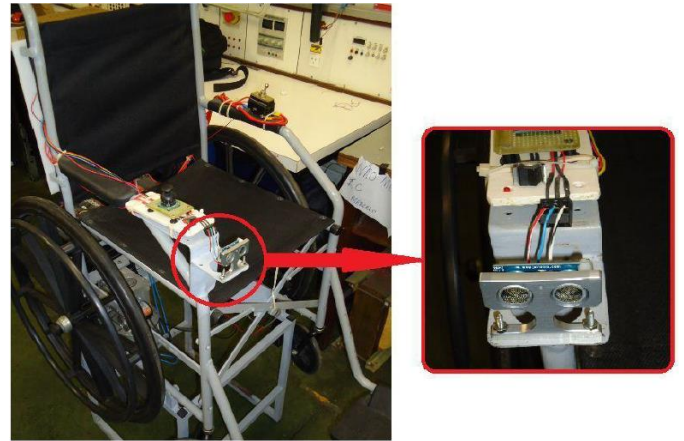


Figura 9 - Sensor ultrassônico adaptado à cadeira de rodas.

A figura 10 apresenta o encoder utilizado na cadeira, acoplado ao eixo de saída da redução. Embora, esta configuração para o acoplamento do encoder não seja a mais adequada à obtenção de maior grau de precisão no controle de velocidade e posição, mecanicamente esta configuração foi a única possível, pois o eixo do motor não está disponível.

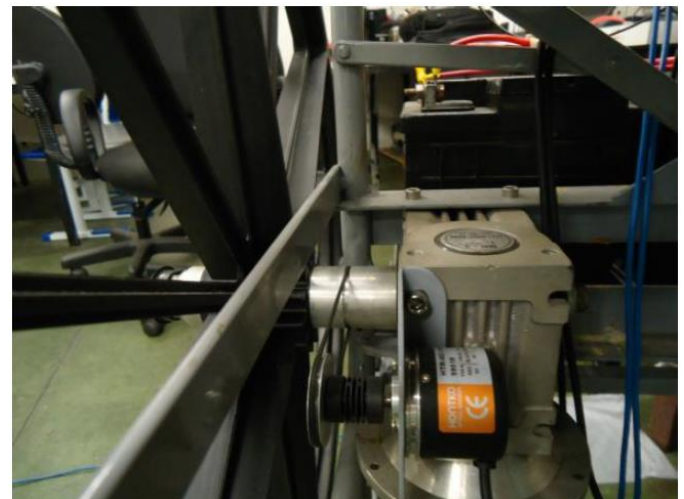


Figura 10 - Encoder acoplado ao eixo da roda-reductor.

O hardware embarcado de controle utiliza um PIC16F877A para processamento de duas malhas de controle PID, e geração de sinal de controle por modulação PWM, e ainda estabelece uma interface de comunicação com o PC no nível de coordenação, e ainda um segundo processador PIC16F877 é responsável pelo monitoramento dos sensores e tomada de decisão através da inferência nebulosa. O objetivo de implementar uma arquitetura de hardware descentralizada é permitir maior modularidade e expansibilidade para execução de trabalhos futuros.

pré-definidas pelo método de polinômios de terceira ordem. A integração entre a realização de trajetórias e o comportamento reativo dota a cadeira com a capacidade de executar tarefas, em ambiente estruturado, com metas que incluam locomoção entre origem e destino livres de colisões, viabilizando também, para trabalhos futuros, a otimização de rotas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Andrade, J. F. A. Geração de Trajetórias para Robôs Móveis Autônomos Via Redes Neurais Artificiais. 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. 2001.

Brooks, R. A. 1986. A Robust Layered Control System For A Mobile Robot. IEEE Journal of Robotics and Automation. 1986, Vols. RA-2.

Campos, M. M.; Saito, K. Sistemas Inteligentes em Controle e Automação de Processos. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004. 235 p.

Grassi Jr, V. 2006. Arquitetura Híbrida para Robôs Móveis Baseada em Funções de Navegação com Iteração Humana. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. São Paulo: s.n., 2006.

Junior, M. B. V.; Kronbauer, D.; Miranda, P. Sistema de Controle Difuso de Mamdani e Aplicações: Pêndulo Invertido e outras. 2003.61 f. Projeto de graduação em Análise de Sistemas – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul. 2003.

Kulitz, H. R. Modelagem e Controle Fuzzy de Robôs e Veículos Multiarticulados. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2004.

Latombe, J-C. Robot Motion Planning, Kluwer Academic Publishers, 1ª Edição, 1991.

Mamdani, E.; Assilian, S. “An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller”, International Journal of Man Machine Studies, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13. 1975.

Patel, A. V. Simplest Fuzzy PI Controllers under Various Defuzzification Methods. International Journal of Computational Cognition, Vol. 3, No. 1, Março 2005.

Pedrosa, D. P. F., Medeiros, A. A. D. e Alasina, P. J. Geração de caminhos ponto a ponto para robôs móveis com rodas, Congresso Brasileiro de Automática, Natal. 2002.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.

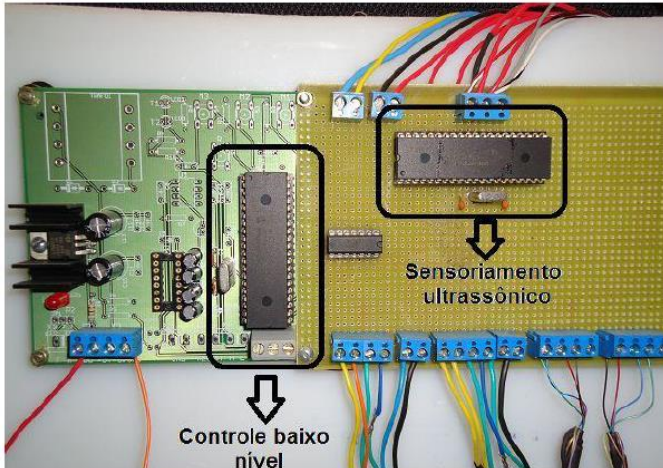


Figura 11 – Hardware embarcado.

A figura 12, por sua vez, ilustra como os dispositivos que compõem o sistema de controle interagem entre si.

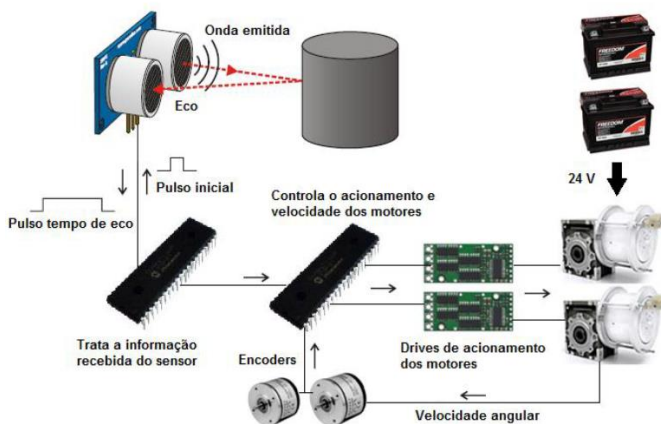


Figura 12 – Diagrama de funcionamento do sistema.

6 CONCLUSÃO

O estágio atual de desenvolvimento deste trabalho permitiu a comprovação da validade dos resultados de simulação através de um sistema de controle embarcado em uma cadeira real. A detecção de obstáculos à frente da cadeira define a reação com redução de velocidade e parada evitando a colisão, o que já permite a locomoção da cadeira em estruturado preservando a integridade física do usuário. O uso da inferência nebulosa proporciona suavidade no controle da reação à tendência de colisão, pois, o ajuste das funções de pertinência de entrada e saída viabiliza o controle fino de transição entre os níveis de velocidade futura a partir da transição de estados da velocidade atual e distância aos obstáculos. A partir da implementação do comportamento reativo, inicia-se o desenvolvimento do controle para a execução de trajetórias

COOPERAÇÃO DE ROBÔS NA CONSTRUÇÃO DE DIQUE PARA CONTENÇÃO DE ALAGAMENTOS

IEEE-SEK - Equipe UFES ULTRABOTS:

Carmen R. Faria Santos, André G. Cardoso Pacheco, Jackson Willian Brito, Juan França Muniz de Souza, Vitor Buback Covre

Ccarmen@ct.ufes.br, Pacheco.com@gmail.com, jwb.jwb@gmail.com, Juan.franca@gmil.com, vitorcovree@gmail.com

Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari s/n – Goiabeiras
Vitória – ES – Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este artigo descreve o trabalho desenvolvido pela equipe UFES ULTRABOTS na construção e programação de robôs para cumprimento do desafio proposto na categoria IEEE Standard Education Kits 2011. A equipe se reuniu semanalmente durante quatro meses para desenvolver as estratégias que resolvesse o problema com maior eficiência. Ao longo dos trabalhos foram encontradas várias soluções para o desafio proposto, entretanto, o material apresentado a seguir mostra o resultado alcançado até o momento, sendo que tanto os robôs quanto a programação desenvolvida ainda sofrerão alterações até a data da competição.

PALAVRAS-CHAVE: robôs, competição, CBR, IEEE, desafio, UFES.

ABSTRACT: This article reports the work of the team UFES ULTRABOTS building and programming robots to solve the challenge posed in IEEE Standard Education Kits 2011 category. The team met weekly for four months to develop strategies that solve the problem more efficiently. Throughout the works were found several solutions for solving the challenge, however, the material presented below shows only the results current achieved by the team.

KEYWORDS: robot, competition, CBR, IEEE, challenge, UFES.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta as estratégias utilizadas pela equipe UFES ULTRABOTS para o cumprimento do desafio IEEE Standard Education Kits, proposto na Competição Brasileira de Robótica-CBR, que será realizada no período de 18 a 21 de setembro de 2011, em São João Del Rey - MG. O desafio deste ano tem como temática o transbordamento de um rio que divide duas cidades que estão abaixo do nível do mar. A arena (Figura 1) possui na parte central blocos de cor azul, representando o rio, e tubos vermelhos e verdes distribuídos nas laterais da arena, representando as barreiras que os robôs deverão colocar em volta do rio com objetivo de evitar uma inundação nas cidades periféricas caso ocorra um transbordo. No processo de implementação da solução são aplicados

novos conceitos e novas tecnologias para propiciar o melhor desempenho dos robôs. Para solucionar o problema foram construídos dois robôs que atuam em cooperação dentro da arena.

Para montagem dos robôs foram utilizadas peças dos kits Lego Mindstorms NXT [1] e a linguagem utilizada para a programação foi o NXC (Not eXactly C) com o ambiente de programação Bricx Command Center 3.3 [2]. A equipe é formada por alunos do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Espírito Santo. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Robótica Educacional sob orientação da Professora do Centro Tecnológico da UFES, responsável pelo laboratório.

2 OBJETIVO

Este desafio tem como objetivo a construção e programação de dois robôs capazes de trabalhar de forma cooperativa. Os robôs devem ser capazes de identificar onde está ocorrendo o transbordamento, para construir as barreiras de contenção e prevenção em torno do rio, representadas por dois tipos de tubos dispersos na arena.

O desempenho dos robôs é de suma importância, pois a pontuação é atribuída de acordo com o cumprimento e tempo de realização das tarefas propostas.

O desafio é considerado concluído no momento em que ambas as barreiras estiverem construídas em volta do rio.

3 CONSIDERAÇÕES DO AMBIENTE

O cenário proposto foi simulado por uma arena com a superfície na cor branca demarcada com linhas verticais e horizontais de cor preta. As linhas subdividem a arena em 132 quadrados de 178x178mm.

Na arena são colocados tubos PVC e blocos de isopor. Os tubos representam as barreiras que serão utilizadas para contenção do rio e o isopor o vazamento propriamente dito.

Entretanto, os blocos e os tubos estão dispostos de forma aleatória, como mostrado na Figura 1.

Cabe aos robôs construir barreiras de contenção e prevenção de acordo com a estratégia proposta. Como o transbordamento pode acontecer em diferentes pontos do rio a cada rodada, os robôs terão que trabalhar de forma autônoma para identificar onde exatamente está acontecendo o alagamento e tentar contê-lo utilizando as barreiras.

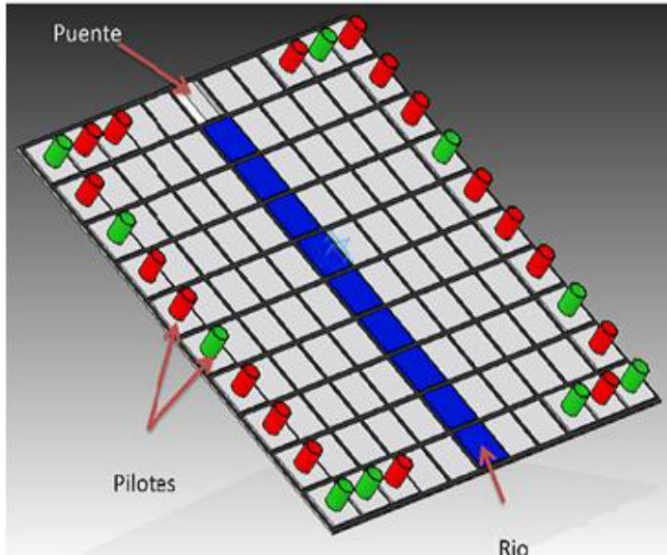


Figura1. Arena de Competição



Figura 2. Arena simulada

4 ESTRUTURA DOS ROBÔS

Para a resolução do desafio foram construídos dois robôs estruturalmente semelhantes. Ambos são capazes de realizar todas as tarefas necessárias à solução do desafio proposto.

Os robôs podem ser vistos como a integração de dois sistemas, são eles: Navegação na arena e Transporte & Identificação das barreiras ou do vazamento do rio.

4.1 Navegação

Para navegação foram utilizados três sensores: luz, bússola e rotação dos quais a principal função é do sensor bússola, que orienta o robô a partir de um referencial pré determinado na arena.

4.2 Transporte e Identificação

Para transporte das barreiras até o local desejado foi construída, com auxílio de engrenagens, uma garra na parte dianteira dos robôs. Já para identificação do vazamento e das cores das barreiras foi utilizado, também na parte dianteira dos robôs, um sensor de luz.

O trem de engrenagens utilizado no projeto da garra foi idealizado de forma a maximizar o seu ângulo de abertura utilizando uma menor quantidade de rotações do motor e, com isso minimizando o tempo de abertura e fechamento da mesma. Tal objetivo foi alcançado com o acoplamento de engrenagens de tamanhos variados, o que otimizou também o torque aplicado fixando melhor as barreiras para que não houvesse problemas com a mesma durante seu transporte pela arena.

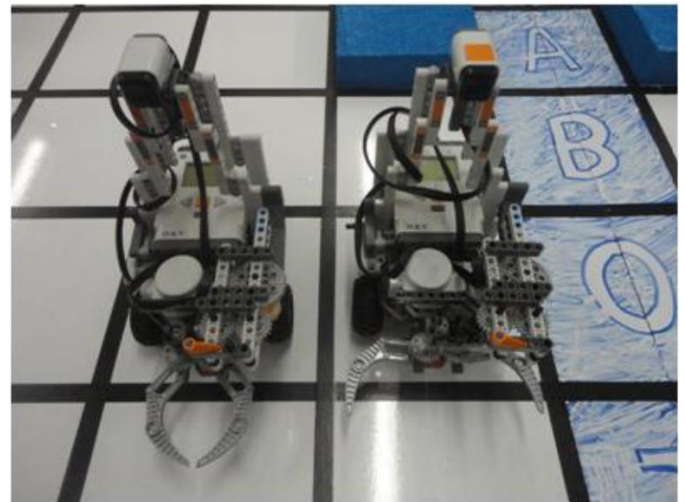


Figura3. Robô Lado e Robô Beira

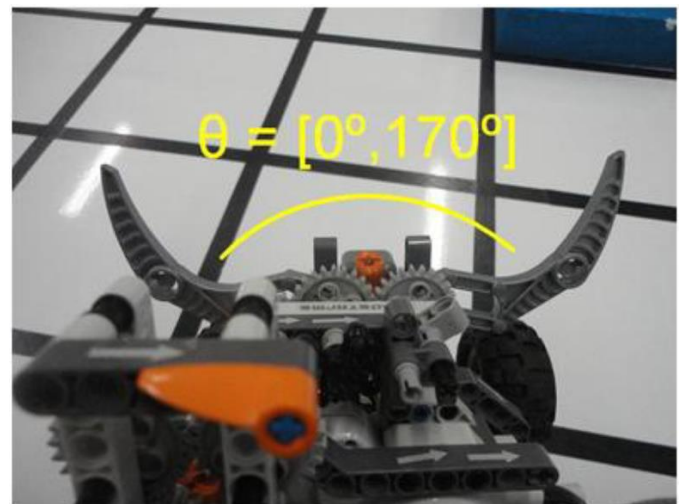


Figura4. Abertura da garra dos robôs

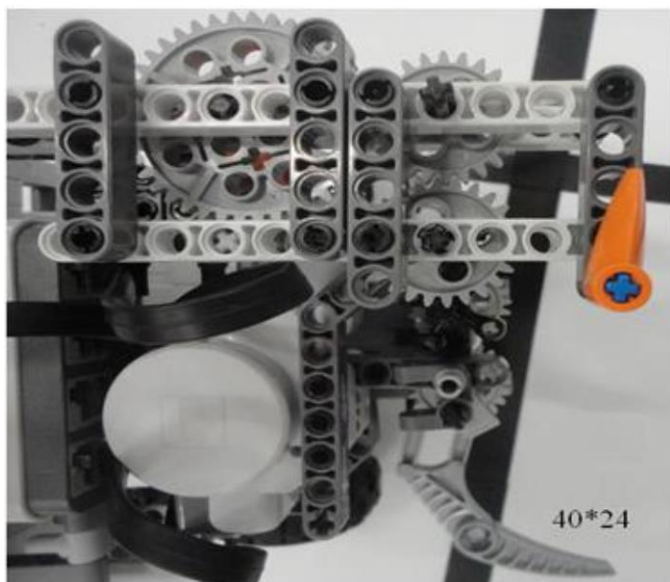


Figura5. Trem de engrenagens da garra

5 ESTRATÉGIAS UTILIZADAS

Antes de iniciar a solução do problema proposto, é necessário definir as estratégias de movimentação e orientação dos robôs na arena.

5.1 Estratégia de orientação e movimentação

A abordagem para solucionar esse problema abrange as mudanças de orientações dos robôs durante a execução da tarefa e a manutenção da consistência do movimento linear após essas mudanças.

A solução adotada envolve o uso dos três sensores citados anteriormente na estrutura de navegação. Estabelecendo um referencial inercial na arena, pode-se usar a bússola para orientar as mudanças de direções de forma a saber exatamente o momento em que o robô fica alinhado ao eixo do referencial demarcado, terminando assim a rotação. O mesmo sistema guia o deslocamento linear dos robôs, pois estes ajustam, a cada avanço de célula, sua posição efetuando a comparação entre o valor atual da bússola com o valor pré-determinado para o referencial. O sensor de luz, juntamente com o sensor de rotação é utilizado para identificar a mudança de célula a partir da qual é atualizada no robô sua posição atual na arena.

5.2 Estratégia para construção de barragem

Inicialmente o robô identifica o vazamento armazenando os pontos da matriz na qual está ocorrendo o transbordamento. Sabendo esses pontos cria-se um vetor com todas as posições da matriz na qual se devem colocar as barreiras de contenção e prevenção. Para isso faz-se necessário a separação do problema de construção das barragens entre os casos de vazamento simples e duplo, sendo que o comportamento de cada robô varia dependendo da necessidade ou não de colaboração entre si.

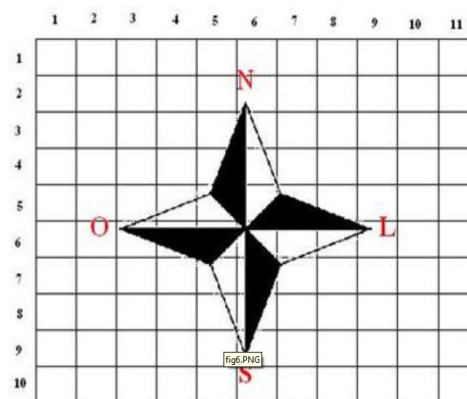


Figura6. Matriz utilizada para orientação dos robôs na arena

5.2.1 Vazamento Simples

Para a situação de vazamento simples, quando há transbordamento em apenas um lado do rio, a colaboração dos robôs é de fundamental importância na conclusão das barragens, pois faltarão barreiras de contenção em um dos lados para a execução correta da tarefa e estas devem ser supridas pelo outro robô. Portanto um robô deve atravessar a ponte portando uma barreira de contenção para conclusão do desafio.

5.2.2 Vazamento Duplo

Em caso de vazamento duplo, não é necessário o transporte de barreiras pela ponte, pois já existem o número adequado dessas em cada lado, de forma que cada robô deve se preocupar apenas em concluir a tarefa do seu lado de origem.

6 COMUNICAÇÃO

Para que os robôs pudessem trabalhar de forma cooperativa foi utilizada comunicação Bluetooth entre os robôs. Os dois cérebros utilizados foram conectados em rede onde o Robô Lado atua como mestre e o Robô Beira como escravo.

O principal ponto na qual a comunicação é utilizada é na identificação do vazamento. Um robô informa ao outro o tipo de vazamento, duplo ou simples, e com isso sabe-se a necessidade ou não do transporte de barreira pela ponte.

Um outro ponto importante é que os robôs não entrem em colisão na arena. Para isso, quando necessário, o mestre informa a sua posição para escravo pra que não ocorra a colisão.

7 DESAFIOS DE DESENVOLVIMENTO

A construção de um robô compacto o suficiente para deslocar-se na arena sem alterar a configuração da mesma e ao mesmo tempo ser eficiente em transportar adequadamente as barreiras revelou-se um grande desafio demandando especial dedicação e muito empenho até chegarmos à estrutura definitiva. Entretanto, as maiores dificuldades encontrados foram essencialmente duas: fazer com que o robô caminhasse em linha reta pela arena e a distribuição aleatória das barreiras na mesma. Problemas estes contornados com o uso das estratégias supracitadas.

8 CONCLUSÃO

O desafio proposto exigiu o desenvolvimento de algoritmos eficientes para lidar com a aleatoriedade dos estados da arena. Além disso, a construção de uma boa estrutura para o robô para movimentação das barreiras na arena.

Posto, nota-se facilmente que os conceitos e abstrações utilizadas para resolver o desafio proposto constituem um importante ponto de partida para aplicações reais em grandes ocorrências onde a coordenação, precisão e o tempo são fatores primordiais para o sucesso da operação.

As pesquisas que foram realizadas para a construção dos robôs, tanto no campo da mecânica de construção, quanto no estudo da lógica de programação, cooperação e controle aplicadas representam significativos avanços em conhecimento e experiência em metodologias de pesquisa.

O desafio torna-se assim um estímulo claro e orientado para a pesquisa e o desenvolvimento de novas técnicas e abordagens, não somente no campo da robótica, mas em toda uma gama de áreas afins.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] mindstorms.lego.com
- [2] bricxcc.sourceforge.net/
- [3] Gasperi, M., Hurbain, P., Hurbain, I. – “Extreme NXT Extending the LEGO Mindstorms NXT to the Next Level” Ed. Springer-Verlag New York, Inc, USA, 2007.
- [4] Ferrari, Mario et al. – “Building Robots with LEGO Mindstorms” Ed. Syngress Publishing, Inc., USA, 2002.
- [5] Astolfo, Dave et al. – “Building robots with LEGO MINDSTORMS NXT” Ed. Syngress Publishing, Inc., USA, 2007.
- [6] Hansen, J. – “Lego Mindstorms NXT Power Programming Robots in C” 2ª edição, Ed. Variant Press, Inc., USA, 2009.



DESENVOLVIMENTO DE UMA BIBLIOTECA FUZZY PARA O CONTROLE AUTÔNOMO DE UM ROBÔ MÓVEL EM AMBIENTE DESCONHECIDO

Douglas Santiago Kridi, Antônio José de Oliveira Alves, Marcus Vinícius de Sousa Lemos*, Ricardo de Andrade Lira Rabêlo

*marvinlemons@gmail.com

Universidade Estadual do Piauí – Uespi
Laboratório de Informática Aplicada - LAIC
Caixa Postal 381 CEP 64002-150
Teresina PI Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este trabalho introduz a eFLL (Embedded Fuzzy Logic Library), uma biblioteca escrita em C++ que auxilia na implementação de controladores fuzzy em plataformas embarcadas. Além de demonstrar o funcionamento da biblioteca, este artigo analisa o desempenho da mesma por meio de um controlador fuzzy, embarcado em um microcontrolador ATmega, para o controle de um robô móvel autônomo.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Robótica Móvel, Inteligência Artificial, Controlador Fuzzy.

ABSTRACT: This paper introduces the eFLL (Embedded Fuzzy Logic Library), a library written in C++ that helps in the implementation of fuzzy controllers in embedded platforms. In addition to demonstrating the operation of the library, this article analyzes its performance using a fuzzy controller, embedded in an ATmega microcontroller to control an autonomous mobile robot.

KEYWORDS Arduino, Mobile Robotics, Artificial Intelligence, Fuzzy Controller.

1 INTRODUÇÃO

A robótica móvel tem sido objeto de discussão constante em artigos e trabalhos com os mais diversos propósitos e, segundo Wolf et al. (2009), nas últimas duas décadas esta área de estudos e pesquisas se multiplicou com o surgimento de novas tecnologias cada vez mais acessíveis e embarcadas. Uma das ferramentas que alavancaram a robótica móvel autônoma foi a utilização de técnicas de inteligência artificial [Silva 2008] que deram aos robôs a característica adaptativa de lidar com ambientes desconhecidos ou que sofrem modificações aleatórias. Robôs desenvolvidos para explorar lugares inóspitos ou que ofereçam extremo perigo, são exemplos de aplicações que envolvem a mobilidade autônoma e seus percalços.

Para que um robô possa tomar atitudes como se desviar de um obstáculo, ou traçar uma trajetória eficiente, ele precisa obter dados a respeito do ambiente. Estas informações são obtidas

por meio de sensores que equipam o robô e permitem a percepção do que está ao seu redor, dando a máquina sinais de entrada que serão usados no processo decisório responsável pelas interações do robô com o ambiente, sem a intervenção humana [Jácomo 2001].

Como o cenário em que o robô irá se locomover é um ambiente desconhecido, assim como a localização dos possíveis obstáculos, o método de controle que originará as regras e parâmetros de navegação precisa ser capaz de modelar o conhecimento incerto ou impreciso. Neste ponto, podemos recorrer a uma técnica de inteligência artificial conhecida por sistemas fuzzy ou sistemas nebulosos, que se baseia nos conceitos de lógica fuzzy [Zadeh 1965] e na teoria dos conjuntos fuzzy [Zadeh 1965]. Na literatura, podemos encontrar vários trabalhos que utilizam uma abordagem baseada em sistemas fuzzy para o controle de robôs móveis [Moratori et al 2006], [Fracasso e Costa 2005], [Otoni e Lages 2000]. Diversos trabalhos em robótica utilizam hardware com recursos limitados, no entanto, ainda não há uma biblioteca que auxilie na implementação de sistemas fuzzy neste tipo de tecnologia embarcada.

Este artigo introduz a eFLL (Embedded Fuzzy Logic Library), uma biblioteca capaz de auxiliar o desenvolvimento de sistemas fuzzy em plataformas de hardware embarcados, de forma a tornar a criação de controladores fuzzy para robôs móveis e outras aplicações diversas mais intuitiva e rápida. A biblioteca é suficientemente leve para ser executada em microcontroladores com recursos limitados, além de possuir uma implementação simples e direta.

O restante do artigo é descrito a seguir. Na seção 2, apresentamos uma visão geral sobre sistemas, conjuntos e lógica fuzzy. Na seção 3, descrevemos brevemente os principais componentes da biblioteca desenvolvida, enquanto na seção 4, serão descritos os testes feitos em ambiente real usando a biblioteca. Por fim, na seção 5 apresentamos as conclusões e trabalhos futuros.

2 CONJUNTOS FUZZY, LÓGICA FUZZY E SISTEMAS DE INFERÊNCIA

Na teoria clássica de conjuntos, um valor só pode assumir dois estados (verdadeiro ou falso) o que nos leva ao raciocínio exato. Lofti A. Zadeh, em 1965, apresenta a teoria dos conjuntos fuzzy, a qual visa determinar um grau de pertinência que indica o quanto um determinado elemento pertence a um determinado conjunto. Esse grau de pertinência é definido por meio de uma função característica real (função de pertinência) mapeada por $\mu_F: U \rightarrow [0,1]$, que associa a cada $\epsilon \in U$ (universo de discurso) um número real $\mu_F(x)$ no intervalo $[0,1]$, ao invés dos valores binários usuais: pertence (1) e não pertence (0). Vários conjuntos fuzzy podem estar associados a um nome, chamado de variável linguística [Engelbrecht 07].

Por exemplo, a distância de um determinado robô com relação a um obstáculo pode ser uma variável linguística assumindo os valores: perto, médio e longe. Estes valores são descritos por intermédio de conjuntos fuzzy, representados por funções de pertinência, conforme mostrado na figura Figura 2. Na imagem, os conjuntos Perto e Longe são representados por um trapézio, enquanto o conjunto Médio é representação por um triângulo.

Pode-se definir lógica fuzzy (difusa) como sendo uma ferramenta capaz de capturar informações vagas, em geral descritas por meio de uma preposição fuzzy (afirmação do tipo P é A, onde P é nome de uma variável e A é um conjunto fuzzy), e atribuir um grau de verdade a esta preposição, no intervalo $[0,1]$. De modo figurativo enquanto a lógica clássica enxerga somente o preto e branco, a lógica fuzzy é capaz de, além do preto e branco, enxergar vários tons de cinza entre as duas cores.

Sistemas de inferência fuzzy são capazes de tratar processos bastante complexos, onde existem informações incertas ou imprecisas. Para tanto os sistemas de inferência fuzzy utilizam regras linguísticas do tipo “se...então” que tem na teoria dos conjuntos fuzzy [Zadeh 1965] e na lógica fuzzy [Zadeh 1965] a base matemática condizente [Leal 2011].

A Figura 1 mostra a visão geral de um sistema fuzzy.

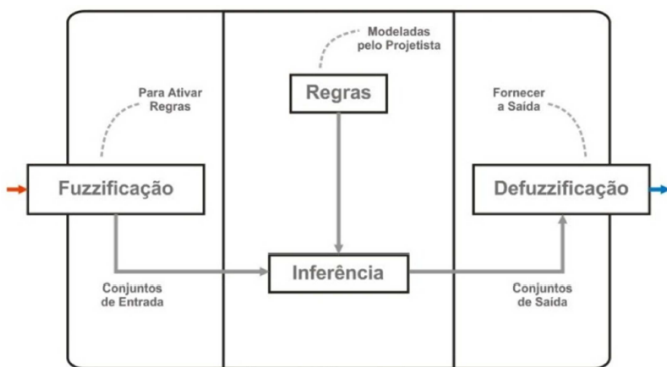


Figura 1. Visão geral de um sistema fuzzy.

Nos sistemas fuzzy, em geral, o comportamento dinâmico do sistema é modelado por meio de regras fuzzy. Estas regras são baseadas no conhecimento e na experiência de um especialista da área [Engelbrecht 2007]. Regras fuzzy são definidas na seguinte forma:

Se <antecedente(s)> então <consequente(s)>

O antecedente e consequente de uma regra fuzzy são proposições contendo variáveis linguísticas:

Se A é a e B é b então C é c

A base de regras e a base de dados formam a base de conhecimentos de um sistema fuzzy [Leal 2011]. Além desta base de conhecimento, um sistema de raciocínio fuzzy é composto por outros componentes, cada qual realizando uma tarefa específica. Estes componentes são descritos a seguir.

2.1 Fuzzificação

Para demonstrar alguns conceitos, vamos usar um exemplo prático em que teremos duas variáveis linguísticas, uma de entrada, chamada Distância, e outra de saída, chamada Velocidade. Estas variáveis poderão assumir um conjunto de valores, que no caso, serão Perto, Médio e Longe, para a variável Distância, e Lento, Normal e Rápido, para a variável Velocidade.

A Figura 2 mostra como o valor da entrada Distância pertence a dois conjuntos, com graus de pertinência diferentes.

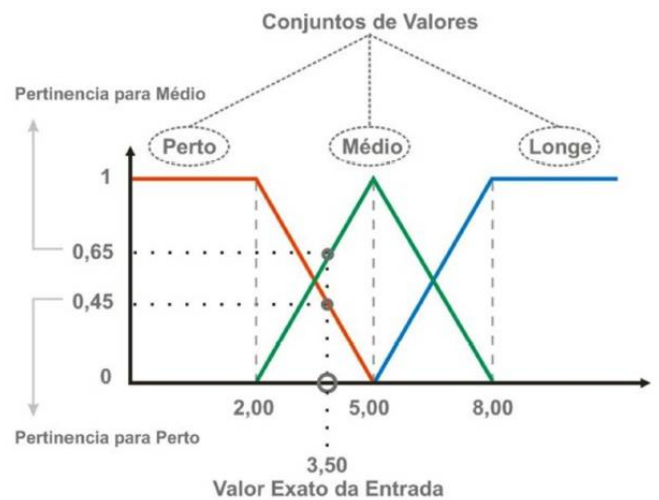


Figura 2. Mostra a fuzzificação da entrada Distância.

No exemplo da Figura 2, o valor de entrada 3,50 pertence ao conjunto Perto, com grau de pertinência 0,45 e também pertence ao conjunto Médio com grau de pertinência 0,65.

2.2 Inferência

O valor preciso da entrada Distância resultante de leituras externas feitas por sensores passou por um estágio de fuzzificação, isto é, atribui-se o grau de pertinência do valor desta entrada em relação a um dado conjunto fuzzy. Após a fuzzificação, é iniciado o processo de inferência.

Neste momento associamos as combinações possíveis entre as pertinências e conjuntos ativados pela variável de entrada, e seus reflexos nos conjuntos da variável de saída.

O módulo de inferência do sistema fuzzy irá associar os conjuntos atingidos na fuzzificação da entrada aos conjuntos correspondentes na saída, sempre se baseando nas regras que foram modeladas previamente.

2.3 Defuzzificação

Após a inferência descobrir com qual grau de pertinência os conjuntos da variável de saída foram acionados, é iniciado o processo de defuzzificação. O objetivo desta etapa é descobrir o valor preciso associado ao grau de pertinência de um dado conjunto, como ilustra a Figura 3. Este procedimento é necessário, pois, em aplicações práticas, geralmente são requeridas saídas precisas. No caso de um sistema de controle da navegação de um robô, por exemplo, em que o controle é efetuado por um sistema de inferência fuzzy (ou controlador fuzzy), este deve fornecer ao robô dados ou sinais precisos, já que a "apresentação" de um conjunto fuzzy à entrada do robô não teria significado algum. Existem vários métodos de defuzzificação na literatura; dois dos mais empregados são o centro de gravidade e a média dos máximos. Neste, a saída precisa é obtida tomando-se a média entre os dois elementos extremos no universo que correspondem aos maiores valores da função de pertinência do consequente. Com o centro de gravidade, a saída é o valor no universo que divide a área sob a curva da função de pertinência em duas partes iguais. Neste trabalho, consideramos apenas a média dos máximos.

3 A BIBLIOTECA

A biblioteca desenvolvida neste trabalho implementa computacionalmente os conceitos e técnicas fuzzy abordados na seção anterior, para serem usados principalmente em aplicações embarcadas que possuem recursos limitados no seu processamento.

Deste modo, desenvolvemos um algoritmo orientado a objetos, usando a linguagem de programação C++ [Stroustrup 2000] por esta ser uma linguagem de propósitos gerais, além de ser a linguagem de programação padrão do microcontrolador ATmega (plataforma utilizada neste projeto). Outra vantagem da biblioteca ser escrita em C++ é a fácil portabilidade para outras plataformas de micro controladores. A biblioteca possui uma interface de fácil configuração, permitindo que o sistema fuzzy seja rapidamente projetado. A seguir, descrevemos a biblioteca e seus principais elementos.



Resultado da Agregação para a Velocidade

Figura 3. Defuzzificação da saída Velocidade.

3.1 Classes e Principais Métodos

A biblioteca é composta por 4 classes, chamadas Fuzzy, FuzzySet, FuzzyRule e FuzzyComposition, que se relacionam como na Figura 4.

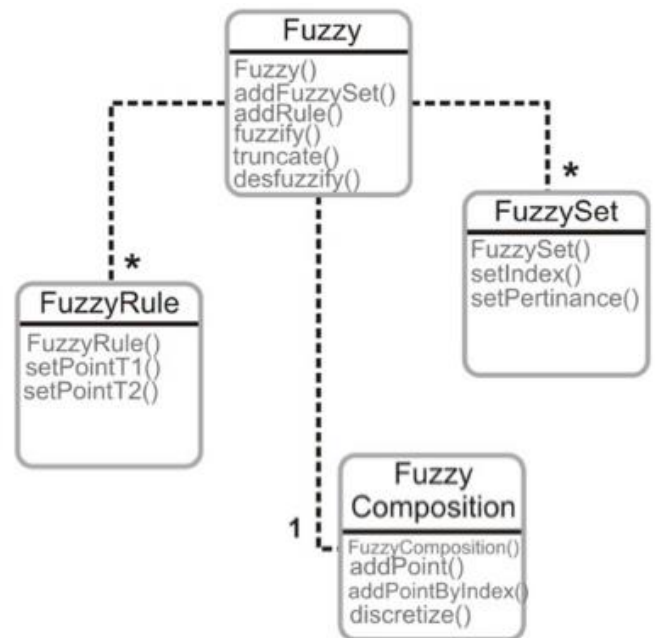
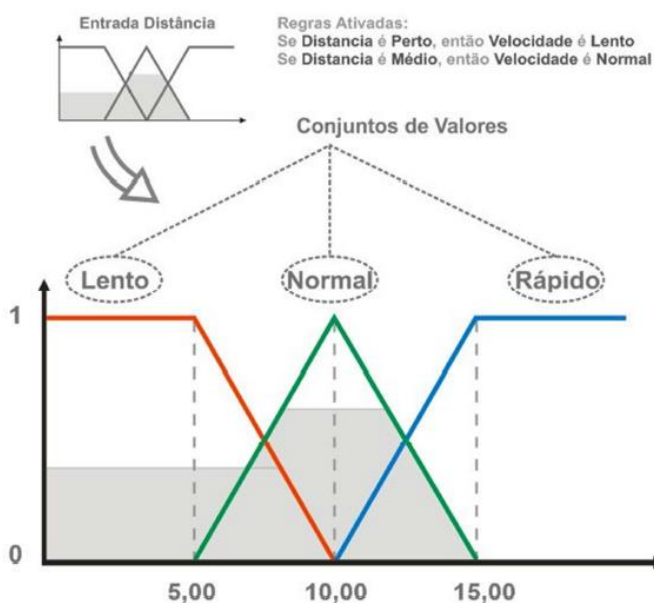


Figura 4. Relacionamento entre as classes.

Fuzzy.cpp é a classe principal, na qual determinamos quantas entradas o nosso sistema poderá ter, e obtemos a fuzzificação dos valores das entradas por meio do método fuzzify(), além de encontrar o ponto em que a fuzzificação atinge os conjuntos das variáveis, usando truncate().

Para determinar quais conjuntos estarão associados a uma entrada, e seus respectivos valores, usamos a classe FuzzySet.cpp e seus métodos. Fornecemos 4 valores para cada conjunto, o limite inferior, o ponto de máximo 1, o ponto de máximo 2, e o limite superior, assim, podemos ter um conjunto que graficamente seja representado por um triângulo ou por um trapézio, dependendo dos valores dos seus pontos. A Figura 5 ilustra a posição dos pontos.



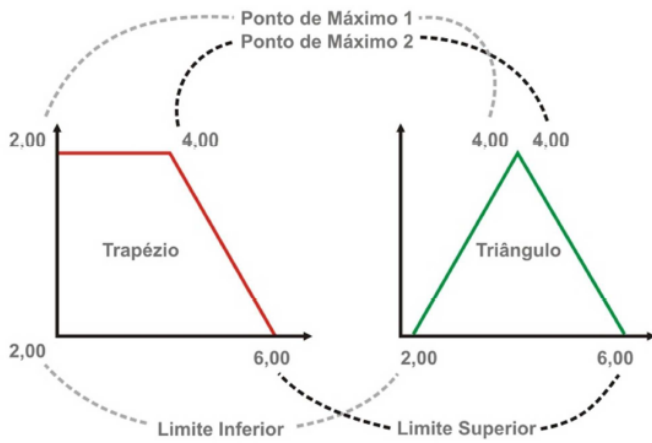


Figura 5. Disposição dos pontos de um conjunto fuzzy.

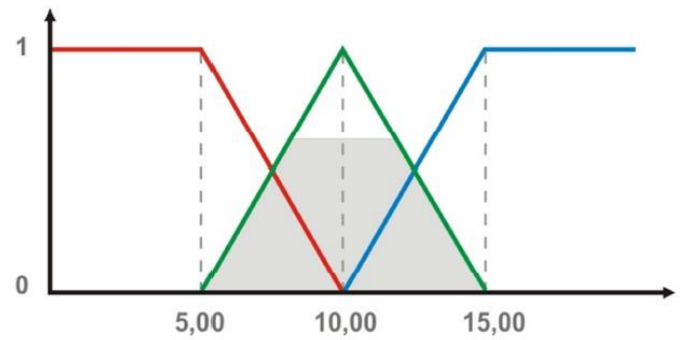
De acordo com a Figura 5, que os valores dos pontos de máximo 1 e 2, orientados pela horizontal, determinam se o gráfico da função será um trapézio ou um triângulo. No exemplo da Figura 5, quando temos o ponto de máximo 1 valendo 2 e o ponto de máximo 2 valendo 4, obtemos uma reta que forma a base menor de um trapézio. Mas quando temos os pontos de máximo 1 e 2 valendo 4, obtemos um ponto que forma um dos vértices do triângulo. Assim, quando determinarmos pontos de máximo diferentes, teremos um trapézio, e quando determinarmos pontos de máximo iguais, teremos um triângulo.

Já em FuzzyRule.cpp, construímos todas as regras que guiarão as decisões de nosso sistema fuzzy, sendo que estas serão chamadas e organizadas respectivamente, pelos métodos `addRule()` e `reOrderBaseRules()`, ambos da classe `Fuzzy`. Na classe `FuzzyComposition`, será feita a defuzzificação do valor obtido pelo sistema fuzzy, neste trabalho, consideramos apenas o método “média dos máximos” onde obtemos a média entre os pontos das extremidades do conjunto acionado na saída. A defuzzificação é chamada pelo método `defuzzify()` na classe principal, `Fuzzy`. Podemos ver este método de defuzzificação na Figura 6.

Na Tabela 1, podemos verificar um exemplo de código em que chamamos a biblioteca fuzzy criada em nosso trabalho.

O código expresso na Tabela 1, é um exemplo da implementação de um sistema fuzzy por meio da biblioteca criada neste trabalho. No exemplo, usamos o mesmo caso trabalhado na Seção 2 deste artigo. Trata-se de um sistema que avalia a distância de um robô a um obstáculo, e gera como saída uma variação de velocidade para este robô.

O algoritmo foi escrito em “Arduino Programming Language”, uma de linguagem de programação utilizada nas placas baseadas na plataforma Arduino. Vale destacar que a linguagem permite a importação de bibliotecas escritas em C++. Dessa forma, foi possível a utilização da nossa biblioteca com a referida linguagem.



A defuzzificação pela média entre os máximos, gera o valor exato da saída

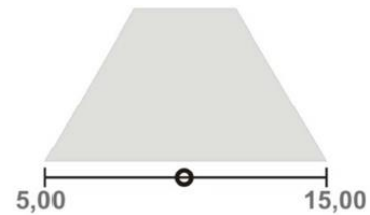


Figura 6. Defuzzificação por média entre os máximos.

Tabela 1 – Exemplo de Código

```

sistemaFuzzy.pde
1. #include <Fuzzy.h>
2.
3. //Definindo o número de entradas//
4. Fuzzy fuzzy(0);
5.
6. //Nomes e pontos para a entrada//
7. FuzzySet perto(0, 0, 2, 5);
8. FuzzySet medio(2, 5, 5, 8);
9. FuzzySet longe(5, 8, 10, 10);
10.
11. //Nomes e pontos para a saída//
12. FuzzySet lento(0, 0, 5, 10);
13. FuzzySet normal(5, 10, 10, 15);
14. FuzzySet rapido(10, 15, 20, 20);
15. //Criando as regras do sistema//
16. //Se Distancia=&perto Então Velocidade=&lento//
17. FuzzyRule rule1(&perto,&lento);
18. FuzzyRule rule2(&medio,&normal);
19. FuzzyRule rule3(&longe,&longe);
20.
21. //Entrada 0 – Distancia//
22. fuzzy.addFuzzySet(0,0, &perto);
23. fuzzy.addFuzzySet(0,1, &medio);
24. fuzzy.addFuzzySet(0,2, &longe);
25.
26. //Saida – Velocidade//
27. fuzzy.addFuzzySet(1,0, &lento);
28. fuzzy.addFuzzySet(1,1, &normal);
29. fuzzy.addFuzzySet(1,2, &rapido);
30.
31. //Adicionando as regras que criamos//
32. fuzzy.addRule(rule1);
33. fuzzy.addRule(rule2);
34. fuzzy.addRule(rule3);
35.
36. //setando a(s) entrada(s)//
37. fuzzy.setInput(0,dist);
38.
39. //Fuzzificando a entrada//
40. fuzzy.fuzzify(0);
41.
42. //Avaliando as pertinências//
43. fuzzy.evaluate();
44.
45. //Defuzzificação//
46. float velAjuste= fuzzy.defuzzify();

```

Na linha 4, definimos quantas variáveis de entrada haverá no sistema, o índice da variável de entrada começa em zero, ou seja, índice 0 é a primeira entrada e índice 1 é a segunda entrada. No exemplo inserimos 0 como parâmetro, portanto, temos uma entrada (velocidade), e conseqüentemente teremos a saída como n+1, neste caso é a saída que terá índice 1. Atualmente, nossa biblioteca aceita no máximo duas variáveis de entrada e mais uma de saída, ao todo, três variáveis.

Já da linha 7 até a 14, inserimos os nomes e pontos dos conjuntos da entrada e da saída, respectivamente.

Criamos as regras nas linhas 17, 18 e 19, totalizando três regras.

Da linha 22 a 29, associamos os conjuntos criados as variáveis, sempre observando o índice das mesmas, 0 para a entrada e 1 para a saída.

Nas linhas 32, 33 e 34 adicionamos as três regras que criamos anteriormente. Em seguida chamamos a fuzzificação e defuzzificação, obtendo o valor final determinado pelo sistema, que indicará a variação de velocidade.

4 AVALIAÇÃO EM AMBIENTE REAL

Para testar a aplicabilidade da biblioteca desenvolvida, em ambiente real, utilizamos um robô móvel controlado por um chip ATmega 328P por meio de uma placa Arduino Duemilanove [Arduino 11].

Nos nossos testes, o robô deve cumprir um pequeno trajeto com curvas e retas, sem que o mesmo bata ou fique preso pelo caminho. Para conseguir seu objetivo e chegar ao fim do percurso sem erros o robô será guiado por um controlador fuzzy que irá determinar os movimentos corretos para fazer as curvas e para qual lado guia-las.

A compilação do código de teste, somado ao da biblioteca, geram 13144 bytes, um tamanho perfeitamente aceitável para a plataforma utilizada (ATmega 328P) que suporta 30720 bytes.

4.1 O Robô

O nosso robô está equipado com dois sensores de infravermelho e um sonar, por meio dos quais deverá ser capaz de perceber o ambiente ao seu redor. Além disso, possui três servo-motores, dos quais dois se responsabilizam por cada roda, e o terceiro se encarrega pela movimentação do sonar, como podemos ver na Figura 7. Nestes testes não levamos em consideração as leituras do sonar.

4.2 Descrição do Controlador Fuzzy

O sistema fuzzy que modelamos por meio de nossa biblioteca, conta com duas variáveis de entrada, sendo que uma armazena a leitura de distância do infravermelho esquerdo, e a outra armazena a leitura de distância do infravermelho direito. Além da variável de saída que indica quantos graus virar a esquerda ou a direita. A Figura 8 ilustra as funções de pertinência para os conjuntos das variáveis do sistema.

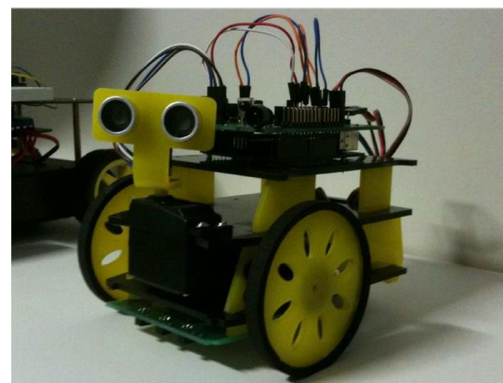


Figura 7. Robô utilizado nos testes da biblioteca.

diferenças das distâncias laterais vão diminuindo e se igualando, até que o robô volte a andar em reta.

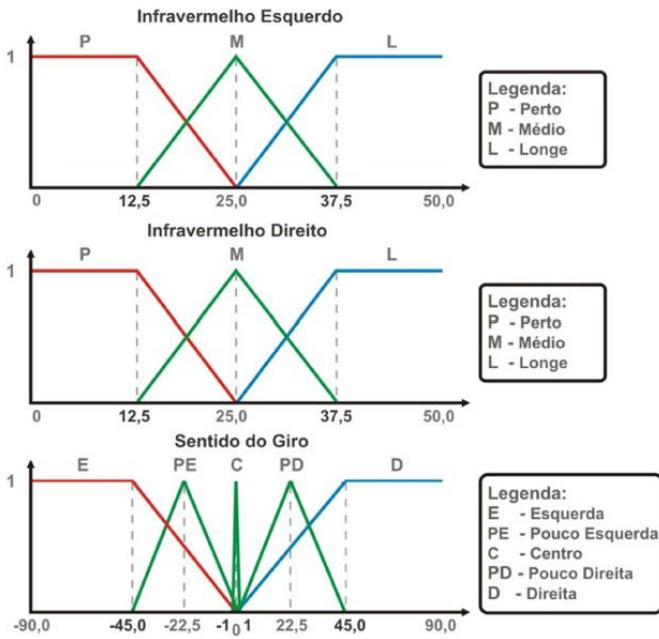


Figura 8. Funções de pertinência das variáveis usadas

Por meio da biblioteca, pudemos implementar rapidamente o sistema fuzzy e calibrar os valores e regras até obter um arranjo ideal. Neste sentido, a biblioteca acelerou bastante a realização dos testes, por agilizar as modificações que eram feitas no controlador fuzzy. A Tabela 2 mostra a base de regras final usada no teste.

Tabela 2. Base de regras final usada nos testes.

Esq / Dir	P	M	L		
P	C	PD	D		
M	PE	C	D		
L	E		E	C	

4.3 Desempenho nos Testes

Nos testes iniciais o robô invariavelmente colidia com as paredes do cenário, então, modificamos a variável de saída, adicionando a ela mais dois conjuntos (PE – PoucoEsquerda e PD – PoucoDireita) e diminuindo o espaço de busca das entradas (para tornar as leituras dos sensores infravermelho mais consistentes). Assim observamos uma melhora significativa no desempenho do controlador ao guiar o robô, pois a partir de então ele foi capaz de cumprir seu trajeto pelo cenário sem colidir com as paredes. A Figura 9 apresenta algumas imagens que demonstram os testes feitos em ambiente real.

Nos itens: a), b) e f), o robô anda em linha reta, pois a distância observada pelos sensores de infravermelho é igual ou muito próxima, ou seja, a diferença entre as distâncias laterais entre o robô e a parede são parecidas de tal modo, que ele se mantém retilíneo. Já nos itens: c) e d), existe uma diferença considerável entre as distâncias laterais, mais precisamente, o lado esquerdo possui uma distância maior que o direito, portanto, o conjunto de regras fuzzy acionadas, faz com que o robô faça uma curva a esquerda. Em e), as

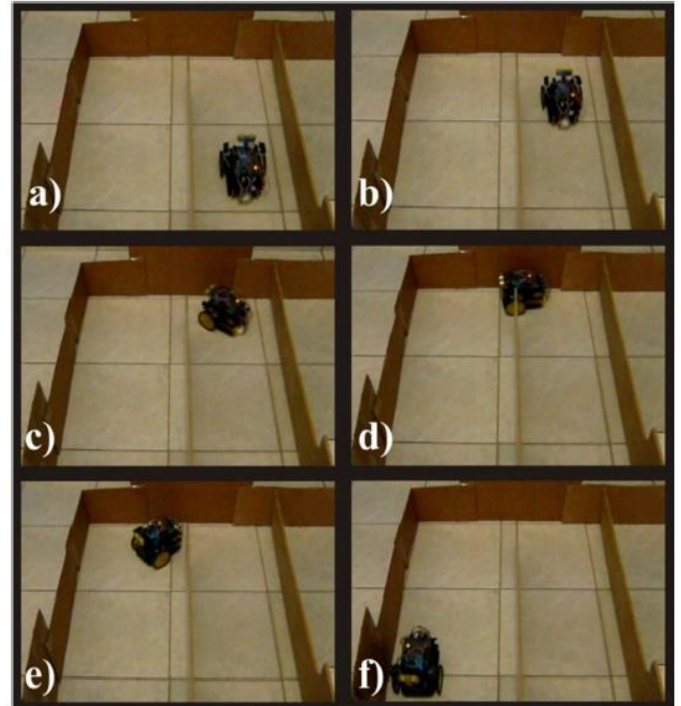


Figura 9. Robô navegando em ambiente fechado.

Na Figura 10, ilustramos como o robô “entende” que deve fazer uma curva a partir das diferenças de distâncias laterais e como estes parâmetros acionam as regras fuzzy que implicam na ação do robô.

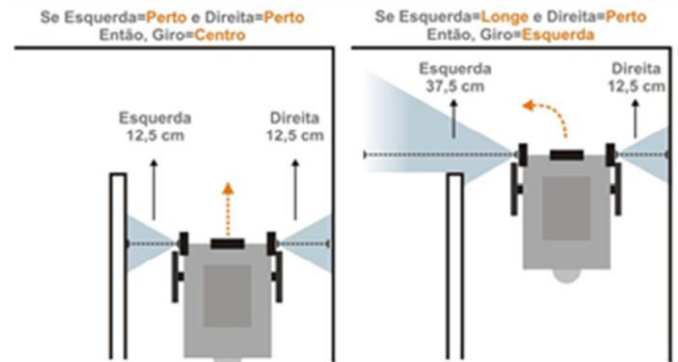


Figura 10. Orientação do robô de acordo com suas leituras.

Podemos observar na Figura 10 que os valores das entradas Esquerda e Direita ativam os conjuntos, que combinados, vão acionar as regras correspondentes para andar reto, como em a) e para fazer uma curva a esquerda, como em b). Podemos atestar estas conclusões, observando as funções de pertinência na Figura 8, e a base de regras na Tabela 2.

É bom reforçar, que a dinâmica envolvida em modificar os parâmetros do sistema fuzzy e testar as suas implicações nos resultados, foram realizadas muito facilmente devido a praticidade da biblioteca.

5 TRABALHOS FUTUROS

É sabido que sistemas fuzzy utilizados conjuntamente com outras técnicas de inteligência artificial, podem trazer resultados mais eficientes [Tahboub e Al-Din 2009]. Assim,

vislumbramos uma possível continuidade deste trabalho, analisando o desempenho desta biblioteca juntamente com outras técnicas de inteligência artificial, no sentido de aprimorar os resultados do controlador.

Além disso, pretendemos implementar na biblioteca outros métodos de defuzzificação, como o método do centroide (centro de área) [Passino e Yurkovich 1998], bem como permitir outras formas de representação de funções de pertinência, como a gaussiana [Barbosa 2005]. Outra melhoria a ser implementada deve aumentar a quantidade de variáveis de entrada suportadas pela biblioteca.

Uma das dificuldades que também percebemos nos testes, foi a inconsistência dos sensores de infravermelho. Embora tenhamos amenizado as disparidades a partir de ajustes no espaço de busca das variáveis de entrada, temos como sugestão para futuros trabalhos a adoção de sonares tanto para leituras laterais como para leituras frontais, esta última, para controle da variação de velocidade global do robô.

6 CONCLUSÕES

De um modo geral, as leituras adquiridas pelo robô móvel, são presumivelmente, suficientes para determinar as ações de controle apropriadas ao robô no cumprimento de seu objetivo, navegar com segurança em ambientes desconhecidos. Para este fim, usamos para o controlador, unicamente sistemas fuzzy, pois esse torna possível modelar o conhecimento incerto e impreciso presente nestes ambientes.

Um dos problemas associados aos sistemas fuzzy, quando usados como única forma de controle, é que as suas regras e parâmetros não podem ser ajustados em tempo real, e seu ajuste off-line acaba sendo um processo trabalhoso [Tahboub e Al-Din 2009]. Neste contexto, a biblioteca que nós apresentamos, supera esta desvantagem, deixando a modelagem, bem como, os futuros ajustes do sistema fuzzy, como uma tarefa menos trabalhosa e demorada, permitindo que o pesquisador utilize esta ferramenta em aplicações diversas.

Ao analisar em ambiente real esta biblioteca, pudemos atestar sua viabilidade no que foi proposto por este artigo, observando a facilidade de ajuste do controlador, quando estes ajustes se mostraram necessários, assim como pudemos perceber a liberdade que tivemos em criar um sistema fuzzy para qualquer propósito. Outro ponto que destacamos na utilidade da biblioteca, se concentra na ausência de uma solução parecida para o desenvolvimento de aplicações embarcadas, onde o poder de processamento é limitado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Moratori, P. B., Cruz, A. J. O., Ferreira, E. B., Pedro, M. V., Manhães, L.M.B., Andrade, L.C.V., Lima, C., Moratori, R. B. (2006) Análise de Estabilidade e Robustez de um Sistema de Controle Fuzzy Otimizado Desenvolvido para Guiar um Robô Simulado. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (Brasil). P.1704-1714.

Wolf, D F., Osório, F. S., Simões, E., Trindade J. O. (2009) Intelligent Robotics: From Simulation to Real World Applications, SBC - JAI 2009 - Congresso da SBC -

Sociedade Brasileira de Computação (Brasil). SBC Jornada de Atualização em Informática. p. 279-330.

Otoni, G. L., Lages, W. F. (2000). Planejamento de Trajetórias para Robôs Móveis em Ambientes Desconhecidos, Projeto de Graduação em Engenharia de Computação, Universidade Federal do Rio Grande.

Jácomo, J.E.A. (2001). Desenvolvimento de um Robô Autônomo Móvel Versátil utilizando Arquitetura Subsumption, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.

Silva, A.L.V. (2008). Arquitetura Compacta Para Projeto de Robôs Móveis Visando Aplicações Multipropósitos, Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo.

Fracasso, P. T., Costa, A. H. R. (2005). Navegação Reativa de Robôs Móveis Autônomos Utilizando Lógica Nebulosa com Regras Ponderadas, Laboratório de Técnicas Inteligentes – LTI. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Tahboub, K. K., Al-Din, M. S. N. (2009). A Neuro-Fuzzy Reasoning System for Mobile Robot Navigation, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Volume 3, Número 1, Março. 2009. ISSN 1995-6665. P 77 – 88.

Barbosa, D. A., (2005). Ferramenta de Desenvolvimento e de Aplicação de Lógica Fuzzy, Universidade Federal de Itajubá, dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Instituto de Engenharia Elétrica.

Passino, K. M., Yurkovich, S., (1998) Fuzzy Control. Ed. Addison-Wesley Longman, Inc. ISBN 0-201-18074-X

Bittencourt, G. (2006). Inteligência Artificial: Ferramentas e Teoria. 3. Ed. rev. Editora da UFSC. P.290. ISBN: 85-328-0138-2

Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. Information and Control. v.8, n.3, 1965. p.338-353.

Engelbrecht, Andries P. Computational Intelligence: An Introduction. Jonh Wiley & Sons, Ltd. Second Edition, 2007

Leal, L. B., (2011). Uma Abordagem para Estimção da Qualidade de Rotas em Redes de Sensores Sem Fio Multi-Sink Baseada em Sistemas Fuzzy Genéticos. Dissertação de Mestrado em Informática Aplicada. Universidade de Fortaleza

Stroustrup, B. (2000). A Linguagem de Programação C++. Ed. Addison-Wesley. ISBN 0201700735

Arduino (2011). Site oficial: www.arduino.cc, acessado em 17/08/2011.

ENXAME DE ROBÔS COM ORGANIZAÇÃO DE FILA UTILIZANDO COMUNICAÇÃO INFRAVERMELHA

Rafael Mathias de Mendonça*, Nadia Nedjah, Luiza de Macedo Mourelle

*rmathias.mendonca@gmail.com



UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
FEN – Faculdade de Engenharia
DETEL - Departamento de Eletrônica e Telecomunicações
LSAC – Laboratório de Síntese Automática de Circuitos
Rua São Francisco Xavier, 524 – Maracanã CEP 20550-013
Rio de Janeiro RJ Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este artigo apresenta a implementação de um enxame de robôs do tipo E-Puck com o comportamento autônomo de organização de fila através de um processo de comunicação unidirecional utilizando sensores infravermelhos. Cada robô possui a capacidade de identificar os demais buscando uma formação coletiva de fila. Todos possuem a qualidade de identificar e desviar de obstáculos no ambiente mantendo a organização coletiva. Foi implementado um filtro digital para inibir os efeitos de interferências externas durante o processo de medição dos sensores infravermelhos. O projeto foi implementado em software de prototipagem Webots e amplamente testado utilizando robôs do tipo E-Puck que comprovaram a eficiência da implementação ao descrever o comportamento inicialmente idealizado. Incluímos neste artigo, comportamentos observados durante o processo de teste com os robôs.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação Infravermelha, Inteligência de Enxame, Comportamento de Fila, Sensores IR, E-Puck.

ABSTRACT: This article describes the implementation of a swarm of E-Puck robots with autonomous behavior of queue via a communication process that uses the infrared sensors of the robots. Each robot has the ability to identify other robots in seeking a collective formation of queue. Everyone can identify and avoid obstacles in the environment while maintaining the collective queue organization. A digital filter was implemented to inhibit the effects of external light interference during the measurements done by the infrared sensors. The project was implemented in the Webots prototyping software and thoroughly and physically tested on a swarm of E-Puck robots. The tests proved the efficiency of the implementation to yield the expected behavior. We included in this article, the observed behaviors during the testing process with the robots.

KEYWORDS: Infrared Communication, swarm intelligence, queue formation, IR Sensors, E-Puck, Webots.

1 INTRODUÇÃO

O termo inteligência de enxame ou inteligência coletiva foi proposto no final da década de 1980 através da observação do comportamento social de espécies de insetos e pássaros (Bonabeau et al., 1999). Estas espécies desempenham funções coletivas com o objetivo de realizar tarefas mais complexas e impossíveis de serem realizadas por apenas um indivíduo. A abordagem de enxame de robôs surgiu através desta observação ampliada para grupos de robôs móveis com capacidade de processamento limitada.

Neste trabalho é apresentado um enxame de robôs com o comportamento de organização de fila. Inicialmente, os robôs apresentam posições aleatórias e buscam a organização de fila através do processo de comunicação infravermelha (IR). Esta comunicação unidirecional utiliza os oito sensores IR presentes no hardware do robô E-Puck para captar a excitação luminosa fornecida por outro robô na frequência característica de 70 Hz.

Este sinal captado é tratado por um filtro passa-faixa (PF) centrado nesta frequência característica que inibe a interferência das demais frequências. Após a filtragem, o sinal é validado e interpretado para compor os movimentos do robô. De maneira análoga, os robôs são igualmente capazes de identificar e evitar obstáculos.

Dessa forma, é implementada para um grupo de robôs com capacidade de processamento e hardware limitados um comportamento mais complexo de organização de fila. Este processo caracteriza uma vertente da inteligência de enxame denominada robótica de enxame (Dédriche, 2007).

O código foi idealizado na linguagem C, testado no software de prototipagem Webots PRO 6.2.4 (Michel et al., 2009) e amplamente testado em robôs móveis E-Puck. Ao término deste artigo são mostrados os resultados encontrados para os testes com os robôs E-Puck. (Um tutorial sobre o Webots em português pode ser encontrado em (Ferreira et al., 2010).)

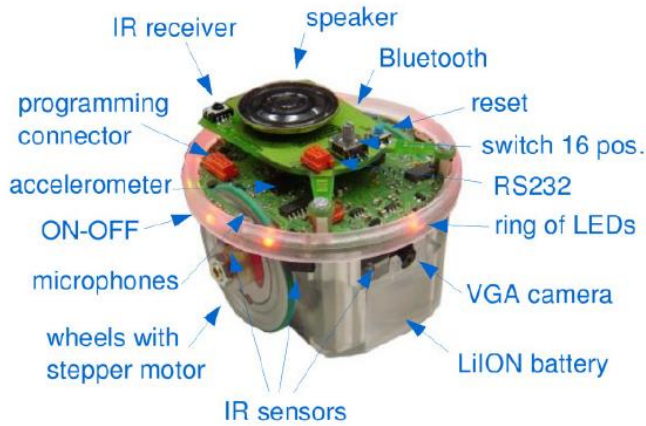


Figura 1: Dispositivos presentes no hardware do E-Puck.

2 HARDWARE

A colaboração entre o Autonomous Systems Laboratory (ASL), o Swarm-Intelligent Systems Group (SWIS) e o Laboratory of Intelligent Systems (LIS) resultou na criação de uma nova plataforma robótica de pequena escala denominada E-Puck (Mondada, 2009). O robô possui um diâmetro de 75mm sendo composto basicamente de um corpo em material plástico com diversos dispositivos embarcados, conforme mostra a Figura 1.

Situado na placa de circuitos impressos do E-Puck encontra-se um microcontrolador dsPic modelo 30F6014A (Microchip, 2006). Este microcontrolador possui uma capacidade de processamento limitada e é responsável por gerenciar todas as informações entre os dispositivos.

2.1 Sensores e LEDs

Os 8 sensores IR e 8 LEDs, conforme mostra a Figura 2, estão dispostos ao redor do corpo do robô e serão utilizados no processo de comunicação entre o grupo. Os sensores IR (Siegwart et al, 2004) são responsáveis por identificar: (i) a luminosidade gerada pelos LEDs dos outros robôs e (ii) a proximidade de obstáculos. Dessa forma, os sensores IR fornecem as informações necessárias para as ações de seguir outro robô (i) e evitar obstáculos (ii).

Os LEDs traseiros, descritos como LED3, LED4 e LED5 serão excitados sob a frequência característica e descreverão o comportamento de “piscar”. Este sinal luminoso desempenhará a função de comunicação entre os robôs.

3 SOFTWARE

Os valores digitalizados, referentes aos sensores IR, são amostrados durante o processo de Conversão Analógico-Digital (A/D) a uma frequência de 400Hz pelo dsPic. Dessa forma é realizada uma subamostragem a uma frequência de 200Hz. Assim a cada duas amostras obtidas pelo processo de Conversão A/D uma amostra é garantidamente utilizada. O processo de leitura, amostragem e armazenamento dos valores dos sensores IR para o processo de filtragem é mostrado no algoritmo a seguir:

Entradas. Valor digitalizado dos sensores V_d ; Vetor com os valores V_d dos sensores $Vetor_d$; Função que realiza o processo de filtragem $Filtragem$.

- 1: **Início**
- 2: **Para i de 0 até 7 Faça**
- 3: **Leia V_d do sensor(i);**
- 4: **Armazena V_d em $Vetor_d$;**
- 5: **Fim Para**
- 6: **Executa Filtragem;**
- 7: **Fim.**

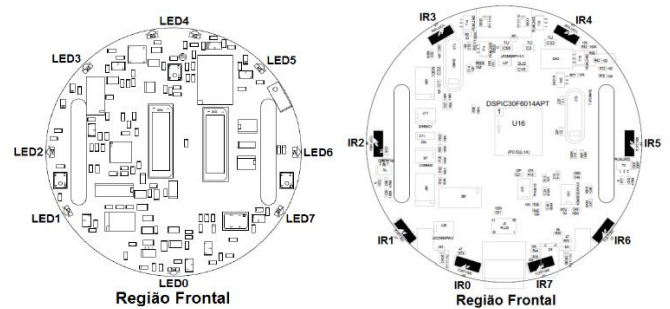


Figura 2: Disposição dos LEDs (esquerda) e dos sensores IR (direita) do robô E-Puck.

A escolha da frequência de 70Hz para piscar os LEDs traseiros do E-Puck é baseada na imposição de algumas restrições. Primeiramente, a frequência superior é limitada a 100Hz devido o Teorema da Amostragem para a subamostragem de 200Hz arbitrada. Optou-se por evitar frequências baixas, muito próximas ao nível DC, e a frequência de 60Hz, fortemente presente na rede elétrica local. Essas imposições visam evitar a interferência indesejada de fontes externas conhecidas durante o processo de medição pelos sensores IR.

Assim foi realizado o processo de piscar os LEDs traseiros mostrado pelo algoritmo abaixo:

Entradas. Estado lógico para os Led de número 3 $LED3$; Estado lógico para os Led de número 4 $LED4$; Estado lógico para os Led de número 5 $LED5$.

- 1: **Início**
- 2: **LED3 ← inverso LED3;**
- 3: **LED4 ← inverso LED4;**
- 4: **LED5 ← inverso LED5;**
- 5: **Fim.**

3.1 Evitar obstáculos

O processo de evitar obstáculos permite ao robô identificar e desviar de obstáculos próximos aos sensores IR. Este processo modifica a velocidade de seus motores de passo alterando a velocidade e a direção de seu deslocamento.

O processo de geração do valor de acionamento do motor para a ação de desvio é descrito pelo algoritmo abaixo:

Entradas. Vetor com os valores digitalizados dos sensores V_{tor_d} ; Vetor com as constantes dos sensores k ; Variável de cálculo V_{motor} ; Valor limite para o acionamento do motor V_{limite} .

Saídas. Valor de acionamento dos motores $Motor$.

```

1: Início
2: Para  $i$  de 0 até 7 Faça
3:   Leia  $V_{\text{tor}_d}(i)$ ;
4:    $V_{\text{motor}} \leftarrow V_{\text{motor}} + k(i) * V_{\text{tor}_d}(i)$ ;
5: Fim Para
6: /* Geração do valor de acionamento do motor */
7: Se  $V_{\text{motor}} > V_{\text{limite}}$  Faça
8:    $V_{\text{motor}} \leftarrow + V_{\text{limite}}$ ;
9: Fim Se
10: Se  $V_{\text{motor}} < - V_{\text{limite}}$  Faça
11:    $V_{\text{motor}} \leftarrow - V_{\text{limite}}$ ;
12: Fim Se
13: /* Limitação do valor de acionamento do motor */
14:  $Motor \leftarrow V_{\text{motor}}$ ;
15: Fim.

```

Basicamente, esta função recebe os valores lidos pelos sensores IR e os multiplica por constantes de acordo com a posição dos sensores no robô. Assim, os valores ponderados irão gerar um novo valor para o acionamento dos motores. Dessa forma, os sensores frontais terão uma influência maior na composição do movimento do robô quando comparados com os demais sensores. Este valor pode assumir tanto valores positivos quanto negativos.

Após a geração deste valor, será realizada a sua limitação entre dois extremos: máximo e mínimo. Esta limitação é uma imposição requerida pelos motores de passo para preveni-lo de avarias físicas causadas por velocidades excessivas.

3.2 Seguir Luminosidade

Este processo possibilita ao robô identificar uma fonte luminosa modificando a velocidade de seus motores de acordo com a sua intensidade. Esta ação permite seguir a fonte luminosa gerada pelos LEDs traseiros de outro robô. Adicional a esta ação é realizado, previamente, um processo de filtragem dos valores fornecidos pelos sensores IR, o qual será melhor abordado na próxima seção.

Para iniciar o processo de seguir, inicialmente, é verificado se os valores recebidos dos sensores IR passaram pelo processo de filtragem. Em caso negativo, os valores serão considerados como inválidos e a execução da função será encerrada. Recebidos os valores filtrados, inicia-se a execução da função atribuindo os valores recebidos como inválidos. Esta atribuição obriga a passagem dos valores novamente pelo processo de filtragem. Garantindo assim que os valores serão atualizados e validados para serem utilizados pela função no próximo ciclo.

Posteriormente, os valores filtrados serão multiplicados por constantes efetuando a ponderação de acordo com a posição do sensor IR no robô, de maneira similar à ação de evitar obstáculos.

Neste ponto, será realizada uma avaliação prévia do valor gerado para regular a distância existente entre os robôs da fila. Uma preocupação constante durante o processo de seguir é a

de mantermos uma distância regular entre o sensor e a fonte luminosa. Devemos regular esta distância em um valor apropriado de forma que uma distância muito grande pode representar a perda do contato com o robô à frente e uma distância muito pequena pode provocar um choque indesejado com o robô da frente. Esta avaliação consiste de dois testes: (i) para distâncias pequenas e (ii) para distâncias grandes.

A primeira situação (i) é indicada por um valor alto dos sensores frontais. Assim, é realizada uma desaceleração em 10% do valor gerado evitando um choque com o robô à frente. Da mesma forma, para a segunda situação (ii), realizamos a aceleração em 25% do valor gerado através da análise dos últimos três valores frontais. Caso os valores se apresentem de forma decrescente teremos um aumento da distância e o processo de aceleração é iniciado para corrigir esta ação.

Após esta etapa de avaliação, o processo é similar ao executado pela função de evitar obstáculos. Onde realizaremos obrigatoriamente, para todas as situações, uma limitação dos valores gerados que servirão para executar o acionamento do motor.

O processo de geração do valor de acionamento do motor para a ação de seguir a luz é descrito por:

Entradas. Sinal que indica quando o processo de filtragem foi concluído $Sinal$; Vetor com as constantes dos sensores k ; Variável de cálculo V_{motor} ; Valor limite para o acionamento do motor V_{limite} ; Vetor com os valores filtrados dos sensores V_{tor_F} ; Valores correspondentes aos sensores frontais $Sensores_Frontais$; Valor de referência $Valor_Ref$.

Saídas. Valor de acionamento dos motores $Motor$.

```

1: Início
2: Leia  $Sinal$ ;
3: Se  $Sinal \neq 1$  Faça
4:   Encerra programa;
5: Fim Se
6: /* Verifica se os valores são válidos ( $Sinal = 1$ ) */
7:  $Sinal \leftarrow 0$ ;
8: /* Atribuição dos valores como inválidos ( $Sinal \neq 1$ ) */
9: Para  $i$  de 0 até 7 Faça
10:   Leia  $V_{\text{tor}_F}(i)$ ;
11:    $V_{\text{motor}} \leftarrow V_{\text{motor}} + k(i) * V_{\text{tor}_F}(i)$ ;
12: Fim Para
13: /* Geração do valor de acionamento do motor */
14: Leia  $Sensores\_Frontais$ ;
15: Se  $Sensores\_Frontais > Valor\_Ref$  Faça
16:    $V_{\text{motor}} \leftarrow 0,9 * V_{\text{motor}}$ ;
17: Fim Se
18: Se  $Sensores\_Frontais$  são decrescentes Faça
19:    $V_{\text{motor}} \leftarrow 1,25 * V_{\text{motor}}$ ;
20: /* Avaliação da distância com o robô à frente */
21: Se  $V_{\text{motor}} > V_{\text{limite}}$  Faça
22:    $V_{\text{motor}} \leftarrow + V_{\text{limite}}$ ;
23: Fim Se
24: Se  $V_{\text{motor}} < - V_{\text{limite}}$  Faça
25:    $V_{\text{motor}} \leftarrow - V_{\text{limite}}$ ;
26: Fim Se
27: /* Limitação do valor de acionamento do motor */
28:  $Motor \leftarrow V_{\text{motor}}$ ;
29: Fim.

```

3.3 Processo de agendas

As rotinas de execução das funções que executam o deslocamento do robô (seguir e evitar), e as funções de subamostragem e de piscar os LEDs traseiros são gerenciadas através de ciclos de processos chamados agendas. Cada agenda é responsável por executar uma função em um período de tempo pré-definido chamado ciclo. Dessa forma, as agendas são interligadas de modo que a execução de uma agenda se inicie logo após o término de sua antecessora. Na Figura 3 é mostrado o diagrama em blocos para um processo de 3 agendas. Neste projeto, é executado um processo para 4 agendas, com seus respectivos ciclos: evitar (15ms), seguir (20ms), piscar (14,3ms) e filtragem (5ms).

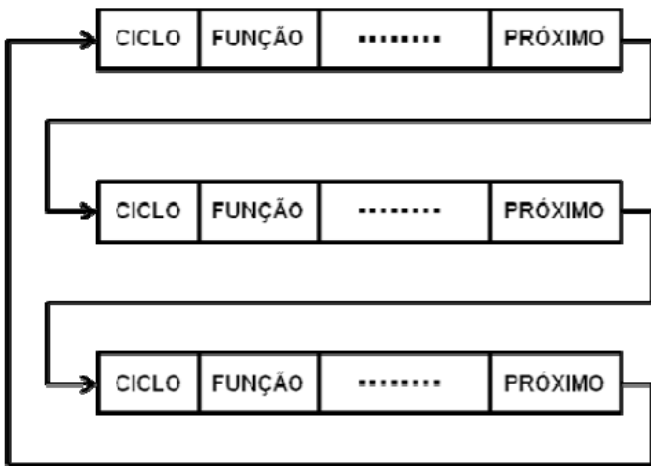


Figura 3: Diagrama em Blocos do funcionamento de um processo de três agendas.

4 FILTRO DIGITAL

Para o projeto do filtro digital foi inicialmente projetado um filtro analógico Butterworth de primeira ordem (Daryanani), (Ogata, 2002), (Hayes, 2006). Esta aproximação foi escolhida devido a sua fácil realização agregando uma baixa complexidade computacional ao programa. Na Figura 4 é mostrado o diagrama de bode (magnitude e fase) do filtro analógico projetado dado pela equação $T(s)$:

$$T(s) = \frac{1257s}{s^2 + 1257s + 1.934 \times 10^5}$$

onde a variável s representa o tempo contínuo. O filtro possui um caractere seletivo devido a sua configuração PF visando direcionar um ganho proporcionalmente maior para as proximidades da sua frequência central.

A seguir é realizada a discretização do filtro PF através do método de integração numérica bilinear (Smith et al., 2002). Aplicando, posteriormente, uma compensação à distorção linear de fase warping causada por este método. Assim teremos a função transferência discreta $T(z)$ dada pela equação:

$$T(z) = \frac{0.5361z^2 - 0.5361}{z^2 + 0.5453z - 0.07224}$$

onde a variável z representa o tempo discreto, que irá nos fornecer a equação à diferenças $y[n]$:

$$y[n] = -0.5453y[n-1] + 0.07224y[n-2] + 0.536u[n] - 0.536u[n-2],$$

Onde n é uma variável. Esta equação representa o filtro e será implementada ao programa.

A função de filtragem para o sensor zero é mostrada através do algoritmo abaixo:

Entradas. Vetor que contem os valores dos oito sensores $Vetor_{sensor}$; Valor do sensor 0 $V_{sensor0}$; Função que executa a filtragem $Filtro$.

Saídas. Valor do sensor 0 após o Filtro $V_{Fsensor0}$.

- 1: **Início**
- 2: **Leia** $Vetor_{sensor}$;
- 3: **Leia** $V_{sensor0}$;
- 4: **Armazena** $V_{sensor0}$;
- 5: /* Armazena o valor do sensor antes do Filtro */
- 6: **Executa** Filtro;
- 7: **Armazena** $V_{Fsensor0}$;
- 8: /* Armazena o valor do sensor depois do Filtro */
- 9: **Atualiza** $Vetor_{sensor}$;
- 10: **Fim**.

Posterior a filtragem, o sinal passa pelas etapas de retificação e linearização (Bjerknes, 2010). Na etapa de retificação o sinal filtrado será retificado para que possua apenas valores positivos. A seguir, na etapa de linearização, será realizada a média aritmética dos últimos valores obtidos. Esta etapa tem como objetivo: (i) minimizar a influência de valores aleatórios discrepantes e (ii) linearizar o sinal resultante buscando suavizar o movimento realizado pelos motores do robô.

O processo de execução destas 3 etapas é mostrado como exemplo para o sensor zero pelo algoritmo ao lado:

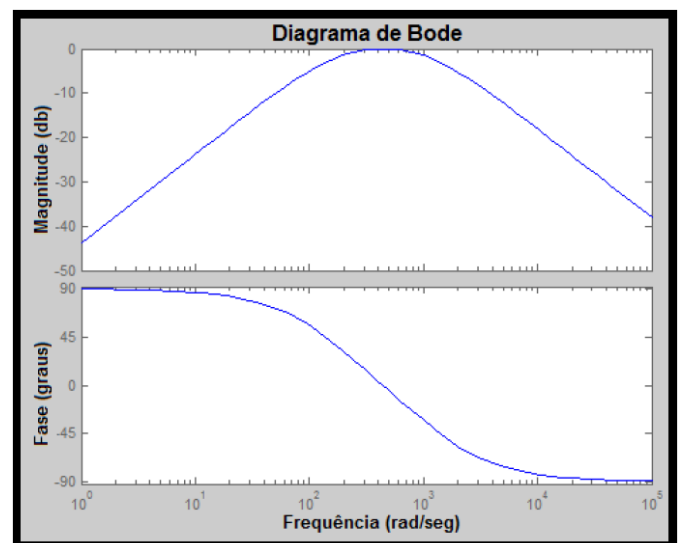


Figura 4: Diagrama de Bode para o filtro analógico especificado.

Entradas. Vetor com os valores dos oito sensores $Vetor_{sensor}$; Valor do sensor 0 $V_{sensor0}$; Função que executa o processo do filtro *Filtro*; Função que realiza o valor absoluto do valor do sensor *Absoluto*; Função que executa a média do valor do sensor com alguns de seus valores anteriores *Media*.

Saídas. Sinal que indica quando o processo de filtragem foi concluído *Sinal*.

1: **Início**

2: **Leia** $Vetor_{sensor}$;

3: **Leia** $V_{sensor0}$;

4: **Executa** *Filtro*;

5: **Atualiza** $Vetor_{sensor}$;

6: **Leia** $Vetor_{sensor}$;

7: **Leia** $V_{sensor0}$;

8: **Executa** *Absoluto*;

9: **Atualiza** $Vetor_{sensor}$;

10: **Leia** $Vetor_{sensor}$

11: **Leia** $V_{sensor0}$

12: **Executa** *Media*;

13: **Atualiza** $Vetor_{sensor}$;

14: /* Gera um novo valor para o sensor 0 */;

15: **Sinal** \leftarrow 1;

16: /* Sinaliza que o processo de filtragem foi concluído */;

17: **Fim.**

5 RESULTADOS

Foram realizados testes para um grupo de robôs E-Puck com o código desenvolvido. Os objetivos dos testes foram: (i) verificar o objetivo original de formação de fila e (ii) obter uma análise comportamental do código para uma interação de múltiplos indivíduos.

Foi alcançado, com bons resultados, o objetivo principal (i) de formação inicial de uma organização de fila para um grupo de robôs. Nestes testes, os robôs em posições aleatórias apresentaram o comportamento de aproximação e formação de um único grupo com organização de fila. Foram observados alguns comportamentos (ii) durante os testes para o grupo:

- Troca de posição entre os robôs com formação de fila durante a ação de desvio;
- Comportamento cíclico com formação de fila durante a ação de desvio.

Nas Figuras 5 e 6, são mostrados os resultados dos testes para o objetivo principal (i) deste projeto.



(a) Organização Inicial de Fila – Imagem I



(b) Organização Inicial de Fila – Imagem II



(c) Organização Inicial de Fila – Imagem III



(d) Organização Inicial de Fila – Imagem IV

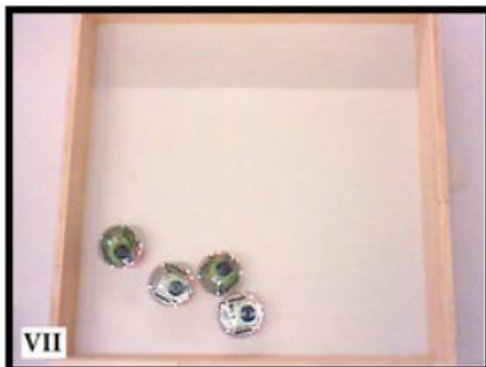
Figura 5: Organização Inicial de Fila – Grupo de 4 robôs com posições iniciais aleatórias e início da formação do comportamento de fila.



(a) Organização Inicial de Fila – Imagem V



(b) Organização Inicial de Fila – Imagem VI



(c) Organização Inicial de Fila – Imagem VII



(d) Organização Inicial de Fila – Imagem VIII

Figura 6: Organização Inicial de Fila – Aproximação, agrupamento de um grupo de 4 robôs e formação do comportamento de fila.

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram apresentados com sucesso testes com um grupo de robôs E-Puck no contexto da robótica de enxame. Pudemos observar o comportamento coletivo de organização de fila para este grupo através do uso da comunicação IR.

A inserção de um filtro digital para tratar o sinal recebido pelos sensores IR representou um grande diferencial nos resultados encontrados. Sua utilização permitiu uma melhora significativa no processo de comunicação entre os robôs. Isto possibilitou um aumento na velocidade final de deslocamento dos robôs. A inclusão da etapa de linearização permitiu uma melhora na qualidade dos movimentos realizados pelos motores de passo, tornando os movimentos do robô mais suaves e naturais.

Diferentemente da maioria dos trabalhos encontrados na literatura, optou-se pela utilização de um processo de comunicação unidirecional. Esta escolha representou um baixo custo computacional para o microcontrolador dsPic do E-Puck permitindo a inclusão de novas aplicações futuras ao projeto.

As aplicações deste projeto em setores de automação inteligente são incentivadas. Principalmente, nas áreas de pesquisa multi-agente e de comportamento adaptativo.

Como trabalhos futuros, propõem-se testes com indivíduos mais complexos que permitirão aplicações mais amplas. No caso do E-Puck, a utilização de extensões de hardware permitirá um aumento da capacidade de processamento do robô. Neste contexto, outras formas de comunicação como radio frequência (RF) e comunicação sem fio (Zigbee) são sugeridas como forma de aumentar a distância de comunicação entre os robôs. Um vídeo demonstrativo está disponível em

<http://www.youtube.com/watch?v=nFG1JpaxUPw>.

AGRADECIMENTOS

Este projeto foi financiado pela Fundação de amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). O autor agradece ao Programa de Apoio Técnico às Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão (PROATEC) pela bolsa de apoio. O autor agradece a Jan Dyre Bjercknes do Laboratório de Robótica de Bristol pela ajuda no estudo da elaboração de filtros digitais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Bonabeau, E.; Dorigo, M. and Theraulaz, G. H. (1999). *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems*, Oxford University Press INC.

Dédriche, O. (2007). *La prise de décision au sein d'un groupe de robots: Conception et développement d'une plateforme de travail libre et gratuite pour les robots epuck à destination de la communauté académique, ET étude d'un comportement collectif auto-organisé via une tâche d'agrégation en robotique en essaim*, Monografia, Universidade Livre de Bruxelles, Faculdade de Ciências Aplicadas, IRIDIA.

Ferreira, D. S. M. and Junior, J. M. T. (2010). Webots, Universidade Federal da Grande Dourados.

Michel; Olivier; Rohrer, F. and Heiniger, N. (2009). Cyberbotics' Robot Curriculum, Cyberbotics Ltda, www.cyberbotics.com.

Mondada, F.; Bonani, M.; Raemy, X.; Pugh, J.; Cianci, C.; Klaptocz, A.; et al (2009). The e-puck, a Robot Designed for Education in Engineering, Anais da 9^o Conf. On Autonomous Robot Systems and Competitions, vol. 1, n^o. 1, pp. 59-65.

Mondada, F. and Bonani, M. (2006). Tutorial for programming the e-puck robot using the bootloader via Bluetooth, Escola Politécnica Federal de Lausanne (EPFL), Laboratório de Sistemas Autônomos, <http://www.epuck.org>.

Microchip Technology Inc (2006). dsPIC30F6014A, Manual, www.microchip.com.

Microchip Technology Inc (2005). Getting Started with CCS C in MPLAB IDE, www.microchip.com.

Microchip Technology Inc (2008). MPLAB Starter Kit for Serial Memory Products User's Guide, www.microchip.com.

Siegwart, R. and Nourbakhsh, I. R. (2004). Introduction to Autonomous Mobile Robots, Editora Universidade de Cambridge, MIT Press.

Daryanani, G. Principles of Active Network Synthesis and Design, Editora John Wiley and Sons, Bell Telephone Laboratories.

Smith, S. W. (2002). The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, Edição Independente.

Hayes, M. H. (2006). Processamento Digital de Sinais, Editora Artmed, Coleção Schaum.

Ogata, K. (2002). Modern Control Engineering, 4^o Edição, Pearson Education International.

Bjerknes, J. D. (2010). Scaling and fault tolerance in selforganised swarms of mobile robots, Tese de Doutorado, University of the West of England, Bristol.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.



EQUILÍBRIO DINÂMICO DE ROBÔS MÓVEIS

Roberto, Marcio Dias; Figueiredo, Marcio da Silva; Queiroz, Guilherme E. T.; Bássora, L. A.*

*lbassora@terra.com.br

Departamento de Engenharia da Computação – UNORP
CEP 15020-040 – São José do Rio Preto SP Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Um robô móvel de duas rodas pode ser tratado fisicamente como um pêndulo invertido montado sobre rodas, um sistema não-linear e naturalmente instável. Para o estudo e controle deste tipo de sistema, construiu-se um chassi, em seguida implementou-se uma Unidade de Medida Inercial (IMU). Devido às imperfeições características dos sensores que formam a IMU, foi aplicado um Filtro de Kalman. Finalizada esta parte do projeto, passou-se a desenvolver a etapa de gerenciamento (DSPIC33F), responsável pela conversão A/D, PWM, etc.

PALAVRAS-CHAVES: Equilíbrio dinâmico, robôs móveis, Unidade de Medida Inercial, Filtro de Kalman, DSPIC33F.

ABSTRACT: A two-wheeled mobile robot can be physically treated like an inverted pendulum mounted over wheels, a non-linear system and naturally unstable. To the study and control of this kind of system was constructed a frame, then was implemented an Inertial Measurement Unit (IMU). Due to the characteristics imperfections of the sensors that form the IMU, was applied a Kalman Filter. When completed this part of the project was started the developing the management stage (DSPIC33F), responsible for the AD conversion, PWM, etc.

KEYWORDS: Dynamic equilibrium, mobile robot, Inertial Measurement Unit, Kalman Filter, DSPIC33F.

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento e construção de um robô de duas rodas com balanceamento dinâmico no qual se pretende aplicar técnicas de controle. A ideia fundamental por trás deste tipo de robô é basicamente movimentar as rodas em direção ao sentido de queda do mesmo. Se as rodas podem ser direcionadas de tal forma que permaneçam sob o centro de gravidade do robô, este permanecerá equilibrado. Do ponto de vista físico o sistema é tratado basicamente como um pêndulo invertido, e como tal, caracterizado por sua instabilidade natural e dificuldade na aplicação de uma estratégia de controle que atue de forma efetiva no equilíbrio do sistema devido às características de não-linearidade inerente. Na prática o controle aplicado a este tipo de sistema requer uma realimentação adequada através de sensores relativamente precisos, para este fim foi desenvolvida um Unidade de Medida Inercial (IMU).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O chassi do robô é formado por duas plataformas de acrílico com diâmetro de 300 mm posicionadas 100 mm uma da outra com tubos de metal e hastes de aço fixadas a uma base de alumínio com parafusos nas extremidades. Os motores (12 Volts DC com caixa de redução 39:1 e torque contínuo máximo de 0,529 N.m) e os suportes das rodas foram fixados na base de alumínio. As rodas foram acopladas aos motores através de engrenagens. Posição, velocidade e aceleração linear podem ser determinadas através de encoders incrementais (HEDS5545) posicionados nos eixos das rodas.

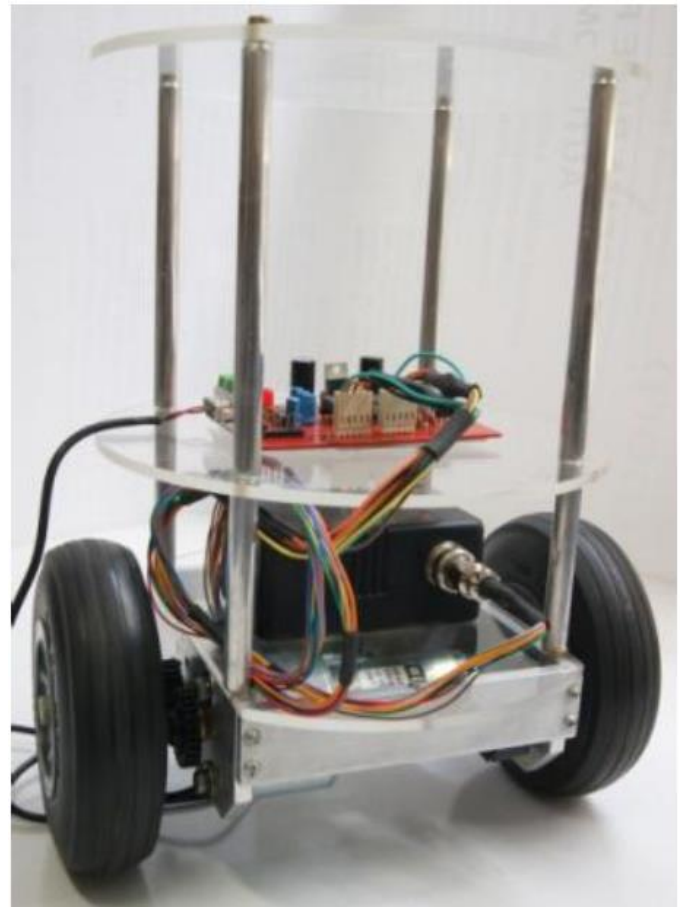


Figura 1: Estrutura do robô, protótipos da IMU e sistema de leitura.

O microcontrolador escolhido para gerenciar as etapas de conversão analógico-digital (AD), comunicação serial (RS232), acionamento dos motores por modulação de pulso (PWM) e sistema de controle PID digital (Proporcional-Integral-Derivativa) foi o dsPIC33FJ256MC710 (Microchip). Tendo em vista que o microcontrolador escolhido é comercializado apenas em encapsulamento TQFP a solução encontrada para realização de testes com o dsPIC foi adquirir um módulo utilizado em placas didáticas e desenvolver uma terceira plataforma de acrílico com vazamento centralizado ao redor do qual foram posicionadas duas matrizes de contatos. O módulo foi posicionado no vazamento central e os 100 pinos do microcontrolador conectados as matrizes através de quatro cabos de 25 vias.

Na etapa de acionamento e potência foram testados os CIs LM293D (1A) e L298N (4A). Em decorrência da corrente de partida elevada observada nos motores, optou-se pelo L298N.

A Unidade Inercial desenvolvida é basicamente composta por um circuito de rebaixamento e estabilização de tensão e dois sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio) MEMS (sensores micro eletromecânicos). Tendo em vista os problemas intrínsecos dos dispositivos baseados neste tipo de tecnologia foi implementado um Filtro de Kalman discreto com o intuito de combinar e melhorar as informações obtidas a partir dos dois sensores.

Antes da implementação final da Unidade de Medida Inercial, um Filtro de Kalman foi desenvolvido no software Matlab e alimentado com dados obtidos de uma aplicação desenvolvida no LabView. Esta aplicação basicamente recebe os dados via comunicação serial (RS232), convertidas (A/D) por um microcontrolador PIC18F4550, e converte os dados do formato decimal para as unidades padrão dos dispositivos, g (9,81m/s²) para o acelerômetro e graus/s para o giroscópio.

2.1 Unidade de Medida Inercial (IMU)

A Unidade de Medida Inercial é um dispositivo eletrônico que tem por finalidade medir aceleração (linear e angular), velocidade (lineares e angulares) e orientação espacial, combinando os sinais de giroscópios e acelerômetros. As IMUs estão presentes em sistemas de navegação de aeronaves, veículos espaciais, mísseis e etc. Foram utilizados neste trabalho dois sensores inerciais analógicos. Um giroscópio de dois eixos, LPY1500 (STMicroelectronics) e um acelerômetro de três eixos, MMA7600Q (Freescale). Ambos os sensores são baseados na tecnologia MEMS (micro-eletromecânicos), ou seja, formados por minúsculas estruturas eletromecânicas vibratórias condensadas em uma pequena pastilha de silício. Quando estes dispositivos são influenciados fisicamente (aceleração, por exemplo) as estruturas mecânicas são colocadas em movimento oscilatório modificando as características elétricas internas (capacitância) e através da variação destas características é possível obter informações como aceleração e variação angular. O Acelerômetro e giroscópio são alimentados com (3,3 VCC) e apresentam alta sensibilidade a variação nos níveis de tensão de forma que foi necessário utilizar um regulador LT1528.

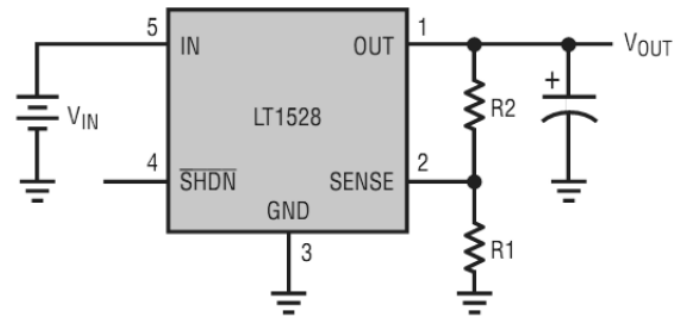


Figura 2: Configuração recomendada pelo fabricante.

O dispositivo ajusta a tensão com base no pino SENSE, que consiste na entrada para um amplificador de erro.

Os valores de R1 e R2 controlam o ajuste da tensão (V_{OUT}), que pode variar entre 3,3 e 14 VCC. A expressão abaixo é utilizada na escolha dos valores de R1 e R2. O fabricante recomenda ainda, que para evitar problemas o valor de R1 não deve exceder 330 Ohms.

$$V_{OUT} = 3.3 \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) + (I_{SENSE})R2 \quad (1)$$

$$I_{SENSE}(25^{\circ}C) = 130 \mu A$$

2.2 Filtro de Kalman

O Filtro de Kalman é um conjunto de equações matemáticas que implementa um algoritmo recursivo de processamento de dados ótimo quando certas condições são encontradas. Ele incorpora toda a informação disponível e processa as medidas, independente da precisão, para estimar os valores atuais das variáveis de interesse através do conhecimento do sistema e medidas dinâmicas, descrição estatística dos ruídos, medidas de erros, incertezas no modelo dinâmico e qualquer informação disponível sobre as condições iniciais das variáveis de interesse.

“O filtro de Kalman dirige-se ao problema geral de tentar estimar o estado $x_k \in \mathcal{R}^n$ de um processo de tempo discreto governando por uma equação diferencial linear (5) com uma medida $y_k \in \mathcal{R}^m$ (6)”. Welch e Bishop (2010)

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_{k+1} + w_k \quad (2)$$

$$y_k = Hx_k + v_k \quad (3)$$

Onde e são variáveis aleatórias independentes, **A** é a matriz de transição, **B** é chamado matriz de controle e **H** matriz de observação. O algoritmo desenvolvido por Kalman pode ser usado para estimar, simultaneamente, os estados do sistema e os parâmetros do modelo. Está é a principal característica que faz com que o Filtro de Kalman seja um estimador muito utilizado na pratica. Outra importante característica é permitir uma combinação de dados de diferentes fontes para obter uma estimativa mais precisa. Em relação ao modelo dinâmico, o Filtro de Kalman discreto é usado somente em modelos lineares, desta forma é possível garantir que a propagação de uma função com densidade de probabilidade Gaussiana permanecerá Gaussiana. k w k v

Antes de tratar da implementação do Filtro de Kalman, deve ser possível supor que o ruído que contamina as medidas é Gaussiano branco.

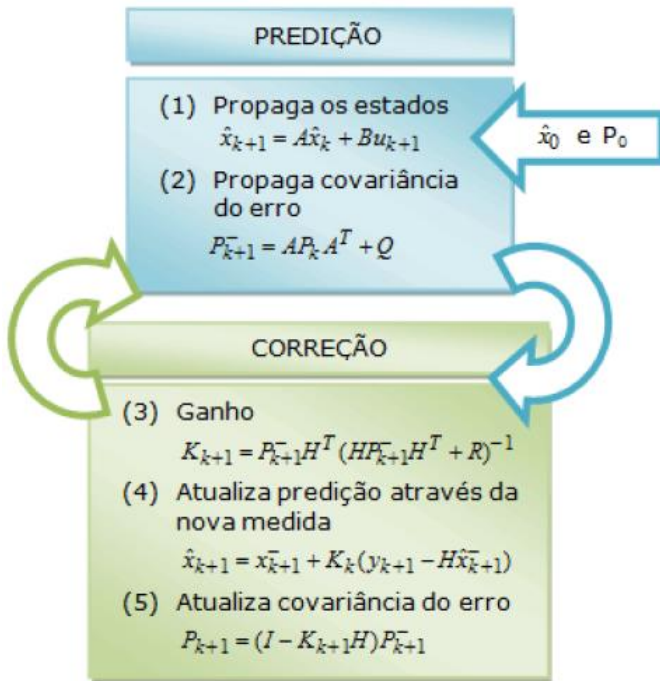


Figura 3: Filtro de Kalman discreto.

R e Q são chamados, respectivamente, covariância do erro da medida e covariância do erro do processo. Ambos variam com o tempo na prática, mas os consideraremos como constantes.

De acordo com Brown e Hwang (1997), qualquer um sem o benefício de um conhecimento prévio do processo recursivo retratado na figura acima, poderia logicamente perguntar, “-Porque alguém chamaria isto de filtro? Parece mais com um algoritmo de computador”, e completa: “Você poderia, é claro, estar certo em sua observação. O Filtro de Kalman é simplesmente um algoritmo para processamento discreto de medidas (entrada) em estimativas ótimas (saída).”

2.3 Filtro de Kalman aplicado a IMU

Os dados do giroscópio podem ser modelados através das equações lineares (4) e (5). Observe que (4) é uma simples integração numérica; está é a "lei" pela qual o Filtro de Kalman realiza a etapa de predição:

$$\theta_{k+1} = \theta_k + (u - \theta_b)_{k+1} dt + w_k \quad (4)$$

$$\dot{\theta}_{k+1} = u_{k+1} - \theta_b \quad (5)$$

Onde θ_{k+1} é a nova medida (em ângulo), θ_k é a medida atual, u_{k+1} é a nova informação vinda do giroscópio, dt é a taxa de amostragem (tempo entre cada aquisição) e θ_b é a tendência (*bias*) observada nas medidas do dispositivo. Devido à existência desta tendência (somada a um valor aleatório) nas medidas, adicionaremos no vetor de estados x_k , o parâmetro θ_b .

$$x_k = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \theta_b \end{bmatrix}_k$$

Assumindo que θ varia muito mais rápido que θ_b , não é necessário uma "lei" que descreva as variações em θ_b .

Escrevendo (2) na forma de espaços de estados:

$$x_{k+1} = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \theta_b \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \theta_b \end{bmatrix}_k + \begin{bmatrix} dt \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u_{k+1} + w_k \quad (6)$$

$$\text{Onde } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -dt \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ e } \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \theta_b \end{bmatrix}.$$

É necessária ainda uma expressão para y_k .

$$y_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \theta_b \end{bmatrix}_k + v_k \quad (7)$$

$$\text{Onde } \mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

É através desta expressão (equação 7) que os dados do acelerômetro e do giroscópio serão comparados. Na prática y_k será a medida em ângulos (graus) obtida do acelerômetro. Esta informação será comparada com a predição alcançada a partir do modelo dinâmico do giroscópio e das iterações do filtro.

Tendo em vista que o ruído gaussiano branco possui média nula e que o parâmetro θ_b e a medida u sejam não correlacionados, a covariância do erro do processo é dada por:

$$Q = \begin{bmatrix} \sigma_g^2 dt^2 & \sigma_g^2 dt & 0 \\ \sigma_g^2 dt & \sigma_g^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_b^2 \end{bmatrix}$$

De forma similar, a covariância do erro da medida é:

$$R = \sigma_a^2$$

Onde σ_g^2 , σ_a^2 , σ_b^2 são respectivamente os quadrados dos desvios padrão observado nas medidas do giroscópio e acelerômetro, o quadrado do desvio padrão observado na tendência do giroscópio e por fim dt é novamente a taxa de amostragem das medidas.

3 RESULTADOS PRELIMINARES E CONCLUSÕES

Os testes realizados com o Filtro de Kalman implementado no Matlab são apresentados a seguir. É possível notar que as medidas estão praticamente livres do ruído característico dos dispositivos e o escorregamento (efeito *drift*) característico da integração numérica realizada nas medidas do giroscópio é quase inexistente.

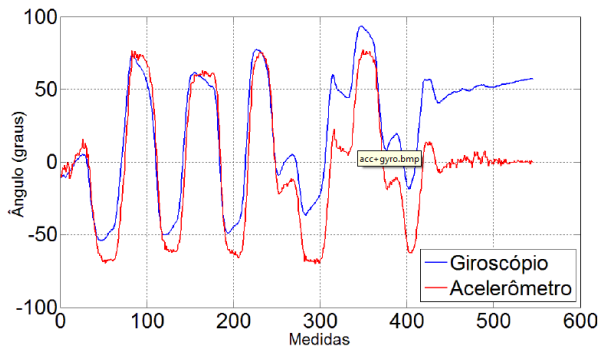


Figura 4: Medida do acelerômetro e giroscópio

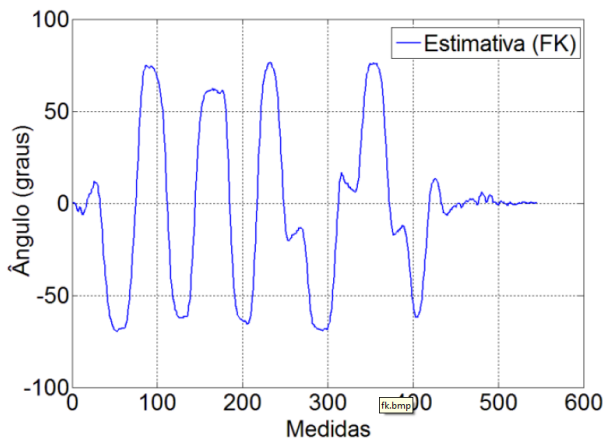


Figura 5: Filtro de Kalman aplicado às medidas.

Conclui-se, portanto que a plataforma de testes desenvolvida atende as necessidades essenciais, permitindo realizar testes preliminares com o dsPIC e observando os resultados obtidos com a Unidade de Medida Inercial desenvolvida observa-se que de fato o Filtro de Kalman melhora consideravelmente as respostas tornando o dispositivo confiável o bastante para garantir o andamento do restante do trabalho.

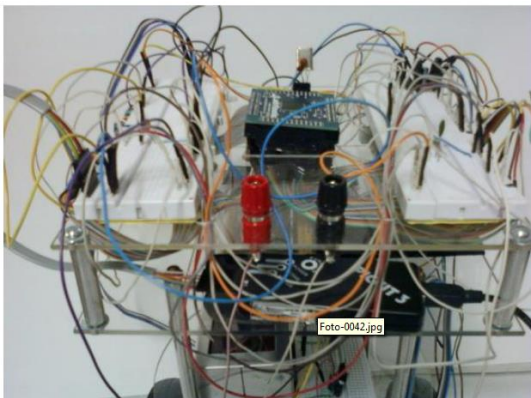


Figura 4: Plataforma de testes.

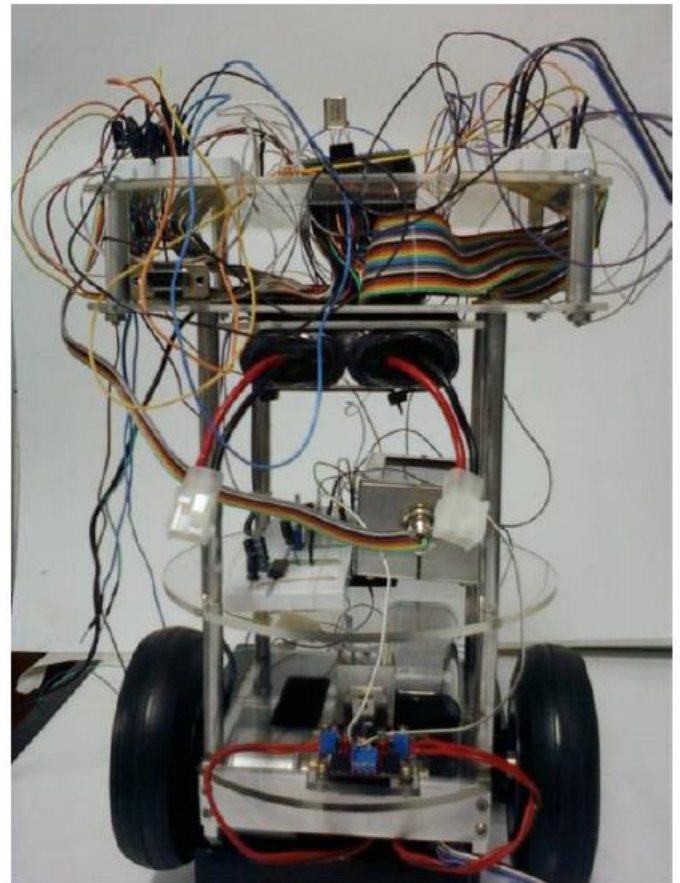


Figura 5: Estágio atual do robô.

Dentre as principais etapas já cumpridas no desenvolvimento do robô estão a construção do chassi, o modelamento dinâmico dos motores e da estrutura, construção da plataforma para testes iniciais com o dsPIC (conversão A/D, comunicação serial (RSR232), timers, PWM) e construção da Unidade de Medida Inercial. A conclusão desta última etapa e o fim dos testes preliminares com o dsPIC indicam evidentemente que já é possível dar continuidade a implementação do Filtro de Kalman no dsPIC e enfim iniciar os testes com o sistema de controle.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Brown, R.; Hwang, P. 1997. "Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering: with MATLAB exercises and solutions". Ed. John Wiley & Sons, 3. Edition, 219 p.
- Welch, G.; Bishop, G. "An Introduction to the Kalman Filter". 20 Feb. 2010.
<<http://www.cs.unc.edu/~welch/kalman/kalmanIntro.html>>

IMPLANTAÇÃO DE INTERATIVIDADE E DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA EM ROBÔS USANDO TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL

Leonardo Gabriel Quintino Cabreira, Natal Henrique Cordeiro

leonardo.cabreira@gmail.com, natal.cordeiro01@fatec.sp.gov.br

Centro Universitário de Votuporanga
Cidade Universitária, Av. Nasser Marão, 3069 - Pq. Industrial I
Votuporanga, São Paulo, Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de programas usando técnicas de visão computacional que permitem a uma máquina interagir e possuir uma navegação autônoma em diferentes cenários. A finalidade deste projeto é relacionar várias áreas de estudos que possibilitam a realização de atividades de um robô sem o controle humano. Para alcançarmos estes resultados, construímos um robô e utilizamos uma biblioteca de Visão Computacional livre que faz com que ele se manifeste de acordo com as ações das pessoas, através de técnicas de detecção de face e de movimentos, gerenciado por um programa que captura imagens e aciona componentes eletrônicos. Para a sua construção utilizamos peças leves que possibilitam o uso de motores de baixa potência, visando à economia de energia. Todas as tecnologias implantadas nele proporcionarão o desenvolvimento de programas mais complexos, incluindo a aprendizagem de máquina através de teorias da Inteligência Artificial melhorando a navegação autônoma. Uma contribuição importante deste projeto é disponibilizar um robô economicamente viável para qualquer instituição com intuito de estimular o ensino da Visão Computacional aplicada na Robótica.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica, Visão Computacional, Navegação Autônoma.

ABSTRACT: This paper presents the development of programs using Computer Vision techniques that allow a machine to interact and have an autonomous navigation in different scenarios. The purpose of this project is to link several areas of study that enable the performance of activities of a robot without human control. To achieve these results, we built a robot and use a free Computer Vision library that makes its demonstration itself according to people's actions, through techniques of face detection and motion, managed by a program that captures images and trigger off electronic elements. We use for its construction, lightweight parts that allow the use of low-powered engines in order to save energy. All the implemented technologies in it, will provide the development of more complex programs, including the machine learning through theories of the Artificial Intelligence improving the autonomous navigation. An important contribution of this project is to provide an affordable robot for any institution aiming to promote the teaching of Computer Vision applied to robotics.

KEYWORDS: Robotics, Computer Vision, Autonomous Navigation.

1 INTRODUÇÃO

A robótica tem sido aplicada em vários setores de trabalho propiciando um cenário cada vez mais produtivo e confiável. Em busca de possibilitar uma evolução sustentável, a robótica tem migrado para várias áreas acadêmicas gerando novas oportunidades de atuação profissional.

A área da computação e da robótica se tornam aliadas na geração de produtos inovadores e cada vez mais independentes de um operador. As pessoas estão acostumadas a conviver com ambientes robóticos controlados, porém, a computação tem permitido a autonomia destes sistemas através de teorias avançadas da Inteligência Artificial e também da lógica de programação aplicada com a Visão Computacional.

É possível implantar em um robô, um sistema de navegação baseado na visão, nas quais algumas câmeras integradas ao robô fornecerão informações para a localização e mapeamento, mesmo operando num ambiente desconhecido (Davison, 1998). Aplicações baseadas na captura de imagens permitem ao robô um alto grau de autonomia, tais como, navegação, controle servo visual e tele-operação (Junior et al., 2001).

Os Robôs móveis permitem substituir a realização de trabalhos que podem gerar vários riscos ao ser humano como o transporte de materiais químicos, desarmamento de artefatos, buscas por vazamentos radioativos e execução de atividades submersas e aeroespaciais. Dessa maneira o desenvolvimento da robótica tem possibilitado para a sociedade a utilização de vários equipamentos para aumentar a segurança, a substituição de serviços que prejudicam a saúde e proporcionando oportunidades de experimentos em locais perigosos ou inadequados para atuação de um ser humano.

Observamos que a computação tem evoluído em várias áreas científicas e a Visão Computacional empregada com os diferentes tipos de sensores, têm disponibilizado muitos métodos a serem usados em um robô para sua locomoção

autônoma e sem a necessidade da implantação de técnicas de aprendizagem. Segundo Ullrich (Ullrich, 1987), um robô é um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar peças, materiais e outros dispositivos especializados no desenvolvimento de inúmeras ações que promovem bem estar, conforto, saúde e educação.

A robótica é definida como a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção humana (Ullrich, 1987). Trata-se de uma área essencialmente interdisciplinar, permitindo o trabalho com disciplinas como a matemática, a engenharia, a computação, a educação, a psicologia, a medicina, entre outros. Encontra-se presente nos diferentes âmbitos da vida cotidiana, como nos eletrodomésticos, nas montadoras de automóveis e nas intervenções médicas. No ensino e nas pesquisas tem sido abordado o uso da robótica para gerar a interdisciplinaridade e a facilidade de aplicar várias teorias na prática gerando resultados mais rápidos e sem riscos para o ser humano.

Este trabalho apresenta um robô que realiza atividades interativas com o acionamento dos seus métodos independente do controle humano. De certa forma, existe o controle humano intrínseco no desenvolvimento do robô, através da programação, porém, este não necessita de um operador para a sua locomoção ou algum tipo de movimento e esta autonomia é provida pelas técnicas da Visão Computacional. Na Figura 1 é apresentado o robô construído neste projeto.



Figura 1: Robô.

Este artigo está dividido da seguinte forma: seção 2: apresenta os trabalhos relacionados; seção 3: mostra a metodologia empregada no estudo; seção 4: exibem-se os experimentos e resultados obtidos; seção 5: apresenta as considerações finais.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

A Visão Computacional aplicada à robótica tem crescido substancialmente para permitir a locomoção de maneira autônoma. É importante ressaltar que permitir autonomia ao robô em algumas atividades não garante o emprego da inteligência artificial. Através da quantidade de sensores disponíveis atualmente, é possível obter muitas informações do mundo real que podem acionar os métodos de um programa configurado em um robô, gerando diferentes ações. Mesmo que os dados de diferentes cenários se modifiquem, é possível detectar objetos, definir profundidade e programar várias informações relacionadas ao ambiente, dando a impressão que o robô é inteligente e possui alguma forma de aprendizado. Desta maneira, a Visão Computacional tem permitido uma grande quantidade de aplicações na robótica sem a necessidade de realização de experimentos intensivos para verificar se o robô está aprendendo.

Segundo (Ribeiro and Monteiro, 2004), existem vários métodos de aprendizagem por reforço em que um agente aprende por tentativa e erro ao se locomover em qualquer ambiente. O seu aprendizado é relacionado às suas experiências e ao ambiente em que atua, permitindo eliminar qualquer forma de controle humano ou programação para definir suas atividades.

Neste trabalho, aplicamos várias técnicas de Visão Computacional juntamente com o Processamento Digital de Imagens com a finalidade de capturar informações do cenário e realizar as atividades do robô, tanto para locomoção como para interação com as pessoas através de movimentos, acionamento de luzes e atividades sonoras, informando à pessoa dados mensuráveis do mundo real.

Em aplicações que envolvem a implantação de técnicas de visão como este projeto, é importante obter imagens com a maior quantidade de detalhes possível do cenário em que o robô está atuando, para gerar respostas e movimentos mais precisos (Junior et al., 2001).

Com um trabalho semelhante ao nosso, Filho (Filho et al., 2010) desenvolveu um Robô relacionando as mesmas áreas de estudos, enfatizando a Visão Computacional, Processamento Digital de Imagens e a Robótica. Dessa forma, Filho (Filho et al., 2010) desenvolveu um robô que possui locomoção sem um controle humano conseguindo identificar objetos no mundo real com tecnologias de rádio frequência, possibilitando ao robô se aproximar dos objetos desejados, mesmo que haja obstáculos em seu trajeto. Com técnicas de segmentação de imagens e reconhecimento de padrões, Filho (Filho et al., 2010) produziu um robô que consegue identificar os objetos de um cenário real, independente da região que o robô encontra-se.

Outra pesquisa que tem fornecido informações importantes para melhorias na comunicação do nosso robô é o projeto Aural que desenvolve uma proposta inovadora nesta área. Segundo o pesquisador Moroni (Moroni and Manzolli, 2009), o objetivo é definir trajetórias para os robôs serem guiados até um destino final. Esta trajetória é gerada a partir de uma estrutura gráfica criada pelos movimentos de um mouse. Posteriormente, através deste desenho um robô executa a emissão de efeitos sonoros permitindo a comunicação entre os robôs até o destino final e verificando se outros robôs estão

próximos ou afastados uns dos outros. A partir desta idéia, adicionamos no nosso robô um microfone para receber informações sonoras para definir a localização do nosso robô em relação a alguns objetos. Porém, com uma teoria diferente, vamos implantar um sistema de posicionamento global que possibilite a integração com um sistema de informação geográfico (SIG) para definição de posição dos objetos e através de sons o robô se adequar às coordenadas estabelecidas em um SIG.

Araújo (Araujo and Librantz, 2006) apresenta uma metodologia interessante para adicionar a navegação autônoma em um robô. Em sua abordagem é usado técnicas de Visão Computacional para aplicar ações ao robô e técnicas de processamento de imagens para reconhecimento de objetos. Porém, os tópicos que mais contribuíram para o nosso trabalho foram os estudos relacionando os cálculos para a definição da trajetória do robô. Mesmo que estas técnicas ainda não foram aplicadas já permitiram fundamentar trabalhos futuros em nosso projeto. No trabalho de Araújo (Araujo and Librantz, 2006) verificamos algumas maneiras de navegação autônoma com funções heurísticas e considerações de algoritmos genéticos a fim de obter o melhor caminho.

Com uma metodologia muito importante para este projeto, (Rudek et al., 2001) descreve algumas etapas a serem seguidas para reconhecer padrões e facilitar na identificação de objetos em um ambiente. Estas etapas são iniciadas pela aquisição de imagens, pré-processamento para correção de iluminação e de contraste, segmentação para separar informações de fundo com os objetos em destaque, identificação de objetos e por fim o reconhecimento de padrões. O reconhecimento de padrões gera um formato a partir da descrição de uma quantidade de componentes, primitivas, e relacionamentos entre estes componentes (Rudek et al., 2001).

3 METODOLOGIA

Neste projeto, foi construído um robô que consegue locomover-se a partir dos resultados gerados pelas técnicas de Visão Computacional. Ele foi construído com o intuito de realizar movimentos, interagir com as pessoas através de luzes, sons e calcular medidas em diferentes ambientes.

Os materiais disponibilizados para a sua construção foram hastes de alumínio usadas em antenas de televisão, isopores, motores de passos, câmeras, luzes, alto-falantes, computador e uma variedade de componentes eletrônicos para produção de placas para controlar a transferência de energia e o acionamento de motores de passos. É importante ressaltar que o uso de isopores e hastes de alumínio possibilita a fácil modificação da estrutura, adaptação dos equipamentos de diferentes medidas, com baixíssimos custos e ainda permitindo muita leveza ao robô. Dessa forma, é possível utilizar motores de passos com baixa potência nos quais podem ser encontrados em impressoras antigas, escâner ou qualquer dispositivo físico que necessite de movimentos.

Outros equipamentos necessários para a construção desse robô foram as câmeras, úteis para capturar movimentos, de tectar objetos, pessoas e a principal tecnologia para aplicação de técnicas da Visão Computacional. A figura 2 apresenta a cabeça do robô integrada com o seu corpo. Essas duas câmeras tradicionais compõem os olhos do robô e são interligadas via interface USB. Na cabeça dele, também foi

adicionado um microfone para obter informações sonoras e ativar algum mecanismo de interatividade do robô em um trabalho futuro na área de reconhecimento de voz. Esse microfone (ponto preto) pode ser visto acima de uma das câmeras.



Figura 2: Cabeça do Robô com câmeras integradas.

A comunicação entre o computador e o robô foi estabelecida via porta paralela utilizando fios em ligação direta dispensando inicialmente o uso de radiofrequência ou qualquer outra forma de comunicação sem fio. É necessário usar todos os oito bits de saída da porta paralela, sendo os quatro primeiros (pinos 2, 3, 4 e 5) destinados ao motor de passo unipolar que movimentará a cabeça e os restantes (6, 7, 8 e 9) ao motor bipolar responsável pela movimentação das rodas do robô. Na Figura 3 é apresentado os motores usados no robô.

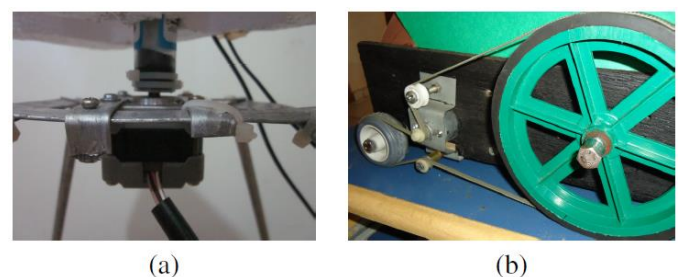


Figura 3: (a)Motor usado para movimentar a cabeça. (b)Motor usado para movimentar a roda.

Para fazer as movimentações dos motores de passo, foi necessário desenvolver duas placas: uma para o motor unipolar, localizada na cabeça do robô, composta por: driver de Potência ULN2803 (vetor de transistores darlington), que tem a função de potencializar os pulsos elétricos enviados pela porta paralela, regulador de tensão LM7805, capaz de regular a tensão de 12V para 5V, leds para sinalização e dois diodos IN4007, que possibilitam que a corrente siga apenas um sentido, evitando possíveis curtos-circuitos. Na Figura 4 é ilustrado as placas desenvolvidas para controle de energia e possível movimentos dos motores.

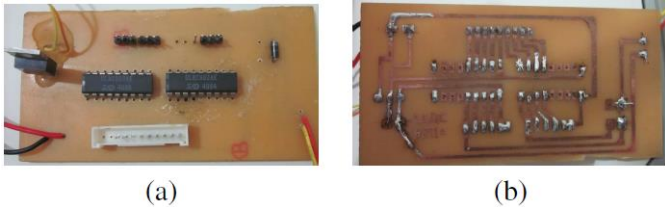


Figura 4: (a)Parte de cima da placa desenvolvida para motor unipolar. (b)Parte de baixo da placa desenvolvida para motor unipolar.

Para a segunda placa foi necessário usar uma ponte H. Inicialmente foram usados quatro relés para compô-la, após constatar que o funcionamento da ponte H foi exatamente como o esperado, foi realizada a troca dos relés por um componente específico o CI L298N (FULL DUAL H-BRIDGE) que é equivalente a duas pontes H. Além disso, há dois capacitores de 100nF fazendo papel de condensadores e oito diodos IN4007 aplicados como proteção contra curtos-circuitos. Podemos observar na Figura 5, que o controle de um motor bipolar necessita de uma placa com uma lógica mais complexa.

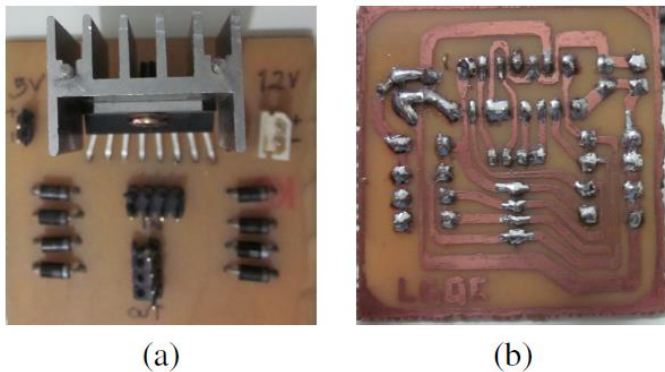


Figura 5: (a)Parte de cima da placa desenvolvida para motor bipolar. (b)Parte de baixo da placa desenvolvida para motor bipolar.

Os pulsos enviados pela porta paralela passam pela primeira placa onde são potencializados, metade deles vai diretamente para o motor da cabeça, enquanto que o restante é direcionado à segunda placa, seguindo para a ponte H antes de chegar ao motor das rodas. As duas placas compartilham a mesma fonte de alimentação (12V-2A), sendo que o motor da cabeça trabalha com a tensão de 5V e o motor das rodas com a própria tensão de 12V.

3.1 Desenvolvimento de programas

Neste robô, foi utilizada a biblioteca Opencv, que apresenta código aberto e gratuito com várias técnicas de visão computacional e processamento de imagens. Após o processamento dessas imagens, foram definidas as atividades dos componentes do robô, como ações automáticas após reconhecimento de alguns objetos e detecção de movimentos.

Definiu-se para implementação a linguagem C++ , que disponibiliza várias bibliotecas para o gerenciamento de energia e de processamento de imagens, além de ser flexível às modificações constantes em um robô e à sua elevada portabilidade. Todos os programas foram desenvolvidos em uma distribuição Linux e todos ambientes de

desenvolvimento, incluindo as bibliotecas, são programas livres.

Neste trabalho, foram realizadas algumas implementações e testes para correção da distorção radial e radiométrica ocasionadas no processo de aquisição da imagem, justamente por utilizarmos câmeras simples que não possuem nenhum pré-processamento para a disponibilização da imagem sem corrigida das distorções básicas. Estas distorções ocorrem devido a curvatura da lente e as implementações foram fundamentadas por Trucco (Trucco and Verri, 1998).

4 EXPERIMENTOS E RESULTADOS

Foram realizados diversos experimentos com o robô e todos os resultados obtidos foram de grande importância para o desenvolvimento do projeto. Inicialmente, os experimentos foram efetivados em uma estrutura plástica extraída de uma impressora e a cabeça do robô composta por peças da linha LEGO. As imagens necessárias para o processo foram capturadas por apenas uma câmera localizada na cabeça de LEGO. O motor de passo unipolar utilizado para a movimentação da cabeça do robô também foi retirado de uma impressora antiga, com duas polias e uma correia. O motor girava a correia que, por sua vez, movimentava a polia fixada à cabeça do robô. Dessa forma, foram obtidos resultados insatisfatórios, pois os movimentos eram bruscos e sem precisão.

Foram mantidas as estruturas iniciais do robô e o foco das experiências foi direcionado ao motor responsável pela movimentação da cabeça. Ao invés de utilizar polias e correias, o movimento foi obtido por meio de hastes metálicas e pivôs, sendo limitado em 90 graus. Apesar de ter sanada a deficiência de suavidade obtida na experiência anterior, faltou força ao motor que não possuía torque suficiente para girar a cabeça do robô.

A estrutura do corpo do robô também foi mantida, porém, a cabeça foi substituída por uma feita em isopor a fim de diminuir o peso. No entanto, a maneira escolhida para movimentar a cabeça foi o método conhecido como DD (Direct Drive), no qual a cabeça é fixada diretamente no eixo do motor, dispensando qualquer tipo de engrenagem ou polia. Para evitar os movimentos bruscos, foi feita uma alteração significativa no algoritmo do programa, alternando o modo de acionamento do motor de passo simples (em que cada uma das quatro bobinas do motor é acionada sequencialmente, uma de cada vez) para completo (em que duas bobinas são acionadas ao mesmo tempo, proporcionando maior torque e precisão). Dessa maneira, concluiu-se que a melhor forma de movimentar a cabeça do robô é usando DD e que a diminuição do peso é um fator crucial para o sucesso das experiências. Na Figura 6 é apresentado o robô com todas as placas e componentes eletrônicos integrados.

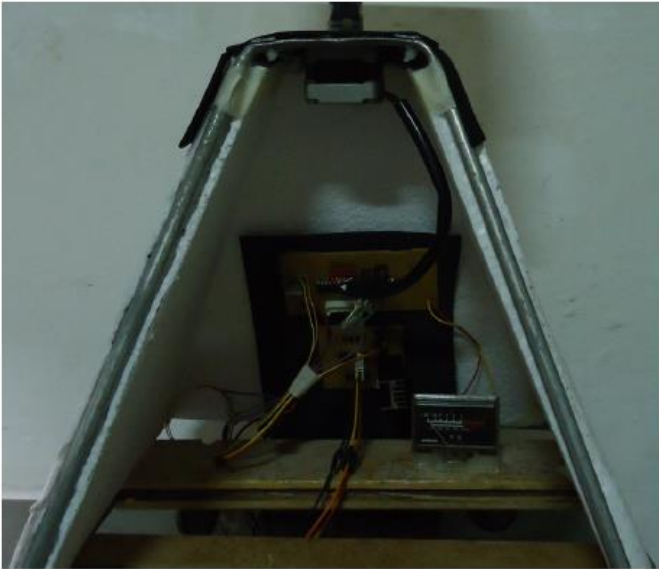


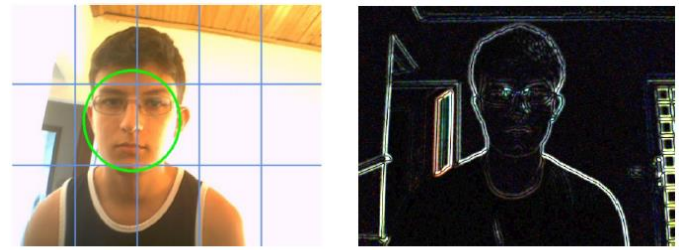
Figura 6: Robô com todas as placas integradas.

Com a cabeça funcionando como esperado, o foco das experiências foi para as rodas do robô, que inicialmente deveriam movimentar o robô para frente e para trás. Com base nas experiências anteriores, foi possível identificar um erro agravante na estrutura plástica usada como corpo, o peso. Para sanar essa deficiência, a estrutura plástica foi substituída por uma estrutura leve composta por hastes de alumínio utilizadas em antenas. Utilizamos duas hastes de dois metros moldadas em forma de pirâmide, tendo a base de noventa centímetros e a altura de quarenta e cinco centímetros. O motor de passo responsável pela movimentação da cabeça foi fixado no alto da pirâmide.

A mobilidade do robô foi garantida pela utilização de quatro rodas, com tração apenas nas traseiras. No primeiro momento, foi utilizado um motor de passo unipolar para tracionar a roda frontal, porém não foi obtida a potência suficiente para movimentar o robô. Trocando o motor unipolar por um motor de passo bipolar, foi possível obter uma potência relativamente maior, mas insuficiente para movimentar o robô.

Em uma terceira experiência foi utilizado dois motores DC (corrente contínua) em conjunto com uma correia e duas polias atuando como sistema de redução. Nesse caso, foi utilizado o mesmo circuito elétrico do motor de passo bipolar (ponte-H) para efetuar a inversão da polaridade, possibilitando que o motor girasse para os dois sentidos.

Com as experiências efetuadas com os motores para tracionar o robô, concluiu-se que a utilização do motor DC foi a mais eficiente. Para a movimentação do robô, foram aplicadas algumas técnicas que permitem detectar movimentos e a face das pessoas. Na Figura 7, são apresentadas algumas das técnicas de visão computacional e de processamento de imagens implementadas usando a biblioteca OpenCV. Essas imagens são resultado do programa em tempo de execução na captura da imagem pelas câmeras.



(a)

(b)

Figura 7: (a) Detecção da face (Reconhecimento de Padrões).
(b) Detector de bordas (Filtro Laplaciano).

Uma das implementações realizadas foi o acionamento do motor da cabeça direcionando a câmera para a localidade de uma pessoa. De acordo com a movimentação da pessoa, a câmera consegue persegui-la para os lados rodando a cabeça em até 180°. Para a realização desses testes, a detecção facial ilustrado na Figura 7 (a) foi essencial. Outros testes foram realizados com o filtro laplaciano para definição de bordas, apresentados na Figura 7 (b). Esse método permitiu implementações iniciais para definir a altura de uma pessoa. Nesse caso, a pessoa posiciona-se em um local com alguns pontos previamente mensurados e desenhados na parede, assim o robô consegue realizar cálculos de diferenças entre os pontos e gerar um resultado através de sons.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi proposto, neste trabalho, o desenvolvimento de técnicas de Visão Computacional aplicado em um robô para interagir com as pessoas que estão em um mesmo ambiente e locomover-se sem necessidade de controle humano. Para realização destes experimentos foi construído um robô que possui equipamentos para capturar imagens do ambiente e extrair informações. Ao detectar a face de uma pessoa será demarcada uma área correspondente ao rosto e caso o rosto detectado saia do ângulo de visão do robô ele irá movimentar a cabeça até reencontrar a pessoa em questão, simulando a ação do ser humano. O robô construído se movimenta respeitando a posição das pessoas em um cenário e consegue emitir informações sonoras quando as pessoas estão posicionadas de uma maneira que não o beneficia. Estas técnicas se mostraram importantes para atividades autônomas no robô e métodos de interação homem-máquina sem a necessidade de empregar a inteligência artificial.

Nessa abordagem foi proposto também um modelo rápido e de baixo custo para construção de robôs que podem ser usados para executar experimentos com a Visão Computacional em instituições de ensino, a fim de proporcionar o acesso a tecnologias avançadas desse segmento pouco explorado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Araújo, S. A. D. e Librantz, A. F. H. (2006). Visão e inteligência computacionais aplicadas a navegação autônoma de robôs, 4: 343–352.

Davison, A. J. (1998). Mobile Robot Navigation Using Active Vision, PhD thesis, Department of Engineering Science, University of Oxford.

- Filho, P. L. D. P., Soares, C. J. e Tusset, A. M. (2010). Utilização de um sistema de visão computacional para o controle de um robô móvel.
- Junior, V. G., Decco, C. C. G., Junior, J. O. e Porto, A. J. V (2001). Desenvolvimento de um sistema de visão omnidirecional., Proceedings of COBEM 2001, Robotics and Control, 15: 29.
- Moroni, A. e Manzolli, J. (2009). Aural: Instalação sonoro-visual ambiente evolutivo aplicado a sonificação de trajetórias robóticas.
- Ribeiro, C. H. C. e Monteiro, S. T. (2004). Desempenho de algoritmos de aprendizagem por reforço sob condições de ambiguidade sensorial em robótica móvel, Sociedade Brasileira de Automática. 15.
- Rudek, M., dos Santos Coelho, L. e Junior, O. C. (2001). Visão computacional aplicada a sistemas produtivos: Fundamentos e estudo de caso., XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Trucco, E. e Verri, A. (1998). Introductory Techniques for 3-D Computer Vision, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Ullrich, R. (1987). A Robótica: Uma Introdução., Campus, Rio de Janeiro - Brasil.



NAVEGAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS AUTÔNOMOS E DETECÇÃO DE HUMANOS BASEADA EM SENSOR LASER E CÂMERA TÉRMICA



Matheus Chung Nin, Fernando Osório

matheusnin@grad.icmc.usp.br, fosorio@icmc.usp.breonardo

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), USP/São Carlos
Departamento de Sistemas de Computação, Laboratório de Robótica Móvel

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: *Resumo No que diz respeito à robótica, pode-se notar os inúmeros benefícios que ela pode trazer a sociedade. Dentre as variadas áreas de pesquisa vinculadas a Robótica Móvel Autônoma, há a Navegação Autônoma. Esta, por sua vez, tem o objetivo de dar ao robô a função de poder locomover-se em segurança e sem a interferência humana. Robôs que possuem essa tecnologia são denominados Autonomous Robots. Este projeto tem por objetivo implementar algoritmos capazes de, por meio de uma câmera térmica e de um laser do tipo LIDAR (Light Detect and Ranging), detectar um ser humano (invasor) e perseguir-lo, evitando obstáculos.*

PALAVRAS-CHAVE: *Câmera térmica, visão computacional, navegação autônoma, processamento de imagens, robótica autônoma, fusão de sensores.*

ABSTRACT: *Intelligent robotic solutions can provide many benefits to our society. Mobile robots and autonomous navigation systems are examples of important areas of robotics research. Their main goal is to provide to robots a mobility capacity without any human intervention. Robots which have that ability are called Autonomous Robots. This project aims to implement algorithms for mobile robots that use as input information a thermal camera and a LIDAR laser, used in order to detect and pursuit a human (intruder), and also to detect and avoid obstacles.*

KEYWORDS: *Thermal camera, computer vision, autonomous navigation, image processing, autonomous robots, sensors fusion.*

1 INTRODUÇÃO

A navegação em Robôs Móveis Autônomos (RMA) tem sido grande fonte de atenção dos pesquisadores na área de robótica.

Dentre as linhas de pesquisa ligadas à RMA, há a navegação autônoma. Esta permite que o robô possa capturar informações do ambiente e por meio de métodos algorítmicos, possa interpretá-la e então, tomar decisões que permitam a navegação do robô no local. Neste projeto, a navegação será feita utilizando fusão de sensores e técnicas de visão computacional (Gonzalez & Woods 2002).

Dentre as vantagens que a Robótica Móvel Autônoma oferece, pode-se citar a possibilidade de usar um robô para fazer a vigilância de um ambiente, onde além de detectar se este está ou não sendo invadido, pode-se também perseguir o possível invasor. Este recurso é muito importante para a sociedade uma vez que não seria mais necessário encarregar seres humanos com trabalhos relacionados a vigilância que trariam risco a vida.

2 OBJETIVO

Com este projeto, espera-se que utilizando uma câmera de captura de imagens térmicas (sensor de calor) e um sensor laser do tipo LIDAR (Light Detect and Ranging), seja possível que um robô cumpra o papel de fazer a vigilância de ambientes fechados. Com isso, não será necessário que o local monitorado seja iluminado, uma vez que nem captura termal da câmera quanto a captura do laser requerem luz no ambiente para funcionarem.

3 FERRAMENTAS USADAS NA PESQUISA

Como material da pesquisa estão sendo utilizados vídeos capturados pela câmera térmica FLIR PathFindIR. Com bases nestes vídeos foi possível executar os testes do algoritmo de detecção de calor.

Também estão sendo utilizadas as informações provenientes do sensor laser. O modelo utilizado na captura das informações do ambiente foi o Hokuyo URG-04LX. Este possui um campo de visão para detecção de 240°. A distância mínima reportada é de 20 milímetros e a máxima de 4 metros.

Para cumprir com esse objetivo, é utilizada a biblioteca de processamento de imagens OpenCV (Bradski & Kaehler 2008) e o software Player-Stage (Collett et al. 2005).

A OpenCV fornece uma série de funções para visão computacional em tempo real. Estas facilitam o manuseio com imagens e vídeos de vários formatos e resoluções, além disso, também permite a captura de imagens e vídeos provenientes de dispositivos de captura externos.

O Player-Stage é uma plataforma que promove uma interface entre os sensores e o computador por meio de rede TCP/IP. Além disso, o Player-Stage também permite a simulação de robôs, sensores e atuadores em um ambiente bi-dimensional mapeado.

4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Este trabalho envolve a captura e o tratamento de informações provindas de dois sensores diferentes (câmera termal e laser), portanto, para cada sensor é feito um processamento diferente.

4.1 Processamento da Imagem Termal

A captura em tempo real da câmera é feita utilizando as funções da biblioteca OpenCV (Bradski & Kaehler 2008). Com essas funções, é possível obter uma imagem digitalizada de 3 camadas de 8 bits no formato RGB com a resolução de 640 x 480 pixels.

A imagem gerada pela câmera térmica é em escala de cinza (Figura 4.1), representando o calor presente na cena. Por conta disso, para otimizar o processo, é feita uma transformação que usa a média aritmética das 3 camadas (RGB) para obter uma imagem em escala de cinza formada por apenas uma camada, ao contrário da gerada originalmente pela função da OpenCV que possui 3 camadas.



Figura 4.1. Captura em corredor de acesso.

Com o objetivo de obter bons resultados, a um custo reduzido de processamento, foi feito o uso do histograma de tonalidades da imagem (claro=quente, escuro=frio). Logo, para cada imagem capturada é gerado um histograma, com o eixo x representando a cor (com variação de 0 a 255) e o eixo y representando o número de pixels da imagem que possuem determinada cor/temperatura (Figura 4.2). O histograma da imagem permite determinar a quantidade de calor presente em uma cena, assim como, comparando histogramas pode-se verificar a variação de calor em um ambiente.

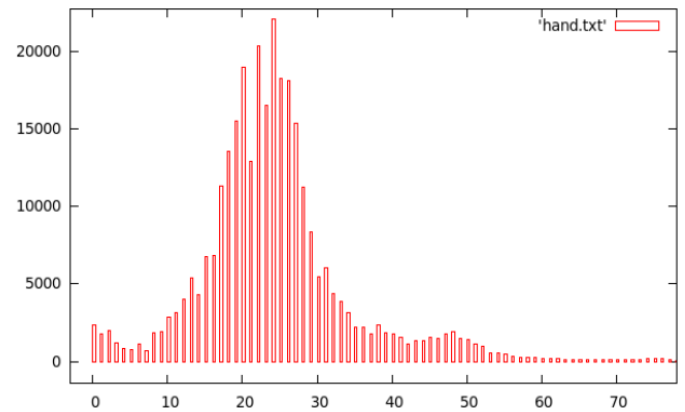


Figura 4.2 Histograma da Figura 4.1

A detecção do ser humano é feita com base na captura de calor, ou seja, sabendo que o corpo humano possui temperatura relativamente superior ao resto do ambiente, usa-se esta característica como fator principal para processar a imagem. Contudo, há no ambiente alguns objetos como lâmpadas e outros dispositivos eletrônicos que também geram calor. Devido a essa questão, não é trivial a distinção entre um objeto e um corpo humano. Para resolver este problema, é necessário que o algoritmo receba como entrada uma imagem do local gerada pela câmera térmica quando não há a presença humana, para efeitos de calibração do sistema. A partir desta imagem é gerado um histograma que é utilizado como base para a análise dos histogramas feitos a partir das novas imagens capturadas em tempo real.

Como é necessário percorrer todos os pixels da imagem tanto no momento da geração do histograma como na transformação da imagem de três camadas para uma, foi optado por executar essas duas etapas em um mesmo passo (Algoritmo 4.1). O resultado do algoritmo será a imagem processada e o seu histograma correspondente.

Algoritmo 4.1. Geração de Histograma e Imagem com uma camada.

```

gerarHistogramaImagem(
inteiro histograma[256],
imagem original, imagem processada)
1  Inteiro auxiliar;
2  Inicio
3    para todo pixel da imagem
4    inicio
5      auxiliar =
        (original.camada1 +
         original.camada2 +
         original.camada3) / 3;
6      histograma[auxiliar]++;
7      processada.camada1 = aux;
8    fim
9  Fim.

```

Com a geração do histograma base, assim como a geração da imagem a ser processada pelo resto do algoritmo, o próximo passo é obter a faixa de posições que se destacam no histograma (zona de maior variação na comparação dos histogramas). Essas posições são descobertas calculando a razão entre os valores do eixo y dos histogramas encontrados em cada captura com o eixo x do histograma da imagem sem

presença humana (denominado de histograma base). A partir desta razão descobre-se um fator de diferenciação entre as duas imagens (atual e base). Considerando este fator, é feita uma análise em blocos dos fatores encontrados em cada tonalidade (cor). Dessa forma, ao determinar um bloco cujos fatores possuem valores considerados altos (picos no histograma), determina-se que o primeiro valor (cor) do bloco é o ponto inicial a ser usado no processamento. Para calcular a posição final utiliza-se o mesmo processo para encontrar a posição inicial, sendo que nesta etapa, a leitura do histograma começa da última posição e a cor escolhida ao encontrar o bloco com grande variação é a última.

Após a obtenção do histograma, da imagem convertida para uma camada, da posição final e inicial da faixa dentro do histograma, inicia-se a etapa responsável por destacar as informações relevantes e descartar as irrelevantes.

Inicialmente, nesta parte do algoritmo calcula-se a diferença entre a posição final e inicial. Em seguida, divide-se o número total de cores (256) por esta diferença. O resultado é um novo fator a ser usado. A partir deste, faz-se uma normalização, isto é, os valores que variam da posição inicial até a posição final determinada anteriormente, passam a variar de 0 a 255. Isso destaca as informações mais relevantes pelo fato das cores que sofreram variação serem aquelas que aumentaram com a chegada de uma humano no ambiente filmado pela câmera. Portanto, ao normalizar essas faixas de cores, destaca-se os pixels que representa o humano na imagem.

Além disso, é atribuída a cor 0 (preta) a todos os pixels que possuem cores com valor menor que a cor escolhida como ponto inicial ou valor maior que a cor escolhida como ponto final (Algoritmo 4.2).

Algoritmo 4.2. Processamento da imagem para segmentação do objeto de interesse

```

processarImagem(
    inteiro minPosHist, inteiro maxPosHist,
    imagem processada)
1   float diferenca = maxPosHist -
    minPosHist;
2   float fator = 256/diferenca;
3   Inicio
4   para todo pixel de processada
5   inicio
6   se ((pixel < minPosHist) or
    (pixel > maxPosHist))
7   pixel = 0;
8   senão
9   pixel =
    (pixel - diferenca)*fator;
10  fim
11  Fim.
    
```

Ao final deste processo de transformação da captura da câmera, teremos uma nova imagem em que praticamente toda informação desnecessária foi anulada ao passo que o humano a ser detectado foi destacado. A partir de agora resta determinar em que local na imagem o humano está. Para isto, é feito inicialmente uma contagem em cada linha vertical da imagem de quantos pixels com cores claras são encontrados em cada linha. Com essa contagem feita, procura-se qual é o

intervalo de linhas que contém a maior contagem. A esse intervalo será atribuída a posição do humano invasor dentro da cena capturada.

4.2 Processamento do Sensor Laser

A digitalização das informações gerada pelo sensor laser é feita utilizando as funções do Player-Stage (Collett et al. 2005). Estes dados são retornados em forma de um vetor contendo para cada ângulo a distância entre o sensor e um objeto.

Além disso, pode-se também utilizar o Player-Stage (Collett ET al. 2005) para fazer uma captura simulada de informações. Para isso, faz-se um mapa bi-dimensional e nele carrega-se um robô com um sensor (Figura 4.3). Com estas simulações é possível efetuar testes com os algoritmos criados mais facilmente. Contudo, não se pode afirmar que o algoritmo de fato funciona perfeitamente devido a quantidade de ruído nas informações capturadas em ambiente real, que é relativamente maior às capturas feitas em ambiente simulado.

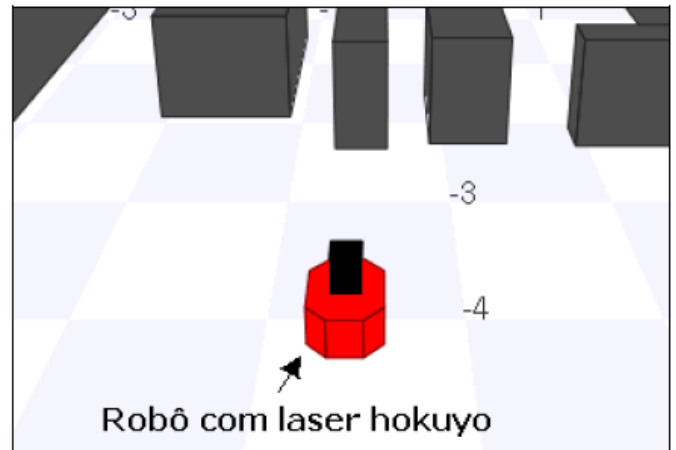


Figura 4.3. Robô simulado em ambiente mapeado.

O início do processo de tratamento dos dados retirados do sensor baseia-se em detectar e identificar com a captura do laser os objetos que estão próximos ao robô (paredes, obstáculos e pessoas). Também deve ser calculada as dimensões destes objetos e a posição deles em relação ao sensor.

Inicialmente, armazenam-se em uma lista encadeada os pontos válidos (colisões com objetos), isto é, aqueles que retornam distâncias dentro da variação coberta pelo hardware do sensor (de 20 mm a 4 metros). Em seguida, calcula-se para cada ponto válido as distâncias em relação ao eixo das abscissas (eixo X) e ao eixo das ordenadas (eixo Y), sendo que o ponto inicial do plano cartesiano é onde se encontra o sensor laser.

Após obter as posições de cada ponto no plano cartesiano, é executado um processo que gera uma lista de blobs (Algoritmo 4.3), isto é, é criada uma lista de blocos que representam cada objeto detectado no ambiente varrido pelo sensor laser.

Algoritmo 4.3 Geração de blobs

```

gerarBlob(listaPontos pontos,
          listaBlobs blobs)
1  Ponto ponto;
2  Blob blob;
3  Inicio
4  ponto = pontos.primeiro;
5  enquanto (ponto != NULL)
6  inicio
7  se ((ponto < 4) and (ponto > 0.02))
8  inicio
9  se ((blob = buscaBlob(blobs,
10 ponto)) != NULL)
11 inicio
12 se (blob.Xi > ponto.X)
13 blob.Xi = ponto.X;
14 senão
15 inicio
16 se (blob.Xf < ponto.X)
17 blob.Xf = ponto.X;
18 fim
19 se (blob.Yi > ponto.Y)
20 blob.Yi = ponto.Y;
21 senão
22 inicio
23 se (blob.Yf < ponto.Y)
24 blob.Yf = ponto.Y;
25 fim
26 fim
27 inicio
28 blob = criarBlob(ponto.X,
29                  ponto.Y);
30 blobs = adicionarBlob(blob);
31 fim
32 fim
33 ponto = ponto.prox;
34 fim.

```

O primeiro passo deste procedimento baseia-se em pegar um ponto da lista encadeada gerada e criar um blob tendo como posição inicial e final o ponto retirado da lista. A partir deste momento, inicia-se o passo em que é pego o próximo ponto da lista. Ao pegar esse ponto, é verificado se há algum blob cuja posição deste ponto no plano esteja dentro das dimensões do blob ou se está em uma posição próxima. Para este sensor, devido ao nível de precisão do modelo do hardware, foi considerado como próximo um ponto que está há uma distância menor que 3 centímetros dos limites do blob (Figura 4.4). Se o for determinado que o ponto encontra-se dentro das dimensões do blob, o número de pontos pertencentes àquele blob é incrementado em uma unidade. Caso seja determinado que o ponto esteja próximo aos limites do blob, além da adição do número de pontos pertencentes àquele blob, é também adotado este novo ponto como um novo limite da extremidade do blob. Contudo, se for detectado que este ponto não está próximo a nenhum blob já criado, então é criado com este ponto um novo blob.

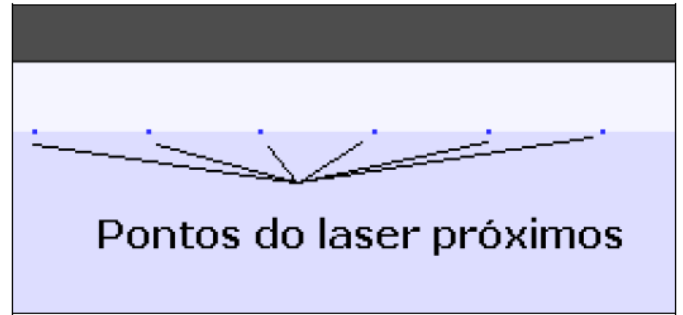


Figura 4.4. Exemplo de pontos do laser próximos.

Após todos os pontos da lista terem sido verificados pelo algoritmo, é feito um processo de refinamento dos blobs (Algoritmo 4.4). Este é feito devido aos ruídos provocados pela captura (Figura 4.5). Estes ruídos por muitas vezes podem dividir objetos em dois ou mais blobs porque alguns feixes do laser não detectam a posição corretamente.

Algoritmo 4.4 Refinamento dos blobs

```

refinarBlobs(Blobs blobs)
  Blob blob, aux;
1
2  Inicio
3  blob = blobs.primeiro;
4  enquanto ((blob != NULL) and
5           (blob.prox != NULL))
6  inicio
7  se ((blob.prox.Xi - blob.Xf) < 0.05)
8  inicio
9  blob.Xf = blob.prox.Xf;
10 se (blob.Yi > blob.prox.Yi)
11 blob.Yi = blob.prox.Yi;
12 se (blob.Yf < blob.prox.Yf)
13 blob.Yf = blob.prox.Yf;
14 blob.nPontos += blob.prox.nPontos;
15 aux = blob.prox;
16 blob.prox = blob.prox.prox;
17 liberar(aux);
18 fim
19 senao
20 blob = blob.prox;
21 fim
22 fim.

```

O processo é feito por meio de comparação, semelhante ao processo anterior, contudo, agora é feita uma comparação entre os blobs criados e não entre um blob e ponto.

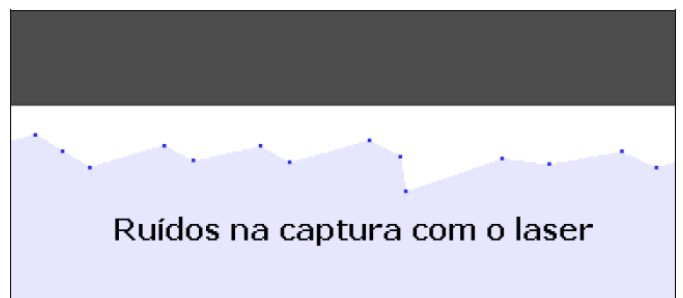


Figura 4.5. Exemplo de leitura do laser com ruído.

Esta comparação é feita pegando-se o primeiro blob e comparando a posição final deste com a posição inicial do

próximo blob da lista. Caso estas posições sejam consideradas próximas entre si, é feita uma fusão de blobs, ou seja, o número de pontos destes blobs são somados, em seguida é determinada que, a posição inicial do primeiro blob é a posição inicial do novo blob, e a posição final do segundo blob é a posição final do novo blob. Devido a precisão e a quantidade de ruídos do sensor utilizado na pesquisa, foi determinado como proximidade entre blobs a distância de até 5 centímetros.

Com o processo de refinamento, o mapeamento do ambiente coberto pelo laser é finalizado. Assim, é obtida como saída deste processo uma lista de blobs que representam todos os objetos detectados pelo sensor laser.

4.3 Fusão de Sensores

Com o término do processamento dos dados da câmera térmica e do sensor laser, resta agora a fusão destas informações. Busca-se, combinar os dados provenientes de naturezas diferentes com o objetivo de fornecer aos sistemas informações que permitam determinar resultados mais precisos de localização (Luo & Kay 1995).

Por meio da câmera termal é possível detectar se em um ambiente há a presença humana através do calor irradiado. E assim, determinar uma posição aproximada a respeito de onde o invasor se encontra em relação ao robô e a câmera que está acoplada nele.

Através do laser, são detectados/reconhecidos os objetos (humanos, paredes e obstáculos) do local monitorado. Além disso também é determinada, pelas informações dadas pelo laser, a dimensão de cada objeto e também a distância precisa de cada um em relação ao robô onde o laser encontra-se acoplado.

Tais informações (laser e câmera térmica) analisadas separadamente são úteis, porém ineficientes em um monitoramento mais preciso do ambiente. Todavia, ao unir tais informações (fusão), é possível determinar dentre os objetos detectados pelo laser qual deles é o humano, relacionando a posição do invasor detectado pela câmera com a posição de um dos objetos reconhecidos pelo laser. Além disso, ao se determinar dentre os objetos qual deles é o invasor, pode ser feita uma perseguição do mesmo, juntamente com os desvios dos obstáculos. Logo, pode-se desviar de todos os outros objetos (frios) que não foram reconhecidos como sendo um humano invasor, ao mesmo tempo em que o robô avança direcionando-se para o alvo (quente).

Essa etapa da pesquisa ainda está em desenvolvimento no que diz respeito a parte de relacionar a posição do humano detectado pela câmera com algum objeto reconhecido pelo laser. A complexidade neste processo ocorre por conta de não haver uma função linear e direta que transforme a posição do corpo na imagem (medida em pixels) em uma posição referente ao objeto reconhecido pelo laser. Dentre os motivos para que esta transformação não seja trivial está o modo de propagação da varredura do laser, que é radial, enquanto que a câmera efetua uma captura de uma projeção bi-dimensional da cena. O laser percebe o ambiente tridimensionalmente (medidas de quais objetos estão mais perto ou mais longe do robô), enquanto a câmera gera uma imagem plana (2D) com

uma projeção perspectiva da cena, isto é, por meio dela não é possível determinar facilmente a profundidade em que se encontra o invasor. Atualmente estão sendo desenvolvidos algoritmos para calibração, ajuste, e registro dos pontos capturados pelo laser e câmera.

5 RESULTADOS

Para testar a eficiência do algoritmo de detecção de pessoas utilizando a câmera térmica, foram usados os cenários A (corredor de acesso), B (sala residencial) e C (ambiente frio com captura em tempo real). Os cenários A e B foram escolhidos por serem ambientes públicos “típicos”, onde optou-se por fazer filmagens com a câmera térmica e a nelas aplicar os algoritmos. O cenário C foi adotado por ser no próprio laboratório onde a pesquisa ocorria, onde a captura em tempo real pôde ser feita de modo mais prático e direto.

Nos testes feitos, em todos estes três cenários foram obtidos êxito na detecção do invasor (Figura 5.1, 5.2 e 5.3), assim como o descarte da maior parte das informações que poderiam atrapalhar no momento da perseguição do alvo, como, por exemplo, o reflexo do calor do invasor em uma parede e no chão (Figura 5.1).

No cenário A, embora existam objetos quentes que também ficam em destaque, no momento que é verificada a posição do corpo na imagem, esses objetos não são considerados devido ao tamanho, e conseqüentemente os pixels claros que estes possuem.



Figura 5.1. Aplicação em corredor de acesso

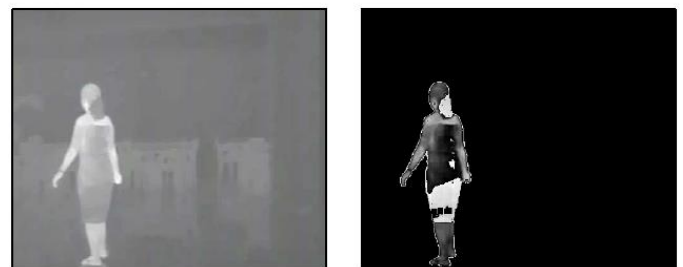


Figura 5.2. Aplicação em sala residencial



Figura 5.3. Aplicação em tempo real

Para testar e avaliar mais precisamente a eficiência do laser foram feitos testes utilizando o simulador dispo-nível no software player-stage (Collett et al. 2005). Foram utili-zados 2 cenários para fazer estes testes. O cenário A representou um final de corredor e com poucos objetos. O cenário B representou um ambiente mais populado e fechado, com paredes longas sem portas de acesso e muitos objetos a frente do robô.

Em todos testes feitos nestes cenários, o algoritmo obteve sucesso na detecção dos objetos e obstáculos, criando corretamente os blobs, mesmo quando a quantidade de ruído era relativamente alta (Figura 5.4, 5.5; Tabela 5.1 e 5.2). A eficiência do algoritmo diante do alto nível de ruído é observada na etapa de refinamento que corrige a geração dos blobs.

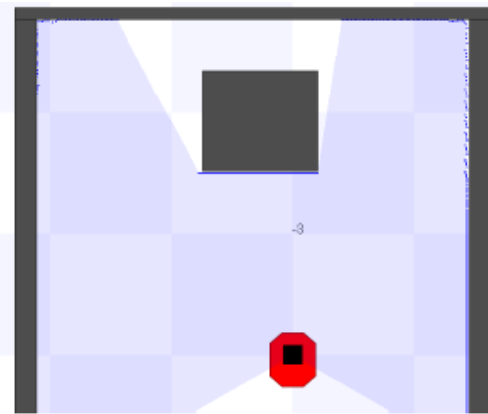


Figura 5.4 Reconhecimento em fim de corredor.

#	X_i (m)	X_f (m)	Y_i (m)	Y_f (m)	nPontos
1	-2.120	-1.436	0.036	2.768	176
2	-0.769	0.213	1.499	1.503	101
3	0.410	1.443	0.033	2.759	229

Tabela 5.1 Blobs gerados a partir da Figura 5.4.

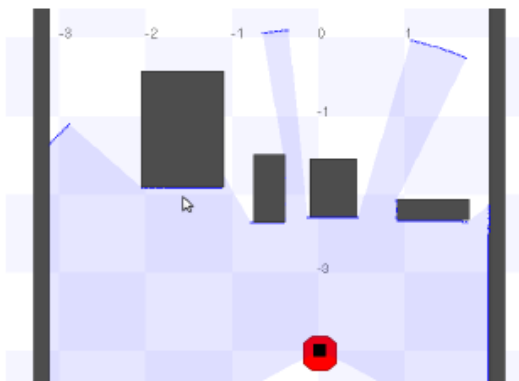


Figura 5.5 Reconhecimento de ambiente cheio.

#	X_i (m)	X_f (m)	Y_i (m)	Y_f (m)	nPontos
1	-3.160	-3.150	0.034	2.273	101
2	-2.056	-1.119	2.074	2.274	53
3	-0.798	-0.408	1.631	2.491	48
4	-0.135	0.445	1.689	1.690	56
5	0.889	1.714	1.628	1.908	62
6	1.959	1.982	0.033	1.845	121

Tabela 5.2 Blobs gerados a partir da Figura 5.5.

6 TRABALHOS FUTUROS

Com o término da implementação da fusão dos sem-sores, junto com a detecção e reconhecimento dos objetos no ambiente (que já está operacional), será possível saber qual é a posição exata do invasor e também de cada obstáculo. Sendo assim, a próxima etapa será a navegação do robô com a perseguição do humano tendo como base a posição real do intruso e dos obstáculos a serem evitados. Esta outra parte do projeto já está em andamento, conforme descrito em (Sales et al. 2011), onde espera-se como trabalho futuro a união destas duas pesquisas a fim de obter um sistema único e eficiente de perseguição e navegação autônoma.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da USP-PRP (Pró-Reitoria de Pesquisa) pelo financiamento da Bolsa de Pesquisa ligada a este projeto (BIC). Agradecemos também o apoio financeiro do CNPq e FAPESP ao INCT-SEC (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos) processos 573963/2008-8 e 08/57870-9. Por fim, gostaríamos de agradecer ao LRM (Laboratório de Robótica Móvel do ICMC/USP) e aos seus membros pelo apoio e equipamentos disponibilizados para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Bradski, Gary; Kaehler, Adrian. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. pag. 193-219.
- Collett, Toby H.; MacDonald, Bruce A.; and Gerkey, B. P. (2005). "Player 2.0: Toward a Practical Robot Programming Framework". In: Proceedings of the Australasian Conf. on Robotics and Automation (ACRA'05), Sydney, Australia, Dec. 2005.
- Gonzalez & Woods (2002), Digital Image Processing. Prentice Hall.
- Luo, Ren C.; Kay, Michael G. (1995). Multisensor Integration and Fusion for Intelligent Machines and Systems. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 688 p.
- Sales, Daniel O.; Osório, Fernando S.; Wolf, Denis F. (2011). "Topological Autonomous Navigation for Mobile Robots in Indoor Environments using ANN and FSM". In: I Conf. Brasileira em Sistemas Embarcados Críticos – CBSEC 2011. São Carlos.

OPENVISIONBOT: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL COM ARQUITETURA ABERTA PARA ENSINO E PESQUISA

M Arthur Marçal Flores, Renato Machado Souza, Henrique Dresch Vascounto, Mário Lucio Roloff,

arthurmarcal@gmail.com, renatoms1@gmail.com, henrique.cmpc@gmail.com, roloff@ifsc.edu.br

Mecatrônica – DAMM - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Av. Mauro Ramos, 950, Centro
CEP 88020-300 - Florianópolis - Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este artigo descreve o desenvolvimento de um robô móvel para fins de ensino e pesquisa na área de robótica, inteligência artificial e sistemas de visão. A meta do projeto é o desenvolvimento de sistema robótico móvel utilizando hardware e software abertos e de fácil acesso. O projeto mecânico, o projeto eletro-eletrônico e o algoritmo do software do protótipo concebido foram realizados no Grupo de Pesquisa de Controle e Supervisão Inteligente (CSI) da área de Mecatrônica do Departamento Acadêmico de Metal-mecânica (DAMM) do Instituto Federal de Santa Catarina (IF-SC). Acredita-se que com o emprego de tecnologia aberta se permitirá o acesso à tecnologia e ao projeto de robôs móveis inteligentes por parte de todos os interessados (acadêmicos ou não). Outro objetivo da pesquisa é disseminar o conhecimento na grande área de informática industrial, em especial, sistemas de visão, inteligência artificial e robótica móvel para os ambientes industriais e acadêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Móvel, Mecatrônica, Arquitetura Aberta e Software Livre.

ABSTRACT: This is a project that has as objective the development of an open hardware and software platform for mobile robots. The mechanical, electro-electronic design and the software algorithm of this prototype were performed in the Research Group of Intelligent Control and Supervision (CSI) at Mechatronics college at Academic Department of Metal-Mechanical (DAMM) at Federal Institute of Santa Catarina (IF-SC). The focus on open technology is that allows access to technology and design of intelligent mobile robots by all. Another objective of the research is to disseminate knowledge in machine vision systems, artificial intelligence and mobile robotics for academic and business environments.

KEYWORDS: Mobile Robots, Mechatronics, Open Architecture, Free Software.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos vinte anos a robótica atingiu seu maior crescimento, em especial, nos últimos cinco anos o número de robôs no mundo triplicou passando de 6,5 milhões em 2007 para 18 milhões em 2011 segundo estudo divulgado na edição de 2008 da World Robotics da Federação Internacional de Robótica (IFR). Esse aumento vem acompanhando o

desenvolvimento e as necessidades da indústria para aumentar a sua produtividade, melhorar a qualidade da produção, diversificar a produção e melhorar as condições e técnicas de trabalho (Saúde, Higiene e Segurança). Entretanto, observa-se que esse grande amadurecimento da área de robótica foi concentrado principalmente em robôs manipuladores.

Embora se tenha dedicado pouca atenção aos robôs móveis durante muito tempo devido as restrições tecnológicas, observa-se que é incontestável sua aplicabilidade na execução de tarefas mais complexas, tal como a exploração espacial (terrestre, aérea e subaquática), transporte de cargas de alto risco (tóxicas, nucleares e explosivas), bem como o transporte de pessoas portadoras de necessidades especiais (PNEs). E nos últimos anos, a união das necessidades acima citadas com o avanço tecnológico da mecatrônica culminaram com o aumento do interesse nos estudos relacionados a robôs móveis. Hoje a robótica móvel avança na sua tecnologia e nas suas aplicações ao passo que os robôs manipuladores atingiram um grau de maturidade tal que agora se observa a popularização do seu emprego na indústria fortemente baseada na redução dos custos dos robôs manipuladores. Robôs que a 5 anos custavam acima de US\$ 100.000,00 são fornecidos atualmente por metade desse valor (consulte os preços de robôs que podem ser adquiridos pelo Cartão BNDES em www.cartaobndes.gov.br).

Dentre as inúmeras possibilidades de pesquisa e desenvolvimento na área da robótica como as citadas anteriormente, esse trabalho foca a área de “Sistema de Visão” ou “Visão Artificial” ou ainda “Visão de Máquina” (Machine Vision) como aplicação fim desse trabalho. O termo muda de aplicação para aplicação, mas todos estes sistemas possuem o objetivo comum: capturar uma imagem por um sensor matricial (câmera) e interpretar os dados por meio de um dispositivo dedicado ou computador para posterior tomada de decisão.

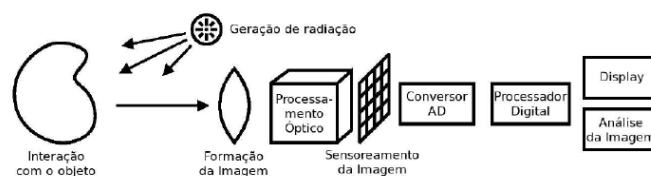


Figura 1: Princípio de funcionamento de um Sistema de Visão

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seguir são apresentados os objetivos do projeto que aqui será descrito; após, destacam-se as soluções tecnológicas adotadas no projeto (mecânica, eletro-eletrônica e informática); a apresentação dos resultados do protótipo é realizada na seção 4; e na seção 5 são apresentadas as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

2 OBJETIVOS

O objetivo desse artigo é apresentar as soluções tecnológicas pesquisadas e desenvolvidas e a sua integração para a concepção do protótipo. O foco desse artigo não é a descrição de detalhes de implementação, cálculos estruturais, dimensionamentos, algoritmos ou fórmulas. Esses aspectos podem ser encontrados na documentação detalhada do projeto que pode ser acessada após contato com um dos autores. A proposta é disponibilizar esse material no website da Mecatrônica do IF-SC após a publicação do trabalho.

O projeto possuía duas metas bem claras que receberam nomes específicos. O OpenVisionBot e Mybot foram os codinomes escolhidos para os sub-projetos do projeto principal cujo o objetivo era: a construção de uma plataforma robotizada de hardware e software baseada em tecnologia acessível e aberta. O OpenVisionBot se propõe a ser uma arquitetura de hardware e software para pesquisa e ensino na área da mecatrônica. Já o Mybot é a adaptação das soluções tecnológicas da pesquisa com o OpenVisionBot em carrinhos elétricos de crianças. O objetivo é promover a locomoção segura e eficiente de crianças, em especial, das Portadoras de Necessidades Especiais (PNEs).



Protótipo do Robô

Figura 1: Modelo virtual do OpenVisionBot



Figura 2: Carro elétrico a ser customizado. Fonte: www.homeplay.com.br

3 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção serão descritas algumas das atividades realizadas para conceber o protótipo do robô móvel. O destaque será dado aos aspectos de arquitetura e soluções técnicas para alguns dos desafios do projeto nas áreas de mecânica, eletroeletrônica e software.

3.1 Mecânica

Ao começar o projeto, o primeiro desafio encontrado foi a construção da estrutura física atendendo as necessidades de projeto de ser um robô móvel autônomo e possuir componentes de fácil aquisição, tanto economicamente, quanto na disponibilidade no mercado nacional/regional.

Diante disso, se propôs o emprego de mecanismos e elementos mecânicos de fácil acesso no mercado nacional de engenharia. Por isso, na parte mecânica, valeu-se do emprego da estrutura baseada em perfis de alumínio, por exemplo.

Para o desenvolvimento mecânico seguiu-se uma metodologia fundamentada nas seguintes fases: projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, construção e testes.

Na primeira etapa realizaram-se várias buscas de modelos de robôs que atendessem aos requisitos propostos. Encontrou-se assim um modelo robótico que chamou muita atenção, o robô ER1 desenvolvido na Universidade da Califórnia. Posteriormente a tecnologia foi transferida para iniciativa privada e atualmente é comercializado pela empresa Evolution (EUA).



A equipe realizou um benchmarking do modelo ER1 da Evolution. A partir desse trabalho foi desenhado o projeto mecânico base para as implementações de eletrônica e software para o protótipo. Foram feitas adaptações no sistema para a estrutura de fabricação presente no IF-SC e no mercado nacional. As principais mudanças ocorreram no sistema de transmissão, entre motor de passo (MP) e a roda, como se pode ver na Figura 4.

construídas com as medidas especificadas no projeto preliminar.

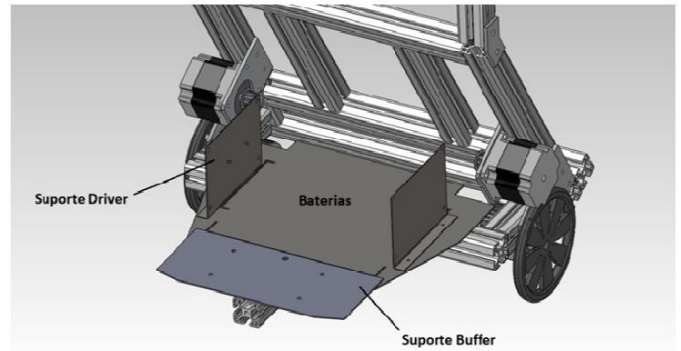


Figura 5: Projeto Mecânico em CAD

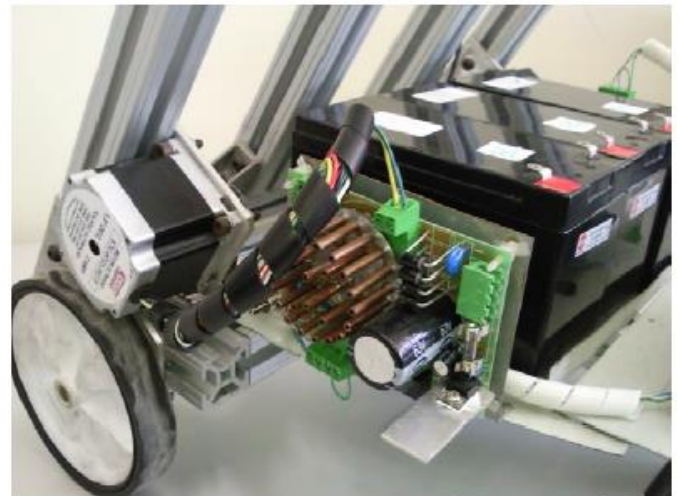


Figura 6: Vista da estrutura de suporte à parte eletrônica

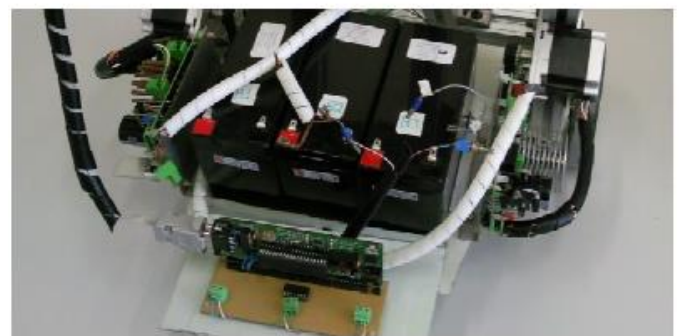
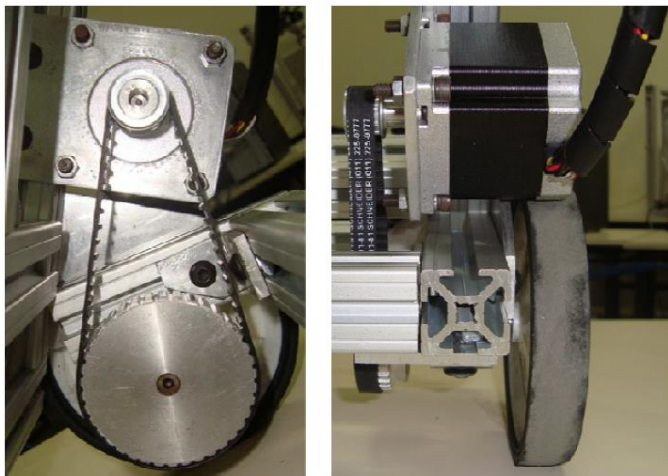


Figura 7: Chapas de suporte e estrutura eletrônica



Com o projeto detalhado gerou-se a lista de materiais para a fabricação do protótipo. Entre os componentes prioritários, estão: perfis de alumínio 35X35 e respectivas cantoneiras em L, polias/correia e eixo para transmissão (MP/roda), parafusos Allen M3, e suportes laterais para sustentação do conjunto, este último fabricado no Centro de Usinagem (CNC). A maioria dos componentes mecânicos foi adquirida no mercado local.

Dentre as peças fabricadas, podem-se destacar as placas metálicas de apoio para as baterias e Drivers/Placa Buffer (Fig. 5, Fig. 6 e Fig. 7). Estas foram fabricadas utilizando chapas metálicas de 1mm de espessura, devidamente

3.2 Eletrônica

O desenvolvimento da parte eletroeletrônica também seguiu os dois requisitos fundamentais do projeto: custo baixo e fácil de ser adquirido. Para o controle dos motores (através de um driver), interface homem-máquina e comunicação com o computador se utilizou uma plataforma baseada no microcontrolador da família 80x51.

O diagrama de blocos dos componentes eletroeletrônicos é apresentado na Fig. 8, para que estas funções sejam desempenhadas, foi adquirida uma placa microcontrolada embarcada (baseada na família 80x51), 2 drivers de acionamento de motores de passo, 3 baterias 12V 7Ah, 2 motores de passo, e confeccionada uma placa para amplificação de corrente(buffer).

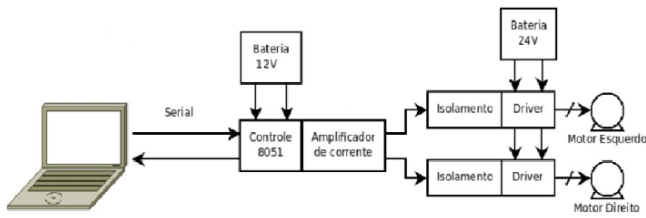


Figura 8 - Diagrama de blocos do projeto eletroeletrônico



Figura 9: Placa do Microcontrolador 8051 (na vertical) e Placa de Buffer (na horizontal)

Placa de Buffer (Figura 9): Foi projetada no software Proteus e posteriormente foram realizados testes de bancada. Nesta placa foi utilizado um Circuito Integrado (CI) LM 324 para que se tenha um ganho de corrente, uma vez que a corrente proveniente do microcontrolador 8051 é insuficiente para o acionamento direto do driver de motor de passo utilizado.

Para o correto funcionamento dos motores de passo, foram utilizados dois drivers de acionamento de motor de passo desenvolvidos no IF-SC, como mostra a Fig. 10. (BONACORSO et al, 2008, v. 1, p. 1-7). O driver bipolar em corrente de baixo custo é baseado no circuito integrado para acionamento de motores de passo do tipo híbrido L6208N.

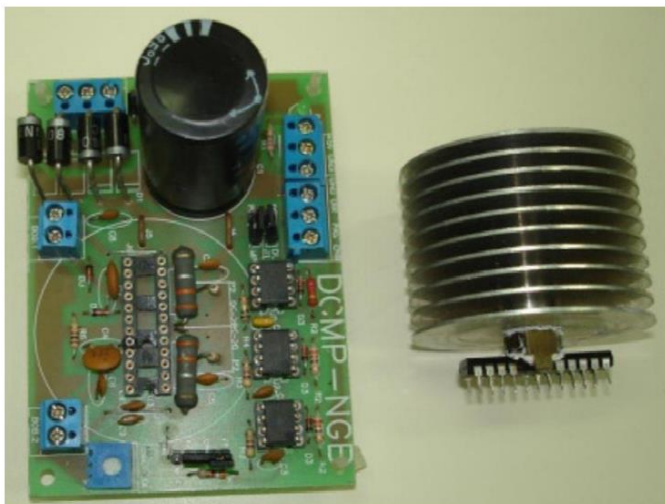


Figura 10: Driver de Motor de passo (Primeira Versão)

O robô utiliza três baterias de 12 V 7Ah, para garantir a alimentação do sistema com uma autonomia de 1 (uma) hora. Já o notebook acoplado ao robô, utiliza a sua própria bateria para alimentação tanto dele, como da Webcam acoplada via

USB, garantindo assim, uma maior autonomia do sistema, uma vez que as baterias são responsáveis somente pelos dispositivos eletroeletrônicos e os atuadores acoplados ao robô.

3.3 Software

Esta etapa tinha como objetivo o desenvolvimento de um software para movimentar o robô em um ambiente evitando os obstáculos.

Para atingir esse objetivo, a plataforma de software desenvolvida para o robô se encontra dividida em dois módulos:

- Um módulo Microcontrolador que realiza o acionamento dos atuadores do robô e pode monitorar sensores que podem ser adicionados (como sensor ultrassom, sensor de fim de curso, etc.). Esse módulo foi programado em Linguagem C e embarcado em um microcontrolador da arquitetura 80x51;
- Um módulo PC está em um computador pessoal (Notebook ou Netbook), o qual realiza o processamento dos algoritmos de movimentação do robô (comandos para o módulo Microcontrolador), de identificação de obstáculos (processamento de imagens) e outras funções de interfaceamento. A implementação desse módulo em um microcontrolador exigiria um esforço de aprendizado de uma arquitetura mais complexa e o custo aumentaria. Esse software está embarcado em um Notebook no protótipo desenvolvido com sistema operacional aberto, empregando bibliotecas abertas (open source) e fixado a estrutura do robô.

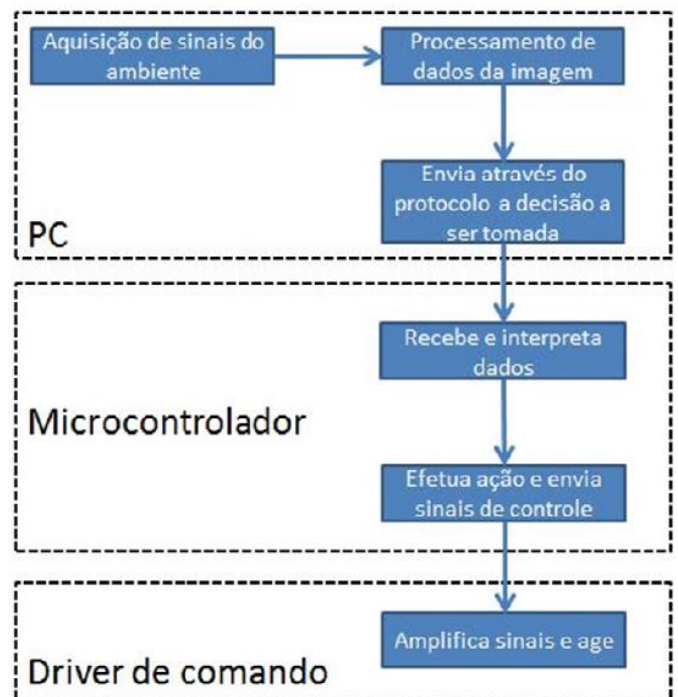


Figura 11: Diagrama do processamento de dados

Um requisito fundamental do projeto é o emprego de tecnologias abertas que garantem o acesso a qualquer pessoa no país ou exterior. Dessa forma, as bibliotecas de software empregadas no projeto é Open Source (Software Livre).

Neste contexto também se buscou utilizar ferramentas de desenvolvimento de software abertas e quando isto não foi possível, empregou-se a versão acadêmica ou de demonstração. Um dos casos foi a programação do microcontrolador 80x51 onde se utilizou a IDE Keil (versão de demonstração). As bibliotecas utilizadas nos microcontroladores também eram abertas.

Já no notebook, o sistema operacional utilizado é o GNU/Linux (distribuição Ubuntu v10.0).

Para o desenvolvimento dos aplicativos de processamento de imagens para controle da identificação de obstáculos e locomoção do robô, foi utilizado a biblioteca OpenCV. Esta, desenvolvida pela Intel, em 2000 é uma biblioteca multiplataforma, totalmente livre ao uso acadêmico e comercial, para o desenvolvimento de aplicativos na área de Visão Computacional, bastando seguir o modelo de licença da BSD Intel.

A OpenCV possui módulos de Processamento de Imagens e Vídeo I/O, além de mais de 350 algoritmos de Visão Computacional como: Filtros de imagem, calibração de câmera, reconhecimento de objetos, e outros. O seu processamento é em tempo real de imagens. Utilizou-se esta biblioteca basicamente para fins de:

- Eliminação de ruídos da imagem através de filtros prontos;
- Reconhecimento de alterações no ambiente através da comparação entre imagens adquiridas pela Webcam (Microsoft Lifecam HD5000);
- Desenvolvimento do algoritmo de decisão pra reconhecimento de obstáculo;

Algumas bibliotecas padrão de programação C foram adicionadas ao software, pois além do processamento de imagens, foi necessário criar um protocolo de comunicação, no caso via Serial, com o microcontrolador.

Estas bibliotecas proporcionam algumas vantagens que usuários normais não teriam, como por exemplo, mudar o tipo de permissão de acesso à porta serial e compilar o programa em modo root. Para tal utilizou-se as bibliotecas "fcntl.h" para definições de controle de arquivos, "errno.h" para identificar e relatar erros de execução e "termios.h" que permite alterar as opções do terminal em que o programa está sendo executado.

4 RESULTADOS

Após o desenvolvimento dos componentes mecânicos, eletroeletrônico e software que foram projetados e implementados separadamente, chegou a etapa de integração.

Essa etapa seguiu sem maiores desafios, pois já havia conhecimento prévio do sistema como um todo. Foram realizadas customizações no software para ser compatível com os mecanismos do robô. Por exemplo, era preciso calcular a relação entre um passo (step) do motor de passo e a distância percorrida pelo robô (relação passo/cm).

Sabendo-se que $1 \text{ step} = 1,8^\circ$ para o motor de passo utilizado, sendo o raio da roda $R_{\text{roda}} = 6 \text{ cm}$, da equação $2\pi R = 360^\circ$, e com uma relação simples, descobrimos que a cada step, o robô

percorrerá 0,1885cm. Assim para determinar o número de passos para uma distância qualquer a percorrer, bastava-se dividir a distância por 0,1885. Outra customização foi calcular o número de passos necessários para o robô girar exatos 90° para um dos lados no momento da detecção de algum obstáculo (essa foi a estratégia adotada quando detecta um obstáculo). Sabendo-se que a distância entre as rodas é de 42 cm, valendo-se da equação $2\pi R = 360^\circ$, sabe-se que para girar 90° a roda teria que percorrer 65,97cm. Com a distância de um passo já descoberta (0,1885cm) concluiu-se que são necessários aproximadamente 350 passos de giro de uma roda apenas, sendo que a outra permaneceria parada.

Realizadas as adaptações no software o conjunto mecânico-eletrônico-software foi testado em situações reais e em laboratório. Durante os testes a equipe percebeu que o número de imagens por segundo (frame rate) afetava consideravelmente o desempenho do sistema. Assim, o frame rate foi reduzido para possibilitar a captura, processamento, tomada de decisão e atuação sem afetar o desempenho do OpenVisionBot.



Figura 12: Visão do OpenVisionBot completo (webcam integrada ao notebook)

Um vídeo foi preparado para demonstrar o OpenVisionBot em testes e operação. O vídeo está submetido juntamente com esse artigo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho ocorreu como esperado, pois as metas e cronogramas estabelecidos ofereceram o planejamento necessário para tal.

Ao longo das etapas de pesquisa e projeto, foram encontrados diversos desafios, que foram solucionados pela equipe de projeto. Entre eles podem ser citados:

- As soluções mecânicas para a locomoção do robô, assim como os materiais para a estrutura física;
- A escolha dos componentes que melhor atendiam as necessidades energéticas do robô;
- Desenvolver uma solução de comunicação entre o módulo de processamento de dados (Notebook) e o módulo de comando e potência (microcontrolador e drivers).

Por fim, percebe-se que ao longo do desenvolvimento deste trabalho foi comprovado o quanto é importante o investimento nas pesquisas científicas na área da tecnologia.

O pesquisador tem a oportunidade de desenvolver dentro do ambiente acadêmico, além do conhecimento extracurricular, conceitos de criatividade, responsabilidade e pró-atividade, tornando-o mais preparado para o mercado de trabalho..

6 AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC) pelo apoio e financiamento da pesquisa, concedendo bolsas para alunos e professores (taxa de bancada) (CNPq/PIBITI e FAPESC), infra-estrutura, materiais e equipamentos para o grupo de pesquisadores da Mecatrônica do Campus Florianópolis. Agradecimentos aos colegas professores e alunos da Mecatrônica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BONACORSO, N. G.; NOLL, V.; GEVAERD, B. M..
Desenvolvimento de um drive didático para acionamento de motores de passo aplicados ao ensino de eletrônica de potência e mecatrônica. Eletrônica de Potência (Florianópolis), v. 1, p. 1-7, 2008.

GONZALEZ, Rafael C., WOODS, Richard. E. Digital Image Processing. Pearson Education, 2 Edition, 2002.

NOLL, V.; SOUSA, A. R. de; KUWAKINO, E. S.; MULLER, A. A.; Desenvolvimento de Hardware para Aquisição e Sinais de Medição com Arquitetura Aberta e de Baixo Custo para Aplicações em Supervisão e Controle de

Processos. V CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, Metrologia para a competitividade em áreas estratégicas 9 a 13 de novembro de 2009. Salvador, Bahia – Brasil.

PFEIFER, T. ; SCHMITT, R.; PAVIM, A; STEMMER, M.R.; ROLOFF, M. L.; SCHNEIDER, C.A.; DORO, M. M. Cognitive Production Metrology: A new concept for flexibly attending the inspection requirements of small series production. 36th International MATADOR Conference, 14th to 16th July, 2010, Manchester, England.

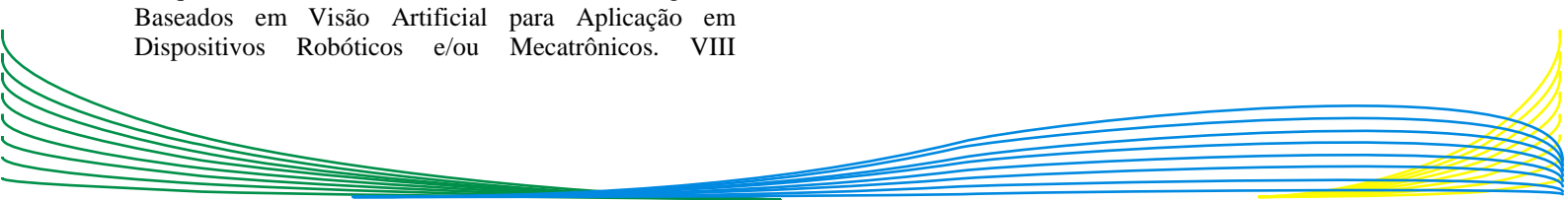
PFEIFER, T. ; SCHMITT, R.; PAVIM, A; STEMMER, M.R.; ROLOFF, M. L.; SCHNEIDER, C.A.; DORO, M. M. Handling small series production inspection requirements through the use of cognitive and flexible metrology strategies. CIRP ICME 2010 – 7th CIRP International Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering – Innovative and Cognitive Production Technology and Systems, 16- 18.06.2010, Gulf of Naples, Italy. Full paper deadline: 10th, April, 10.

ROLOFF, Mário Lucio. MELO, Daniel Fritzke Ferreira. Pesquisa e Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes Baseados em Visão Artificial para Aplicação em Dispositivos Robóticos e/ou Mecatrônicos. VIII

INDUSCON, Poços de Caldas, MG, 17 a 20 de agosto de 2008.

STEMMER, Marcelo Ricardo. ORTH, Alexandre. ROLOFF, Mário Lúcio. DESCHAMPS, Fernando. PAVIM, Alberto Xavier. Apostila de Sistemas de Visão. S2i – Sistemas Industriais Inteligentes. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.



PRECISÃO DE MOVIMENTO EM ROBÔS MICROCONTROLADOS

Bruno Ferreira Jorge*, Ms. Carlos Roberto de Oliveira Souza**

brunojorge1@gmail.com, carlosrosouza@gmail.com

*UNIVERSIDADE DE ITAÚNA – FACULDADE DE ENGENHARIA
Caixa Postal 100 - CEP 35680-142 – Itaúna MG
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
CEP 35661-000 – Pará de Minas MG Brasil

**UNIVERSIDADE DE ITAÚNA – FACULDADE DE ENGENHARIA
Caixa Postal 100 - CEP 35680-142 – Itaúna MG Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR / MULTIMÍDIA

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo principal verificar a viabilidade técnica da utilização de microcontroladores no controle de posicionamento de um robô autônomo. Foi implementado um robô com a função de fazer um trajeto pré-definido, apresentando repetibilidade e precisão de movimento. Para executar essas tarefas foram confeccionadas placas eletrônicas para controle de drives e motores de passo, além de uma programação específica.

PALAVRAS-CHAVE: microcontroladores, repetibilidade, programação, motores de passo, drives.

ABSTRACT: This work has as main objective to verify the technical feasibility of the use of microcontrollers in control of an autonomous robot. One set up a robot with the function of making a pre-defined path, with repeatability and precision of movement. To perform these tasks, electronic boards were made to control stepper motors and drives, as well as a program.

KEYWORDS: microcontrollers, repeatability, program, stepper motors, drives.

1 INTRODUÇÃO

Há muitas décadas o homem tem um intenso desejo de construir máquinas que reproduzam ações humanas e desde então tem ampliado seus conhecimentos e domínio na área de robótica.

A evolução da robótica acompanha a evolução da informática e da eletrônica. Os robôs são programados, ou seja, funções pré-definidas são programadas via softwares e executadas via hardware.

Alguns sistemas atuais necessitam de um controle muito preciso principalmente no quesito posicionamento e repetibilidade. Para atender esses objetivos, são utilizados tipos de controle muito caros e complexos, uma vez o que é difícil alcançar tais objetivos quando se trata do uso de microcontroladores.

A proposta desse trabalho consiste na construção de um robô móvel, utilizando um microcontrolador PIC. Esse robô deve fornecer o máximo de precisão em seu posicionamento.

2 ROBÓTICA

Um robô móvel é um dispositivo mecânico montado sobre uma base não fixa que age sob o controle de um sistema computacional, equipado com sensores e atuadores que o permitem interagir com o ambiente (Pieri, 2002).

2.1 Atuadores

Os atuadores colocam em prática as tarefas ordenadas pelo sistema de controle. São responsáveis pelo movimento e articulação das partes móveis do sistema (Pieri 2002). Podem ser classificados em função da energia que utilizam para funcionarem.

Os três principais tipos de atuadores são pneumáticos, hidráulicos e elétricos.

Na robótica industrial e móvel, os atuadores elétricos são os mais comuns e utilizados, pois apresentam ótimas características de controle, sensibilidade, precisão e confiabilidade.

2.2 Motores de Passo

O motor de passo é um tipo de motor elétrico usado quando um movimento exige precisão ou quando deve ser rotacionado em um ângulo exato (Silva, 2006).

Silva, 2006 coloca três modos de acionamentos distintos para os motores de passo:

Modo Wave Drive - Uma bobina do motor é acionada a cada vez de modo sequencial, obtendo um movimento com passo de 90°.

Modo Full Step Drive - Duas bobinas são energizadas ao mesmo tempo o que resulta um torque muito mais alto com a desvantagem de alto consumo de corrente pelo motor.

Modo Half Step Drive – Consiste na combinação dos dois modos anteriores, tendo como vantagem o movimento do motor com meio passo, o que garante uma maior precisão.

2.3 Microcontrolador PIC 18F452

O microcontrolador é um circuito integrado programável semelhante a um computador, possuindo memórias, portas de entrada e saídas sistema de controle de tempo interno e externo e outros (Silva, 2006).

O microcontrolador pode ser usado para controle específico ou pode estar incluído em unidades de controle para os mais diversos sistemas, tais como: Máquinas pneumáticas e hidráulicas comandadas, motores, temporizadores, sistemas autônomos de controle, automóveis, entre outros. Para o desenvolvimento do projeto, utilizou-se o PIC18F452.

3 CARACTERÍSTICAS DO ROBÔ DESENVOLVIDO

O robô desenvolvido neste trabalho tem o objetivo de executar um trajeto com o máximo de precisão e repetibilidade. Para a realização de suas funções, o robô utiliza motores de passo e drives para o controle dos mesmos. O robô não utiliza sensores, uma vez que o controle do trajeto é realizado apenas por dados previamente gravados na memória do microcontrolador.

O funcionamento do robô se baseia no envio de dados do microcontrolador para os drives. Esses drives realizam o controle dos motores de passo.

3.1 Motores e Drives

Para a locomoção do robô, foram utilizados os motores de passo HV341-01-FL da PARKER (Figura 1). Entre muitas vantagens destacam-se um torque de 38,8 kgf.cm e um ângulo de passo de 1,8°.



Figura 1 – Motor de passo HV341-01-FL

Para o controle dos motores de passos, foram utilizados drives da Parker, modelo OEM750 (Figura 2). Esse drive possui

possibilidades para configuração da sua resolução, que pode variar de 200 até 50800 ppr (passos por rotação) garantindo uma resolução em graus que pode variar de 1,8 a 0,00708 por pulso, tornando o projeto muito preciso. Utilizando esse drive, é possível chegar a uma grande velocidade sem a perda significativa do torque se comparado com o acionamento do motor sem o drive.



Figura 2 – Drive OEM750

Quanto maior a velocidade do motor, menor é o seu torque. Na Figura 3, é possível verificar o desempenho do motor de passo quando controlado pelo drive OEM750.

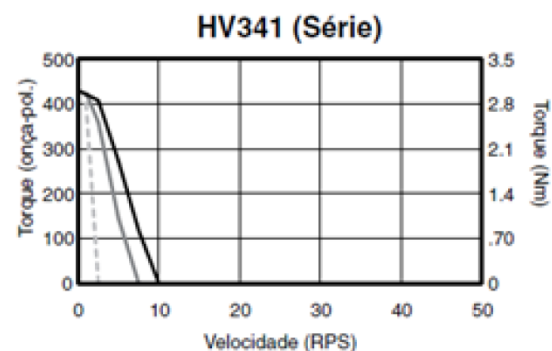


Figura 3 – Desempenho do motor controlado pelo drive OEM750

Para ligar os motores, foi realizada uma ligação em série. Essa configuração foi escolhida devido à ligação em paralelo, apesar de oferecer um maior torque, apresentar correntes de pico e de trabalho muito altas.

3.2 Montagem Mecânica

O projeto possui um sistema de transmissão por acoplamento direto da roda ao eixo do motor. Esse sistema possui a vantagem de possuir uma fácil montagem, uma boa precisão e ganho de espaço se comparado com outros sistemas de acoplamento como sistemas por engrenagens ou via correias.

Cada motor de passo é acoplado a uma roda de alumínio de 115 mm. Essas rodas foram usinadas exclusivamente para diminuir a área em contato com o solo. Para adquirir um bom equilíbrio, utilizou-se uma roda esférica como terceiro ponto de apoio, permitindo um deslocamento em qualquer direção horizontal com um mínimo de esforço, o que torna a perda por atrito mínima. A estrutura física do robô pode ser vista na Figura 4.

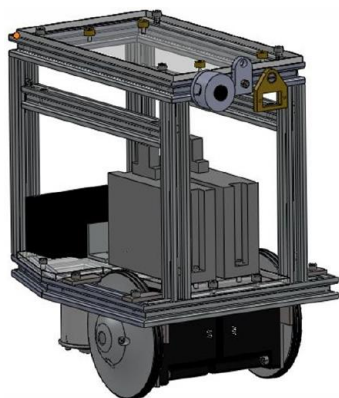


Figura 4 – Estrutura física do robô

3.3 Montagem Eletrônica

A montagem eletrônica é responsável por efetuar a comunicação entre todos os equipamentos utilizados no projeto. Foram confeccionadas duas placas: uma placa principal e outra placa para o circuito de controle dos drives.

Para confecção das mesmas, foi utilizado o software Eagle, versão 4.16.

Segundo Carvalhosa & Leite, 2006, os sistemas robóticos podem conviver com limitações de mobilidade devido à sua fonte de energia ser externa. Os robôs de maior autonomia não podem, porém, ter cabos que os liguem permanentemente ao exterior. Deste modo, o robô precisa ter alguma forma capaz de armazenar ou produzir energia para seu funcionamento.

A fonte de energia escolhida para este projeto é composta por baterias de Lítio-Polímero. O uso desse tipo de bateria vem crescendo, devido à sua grande capacidade de armazenamento de energia, além de serem muito leves e compactas.

Utilizou-se duas baterias no robô: uma para alimentação do circuito do microcontrolador e uma para alimentação dos drives de controle.

3.3.1 Placa do microcontrolador

A Figura 9 mostra a placa do microcontrolador. Para alimentação do microcontrolador, utilizou-se uma fonte de 5V. Como a bateria utilizada é de 11,1V, foi necessário utilizar um regulador de tensão (7805) fornecendo uma tensão fixa de 5V. Percebe-se também a existência de um LED, que indica a energização do circuito. No pino 1 do microcontrolador (MCLR), foi utilizado um botão com objetivo de reinicializar o microcontrolador. Os pinos 13 e 14 foram utilizados para o oscilador externo de 20000 MHz, que caracteriza a velocidade de processamento de dados do microcontrolador. Os demais pinos foram ligados em conectores diversos, com o objetivo de comunicar com outras placas externas. No caso do projeto, foi utilizada uma placa externa para controle dos drives. Muñoz et al 2006 também utilizou uma arquitetura expansível, de tal maneira que permite adaptar módulos adicionais de atuadores sensores, e outros dispositivos de hardware. A placa do microcontrolador pode ser visualizada na Figura 5.

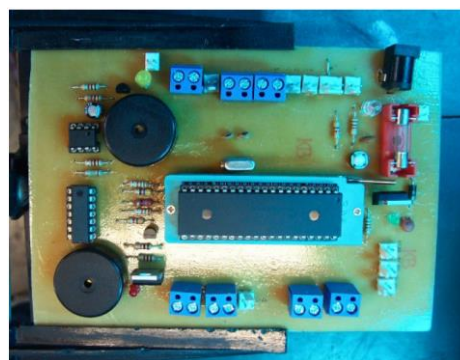


Figura 5 – Placa do microcontrolador

Conforme especificações do fabricante, a tensão na bateria de lítio-polímero de 11,1V não pode ser inferior a 9V. Para monitorar a tensão da bateria foi utilizado um circuito que consiste no uso de um amplificador operacional que compara a tensão da bateria com uma tensão de referência. Deste modo, sempre que a tensão for inferior a 9,4V aciona-se um LED e um buzzer, indicando que a bateria necessita ser recarregada.

Sempre que o circuito da placa do microcontrolador é energizado, um buzzer e um LED são acionados e ficam ativados de forma intermitente, indicando o funcionamento do robô. Esse circuito foi desenvolvido de forma independente, utilizando um temporizador 555.

3.3.2 Placa dos drives

Essa placa é responsável pela alimentação dos drives e envio dos sinais dos mesmos para o funcionamento dos motores de passo.

Para o funcionamento da placa, foi utilizada uma bateria de lítio-polímero de 22,2V para alimentação dos drives. Essa bateria não pode ter tensão inferior a 18V. Portanto foi utilizado um circuito comparador para a bateria. Caso a tensão da mesma seja inferior a 18,4V, aciona-se um LED e um buzzer, indicando que a bateria necessita ser recarregada. A placa também permite o uso de duas baterias de 22,2V em série, resultando em uma tensão total de 44,4V. O uso de duas baterias em série garante um torque maior ao robô.

Para envio de dados dos drives aos motores, foram utilizados dois conectores DB9. A Figura 6 mostra a placa dos drives.

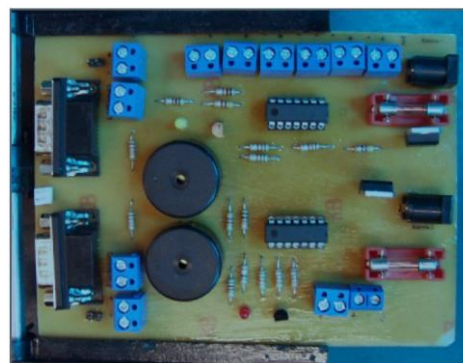


Figura 6 – Placa dos drives

4 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

A linguagem utilizada para programação do projeto foi a linguagem C, apresentando grande confiabilidade, regularidade, simplicidade, facilidade de uso e material didático simples e eficaz.

Para compilação do programa em linguagem de máquina, o software utilizado foi o PCWH, versão 4.104, da empresa CCS. O software usado na gravação do microcontrolador é o MPLAB, versão 8.10, da empresa Microchip, programa que é facilmente integrado ao PCWH.

No início do programa foi definido o microcontrolador utilizado e as configurações do mesmo. A Figura 7 mostra definições para o programa, dispositivos de hardware.

```
#include "18F452.h"  
#use delay (clock=20000000)  
#fuses HS,NOPROTECT,NOBROWNOUT,NOWDT,PUT,NOLVP
```

Figura 7 – Definições do Programa

A primeira linha se trata de um arquivo padrão da Microchip para o PIC 18F452 que possui uma série de definições necessárias para a utilização de microcontroladores. A segunda linha define a frequência do oscilador utilizado no projeto (20MHz). A terceira linha define algumas opções para a utilização do microcontrolador. Essas opções são descritas a seguir:

- HS – Utilizado para o uso de osciladores externos com frequências elevadas (acima de 4MHz).
- NOPROTECT – Proteção de leitura desativada. Permite que qualquer pessoa possa ler o programa gravado dentro do PIC.
- NOBROWNOUT – Brown Out desativado. Garante que o PIC não vai reiniciar automaticamente caso a tensão de alimentação seja menor que 4V.
- NOWDT – Watchdog Timer desativado. Desativa um contador interno que reiniciaria o programa toda vez que esse contador estoura-se.
- PUT – Power Up Timer ativado. Faz com que o PIC só comece a operar cerca de 72 ms após o pino MCLR ser colocado em nível alto.
- NOLVP – Low Voltage Program desativado. Caso essa opção fosse ativada, o PIC poderia ser gravado em baixa tensão (5V), porém o pino 10 (RB4), passaria a operar exclusivamente para o uso na gravação.

As definições das variáveis utilizadas no programa são demonstradas na Figura 8.

```
int32 passo=0;  
short int We=0,Wd=0;  
int Wt=80,cont=0;
```

Figura 8 – Variáveis do Programa

A variável *passo* é do tipo *int32* e é utilizada para definir qual a distância percorrida pelo robô. Sua faixa de valores varia de 0 a 4.294.967.295.

As variáveis *We*, e *Wd* são do tipo *short int* e assumem valor 0 ou o valor 1. São usadas para definição dos motores que entrarão em funcionamento.

A variável *Wt* é do tipo *int* e define a velocidade do robô. Ela é responsável pelo tempo de parada (em microssegundos) entre o nível alto e o nível baixo do pulso enviado aos drives. A Figura 9 mostra a função principal do programa.

```
void main()  
{  
    setup_adc_ports(no_analogs);  
  
    delay_ms(1500);  
    anda(1000,1);  
    virar(90,1,1);  
  
}
```

Figura 9 – Função principal

A terceira linha, *setup_adc_ports(no_analogs)*, define que os pinos do PIC não serão utilizados para entradas ou saídas analógicas.

O trecho colocado possui uma linha da seguinte forma: *anda(1000,1)*. Trata-se de uma função chamada pelo programa principal. O número 1000 indica a distância que o robô irá deslocar em linha reta (em mm) e o algarismo 1 indica qual o sentido de rotação dos motores, no caso, para frente. Caso o algarismo fosse 0, os motores teriam a rotação invertida.

Outra linha existente no trecho possui o seguinte texto: *virar(90,1,1)*. O número 90 indica quantos graus o robô irá virar, o segundo algarismo (1), indica o sentido de rotação do motor (se fosse o algarismo 0, o sentido de rotação seria invertido) e o terceiro algarismo (1), indica que apenas a roda direita irá funcionar, sendo que a esquerda ficará parada. Isso faz com que o robô vire para a esquerda. Caso o terceiro algarismo fosse 2, apenas a roda esquerda do robô entraria em funcionamento. Colocando o terceiro algarismo assuma o valor 3, os dois motores atuam em sentidos contrários, fazendo o robô girar a quantidade de graus desejada sobre seu próprio eixo.

Com a construção das funções *anda* e *virar*, o programa principal se tornou muito mais fácil de trabalhar.

5 TESTES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os testes foram realizados no laboratório de automação da unidade do SENAI de Pará de Minas. Foram realizados testes de navegação com diversos programas simples, fazendo o robô virar para os lados, andar para frente e andar para trás, garantindo a correta ligação entre as placas, drives e motores. Com os testes de navegação, foi possível verificar sentidos de giro dos motores e o tempo de intervalo entre o envio de pulsos aos drives.

Foram realizados testes de precisão de movimento e repetibilidade com velocidades diferentes, determinando assim a velocidade que o projeto iria trabalhar. Percebeu-se que em velocidades muito altas, havia um deslocamento incorreto antes de o robô entrar em movimento, o que o tirava da posição de alinhamento. Além de oferecer uma perda de torque aos motores do robô, em alta velocidade, o mesmo não apresentou nenhuma precisão de movimento.

Com velocidades mais lentas, houve uma grande evolução na precisão do projeto, porém sua repetibilidade ainda não estava atendendo ao objetivo do trabalho.

Quando o tempo de parada entre os pulsos enviados aos drives foi superior a $70\mu\text{s}$, o robô passou a desempenhar sua função de forma correta, apresentando precisão de movimento e repetibilidade.

Tempos de parada entre $70\mu\text{s}$ e $140\mu\text{s}$ apresentaram o mesmo desempenho de precisão e repetibilidade. Decidiu-se trabalhar com um tempo de parada entre o envio de pulsos aos drives de $80\mu\text{s}$, alcançando assim o objetivo do projeto.

Com os sinais de controle funcionando corretamente, foram testados os movimentos de conversão do robô em diversos trajetos diferentes, virando à direita, virando à esquerda, girando sobre o próprio eixo. Enfim, vários testes foram realizados, em diversos trajetos diferentes, com o objetivo principal de definir os parâmetros principais da programação, principalmente a velocidade do robô. A Figura 10 mostra o robô pronto para navegação.

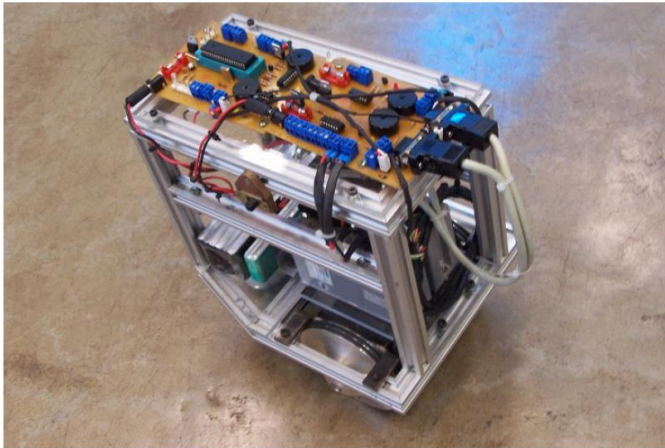


Figura 10 – Robô pronto para a navegação

6 CONCLUSÃO

A aplicação de microcontroladores no controle de posicionamento e repetibilidade de um robô demonstraram possuir alto desempenho, pois atendeu às necessidades do projeto.

A utilização dos drives para controle dos motores de passo foi essencial para o controle de posicionamento do robô. Com ele foi possível trabalhar com uma grande precisão.

Os motores utilizados também foram de suma importância, pois, devido ao seu alto torque, não ofereceram nenhuma resistência ao fazer o robô navegar. A integração entre os drives e os motores foi muito bem aplicada.

Quanto à utilização de placas diferentes comunicando entre si, percebeu-se ideal para trabalhar com projetos diferentes em um mesmo robô. Com as placas do microcontrolador e dos drives confeccionadas, o robô consegue navegar sem dificuldades.

A utilização de baterias de Lítio-Polímero tornou o sistema mais leve e com uma reserva de energia muito maior, se

comparada à utilização de outros tipos de baterias. Dessa forma o projeto apresentou uma autonomia de até três horas contínuas sem a necessidade de troca ou recarga de baterias.

O sucesso do trabalho desenvolvido traz a sugestão de um aprofundamento na pesquisa sobre a utilização de microcontroladores para diversas aplicações na área de eletroeletrônica e automação. Isso traria inovação e criação de novas tecnologias. É possível também comparar o uso de diversos microcontroladores diferentes, além de trabalhar com diversas linguagens de programação. Assim se poderá definir a melhor maneira de trabalhar com essa tecnologia e ampliar o conhecimento na área de robótica e áreas afins.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Carvalhosa, André Manuel Ferraz; LEITE, Tiago Leão Branco. Versa Robot: Robot móvel versátil para competições em provas de robótica. Cidade do Porto, (2006). Disponível em <http://paginas.fe.up.pt/~ee00011/web/Relatorio_final_VersaProject_.pdf>. Acesso em 11 Jun. 2011.

Muñoz, Nelson David.; ANDRADE, Carlos Andrés.; OSPINA, Nelson Londoño (2006). Diseño y construcción de un robot móvil orientado a La enseñanza e investigación, Ingeniería y desarrollo, nº 19, PP. 114-127.

Pieri, Edson Roberto de. Curso de Robótica Móvel. Florianópolis, (2002). Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/curso-de-robotica-movel-pdf-pdf-a1742.html>>. Acessado em: 11 Jun. 2011.

Silva, Renato A (2006). Programando microcontroladores PIC: Linguagem “C”, Ensino Profissional, São Paulo.

PARKER. Catálogo 6002-3 BR – Sistemas de Controle e Movimento. Jacaré. Disponível em: <http://tecniar.com.br/downloads/parker/14_tecniar_elet_romecanica.pdf>. Acesso em 06 Mai. 2011a.

PARKER.OEM750 Drive OEM750X Drive/Indexer - User Guide. Disponível em: <http://www.parkermotion.com/manuals/OEM750/OEM750_Entire_Rev_B.pdf>. Acesso em 06 Mai. 2011b.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ARMADURA PARA PROTÓTIPO DE ROBÔ HUMANÓIDE DE PROPORÇÕES HUMANAS PARA FINS ARTÍSTICOS UTILIZANDO CAD/CAE/CAM

Alexandre da Silva Simões¹, Esther Luna Colombini², Jackson Paul Matsuura², Ronaldo Carrion³, Wilson Canazart¹, Sandra Luna Cirne de Azevedo⁴, Diego Rossi⁵, Luiz Carlos Rosa^{1,5}

¹{assimoes, luizrosa}@sorocaba.unesp.br
Departamento de Engenharia de Controle e Automação
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)
Campus de Sorocaba, SP

²{esther,jackson}@ita.br
Divisão de Engenharia Eletrônica
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
São José dos Campos, SP

³rcarrion@sc.usp.br
Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos, SP

⁴lunasand@uol.com.br
Departamento de Letras Estrangeiras Modernas
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
João Pessoa, PB

⁵rossi_diego@ig.com.br
Faculdade de Tecnologia (FATEC)
Campus de Sorocaba, SP

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Robôs humanoides de escala compatível com a humana frequentemente utilizam-se de armaduras de formas complexas e visualmente agradáveis que se assemelhem à forma dos seres vivos. O custo de produção destas armaduras, no entanto, pode ser proibitivo, sobretudo em domínios de aplicação como as artes, onde os requisitos de acabamento são mais rigorosos. Este artigo descreve o processo de produção da armadura do primeiro robô humanoide de tamanho compatível com um ser humano fabricado no Brasil no âmbito do projeto “I, Hamlet”, que visa a produção de um robô capaz de interpretar trechos baseados em Shakespeare. O artigo investiga alternativas e propõe um processo de produção semiautomatizado capaz de permitir a produção do protótipo de acordo com os requisitos de um complexo projeto artístico. Detalha-se aqui todo o processo de produção da armadura do robô, desde os princípios de seu projeto CAD/CAE/CAM até o acabamento estético da versão final da armadura.

PALAVRAS-CHAVE: Robô, humanoide, CAD, CAE, CAM, armadura, moldes.

ABSTRACT: Humanoid robots scale compatible with human are often use armors with complex shapes and visually close

to the shape of human beings. The production cost of these armor, however, can be prohibitive, especially in application domains such as arts, where finishing requirements are stringent. This paper describes the production process of the armor of the first humanoid robot of size compatible with a human being manufactured in Brazil in the “I, Hamlet” project, which aims to produce a robot capable of interpreting passages based on Shakespeare. This paper investigates alternatives and proposes a production process capable to allow a semi-automated construction of the prototype in accordance with the requirements of artistic design. We details here the production process of the armor of the robot, since the beginning of its CAD / CAE / CAM project until the aesthetic finish of the last version of the armor.

KEYWORDS: Robot, humanoid, CAD, CAM, CAE, armor.

1 INTRODUÇÃO

Em muitos casos, a robótica contemporânea objetiva desenvolver elementos físicos com forma e aparência que se assemelhe à dos seres vivos. Sobretudo na robótica humanoide em escala compatível com a humana, formas complexas e visualmente agradáveis têm sido utilizadas na

produção de elementos de sustentação e na armadura dos robôs (Brooks et. al, 1999) (Coradeschi et. al., 2006). Um dos novos domínios de aplicação que emerge para essa classe de robôs é a área de arte tecnologia, onde elementos robóticos são utilizados para proporcionar diferentes emoções aos interatores. Neste domínio, a forma – em conjunto com o ambiente e movimentos básicos do robô – tem despontado como um dos elementos que parece ter impacto mais significativo junto ao público (Simões et. al., 2011). Nesse âmbito, os requisitos de forma e acabamento externo tendem a ser ainda mais rigorosos.

Muito embora seja crescente a produção de armaduras com algum tipo de função sensorial integrada (Cutkosky e Jourdain, 1987) (Canata et. al., 2008), a maior parte dos humanoides é produzida com partes e armaduras rígidas. O processo de produção de estruturas dessa natureza nas últimas décadas tem seguido diferentes tendências tecnológicas, originando processos com características bastantes distintas. Possivelmente o processo mais difundido industrialmente seja a produção via injeção em plástico (Johannaber, 2008). Neste modelo de produção, um material plástico aquecido liquefeito armazenado em um recipiente especial é forçado por uma máquina injetora em uma cavidade ou molde onde, após seu resfriamento e endurecimento, este adquire as configurações físicas do molde. Este processo de produção caracteriza-se pela necessidade de moldes de alta qualidade – usualmente de aço ou alumínio – produzidos com grande precisão, mediante uso de máquinas e pessoal especializado. Trata-se de um processo com custo elevado, cujo emprego é vantajoso apenas para produção em larga escala. Outras tecnologias como as baseadas na replicação de peças utilizando fundição a vácuo para obtenção de partes plásticas (Part et. Al, 2007) esbarram em problemas similares.

Uma crescente tendência para a produção de partes para robôs é a produção aditiva, onde objetiva-se adicionar material para a produção de objetos 3D. A prototipação rápida tem se mostrado muito adequada para a produção de protótipos de vários tipos de materiais em baixa quantidade baseado em modelos computacionais. Nesse âmbito, dispositivos para Estéreo litografia (SLAs) têm permitido a produção de objetos baseado em resinas líquidas capazes de curar mediante a aplicação de luz ultravioleta. A selective laser sintering (SLS) utiliza um laser de alta potencia para fundir plástico, metal ou cerâmica. Embora SLA e SLS sejam processos de alta precisão, o investimento necessário para aquisição das impressoras é da ordem de centenas de milhares de dólares. Alternativas open source ainda encontram-se distantes da mesma precisão e confiabilidade das máquinas profissionais (Pearce et. al, 2010).

A produção de armaduras para robôs, sobretudo em ambientes de pesquisa ou onde se requer um processo de produção de protótipos, faz necessário um processo produtivo capaz de gerar formas complexas a custos reduzidos viável para produção em pequenas quantidades. Neste âmbito, os processos de produção subtrativa – onde material é removido de materiais maiores – apresenta ainda significativas vantagens. Via de regra, esses processos de produção partem do princípio da modelagem 3D das partes complexas em ambiente CAD, estudos em ambiente CAE, e posterior produção em ambiente CAM via controle numérico computacional (CNC) utilizando fresadoras ou tornos computadorizados.

Muito embora máquinas CNC sejam relativamente comuns dentro do ambiente universitário brasileiro, a produção de armaduras para robôs de grande porte com as características aqui mencionadas – que atendam às especificações do domínio em termos de rigidez, acabamento estético e baixo custo de produção – não é usual no Brasil. Nesse sentido, não existe um roteiro ou processo claramente estabelecido ou documentado que permita sua produção adaptada para os materiais e técnicas mais comuns no país. Este cenário estimula uma investigação buscando estabelecer um processo para tal.

O presente trabalho descreve um processo de experimentação para a produção de uma armadura robótica, constituída por peitoral, panturrilhas, coxas e pés desenhados para um robô humanoide de 1.80m que tem por objetivo atuar em um ambiente imersivo de arte-tecnologia interpretando trechos baseados em Hamlet, o mais aclamado texto de Shakespeare. O artigo descreve o processo de modelagem computacional em ambiente CAD, a produção de moldes 3D em fresadora CNC seguida pela produção dos itens que compõem a armadura em fibra de vidro (Monkman, 1995), bem como apresenta uma metodologia que permite um excelente acabamento estético da armadura. A armadura produzida atende fielmente às necessidades estabelecidas para o projeto.

As seções a seguir encontram-se divididas da seguinte forma: a seção 2 apresenta a abordagem proposta, detalhando o processo proposto em suas diferentes fases para a geração da armadura.

A seção 3 apresenta os resultados obtidos em cada uma das fases do processo. A seção 4 apresenta as conclusões do trabalho proposto.

2 ABORDAGEM PROPOSTA

Inicialmente, uma concepção artística do robô foi desenvolvida. Em uma segunda fase, visando atender tecnicamente aos requisitos para produção do projeto artístico do robô, o seguinte processo foi proposto:

- Fase 1: Projeto da armadura. Nesta fase primeiramente um ambiente CAD foi selecionado, e, posteriormente, as partes externas do robô humanoide foram projetadas nesse ambiente. Após o desenho inicial, o atendimento das partes da armadura a requisitos mínimos de esforços mecânicos foi checado em ambiente CAE;
- Fase 2: Projeto dos moldes. Após a conclusão dos desenhos da armadura do robô passou-se à fase de desenho dos moldes a serem usinados. Este processo foi realizado também de forma totalmente auxiliada por computador;
- Fase 3: Estudo do processo e parâmetros de usinagem. Nesta fase foram estudados os melhores materiais para produção dos moldes, tipo de ferramental e algoritmos necessários para sua usinagem. Entre outros, foram realizados estudos do tipo de fresa, velocidade de corte, tipos de desbaste e acabamento mais adequados, entre outros. Esta fase termina com a geração do código G final para a usinagem dos moldes;

- Fase 4: Produção dos moldes. Esta fase compreende a seleção da máquina ferramenta para usinagem e a efetiva produção dos moldes selecionados.
- Fase 5: Produção dos componentes da armadura. Após a geração dos moldes é necessário realizar a produção da armadura. Nesta fase detalha-se a aplicação da fibra de vidro sobre o molde.
- Fase 6: Acabamento estético. Nesta fase detalha-se o acabamento realizado sobre as partes produzidas na fase anterior com foco na obtenção de partes que atendem aos rígidos critérios estéticos de produção para o âmbito artístico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados – computacionais ou físicos – obtidos em cada uma das fases detalhadas na seção anterior.

3.1 Projeto da armadura

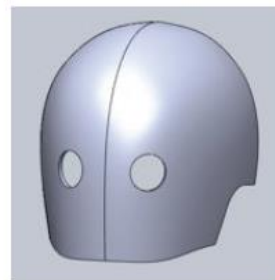
Tomando como base a concepção artística inicial do personagem robótico, desenhos das partes da armadura do robô humanóide foram realizados utilizando primitivas gráficas no software SolidWorks®. Este ambiente CAD foi selecionado dentre outros possíveis devido a algumas características que se mostraram importantes neste processo de produção: i) o software mantém histórico da árvore de processo dos desenhos, permitindo ao projetista alterar facilmente primitivas ou dimensões já realizadas; ii) separa em arquivos distintos a montagem e as peças. Desta forma, é propício à utilização em ambientes multiusuários com trabalho centralizado em repositório (de forma similar ao que ocorre com desenvolvimentos de software); iii) possui ferramentas para CAE e CAM compatíveis com as necessidades do projeto.

Todas as partes que compõem a armadura do personagem foram desenhadas neste ambiente: face (1), nuca (1), mandíbula (1), encaixe da mandíbula (2), peito (1, dividido em 4 partes), costas (1, dividido em 4 partes), coxas (2), panturrilhas (2), pés (2) e costelas (12). Devido ao desenho inicial do personagem robótico, os braços não foram concebidos com armaduras rígidas. A Figura 1 apresenta screenshots de algumas das partes da armadura do robô após seu projeto no ambiente CAD.

3.2 Projeto dos moldes



(a)



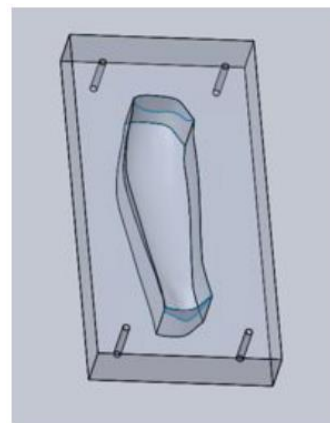
(b)



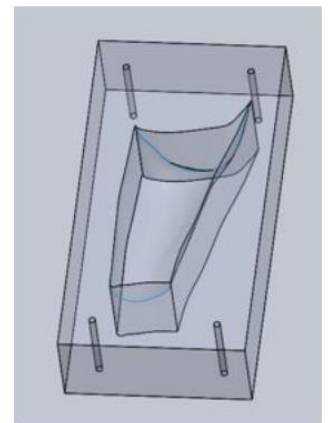
(c)

Figura 1 - Projeto CAD da armadura do robô: a) peitoral; b) face, e c) coxa, panturrilha e pé direito.

Cada um dos componentes da armadura rígida desenhadas no passo anterior foi estudado de forma a permitir sua divisão em duas partes distintas por um plano de corte usualmente longitudinal. Cada uma das partes dos componentes levou à concepção de um molde virtual como os mostrados na Figura 2.



(a)



(b)

Figura 2 - Projeto CAD dos moldes gerados para algumas das partes estéticas do robô: a) panturrilha esquerda; b) coxa direita.

3.3 Estudo do processo e parâmetros de usinagem

Esta fase do processo objetiva, a partir do desenho dos moldes, permitir a geração da sequência de comandos

necessária para a produção dos moldes via processo subtrativo de usinagem em máquinas CNC. Para tanto, foi necessário inicialmente estabelecer o material base para a fabricação do molde. A madeira tipo MDF tradicional mostrou-se uma excelente escolha dado que trata-se de um material de fácil usinagem e que apresenta boa robustez mecânica para a interação com a fibra de vidro (que será detalhada a seguir). Contudo, dois problemas emergem destas escolhas: i) a ferramenta de usinagem (fresa) tem comprimento menor do que os moldes gerados (em escala com os tamanhos dos respectivos membros humanos), e ii) o MDF é vendido no mercado brasileiro em chapas com espessura de 20 a 30mm (máximo). Estas duas restrições fizeram necessária a divisão de cada um dos moldes em um número de chapas (pranchas) distintas. Desta forma, a sequência de usinagem básica foi repetida diversas vezes, para usinagem em diferentes pranchas.

O processo de usinagem dos moldes foi concebido pelos processos de desbaste e acabamento para cada um dos níveis. A rotação do eixo árvore [RPM] e o avanço de corte [mm/min] programados foram estabelecidos de acordo com características mecânicas do material escolhido para os moldes, o MDF, levando em consideração sua baixa dureza e boa usinabilidade e características da ferramenta de corte, fresa, analisando o material da ferramenta, sua geometria e o número de arestas de corte. Com todos os parâmetros definidos e variáveis analisadas a rotação do eixo árvore ideal para usinagem do MDF foi calculado utilizando a relação:

$$V_c = \frac{\pi \cdot \emptyset \cdot \eta}{1000}$$

Onde: V_c é a velocidade de corte (m/min.); η é a rotação (RPM); \emptyset é o diâmetro efetivo da ferramenta (mm). Com a melhor rotação para usinagem de MDF calculada, definiu-se a velocidade de avanço da ferramenta sobre a madeira, definido em termos do avanço máximo por aresta de corte que a ferramenta suporta retirar sobre o material. Esta velocidade foi definida utilizando-se a relação:

$$A = N_a \cdot \eta \cdot f_z$$

Onde: A é o avanço (mm/min.); N_a é o número de arestas da ferramenta; f_z é o avanço por aresta de corte (mm); η é a rotação (RPM). A profundidade do desbaste foi realizada de 80% do diâmetro da ferramenta. O melhor acabamento foi conseguido com passadas circulares do tipo “offset”, com profundidade de 0.1mm partindo do centro da peça em direção as extremidades.

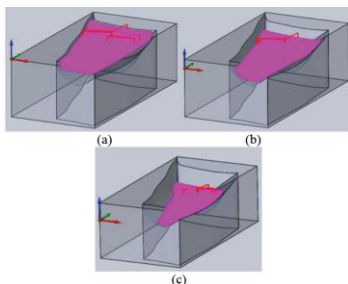


Figura 3 - Programação dos movimentos da fresa para diferentes pranchas de madeira MDF do lado 1 da coxa direita. a) primeiro nível; b) segundo nível, e c) terceiro nível.

Uma vez determinado o processo para geração da sequência de comandos, passou-se à geração do código final para cada componente da armadura. O código utilizado neste trabalho foi o GCode (Kramer et. al., 2000), dada sua independência do tipo ou fabricante do controlador CNC. É importante mencionar que a primitiva de arcos do GCode pode utilizar-se de duas estratégias distintas: formatação baseada no centro ou formatação baseada no raio. Para evitar a geração de erros de interpolação durante o processo de usinagem, recomenda-se fortemente a adoção do formado baseado em centro, utilizando os descritores I e J nesta primitiva. A Figura 4 apresenta a estrutura geral do código gerado.

```

%
O0300 (GCODE ROBO-COXA-DIR-1_3 - BLOCO INICIAL)
N6 G17
N8 G54 G53 Z-110 H0
N9 T11
N10 M6
N12 S2000 M3
N13 G43 Z10.5 H11 D11

(BLOCO CENTRAL: TRAJETO DA FERRAMENTA)

N63040 G0 Z5 (BLOCO FINAL)
N63041 G53 Z-110 H0
N63042 T00
N63043 M6
N63044 M30
%
```

Figura 4 - Estrutura geral do código CNC utilizada na usinagem.

3.4 Produção dos moldes

A usinagem dos moldes da armadura do robô foi realizada em duas unidades de CNC distintas: uma de menor porte (Laser CNC Easy 600), e um centro de usinagem (ROMI Discovery 560). Em ambos os casos a mesma programação em código G foi utilizada no processo de usinagem CNC. Duas ferramentas distintas foram testadas no processo de geração dos moldes. Primeiramente, uma fresa de topo reta foi testada e prontamente descartada por não atender ao acabamento desejado para a peça 3D. A ferramenta utilizada neste processo foi uma fresa esférica tipo “ballnose” de 12mm e 2 cortes. Ambas as fresas são apresentadas na Figura 5.



Figura 5 - Fresas utilizadas no processo de estudo da produção do molde. a) fresa de topo reto; b) fresa esférica tipo “ballnose”, com melhor acabamento para usinagens 3D.

A fixação das chapas de madeira na máquina foi feita de forma a permitir substituição rápida (Figura 6b) do material já usinado pelo material em bruto. Ao total foram usinadas 56 pranchas em madeira, que resultaram nos 31 moldes de partes do corpo do robô humanóide. A Figura 6 apresenta fotos do processo de produção.

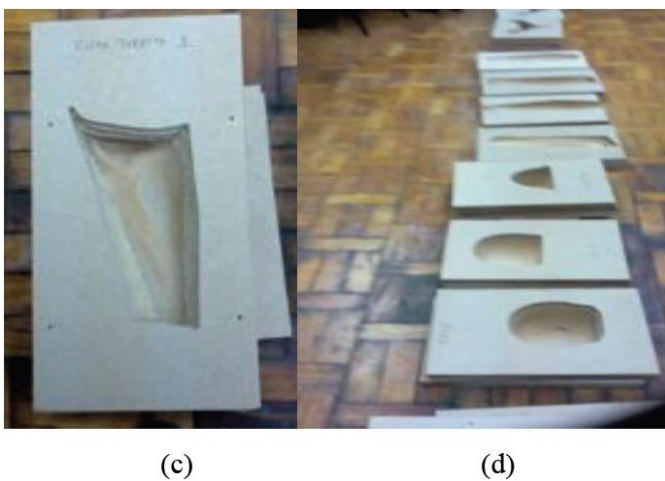
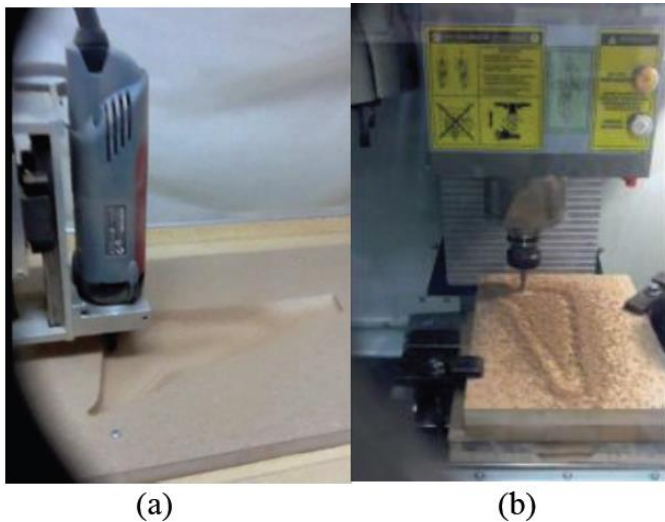


Figura 6 - Processo de usinagem CNC tridimensional dos moldes da armadura do robô. a) usinagem de uma camada da coxa do robô na Laser CNC EASY 600; b) usinagem de outra camada da coxa do robô na ROMI Discovery 560; c) montagem final do molde da coxa do robô com 5 camadas de madeira superpostas; d) Parte do conjunto dos 31 moldes produzidos.

3.5 Produção dos componentes da armadura

Uma vez produzidos todos os moldes, as duas etapas finais do processo de produção foram feitas com o auxílio de um artista plástico. Cada um dos moldes de madeira foi inicialmente alinhado, fixado e lixado para eliminar pequenos desníveis entre as diferentes pranchas que compõem cada molde. A seguir uma camada de massa plástica foi aplicada na parte interna dos moldes, que foram também selados e impermeabilizados utilizando cera de carnaúba. Após a devida secagem, material desmoldante odontológico foi aplicado ao molde, seguido da resina de laminação com o respectivo catalisador (em uma razão de 50:1) e, finalmente, da manta de fibra de vidro. Pigmento preto foi utilizado para colorir principalmente a parte interna da manta de fibra de vidro. A Figura 7 ilustra o resultado final deste processo.



Figura 7 - Processo de produção das costas do robô em fibra de vidro.

3.6 Acabamento estético

O acabamento estético foi diferente em cada um dos componentes da armadura, dependendo do efeito desejado. Em todas elas aplicou-se inicialmente tinta automotiva preta e verniz. Em algumas partes, tais como as coxas ou o peito do robô –apresentado na Figura 8–este processo foi adotado como final. Em outros componentes, tais como as partes onde desejava-se um acabamento estético próximo ao espelhado, outras camadas foram necessárias. Tipicamente, executou-se a Metalização com ChromeFx, recoberta por camadas de verniz. Esta metalização garantiu efeito muito similar ao de um espelho quando de sua aplicação sobre uma superfície preta lisa brilhante. O acabamento estético das partes espelhadas pode ser visto na Figura 9.

4 MONTAGEM DA ARMADURA

As partes que compõem a armadura foram finalmente montadas, e a primeira versão do protótipo do robô humanoide montado para a tarefa de interpretar cenas teatrais é apresentada na Figura 10.



Figura 8 - Acabamento estético do peito do robô.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs um processo de produção de uma armadura robótica, constituída por peitoral, panturrilhas, coxas e pés desenhados para um robô humanoide brasileiro de 1.80m que tem por objetivo atuar em um ambiente imersivo de arte e tecnologia interpretando trechos obras para teatro. O trabalho apresenta detalhes desde a produção do desenho dos componentes da armadura até detalhes adotados em seu processo de usinagem e acabamento estético. O trabalho aqui apresentado tem como sua maior contribuição a documentação deste processo, permitindo a replicação quase completa deste processo. Os componentes da armadura produzida, vistos na Figura 10, atendem fielmente às necessidades estéticas estabelecidas para o projeto (vide Figura 1), bem como aos requisitos de rigidez e custo para produção do protótipo, possível graças à adaptação da técnica utilizando materiais disponíveis no país. Como trabalhos futuros derivados desta investigação destacamos a finalização do projeto estético e funcional dos braços do robô, bem como investigações de processos de produção aditiva que possam ser empregados em robôs humanoides de escala compatível com humanos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Itaú Cultural, que financiou parcialmente este desenvolvimento. O projeto “I, Hamlet” foi o vencedor do programa Rumos Itaú Cultural 2009 na modalidade “arte robótica”. Os autores agradecem ainda ao Grupo de Automação e Sistemas Integráveis (GASI) do campus de Sorocaba da UNESP e à FATEC Sorocaba pela disponibilização dos equipamentos de usinagem aqui utilizados.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Brooks, R. A.; Breazeal, C.; Marjanovi, M., Scassellati, B.; Williamson, M. M. (1999). The cogproject: building a humanoid robot. In *Computation for metaphors, analogy, and agents*, Christopher L. Nehaniv (Ed.). Lecture Notes In Computer Science, Vol. 1562. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 52-87.
- Cannata, G.; Maggiali, M.; Metta, G.; Sandini, G. (2008). An embedded artificial skin for humanoid robots. *IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems*, pp. 434-438.
- Dept. of Commun., Comput. & Syst. Sci., Univ. of Genova, Genoa Coradeschi, H. I.; Asada, M.; Shapiro, S.; Theilscher, M.; Breazeal, C.; Mataric, M.; Ishida, H. (2006) *Human-Inspired Robots*. *IEEE Intelligent Systems*, 21(4), 74-85.
- Cutkosky, M.; Jourdain, J. (1987). Wright, P.; *Robotics and Automation*. *Proceedings. IEEE International Conference on*, pp: 1649 – 1654.
- Development of a Personal CAD/CAM System for Mold Manufacture Based on Solid Modeling Techniques
- Johannaber, F. (2008). *Injection Molding Machines: user's guide*. Carl Hanser Verlag, Munich, 4th edition.



(a)



(b)

(c)

Figura 9 - Acabamento estético dos componentes espelhados da armadura. a) face e nuca; b) pernas; c) pé.

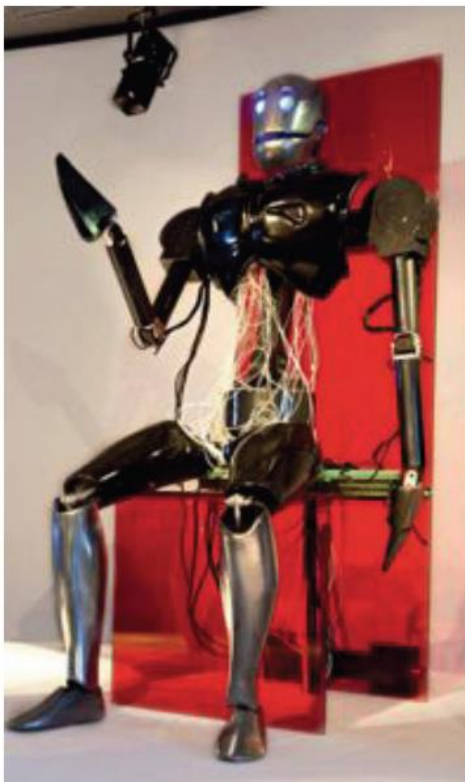


Figura 10 - Montagem do protótipo em sua primeira versão, já com várias partes da armadura.

- Monkman, G.J. (1995). Robot Grippers for Use With Fibrous Materials. The International Journal of Robotics Research, April, 14: 144-151.
- Kramer, T. R.; Proctor, F. M.; Messina, E. (2000). The NIST RS274NGC Interpreter. U.S. Department of Commerce. Gaithersburg, Maryland.
- Park, K.; Kima, Y. S.; Kima, C. S.; Parka, H. J. (2007). Integrated application of CAD/CAM/CAE and RP for rapid development of a humanoid biped robot. Journal of Materials Processing Technology. Vol. 187-188, 12 June, Pages 609-613.
- Pearce, J. M.; Blair, C. M.; Laciak, K. J.; Andrews, R.; Nosrat, A.; Zelenika-Zovko, I. (2010). 3-D printing of open source appropriate Technologies for self-directed sustainable development. Journal of Sustainable Development. Vol. 3, N. 4, pp. 17-29.
- Pedersen, T. H.; Lenau, T. A. (2010) Variable geometry casting of concrete elements using 3D printing. J. Manuf. Sci. Eng., vol 132, issue 6.
- Simões, A. S.; Colombini, E. L.; Franchin, M. N.; Matsuura, J. P. (2011). A robotic flower art installation for experimentation on human perception of robotic characters. In: 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2011). Workshop on Robots and Art, Shanghai, China.
- Takeuchi, Y.; Sakamoto, M.; Abe, Y.; Orita, R.; Sata, T. (1989) Development of a Personal CAD/CAM System for Mold Manufacture Based on Solid Modeling Techniques. CIRP Annals - Manufacturing Technology. Vol. 38, Issue 1, pp. 429-432.



PROJETO DE UM ROBÔ DE BAIXO CUSTO PARA UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA DE ROBÓTICA EDUCATIVA PARA ESCOLAS PÚBLICAS

Ernesto Fonseca Veiga, Wendi Müller Araújo, Carlos Roberto da Silveira Júnior*

*profcarlos.ifg@gmail.com

Instituto Federal de Goiás – Campus Inhumas
Av. Universitária s/n, Vale das Goiabeiras
CEP 75400-000 - Inhumas GO Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: As crianças e jovens de hoje têm fácil acesso a diferentes ferramentas tecnológicas. Para tanto, as escolas precisam adaptar-se ao mundo moderno, incorporando em suas atividades novos métodos de ensino com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem e promover a multidisciplinaridade. Uma das ferramentas que pode ser destacada é a robótica educativa. No entanto a utilização de robôs comerciais torna-se bastante onerosa quando se deseja multiplicar o projeto para muitas escolas, necessitando de planejamento de médio ou longo prazo para tornar tal proposta possível. Nesse contexto, esse artigo apresenta o projeto de desenvolvimento de um robô de baixo custo, baseado em controlador de arquitetura aberta e sensores e atuadores de baixo custo, para ser utilizado como ferramenta de robótica educativa em escolas públicas, com alunos do ensino fundamental e médio como forma de multidisciplinaridade e nova ferramenta de ensino. O robô foi desenvolvido utilizando arquitetura e software Arduino e alguns sensores eletrônicos construídos. Um curso de robótica introdutório foi realizado com alunos do ensino médio e avaliado pelos alunos. Resultados e propostas de utilização são apresentados.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica, educação, multidisciplinaridade.

ABSTRACT: Children and teenagers nowadays have easy access to various technological tools. Thus, schools need to adapt themselves to the modern world, incorporating into their activities new teaching methods in order to improve the teaching process, learning and multidisciplinary. One tool that can be highlighted is the educational robotics. However, the use of commercial robots becomes very costly when it's desired multiply the project for many schools, requiring medium to long term planning to make such a proposal possible. This project aims to develop a robot and software, both low-cost, as an educational robotics tool for use in public schools, to elementary and high school students. The robot used open architecture and software Arduino and many electronic sensors. One experiment was do with high school students.

KEYWORDS: Robotics, education, multidisciplinary.

1 INTRODUÇÃO

O ensino dos tempos modernos vem se modificando aos poucos, de forma a introduzir novas técnicas e novos métodos com o intuito de transmitir e avaliar o conhecimento de diferentes formas, tornando assim a assimilação mais efetiva e concreta. Para alcançar esse objetivo são introduzidas ações multidisciplinares, como por exemplo, o uso de música, filmes, teatro e outras atividades extracurriculares.

A tecnologia vem conquistando seu espaço de forma constante na vida do homem moderno, se impondo cada vez mais como elemento essencial na vida contemporânea, e como tal, é importante tirar a máxima vantagem dessa situação de tal modo que isso se torne um fator auxiliar no desenvolvimento do próprio homem.

Para alunos de ensino fundamental e médio já existem alguns projetos no sentido de se relacionar tecnologia e disciplinas curriculares, porém geralmente através de um software, tornando-se uma aplicação mais virtual que prática. Tal sistema é motivador e de grande auxílio no aprendizado, porém foge a ideia de trazer o aluno para o mundo real e prático (PEREIRA, 2010).

As vantagens oferecidas por uma atividade não só teórica, mas também prática na educação de alunos do ensino fundamental e médio são: maior facilidade no desempenho de raciocínio, mais convicção nas respostas, organização do raciocínio lógico e alta motivação (PEREIRA, 2010).

A robótica educativa ou robótica pedagógica é uma resposta à necessidade de incorporar ao processo de didático escolar uma ferramenta prática que agrega conhecimentos de diversas disciplinas curriculares, como matemática, física, lógica, dentre outras (SCHONS et. all, 2010).

A utilização da robótica como instrumento de ensino permite aos estudantes desenvolverem a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões (BENITTI et. all, 2010).

Atualmente, para realização de atividades de robótica educativa, utilizam-se kits robóticos comerciais, permitindo

realizar diferentes tipos de experimentos (BENITTI et. all, 2010), mas o custo ainda se apresenta elevado para grande maioria das escolas públicas, privando-as de oferecer tais possibilidades aos discentes.

Existem kits com preços acessíveis, mas que possuem funcionalidades e mobilidade limitadas comparadas a outros kits, como o kit da Lego (LEGO, 2010). Infelizmente a grande maioria desses kits possui arquitetura fechada, limitação de expansão ou alterações futuras e falta de suporte técnico, inviabilizando seu uso em escolas.

Uma alternativa é o desenvolvimento de robôs para tal aplicação. Através de conhecimento de programação, eletrônica e um pouco de mecânica podem-se desenvolver estruturas robóticas baseadas em controladores programáveis, além de sensores e atuadores similares aos de kits comerciais, com custos relativamente mais baixos (ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, 2010).

O governo do estado de Goiás iniciou no ano de 2010 um projeto piloto de robótica educativa em 12 escolas, com o intuito de avaliar os resultados e a possibilidade de sua expansão em todas as escolas estaduais de Goiás (AGECOM, 2010).

O custo de tal ferramenta apresenta-se relativamente alto e pode gerar impacto econômico quando se deseja expandi-lo para todas as escolas, tornando o projeto de implantação nas escolas de médio em longo prazo, ou inviável. Como exemplo cita-se o projeto da rede municipal da cidade de João Pessoa que investiu R\$ 2.635.700,00 na aquisição de 607 kits e 25 mil apostilas, alcançando cerca de 50 escolas municipais (JOÃO PESSOA, 2010).

Percebe-se então o interesse dos governantes em utilizar tais ferramentas para acrescentar nas metodologias de ensino, no entanto, os custos se apresentam volumosos quando se deseja alcançar uma parcela significativa dos estudantes.

2 OBJETIVOS

Esse projeto teve como objetivo principal desenvolver a estrutura física de um robô e seu respectivo software, ambos de baixo custo, para ser utilizado como ferramenta de robótica educativa para escolas públicas.

2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- Criar perspectivas para desenvolvimento de projetos integrando áreas multidisciplinares, como física, matemática, eletrônica, informática, dentre outras, no ambiente escolar;
- Proporcionar uma alternativa viável de projeto de extensão comunitária, realizando posteriormente, após a concepção do projeto, produção em maior escala e cursos de formação de multiplicadores, disseminando o projeto em várias escolas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de desenvolvimento do robô de baixo custo foi dividida em três etapas.

A primeira etapa foi dedicada à definição do modelo de robô e dos seus componentes (estrutura mecânica, controlador, sensores, atuadores) e aquisição dos mesmos. Para tanto foi realizada uma pesquisa com enfoque na necessidade de aproveitar materiais de sucata para criar a estrutura física do robô e nos componentes que poderiam ser aproveitados de equipamentos eletrônicos e computacionais. No entanto percebeu-se que o uso da sucata condiciona a reprodução do robô à presença de sucata específica, o que poderia se tornar um entrave em etapas futuras do projeto. Dessa forma focou-se na utilização de componentes de baixo custo ou sensores construídos.

Nesta etapa de desenvolvimento o Arduino foi definido como software de interação usuário/robô. O Arduino foi escolhido por diversos motivos, entre outros por possuir uma interface simples e de fácil programação, além de ser uma ferramenta gratuita e com bastante suporte, tanto para os que estão iniciando como também para aqueles que já têm certa experiência. Esse ambiente de desenvolvimento utiliza uma linguagem baseada em linha de código, que tem sintaxe semelhante à linguagem C e possui ampla documentação à respeito de suas funcionalidades. Na figura 1 é apresentada a tela de programação do software Arduino.

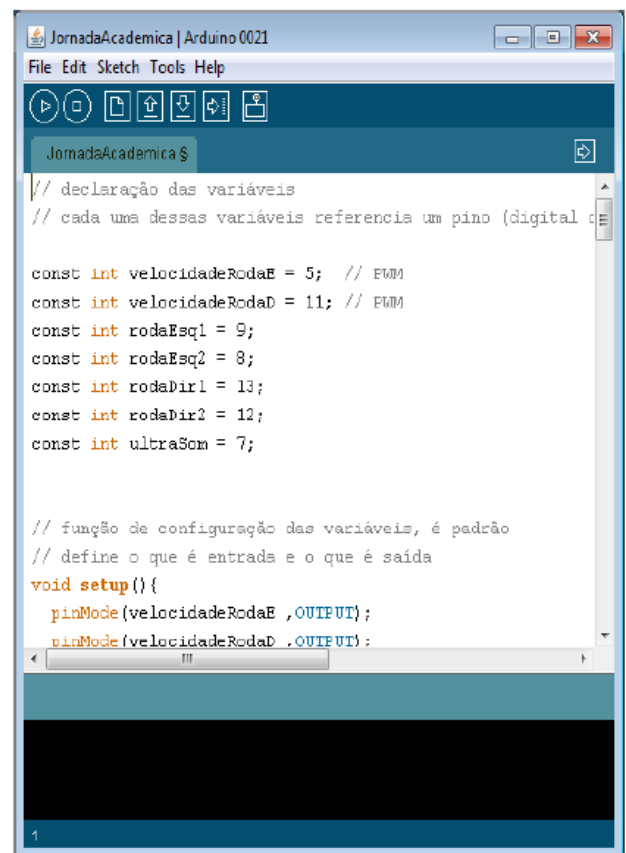


Figura 1 – Tela de programação do software Arduino

Ainda na primeira etapa foi realizado um estudo sobre conceitos de mecânica, eletrônica e programação para fundamentar o desenvolvimento do robô. Esse estudo teve grande importância no decorrer do projeto, pois nele se baseou todo o processo de projeto e construção do robô.

O controlador escolhido para o robô foi o Seeeduino Atmega 328, da família Arduino, e tal como o software, tem arquitetura aberta, flexível e é uma das plataformas de menor custo no mercado. No controlador estão ligados os componentes do robô, como os sensores e atuadores, por exemplo. Esse controlador possui 8 pinos analógicos e 14 pinos digitais, pinos de 5V e GND, os quais podem ser estendidos através de ligações bastante simples, tornando assim a placa bastante versátil. Além disso, o Seeeduino Atmega 328 possui memória de 32KB e comunicação USB, para transmissão de programa e comunicação serial, a figura 2 apresenta o controlador.



Figura 2 – Controlador ATMega328

Para controle dos motores foi utilizada uma ponte-H, modelo L298 da Seeeduino. Ponte-H é um circuito eletrônico que tem como função controlar um ou mais motores de corrente contínua e permitir que estes girem em ambas as direções. Para cada motor conectado à ponte-H são necessárias três das entradas digitais da placa de circuito, sendo que dessas três, uma tem a função de enviar o sinal de PWM (Modulação por Largura de Pulso) que define a velocidade do motor e as outras duas funcionam como controle do sentido de rotação do motor podendo ser horário ou anti-horário. A ponte-H utilizada é apresentada na figura 3.

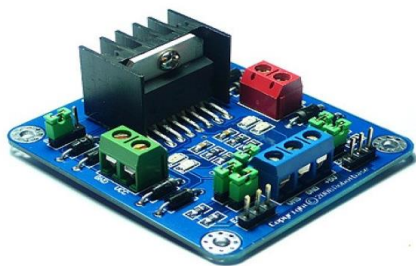


Figura 3 – Ponte-H

Os sensores utilizados no projeto foram sensor ultrassom e sensor infravermelho. O sensor ultrassom é utilizado para detectar a distância de obstáculos e o sensor infravermelho utilizado para detectar linha de cores predefinidas.

Os sensores ultrassom são instrumentos que tem a função de detectar ou medir a distância da posição de determinado objeto através da emissão de pulsos de sinal ultrassônico. Para tanto, quando solicitado, um pulso ultrassônico é transmitido pelo sensor, e quando refletido por um objeto, retorna um sinal ultrassônico, chamado eco, que é convertido em um sinal elétrico, através do controlador do sensor. A variável medida é o tempo de trajeto (de ida e volta) do sinal ultrassônico entre a face do sensor e a superfície do objeto, cujo resultado é utilizado no cálculo da distância, considerando-se ainda que a velocidade de propagação do ultrassom no ar é praticamente constante.

O modelo SEN136B5B da Seeeduino é bastante utilizado em robótica móvel, este sensor tem um alcance que vai de 3 cm a até 4 m de distância, sendo que seu melhor ângulo de atuação é 30°, e funciona com uma fonte de alimentação de 5 Vcc. O sensor possui dois transdutores: um para transmissão e outro para recepção. A figura 4 apresenta o sensor de ultrassom.



Figura 4 – Sensor ultrassom

O sensor de infravermelho é constituído de dois LED's, onde um LED emite luz infravermelha e o outro recebe a reflexão proveniente da emissão. A luz infravermelha emitida pelo primeiro LED só pode ser vista pelo receptor se ela estiver focada em um ambiente branco funcionando como um espelho. Quando a luz infravermelha bate no solo claro, é refletida de volta a ponto de bater no LED receptor. Já a cor preta não possui a capacidade de refletir a luz, por isso não retorna para que o LED receptor possa enxergá-la. A figura 5 apresenta o sensor infravermelho utilizado.



Figura 5 – Sensor infravermelho

A segunda etapa consistiu na criação do robô, desenvolvimento do software e dos testes de integração. Essa etapa foi subdividida em duas partes, sendo a primeira dedicada à montagem da estrutura física (carcaça) do robô e a segunda ao acoplamento dos componentes como controlador, sensores, atuadores e ponte-H nessa estrutura.

A estrutura física proposta é apresentada na figura 6, onde pode-se ver a disposição dos sensores e motores.

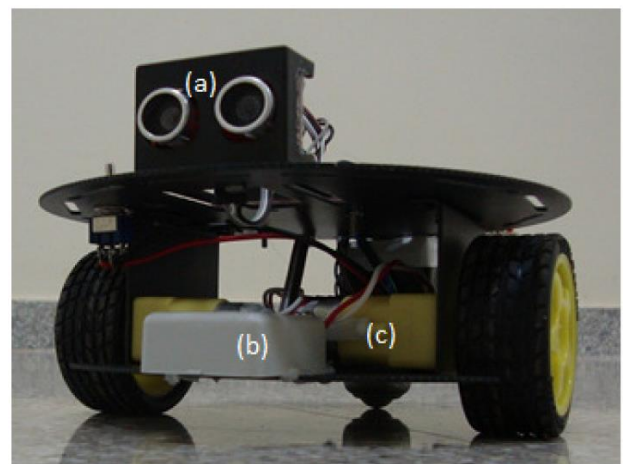


Figura 6 – Protótipo do robô de baixo. Sendo (a) Sensor ultrassom, (b) Sensor infravermelho, (c) Motor.

Assim, com a estrutura física e os seus componentes já definidos e devidamente montados, iniciou-se o desenvolvimento do software para o mesmo. Foram desenvolvidas várias aplicações para o robô, entre elas destacam-se:

- Software para desvio de obstáculos: esse programa utiliza o sensor de ultrassom e os atuadores para realizar seu objetivo. A função desse programa é permitir a locomoção independente do robô sem que este tenha seu percurso paralisado por obstáculos. Assim foi desenvolvido um algoritmo que permite ao robô, assim que este encontra um obstáculo, imediatamente tratar a situação-ambiente e alterar sua rota, desviando-se do mesmo;
- Software para identificação de cores e percurso de trajetória: o programa utiliza um sensor de infravermelho para obter a reflexão do piso e transformá-la em um valor numérico que representa um valor. Assim o robô pode encontrar uma linha de determinada cor e segui-la, percorrendo uma trajetória pré-definida;

A última parte dessa etapa foi voltada à realização de testes de integração, que tiveram como função refinar e melhorar as rotinas de programação do robô com o intuito de manter a facilidade de programação e interação com o mesmo. Nesta etapa, o robô e software foram apresentados para profissionais da área de educação e informática para que suas opiniões pudessem acrescentar em melhorias para o projeto.

A terceira etapa do projeto foi dedicada ao desenvolvimento e aplicação de atividades com alunos de escola pública. Para tanto, 10 alunos do 2º ano do ensino médio técnico de informática foram convidados para um curso de extensão, no qual robô e software foram apresentados e atividades foram propostas e realizadas com o intuito de avaliar capacidades, interesse e aprendizado, através de testes e questionários de questões objetivas e subjetivas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o mês de junho/2011 foi realizado um curso de extensão em robótica com os alunos do 2º ano do ensino médio técnico do Instituto Federal de Goiás, campus Inhumas, com duração de 25 horas. Esse curso teve como objetivo apresentar a robótica de uma forma simples e aplicada, alternado entre teoria e prática, e desenvolvendo atividades específicas e também interdisciplinares.

Foi observado grande interesse dos alunos sobre o robô, tanto sobre seus componentes, placa controladora e sensores, como também pela sua programação. A nova ferramenta, de início só conhecida pelos alunos através de meios de comunicação como televisão e internet, despertou a curiosidade e estimulou o aprendizado sobre o assunto. Essa reação dos alunos foi avaliada como muito positiva, pois a motivação impulsiona à investigação, a interação, a busca por respostas e conseqüentemente, um melhor aprendizado.

Percebeu-se de todos os alunos uma grande aprovação quanto à realização de atividades práticas, uma vez que em sua grade curricular normal as avaliações e atividades são geralmente teóricas. O resultado dessa mudança de metodologia foi um maior interesse dos alunos além de melhora na atenção e na

assimilação do conteúdo aplicado, que em sua maior parte pôde ser convertido em atividades com o robô.

Quando é possibilitado ao aluno ver na prática o resultado de seu esforço, fica claro como isso tem influências positivas sobre o aprendizado e até mesmo sobre fatores psicológicos do aluno, como autoconfiança e motivação.

Ao final do curso de extensão os alunos responderam a um questionário de avaliação do método de multidisciplinaridade utilizando a robótica como ferramenta auxiliar de ensino.

Os alunos avaliaram o aprendizado teórico e prático durante o período do curso, sendo que cerca de 80% avaliaram como bom e 20% como ótimo. A influência positiva do curso de robótica em outras disciplinas da grade curricular, como algoritmos e física, foi avaliada como muito positiva ou positiva por cerca de 70% dos alunos.

O aumento de interesse na área de robótica foi avaliado como muito por cerca de 80% dos alunos e médio por cerca de 20%. Já o aumento na área de exatas, que é um dos objetivos da robótica educativa, foi avaliado como muito por cerca de 20% dos alunos e médio por cerca de 60%. Percebe-se que o curso alcançou seus objetivos apresentando a robótica a alunos do ensino médio de uma escola pública e tendo boa aceitação e aprendizado pelos alunos.

Apesar de o projeto ainda não ter sido aplicado para alunos do ensino fundamental e médio não técnico, já está sendo desenvolvida uma metodologia que se aplique de maneira mais adequada aos conhecimentos desses alunos. A ideia fundamental é que o robô e o projeto que envolve a sua utilização sejam aproveitados por todos os alunos, sejam do ensino fundamental, médio ou técnico, se adequando a cada uma dessas etapas do ensino.

Como os alunos que participaram do curso de extensão já tinham a matéria de algoritmos em sua grade curricular, a metodologia adotada nesse caso foi a utilização de linguagem de programação para desenvolver o software do robô. Foram introduzidos os comandos básicos e as principais funções da linguagem, e assim os próprios alunos conseguiram desenvolver aplicações para o robô utilizando o ambiente tradicional da Arduino.

No caso dos alunos de ensino fundamental e médio não técnico seria complicado ou até inviável aplicar conteúdos como a programação através de linguagem, uma vez que suas matrizes curriculares não oferecem esse embasamento, que é mais voltado para o ensino técnico. Por causa disso, outras formas de programação do robô devem ser cogitadas e estudadas para que seja possível a sua utilização nesses casos.

Enfim, a metodologia a ser utilizada deve se adequar ao nível dos alunos, ser adaptada a eles, e não o contrário. Para isso podem ser utilizadas outras ferramentas que não sejam baseadas no desenvolvimento através de linguagens de programação, como é o caso da plataforma Amici, que é um ambiente de desenvolvimento voltado para a programação através de blocos.

O ambiente Amici, ao contrário do ambiente Arduino tradicional, não utiliza código para o desenvolvimento de suas aplicações, e sim uma gama de blocos com rotinas pré-

definidas, onde cada programa pode ser construído através de uma interface baseada em arrastar e montar, o que a torna bastante acessível aos alunos que não tem conhecimento de programação, mesmo para os alunos do ensino fundamental.

Quanto às atividades que podem ser desenvolvidas tendo o robô como ferramenta auxiliar, elas devem ser planejadas, modeladas e aplicadas de acordo com a etapa do ensino que esteja em foco, para que não venham causar impactos quanto ao nível de aprendizado dos alunos, e assim, melhores resultados possam ser obtidos.

5 CONCLUSÕES

O projeto de um protótipo de robô de baixo custo desenvolvido possui um custo de cerca de R\$ 200,00. A tabela 1 apresenta o custo do projeto em seu estado atual.

Tabela 1 – Custo do protótipo do robô de baixo custo

Equipamento ou componente	Custo (R\$)
Controlador ATmega328P	R\$ 38,00
Sensor de ultrassom SEN136B5B	R\$ 25,00
Módulo ponte H L298N	R\$ 48,00
Estrutura robótica metálica	R\$ 86,00
Total	R\$ 197,00

Esse custo ainda pode ser diminuído através da confecção de um módulo de ponte-H próprio e uma estrutura física utilizando materiais alternativos como madeira ou acrílico. A alteração do robô para diminuição deste custo será realizada em trabalhos futuros.

O robô apresentou resultados satisfatórios quando aplicado a alunos do ensino médio em um curso de extensão. Em trabalhos futuros serão realizados experimentos com o uso do software de programação Amici com alunos do ensino fundamental.

Através desses resultados percebe-se que robótica é uma nova e poderosa ferramenta que pode e deve ser aproveitada para o ensino nos dias de hoje. Assim como a informática foi aos poucos sendo adotada e integrada às escolas e atualmente é largamente utilizada para o ensino, novas ferramentas educacionais devem ser buscadas como forma de aproximar o aluno das novas tecnologias.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

JOÃO PESSOA. Projeto Robótica Educativa é ampliado para mais 50 escolas. Disponível em <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/noticias/?n=11420>. Acesso em: 20 de agosto 2010.

Agecom. Escolas estaduais participam de projeto piloto de robótica. Disponível em <http://www.realizaneuws.com.br/noticias/GO-Escolasestaduais-participam-de-projeto-piloto-de-robotica>. Acesso em: 20 de agosto de 2010.

Arduino. Home Page. Disponível em <http://arduino.cc>. Acesso em: 15 de maio de 2011.

Benitti, F. B. V.; VAHLICK A.; URBAN, D. L.; KRUEGER, M. L.; HALMA A. Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. Disponível em www.sbc.org.br/bibliotecadigital/download.php?paper=1282. Acesso em: 12 de agosto de 2010.

Enciclopédia Biosfera. Aplicação de novos meios tecnológicos – Criação de Robôs de Baixo Custo para o Desenvolvimento da Robótica Educacional nas Escolas Públicas. Disponível em <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010/aplicacao%20de%20novos.pdf>. Acesso em: 4 de abril de 2011.

Monticelli, A. (1983). Fluxo de Carga em Redes de Energia Elétrica. Edgar Blucher, Rio de Janeiro – RJ.

Lego Groups. Lego Home. Disponível em: <http://mindstorms.lego.com>. Acesso em: 14 de maio de 2011.

Schons, Claudine; Primaz, Érica; Wirth, G. A. Pozo. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem, disponível em inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2217.pdf. Acesso em: 20 de agosto de 2010.

Seed Studio Works. Home Page. <http://seedstudio.com> Acesso em: 2 de outubro de 2010.

Souza, David J. de. Desbravando o PIC. Ed. Érica, São Paulo, SP, 2000.

Telles, Marcelo Josué. Informática na Educação. Disponível em www.marcelo.kinghost.net/ufrgs/CINTED/rosaRosangela/Apresentacao.pdf. Acesso em: 25 de agosto de 2010.

Thomazini, Daniel; Braga, Urbano. Sensores Industriais – Fundamentos e aplicações. Ed Érica, São Paulo, SP, 2009.

PROJETO MECÂNICO DE UM ROBÔ HUMANÓIDE PARA COMPETIÇÕES NA HUMANOID LEAGUE – FUTEBOL DE ROBÔS

Milton Peres Cortez Junior, Flavio Tonidandel*, Reinaldo A. C. Bianchi

*flaviot@fei.edu.br

Centro Universitário da FEI
Av. Humberto de Alencar Castelo Branco,
CEP 13081-970 – São Bernardo do Campo SP Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: O presente trabalho consiste na descrição do projeto e construção de um robô humanoide, destinado a aplicações em pesquisa e apto a participar de competições de futebol de robôs organizadas a nível mundial pela Robocup. Para tanto, o projeto obedece aos moldes da Humanoid-League KidSize. Além da descrição do projeto, são introduzidos os conceitos de ZMP (Zero Moment Point) (Vukobratovic e Borovac, 2004) e CoP (Center of Pressure) (Sardain e Bessonnet, 2004), importantes referências a respeito da dinâmica bípede e que posteriormente favorecerão o controle do robô.

PALAVRAS-CHAVE: Robôs Humanóides, Locomoção Bípede, Futebol de robôs, Robocup, Humanoid League.

ABSTRACT: This text describes the design and construction of a humanoid robot, designed for applications in research and able to participate in robot soccer competition organized by Robocup, according to the Humanoid League.

KEYWORDS: Robôs Humanóides, Futebol de robôs, Locomoção Bípede, Robocup, Humanoid League.

1 INTRODUÇÃO

Robôs antropomórficos constituem apenas uma pequena parcela dos vários tipos de robôs já existentes, mas certamente, quando se pensa em robôs eles são a primeira imagem que vem às nossas mentes. Há muitos anos cientistas e engenheiros de diversas áreas buscam o desenvolvimento de máquinas semelhantes a nós, mas ainda hoje o mais comum de encontrar são robôs dedicados a algum tipo específico de serviço. Robôs humanóides apresentam uma grande complexidade construtiva pelo seu grande número de articulações e principalmente por sua locomoção sobre duas pernas. Deste modo, são poucos os trabalhos que tratam com profundidade da construção dos robôs bípedes.

Este artigo foca no desenvolvimento de um robô humanoide, desde sua concepção até a constituição de um protótipo em tamanho real. Na seção 2 será apresentada a dinâmica de um robô humanoide. A seção 3 detalha o projeto desenvolvido para que na seção 4 seja descrito o protótipo desenvolvido.

2 DINÂMICA HUMANÓIDE

Em se tratando de robôs móveis com quatro ou mais pernas, é possível garantir a estabilidade levando em consideração apenas critérios de equilíbrio estático, pois é possível realizar o movimento mantendo até três apoios em contato com o solo (Nicholls, 1998). Em contra partida, nos robôs bípedes tem-se apenas um ponto de apoio durante a troca de pernas, sendo assim é necessário considerar as características dinâmicas do robô para garantir estabilidade e equilíbrio durante a caminhada. Os critérios do equilíbrio estático regem a geometria construtiva do robô, enquanto que, de uma maneira comparativa, a dinâmica possui maior influência na forma e intensidade com que o robô realiza os movimentos, exercendo uma influência menor em suas características construtivas. Não obstante, deve-se conhecer as limitações oriundas da dinâmica para que não seja projetado um sistema incapaz de manter a estabilidade durante o movimento.

Existem diversas abordagens e métodos acerca do equilíbrio dinâmico em movimentação bípede, contudo a grande maioria é baseada nos conceitos do Zero Moment Point e Center of Pressure. Uma breve descrição desses conceitos é apresentada adiante.

2.1 Zero Moment Point

Em robôs humanóides todas as juntas do mecanismo são motorizadas e podem ser diretamente controladas, com exceção do contato entre o chão e o pé do robô, que se pode considerar como um grau de liberdade adicional. Esse vínculo tem extrema importância na movimentação, pois nele localiza-se o vértice do ângulo formado entre o solo e o pé, tal ângulo exerce influência sobre o tipo de estabilidade da caminhada (estabilidade estática ou dinâmica).

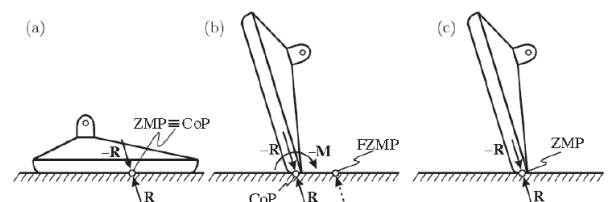


Figura 1 – Vínculo entre pé e solo / posição do ZMP. Pé totalmente apoiado, (b) pé inclinado e ZMP fora do vértice, (c) pé inclinado e ZMP no vértice.

Pelo fato de não ser motorizado, esse novo grau de liberdade não pode ser controlado diretamente como os outros. Decorrente disso surgem as dificuldades no controle e estabilidade do robô. Dessa forma o indicador geral do comportamento do mecanismo é o ponto onde a influência de todas as forças atuantes sobre o sistema pode ser substituída por uma única força. Esse ponto é denominado Zero Moment Point, que doravante trataremos por ZMP. A teoria deste método foi proposta por Vukobratovic e Juricic há aproximadamente quarenta e dois anos (Vukobratovic et al, 2004) e por muito tempo foi utilizada como único procedimento na síntese da movimentação bípede. Ainda hoje é largamente utilizada em conjunto com outras teorias, sendo indispensável no controle bípede, por estabelecer a avaliação das forças dinâmicas de reação do solo. Atualmente pode-se fazer uso do ZMP para qualquer tipo de junta passiva (sem motorização), além do vínculo entre o pé e o solo, é aplicável ao balanço livre dos braços durante a caminhada.

2.1.1 Equacionamento do ZMP

O ZMP é definido como o ponto sobre o solo onde a resultante de todas as forças inerciais e da gravidade não possui componente ao longo do eixo horizontal. Em outras palavras, é o ponto onde $M_x = 0$ e $M_y = 0$, M_x e M_y representam o momento em torno dos eixos x e y , gerada respectivamente pela força de reação F_r e momento de reação T_r .

Matematicamente o ZMP está definido como a seguinte função:

$$P_{ZMP} = (x_{ZMP}, y_{ZMP}, 0) \in S \quad (1)$$

Onde P_{ZMP} é o ponto dado pelas coordenadas x e y e S é a região que delimita a superfície de suporte sob os pés. Enquanto o P_{ZMP} encontra-se dentro da região S o contato entre o solo e o pé é estável.

De modo a simplificar a análise considera-se para a fase uni-apoiada (posição onde apenas um pé toca o solo) [Fig. 2(a)], que o pé encontra-se totalmente em contato com o solo e substitui-se os efeitos da estrutura acima do tornozelo pela força F_A e momento M_A [Fig. 2(b)].

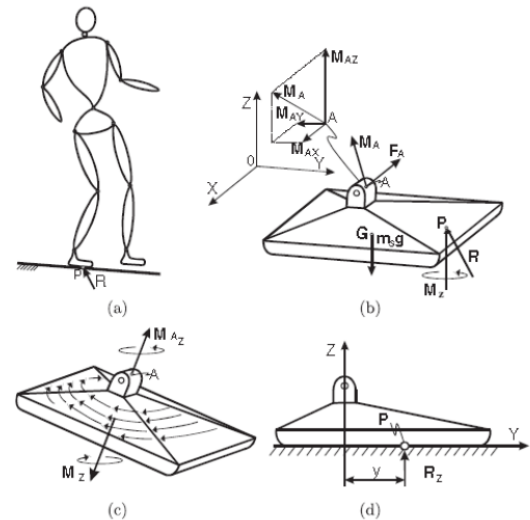


Figura 2 – Aproximação das forças agindo sobre mecanismo

Admitindo que não exista escorregamento relativo. As forças de reação do solo consistem das três componentes da força R (R_x, R_y, R_z) e do momento M (M_x, M_y, M_z), onde as componentes (R_x, R_y) representam as forças de fricção que contrabalançam as componentes horizontais de F_A , enquanto que o momento M_z [Fig. 2(c)] é o momento de fricção que faz oposição a M_A , evitando o escorregamento.

Enquanto o robô está parado, o ponto P corresponde ao centro de gravidade do sistema, projetado sobre o polígono de suporte S por F_A e M_A , entretanto, sob os efeitos da dinâmica, o ponto P onde agem R e M_z é deslocado de y [Fig. 2 (d)]. Se o polígono de suporte S não for grande o suficiente para suportar o deslocamento y , R atuará na borda do pé ocasionando a rotação. Aplicando as equações da estática para a fase uni-apoiada:

$$R + F_A + m_s g = 0 \quad (2)$$

$$\vec{OP} \times \vec{R} + \vec{OG} \times m_s g + M_A + M_z + \vec{OA} \times F_A = 0 \quad (3)$$

Onde O é a origem do sistema de vetores, A é a articulação do tornozelo, m_s a massa do robô e g a aceleração da gravidade. Deslocando a origem do sistema para o ponto P , obtém-se a partir da equação (3):

No plano vertical

$$M_z = -(M_A^V + (\vec{OA} \times F_A)^V) = 0 \quad (4)$$

No plano horizontal

$$\vec{OG} \times m_s g + M_A^H + (\vec{OA} \times F_A)^H = 0 \quad (5)$$

2.2 Center of Pressure

Considerando-se o robô apoiado apenas em uma das pernas, existe uma carga distribuída (de reação do solo) agindo sob o pé, essa carga pode ser substituída por uma única força resultante em um ponto onde a somatória dos momentos é nula (Sardain et al, 2004). Este ponto denomina-se Center of Pressure, abreviadamente tratado por CoP. Esse conceito é bastante parecido com o de ZMP, entretanto, este último está relacionado às forças transmitidas sem contato (gravidade, inércia), enquanto que o conceito de CoP está atrelado às

forças transmitidas por contato e por isso, ao contrário do ZMP, não pode existir fora da área do polígono de suporte S.

Assim defini-se

$$PCoP = \{(x_{CoP}, y_{CoP}, 0) \in S\} \quad (6)$$

$$M_{CoP}^x = 0; \quad M_{CoP}^y = 0 \quad (7)$$

3 PROJETO

3.1 Graus de liberdade

Pode-se entender como grau de liberdade os deslocamentos lineares ou angulares realizados em relação a um sistema de eixos cartesianos, no caso particular das juntas de articulação do robô, existem apenas movimentos rotacionais, podendo chegar a três graus de liberdade por junta (Iida et al., 2009).

O corpo humano possui uma quantidade muito grande de graus de liberdade, entretanto, para o objetivo deste trabalho, um robô capaz de caminhar e jogar futebol, não são necessários todos esses graus de liberdade. Por isso, realizou-se uma análise da quantidade necessária de graus de liberdade para um caminhar semelhante ao humano, assim como a quantidade para os movimentos periféricos de braços e pescoço utilizados durante os jogos. Nessa análise realizou-se observação acerca do corpo humano em movimento, posteriormente confrontou-se a quantidade de graus de liberdade, com a utilizada em robôs do mesmo porte, assim como, a quantidade empregada por outras equipes participantes da Humanoid-League da Robocup, conforme exibido na tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo entre as equipes da Humanoid League

Equipe	País	Altura (cm)	Massa (kg)	GDL ¹
Cyberlords	México	37	1,35	18
Robo-Erectus Jr.	Singapura	52	3,3	18
WF Wolves	Alemanha	36	1,5	18
UChile RoadRunners	Chile	52,3	3,3	18
RO-PE	Singapura	57	3,5	19
UofM Humanoids Kid	Canadá	41		19
ZJUDancer	China	55	3	20
Persia	Iran	38	1,6	20
SItiK KIT	Japão	59	5	20
Persian Gulf	Iran	45	2,2	20
CIT Brains	Alemanha	59,5	3,5	20
NumbRo KidSize	Alemanha	60	4	20
VT Darwin	USA	56	3,6	20
RoboPatriots	USA	?	?	20
aiRobot	Taiwan	55	3,2	21
Darmstadt Dribblers	Alemanha	57,5	3,34	21
Bobogots TecMTY	México	43,26	2,1	21
PIONEROS Mexico	México	?	?	21
Kmutt	Tailândia	49	3	22
Fumanoid	Alemanha	60	4,32	22
PUMAS-UNAM	México	43,2	2,4	22
TKU	Taiwan	46	3,6	26
Robo Noble	Iran	58	4,9	28

Dados obtidos das respectivas descrições dos times, disponíveis em: <http://www.tzi.de/humanoid/>

Vale observar, que as equipes que utilizam acima de 22 graus de liberdade nos robôs, empregam tais graus de liberdade em movimentos redundantes ou em funções não prioritárias durante o jogo, como por exemplo, articulação dos dedos das mãos do robô. Contudo, abaixo de 20 graus de liberdade são negligenciados movimentos do quadril, importantes para o equilíbrio e que ajudam o robô a levantar-se por conta própria quando necessário.

Dessa forma, concluiu-se que seriam suficientes 22 graus de liberdade, distribuídos da seguinte forma: seis em cada uma das pernas, três em cada braço, dois no tronco e dois no pescoço, conforme representado esquematicamente na figura 3.

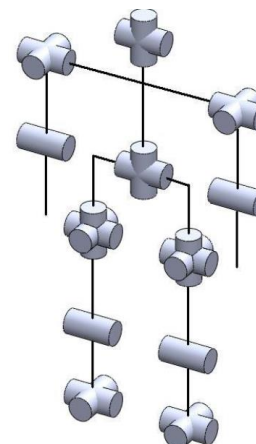


Figura 3 – Representação esquemática dos graus de liberdade

3.2 Servo-Motores

Cada um dos graus de liberdade tem seu movimento realizado por um motor. Os componentes mais importantes do robô são os motores, pois tem influência direta na velocidade e precisão dos movimentos. Para um robô do porte pretendido neste projeto é seguro considerar que os motores representam aproximadamente 40% da massa total do robô. Sendo assim, multiplicando as massas encontradas em catálogos pelo número de graus de liberdade, pode-se estimar o torque necessário para cada motor. Selecionou-se, com isso, o servo-motor RX-28 da Dynamixel, figura 4, pois além de atender às características de torque e precisão desejadas, possui uma geometria que favorece a sua alocação e fixação na estrutura do robô.



Figura 4 – Servo-motor RX-28

3.3 Disposição dos servo-motores

Após escolhidos os servo-motores é possível definir a sua disposição no robô. É de fundamental importância notar que existem diversas limitações geométricas nesta etapa. Diferente da idéia esquemática dos graus de liberdade, aqui não é possível haver intersecções entre os eixos de rotação, pois obviamente um motor não pode invadir o espaço físico do outro. Além disso, deve haver espaço suficiente para que a articulação possa realizar seu movimento sem colidir com outras partes do robô e não menos importante, os motores devem respeitar os limites geométricos da forma humanoide.

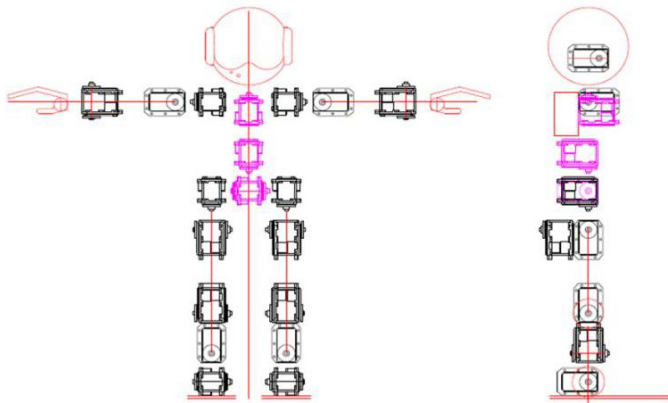


Figura 5 – Disposição dos servo-motores

Na figura 5 são representados os motores nas posições que atendem aos respectivos graus de liberdade do robô.

3.4 Estrutura Metálica

No projeto da estrutura metálica é necessário garantir a mobilidade necessária para cada uma das articulações, evitando colisões e interferências de movimentos simultâneos. Diferente dos motores onde é possível alterar apenas a disposição e não a forma, na estrutura metálica é possível usinar cada peça da forma que se preferir. Por esse motivo definiu-se previamente a disposição dos motores e só então iniciou-se o projeto da estrutura.

Para o projeto de cada uma das peças procedeu-se da seguinte maneira. Desenhou-se em duas dimensões os motores e avaliou-se o movimento relativo entre eles. Na sequência definiu-se as distâncias de forma a manter coerentes a anatomia e funcionamento do robô. Para cada um dos motores desenhou-se linhas de construção em vermelho delimitando a região livre necessária aos seus movimentos e assegurando que não houvesse intersecção entre essas regiões garantiu-se o funcionamento sem colisões.

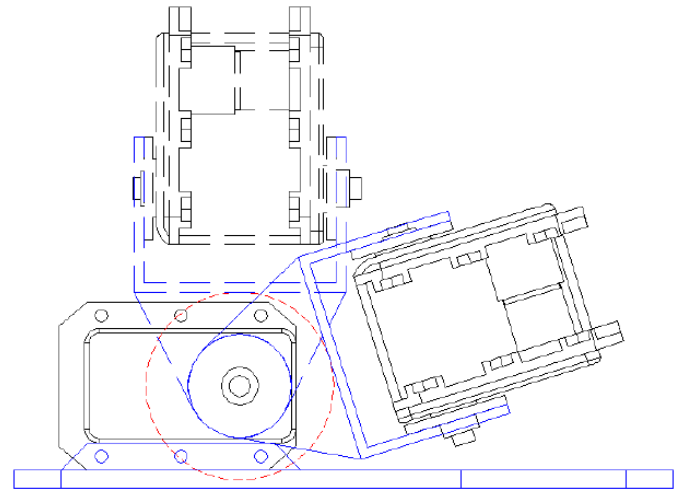


Figura 6 – Articulações do pé e tornozelo

O procedimento é exemplificado nas figuras 6 e 7, onde são exibidas as articulações da perna. Cada perna é composta por cinco motores, dois respectivamente, para a articulação frontal e lateral do pé, um para o joelho e mais dois para a elevação frontal e lateral da coxa. Em preto representou-se as linhas do motor, em vermelho delimitou-se a região do movimento e em azul desenhou-se as peças.

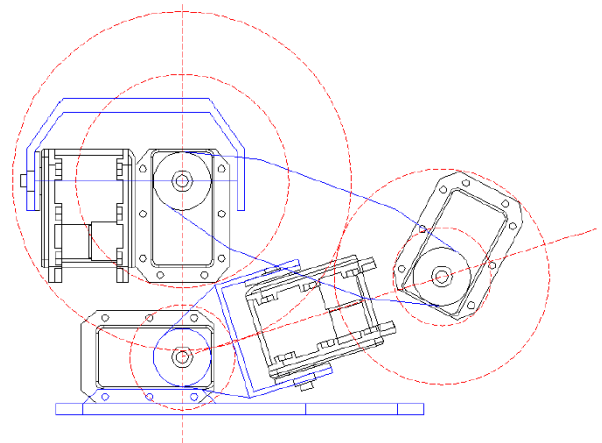


Figura 7 – Articulações da perna

Posteriormente analisaram-se as possíveis formas de fixação aos motores e desenhou-se o modelo 3D de cada uma das peças buscando a forma mais simples e conveniente ao seu funcionamento, conforme pode ser observado na figura 8.

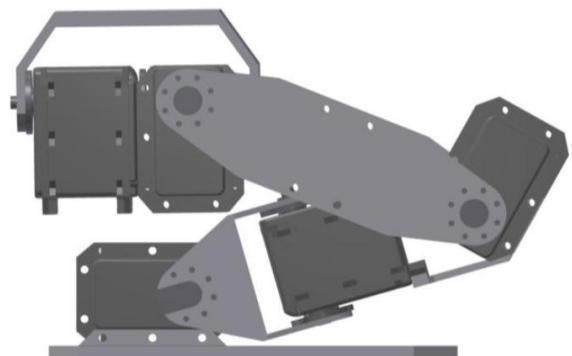


Figura 8 – Modelo 3D da perna

Por fim verificou-se por meio de elementos finitos a resistência de cada uma das peças, alterando quando necessário as espessuras, de forma a manter as tensões provenientes da solicitação mecânica dentro de uma faixa admissível. Conforme pode ser observado na figura 8, a tensão máxima não ultrapassa 25MPa, valor bastante inferior aos 152MPa do material utilizado, a liga de alumínio 6351.

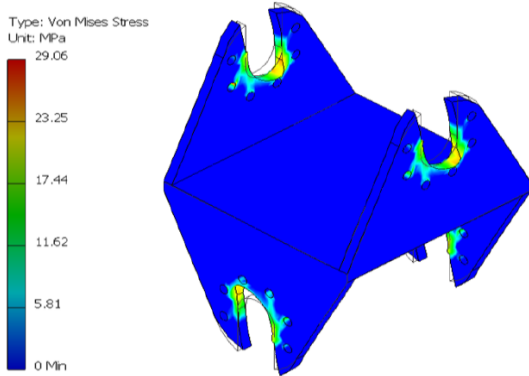


Figura 9 – Análise por elementos finitos

Utilizando-se de um software de CAD 3D montaram-se todos os componentes, resultando no conjunto exibido na figura 10. Concluiu-se então a etapa de projeto verificando por meio do software, o movimento relativo entre todos os componentes, analisando-se ainda, a posição do centro de massa ao longo de uma passada do robô, conforme a figura 11.

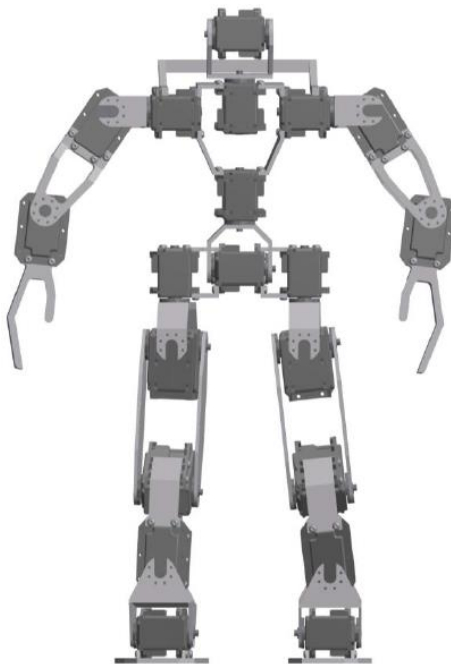


Figura 10 – Modelo 3D da Estrutura mecânica do robô

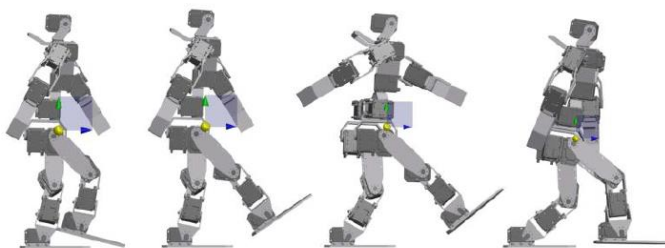


Figura 11 – Análise do centro de massa ao longo de uma passada

4 CONSTRUÇÃO

4.1 Usinagem de peças

Utilizando-se do maquinário disponível nos laboratórios mecânicos do Centro Universitário da FEI, usinaram-se as peças do robô conforme o projeto. Organizou-se a usinagem dividindo-se a grande variedade de peças em quatro subconjuntos: pernas (a), tronco (b), braços (c) e quadril (d), conforme exibido na figura 12.

Como material utilizou-se o Alumínio 6351, devido ao seu baixo peso específico e boa resistência mecânica, adequadas às exigências do projeto.

Concluídos os subconjuntos, realizou-se a montagem das peças e servo-motores, obtendo-se o a estrutura mecânica do robô (figura 13).

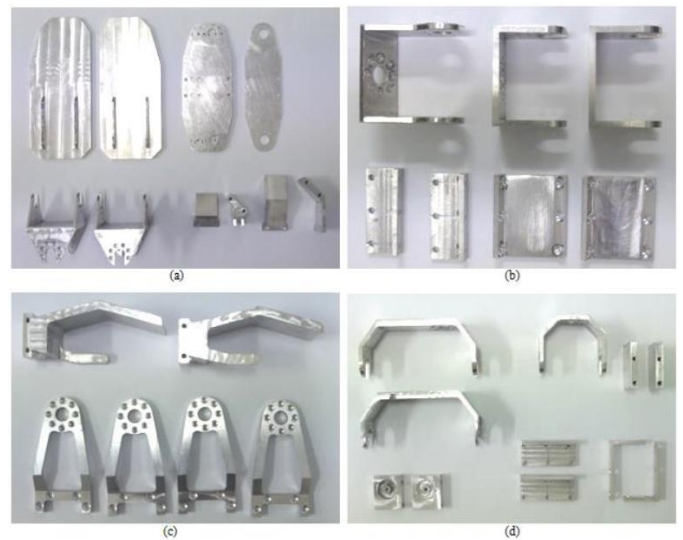


Figura 12 – Conjuntos de peças usinadas



Figura 13 – Estrutura mecânica do robô

5 CONCLUSÃO

Finalizou-se até então a construção do protótipo mecânico, possibilitando futuramente, com o advento de sua eletrônica, pesquisas acerca da dinâmica de locomoção bípede, assim como, a participação em competições da Humanoid-League de futebol de robôs.

O protótipo construído atendem as especificações técnicas definidas e simuladas anteriormente, permitindo o avanço futuro de pesquisas na área.

AGRADECIMENTOS

À equipe RoboFEI, ao Centro de Laboratórios Mecânicos da FEI e ao Centro Universitário da FEI pelo suporte ao projeto.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Vukobratovic, Miomir e Borovac, Branislav (2004). “Zero-Moment Point — Thirty Five Years Of Its Life”. *International Journal of Humanoid Robotics*, Vol. 1, No. 1, pp 157–173.
- Sardain, Philippe; Bessonnet, Guy (2004) “Forces Acting on a Biped Robot. Center of Pressure - Zero Moment Point”. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, Vol. 34, No. 5,
- Nicholls, Elliot (1998). “Bipedal Dynamic Walking in Robotics”. Honours Thesis - The University of Western Australia; Department of Electrical and Electronic Engineering
- Iida, Fumiya; Minekawa, Yohei; Rummel, Jürgen e Seyfarth, André (2009). “Toward a human-like biped robot with compliant legs”. *Robotics and Autonomous Systems* 57, pp139-144.



PROJETO NINHO DE PARDAIS: RESULTADOS E IMPACTOS DE UMA EXPERIÊNCIA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Marcel Danilo Alves Siqueira, André Luiz Salvat Moscato, Ligia Cristina Bitencourt, Adriana Herden, Marcos Banheti Rabello Vallim*

*mvallim@utfpr.edu.br

Centro de Experimentação Ninho de Pardais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio
Avenida Alberto Carazzai, 1640
CEP 86300-000 – Cornélio Procopio PR Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este trabalho apresenta uma experiência educacional de integração do Ensino Superior com o Ensino Médio, visando incentivar estudantes das escolas públicas continuarem seus estudos em nível superior através de carreiras na área da ciência e tecnologia, principalmente nas engenharias. A experiência, denominada “Projeto Ninho de Pardais”, é desenvolvida pela UTFPR, no Norte do Paraná, e tem apoio da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, como parte das ações de implementação do Programa de Melhoria e Valorização da Engenharia – PROMOVE. No presente trabalho é discutido o contexto de desenvolvimento do projeto, incluindo os objetivos, metas físicas, e os resultados esperados, bem como os resultados alcançados e os impactos observados.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Tecnológica, Robótica Educacional, Metodologia de Ensino-Aprendizagem.

ABSTRACT: This paper presents an educational experience of integration between the schools of Engineering and the High School, which aims to encourage public school students continue their studies at undergraduate level through careers in science and technology, especially in engineering. The experiment, called “Projeto Ninho de Pardais” (Nest of Sparrows Project) is developed by UTFPR in northern Paraná, and has support from the Research Projects Financing - FINEP, as part of the actions plan to implement the Program to Improve and to Value of Engineering - PROMOVE. In this paper we discussed the context of developing the project, including goals, targets, and expected results, as well the results achieved, and the observed impacts.

KEYWORDS: Technological Education, Educational Robotics, teaching-learning methodology.

1 INTRODUÇÃO

Aumentar o interesse das novas gerações pelas profissões na área tecnológica tem sido uma preocupação constante dos países desenvolvidos. Há um consenso nesses países que o desenvolvimento científico e tecnológico depende fortemente de uma “política de atratividade” que garanta que estudantes de elevado nível intelectual sigam carreiras em ciências

básicas e engenharia em escolas de excelência. Uma das iniciativas mais conhecida e exitosa nesse tema é o “Projeto Harvard de Física”, o qual introduziu formas atraentes e interativas de ensinar Física aos alunos do ensino médio na década de 1960 (Holton et al., 1981).

Com o avanço tecnológico, principalmente, a partir dos anos 1980, também os conceitos ligados à tecnologia digital passaram a ser importantes, fazendo com que o uso da informática na educação se tornasse tendência na maioria das escolas. Um dos maiores precursores dessa abordagem foi Seymour Papert, pesquisador do MIT, que introduziu o conceito de LOGO e MICROMUNDOS para incentivar a aprendizagem da matemática, baseado nas idéias do suíço Jean Piaget (Papert, 1994).

Atualmente, passadas quase três décadas dos primeiros trabalhos de Papert, a robótica educacional, vem se tornando uma plataforma atraente para criar envolvimento nos estudantes, incentivando ao estudo da ciência e da tecnologia, desde os primeiros anos de escolas até nos cursos universitários (Bacaroglo, 2005).

No Brasil diversas experiências têm sido relatadas. Uma experiência, desenvolvida desde 1999, utiliza um kit comercial de robótica no ensino de conceitos de controle e automação na disciplina de introdução ao curso engenharia de controle e automação da Universidade Federal de Santa Catarina (Vallim et al., 2006).

Motivar e tornar a passagem do nível médio ao superior mais amena, integrando a formação básica com a formação na universidade é um dos objetivos principais do PROMOVE (Programa de Melhoria e Valorização da Engenharia), implantado pelo governo federal, através do MEC (Ministério da Educação) em consórcio com a ABENGE (Associação Brasileiro de Ensino de Engenharia) e financiado com recursos da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) (Abenge, 2003). Dentre as ações do programa, está a aplicação de recursos em projetos que incentivem a participação de estudantes de elevado desempenho acadêmico em cursos superiores na área das ciências básicas, tecnologia, engenharia. Com isso, o país passa a contar com um

instrumento de governo para garantir a continuidade e melhoria dos padrões de desenvolvimento científico e tecnológico.

O projeto “Ninho de Pardais” surgiu em 2007, da oportunidade criada com a abertura da “Chamada Pública MCT/FINEP/FNDCT – PROMOVE – Engenharia no Ensino Médio 05/2006”, a qual visava apoio financeiro à implementação de projetos inovadores visando promover a interação das ciências da engenharia com o ensino em escolas de nível médio (Finep, 2006).

No restante do documento é apresentado o Projeto Ninho de Pardais. Na seção 2, é descrito o contexto de desenvolvimento; na seção 3, descreve-se o projeto em termos de seus objetivos, metas, resultados esperados, e a metodologia adotada; na seção 4, são relatados os resultados e impactos da execução; na seção 5, são feitas as considerações finais, incluindo as ações que estão em andamento e as perspectivas de continuidade do projeto.

2 CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) é a primeira assim denominada do Brasil e tem uma história um pouco diferente das outras universidades. A Instituição não foi criada e, sim, transformada a partir do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR). Como a origem deste centro é a Escola de Aprendizes Artífices, fundada em 1909, a UTFPR herdou uma longa e expressiva trajetória na educação profissional. Com ampla abrangência no Paraná, a UTFPR tem onze Campi no Estado. Cada campus mantém cursos planejados de acordo com a necessidade da região onde está situado, atuando na: Educação Básica, ofertando o Ensino Técnico de Nível Médio-Integrado; Educação Profissional Técnica de Nível Subseqüente (Pós-Médio); Educação Superior, ofertando cursos de: Educação Básica, ofertando o Ensino Técnico de Nível Médio-Integrado; Educação Profissional Técnica de Nível Subseqüente (Pós-Médio); Educação Superior, ofertando cursos de: Graduação nas áreas de Bacharelados (Engenharia, Zootecnia, Química, Administração, Ciências Contábeis, Agronomia, Sistemas de Informação e Educação Física); Licenciatura (Licenciatura em Matemática, Letras e Física); Tecnologia (Cursos Superiores de Tecnologia); Pós-Graduação Lato Sensu (Aperfeiçoamento e Especialização); Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado).

Inserida na nova concepção da modalidade da Educação Profissional, a UTFPR atua também na formação inicial e continuada de trabalhadores (programas de qualificação, requalificação e reprofissionalização) e projetos de desenvolvimento e responsabilidade social, entre outros.

O campus Cornélio Procópio foi implantado em 1993, na época como uma Unidade de Ensino Descentralizada - UNED - do então CEFET-PR e ofertava somente os Cursos Técnicos nas áreas de Eletrotécnica e Mecânica. Hoje, o Campus conta com cerca de 1.600 alunos da própria cidade e de 36 cidades vizinhas do Paraná e de São Paulo, 105 professores e 63 técnico-administrativos. Ocupa uma área de aproximadamente 55,1 mil m², possuindo construções que totalizam cerca de 26,7 mil m², abrangendo ambientes administrativos e didáticos (UTFPR, 2009).

3 DESCRIÇÃO DO PROJETO

Esta seção descreve os objetivos gerais e os específicos do projeto, incluindo as metas físicas que devem ser cumpridas e a metodologia adotada.

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto é implementar um centro de experimentação de tecnologias educacionais voltado a despertar o interesse pela Ciência e Tecnologia e desenvolver a atitude inovadora dos estudantes do ensino médio da região conhecida como Norte Pioneiro do Estado do Paraná. O centro, denominado de Centro de Experimentação Ninho de Pardais foi inaugurado em setembro de 2009, desde então tem servido como um ambiente de pesquisa de aplicações multidisciplinares inovadoras de controle e automação para o ensino dos princípios da ciência e tecnologia.

3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do projeto são:

- Dispor a região de um centro de experimentação para motivar estudantes a perseguir carreiras em ciência, tecnologia e inovação;
- Criar uma rede de núcleos de incentivo ao estudo de ciência e tecnologia nas escolas da região atingidas pelo projeto;
- Aumentar a demanda de candidatos aos cursos de tecnologia e engenharia da região, atraindo melhores estudantes para esses cursos;
- Incentivar professores do ensino médio a agirem com inovadores na formação de talentos para área tecnológica;
- Desenvolver ferramentas e metodologias de ensino aprendizagem adequadas às demandas regionais.

3.3 Metas Físicas

As metas físicas do projeto são as seguintes:

1. Construção de instalações para abrigar o centro de experimentação (250 m²);
2. Desenvolvimento de oficinas de robótica com estudantes de ensino médio;
3. Treinamento de professores da rede estadual;
4. Criação de núcleos locais de experimentação nas escolas da região;
5. Competição de robôs para incentivar a formação da rede de núcleos na região;
6. Realização de encontros de avaliação de etapas do projeto;
7. Publicação de artigos para divulgação de resultados do projeto;
8. Realização de reuniões de gestão/organização do projeto;
9. Desenvolvimento de uma plataforma própria para experimentação com robótica;

3.4 Metodologia

O Projeto foi estruturado com base numa estratégia bastante simples e pragmática que consiste em partir dos recursos existentes e dos conhecimentos já adquiridos pelos participantes e ir avançando incrementalmente com ações cada

vez mais abrangentes. Isso quer dizer que inicialmente são utilizados recursos físicos e humanos disponíveis nas instituições envolvidas para gerar resultados preliminares, depois, com base na avaliação dos resultados, tem sido corrigidos os desvios eventuais. Outra estratégia que vem sendo utilizada é aumentar gradualmente o envolvimento dos participantes no projeto.

A metodologia desenvolvimento do projeto pode ser resumida em quatro etapas:

- Formação do núcleo de base;
- Formação dos multiplicadores;
- Formação da rede de núcleos;
- Realização de eventos de integração e desenvolvimento da rede de núcleos de experimentação;

4 RESULTADOS E IMPACTOS

O projeto atendeu à chamada pública 05/2006 da FINEP, tendo sido selecionada dentre mais de 80 propostas. O convênio foi assinado em 17/12/2007, publicado no Diário Oficial, tendo a parceria da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-PR), com o nº 0107077700 e REF. 4971/06. A vigência do mesmo é de 17/12/2007 a 17/10/2011. O valor total dos recursos envolvidos é da ordem de 700 mil, sendo que aproximadamente 350 mil reais são provenientes da FINEP, 160 mil é um aporte adicional da FUNTEF-CP para complementar as obras civis; 140 mil é o aporte de recursos da UTFPR-CP, e 47.000 reais são referentes ao custeio de bolsas PIBIC e PIBIC-JR concedidas da Fundação Araucária, CNPQ e pela própria UTFPR.

A seguir são relatados os resultados e impactos obtidos pelo projeto no seu contexto de desenvolvimento.

4.1 Resultados

Todas as etapas previstas na metodologia têm sido executadas com êxito. No ano de 2008, a equipe executora do projeto foi treinada para realização das primeiras oficinas de robótica. Com isto, em 2009, foi possível iniciar a etapa b, que consistiu na realização das primeiras oficinas piloto de robótica com estudantes de Ensino Médio das escolas públicas de Cornélio Procópio.

Primeiramente, foi articulada uma reunião com os diretores das escolas em conjunto com Núcleo Regional de Educação, para criar o envolvimento com os com estes que são os principais parceiros do projeto. Em seguida cada diretor foi procurado em sua escola, para organização das oficinas. Esta estratégia visou conhecer e adaptar as condições de oferta das oficinas à realidade de cada escola. Aderiram ao projeto cinco colégios estaduais.

Na etapa inicial foram realizadas oito oficinas, sendo cinco com colégios estaduais e três com os alunos dos cursos técnicos do Campus Cornélio Procópio. As oficinas foram realizadas com estudantes do 3º. Ano, no caso dos colégios estaduais, e com alunos do 4º. Ano técnico, no caso da UTFPR.

Na Figura 1, é mostrada uma das oficinas de robótica realizada.

Para realização das mesmas, é utilizado um kit de robótica comercial, produzido pela empresa LEGO™, denominado de NXT®. Na Figura 2, é mostrado um robô montado com este kit durante as oficinas.



Figura 1 – Oficina de trabalho de robótica com participantes do projeto.



Figura 2 – Robô montado com o kit LEGO NXT® durante uma oficina de robótica, nível iniciante.

Para a execução da etapa b, iniciada em 2010 e finalizada em 2011, foi concebida uma sequência de três oficinas de robótica, denominadas respectivamente de nível iniciante, intermediária e avançada.

A oficina de nível iniciante visa apresentar os recursos básicos do kit de robótica e promover a aprendizagem das habilidades básicas de programação de robôs. Os alunos são divididos em seis grupos de quatro participantes, os quais devem seguir um tutorial de montagem e programação que explora todos os elementos básicos do kit, tais como bloco de controle, motores, sensores e ambiente de programação.

Na oficina de nível intermediário é proposto um desafio, o qual para ser solucionado, exige a construção de estruturas mecânicas criativas e programação mais elaborada. O desafio proposto consiste em desenvolver um robô para seguir um percurso fechado definido por uma faixa preta, realizando três voltas no mesmo. Para aumentar o envolvimento, é realizada uma competição entre os grupos, sendo declarado vencedor

aquele que cumprir a missão sem erros, no menor tempo. A Figura 3 mostra a pista a ser percorrida no desafio.

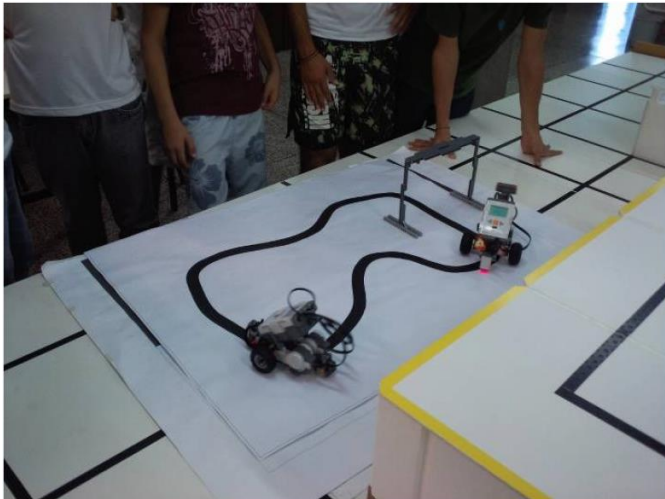


Figura 3 – Oficina de trabalho de robótica, nível intermediário.

Na oficina de nível avançado é aumentado o grau de dificuldade do desafio proposto. O trajeto a ser seguido, inicialmente é marcado por uma faixa preta, porém, depois a mesma se torna branca. Durante o percurso, o robô deve detectar a presença de marcas na pista, que representam objetos que devem ser localizados. Além disso, é atribuído um custo, em termos de pontos, a cada peça, de forma a incentivar a construção de robôs eficazes e eficientes, com criatividade. A complexidade do desafio permite explorar o aprendizado de funções mais avançadas do ambiente de programação dos robôs. A Figura 4 mostra o desenvolvimento de uma das oficinas de nível avançado.

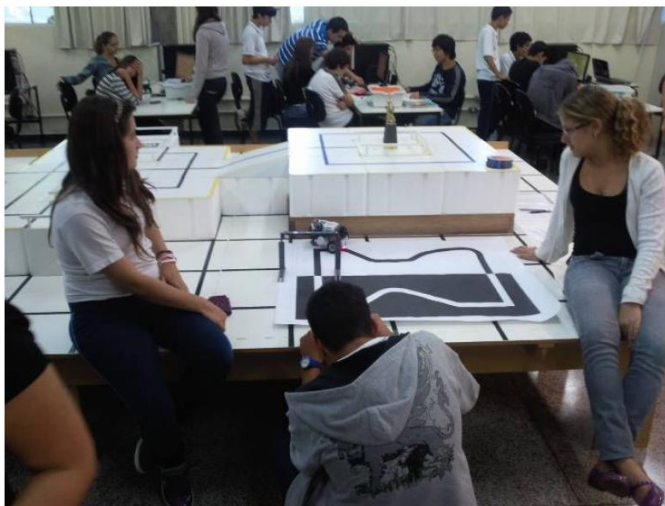


Figura 4 – Oficina de trabalho de robótica, nível avançado.

Além dos aspectos gerais, já comentados:

- Inauguração do Centro de Experimentação Ninho de Pardais (257m²).
- Produção de 35 artigos técnico-científicos publicados em eventos de Iniciação Científica.
- Classificação em quarto lugar na Competição Brasileira de Robótica (CBR 2009) em Brasília, na modalidade SEK.
- Realização de 21 oficinas de robótica, sendo 8 de nível iniciante durante a etapa inicial do projeto, e

mais 15 oficinas na etapa de formação dos núcleos de robóticas nas escolas públicas de Cornélio Procópio.

- Desenvolvimento, em fase final de um kit de robótica do projeto, baseado em lógica reconfigurável.
- Orientação de 20 trabalhos de iniciação científica, sendo 8 alunos de Ensino Médio e 12 de graduação.
- Concessão de 20 bolsas de iniciação científica, sendo 7 bolsas para alunos de graduação e 13 para alunos de Ensino Médio (iniciação científica júnior).

4.2 Impactos

As atividades do Projeto Ninho de Pardais têm produzido impactos positivos no seu contexto de desenvolvimento. Esses impactos são de três dimensões distintas: científica e tecnológica; pedagógica e social.

Na dimensão científica e tecnológica, as atividades de pesquisa desenvolvidas pelo projeto, têm contribuído efetivamente para implantação e consolidação da pesquisa no Campus Cornélio Procópio da UTFPR. Um indicador é a realização do I Seminário de Pesquisa Junior da UTFPR-CP, realizado no Campus Cornélio Procópio. Dos 10 trabalhos apresentados, metade desses foi produzida por estudantes participam da iniciação científica junior do projeto.

Com a implantação do Programa de Pós Graduação em engenharia Elétrica (PPGEE) em 2010, o Centro de Experimentação passou a contribuir para a infraestrutura tecnológica e o treinamento técnico necessário trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Campus Cornélio Procópio.

Na dimensão pedagógica, até o momento foram realizados 04 estágios curriculares dos cursos técnicos de nível médio, 03 estágios curriculares de graduação, e 03 Trabalhos de conclusão de curso de graduação. Destaca-se também que o grupo ganhou visibilidade pela participação efetiva nos eventos técnico-científicos e com a publicação de trabalhos realizada durante o ano de 2008.

Finalmente, na dimensão social, a execução das oficinas de trabalho de robótica com estudantes de Ensino Médio das escolas públicas de Cornélio Procópio, tem contribuído para aproximação da comunidade com a universidade, além de despertar efetivamente o interesse dos estudantes em prosseguir seus estudos na área tecnológica. Nesse aspecto, um impacto significativo é que até 2008, o número de egressos dos cursos técnicos da UTFPR_CP como ingressantes nos cursos de nível superior não passada de 20 por ano, sendo que em 2010 ingressam 34, e no ano de 2011 ingressaram 46 egressos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou um relato dos resultados e impactos do Projeto Ninho de Pardais. Apesar de ser um trabalho em andamento, os dados apresentados evidenciam que os objetivos e metas traçados foram atingidos plenamente.

As próximas ações do projeto incluem: a realização de uma competição de robótica para consolidação das redes de núcleos de robótica implantada nas escolas participantes do projeto; a implementação de um protótipo do kit de robótica

desenvolvido no projeto para futura utilização nas escolas públicas.

No momento, a principal preocupação é estabelecer mecanismos e parcerias que viabilizem a sustentabilidade do projeto, garantido, por exemplo, que as escolas possam ter acesso ao kit de robótica que está sendo desenvolvido no projeto.

AGRADECIMENTOS

O trabalho é financiado pela FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos (REF. 4971/06). O mesmo é resultado de uma parceria entre a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio (UTFPR-CP) e a Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR). O projeto conta ainda com o apoio da Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UTFPR (FUNTEF) e da Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FA).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Abenge. Programa de Modernização e Valorização das Engenharias - PROMOVE. Revista de Ensino de Engenharia, vol. 22, n. 2, p1-5, 2003.

Bacaroglo, Mauricio. Robótica Educacional. Monografia (especialização). Londrina, 2005. Universidade Estadual de Londrina.

Finep. Chamada Pública MCT/FINEP/FNDCT – PROMOVE – Engenharia no Ensino Médio 05/2006. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/outras_chamadas/editais/Chamada_Publica_MCT_FINEP_FNDC_T_PROMOVE_Eng_Ensino%20Medio_05_2006.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2009.

Holton, G.; Watson, F.; Rutherford, James F. Project Physics. New York: Holt, Rinehart and Winston, 3ª. ed., 1981.

Papert, Seymour. A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1ª. Ed., 1994.

UTFPR. Apresentação do Campus Cornélio Procópio. Disponível em < [http://www.cp.utfpr.edu.br /site_campus.php?pagina=1](http://www.cp.utfpr.edu.br/site_campus.php?pagina=1)> Acesso em: 21 jun. 2009.

Vallim, Marcos B. R.; Farines, Jean-Marie; Cury, José E. R.. Practicing Engineering in a Freshman Introductory Course,” IEEE Transactions on Education, vol. 49, no. 1, pp. 74–79, 2006.



ROBOTER

Gabriel A. Rosenhaim, Pedro Granville, Adann Yargo, Leonardo de A. Moraes, José S. B. Lopes

grosenhaim@yahoo.com.br, pedrogranville@gmail.com, yargo_18@yahoo.com.br, leocefetpb@gmail.com, jsoares@ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Av. 1º de Maio, 720, Jaguaribe - CEP: 58.015-430
João Pessoa - PB - Brasil

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este trabalho relata o desenvolvimento de um manipulador robótico de baixo custo; os conceitos das disciplinas de Microcontroladores e Robótica foram utilizados para a implementação do manipulador. Este projeto trás uma plataforma estimulante e interdisciplinar para a aplicação dos conhecimentos técnicos adquirido durante o curso.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Industrial, Manipulador robótico, Microcontrolador, Interdisciplinar.

ABSTRACT: This paper describes the development of robotic manipulator low cost; Definition implementation in the disciplines of Microcontrollers and Robotics for the course in Technology Industrial Automation. This project brings a stimulating and interdisciplinary platform for the application of technical knowledge acquired during the course.

KEYWORDS: Industrial Automation, Robotic Manipulator, Microcontroller, Interdisciplinary.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Tauile (1993), na década de 20 surge a automação industrial com a criação das linhas de montagens automobilísticas por Henry Ford. Desde então veem sido aplicada em diversos setores, com o objetivo de diminuir erros humanos e a fadiga dos mesmos. Com a automação pode-se alcançar uma velocidade de produção avançada com produtos de alta qualidade.

O avanço da microeletrônica possibilitou o crescimento da automação. No início do século XX, devido às necessidades de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos, o uso dos robôs foi amplamente difundido.

Concomitantemente, o robô industrial recebeu suas primeiras aplicações. Com o constante e acelerado crescimento da tecnologia, acredita-se que em breve a construção de robôs com inteligência artificial será possível, fazendo da ficção do homem antigo virar realidade. [OLIVEIRA, 2001]

De acordo com o Instituto de Robótica da América – RIA: “Um Robô Industrial é um manipulador programável, multifuncional, projetado para mover materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especiais em movimentos

variáveis programados para a realização de uma variedade de tarefas”. [RISO, 2004]

Na seção 2 é discutido alguns critérios para a seleção do manipulador, na 3 é abordado as aplicações, na quarta seção a definição de parâmetros, na quinta a modelagem do Roboter, a seção 6 e 7 descreve a parte mecânica e elétrica respectivamente, a seção 8 mostra os resultados e a discussões necessárias para o desenvolvimento do Roboter e por último encontramos a conclusão.

2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para identificar qual a melhor opção, deve-se determinar a aplicação e estudar algumas características como:

- Dimensões das Peças: as peças devem ser projetadas nas especificações, pois é necessário calcular a massa do manipulador e a capacidade dos motores sem esquecer que tipo de ambiente o manipulador vai trabalhar.
- Tipo de movimento: o movimento executado pelo robô é ligado diretamente à função a qual ele foi projetado visando esse aspecto utilizaram apenas juntas de rotação.
- Tempo de manuseio: esse aspecto está ligado à dimensão das peças e seus materiais, pois um uso incorreto ou até mesmo por tempo prolongado pode gerar fadiga em alguns componentes ou até mesmo na estrutura.
- Layout da máquina: o manipulador tem que ser projetado para executar diversas tarefas em diversos lugares distintos, com isso deve-se planejar uma estrutura que seja de fácil adaptação.
- Acessibilidade: esse critério pode ser examinado em dois pontos de vista: O primeiro trata-se do layout e da capacidade dessa máquina ter acesso a vários ambientes de trabalho. E o segundo refere-se à questão financeira tendo em vista a compra de equipamentos com retorno financeiro.

Os critérios acima são de fundamental importância na hora de escolher que tipo de manipulador deve-se implementar. De acordo com aplicação ou até mesmo o local de trabalho do manipulador influí nessa decisão, o dimensionamento das partes de acordo com o espaço de trabalho e escolher o

material mais adequado para a confecção do mesmo. [SICILIANO, 2007].

3 APLICAÇÕES

No início da robótica os robôs eram industriais e utilizados para execução de tarefas repetitivas, onde executavam com precisão e rapidez. [BASTOS, 1999]. Há alguns anos foram desenvolvidos outros modelos não industriais que são denominados robôs de serviço, onde não existe uma classificação exata quanto a seu local de trabalho.

Segundo Rosário, 2005, hoje a utilização dos robôs é cada vez mais abrangente. Diversos segmentos industriais têm feito uso de robôs em atividades como: Soldagem por resistência por pontos, manipulação de materiais/paletização, soldagem por arco, pintura, corte a jato de água, corte por gás, acabamento e montagem, etc. Na atualidade as indústrias petrolíferas e automobilísticas são as que mais investem em robótica. A utilização de robôs tem uma grande motivação quando visamos o aumento do custo da mão de obra especializada, mas também podemos visar o aumento da qualidade dos produtos.

4 DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS

Segundo a ISO1 um manipulador deve ser da seguinte forma “manipulador multipropósito controlado automaticamente, reprogramável, programável em três ou mais eixos”. Com esta afirmação pode-se classificar o protótipo desenvolvido como sendo um manipulador industrial.

A velocidade de deslocamento do braço robótico vai depender em parte do tipo de motor que é utilizado, neste trabalho serão utilizados dois servos motores, Figura 5, e um motor de passo, Figura 6. O movimento dos elos será controlado por um microcontrolador (PIC 16F877-A), os movimentos são executados através do acionamento de botões que envia ao microcontrolador as ações referentes aos movimentos que os elos devem executar de acordo com a programação embarcada.

5 MODELAGEM

A modelagem começou a partir dos desenhos no software SolidEdge ST Traditional Fundamentals, a primeira versão com os valores aproximados de medidas e massa. A partir dessas aproximações foi possível descobrir os momentos de inércia do manipulador, que serão usados para o cálculo da dinâmica.

Primeiramente, a intenção era fazer as comparações dos cálculos analiticamente, com os resultados finais do Matlab 2010, no entanto, isso não foi possível devido ao cronograma do projeto. A Arquitetura final do manipulador robótico resultou-se na Figura 1.

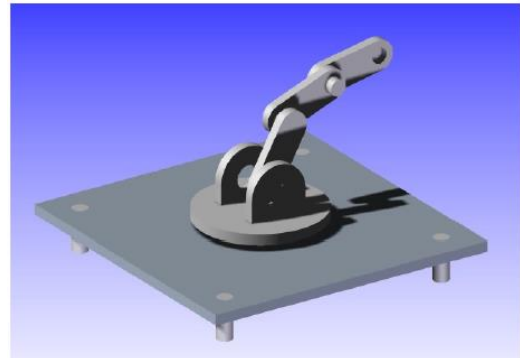


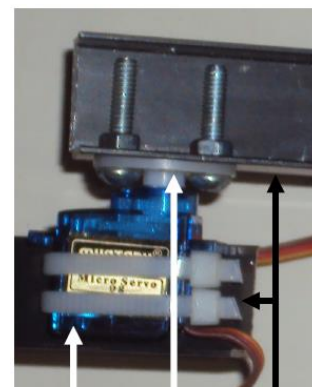
Figura 1. Modelagem do manipulador Roboter no Solid Edge.

A seguir da seção 6 é descrito a mecânica utilizada na produção do manipulador Roboter (Figura 12) assim como a sua parte elétrica.

6 DESCRIÇÃO DA PARTE MECÂNICA DO MANIPULADOR

6.1 TRANSMISSÃO

A Transmissão é responsável por transmitir ao sistema os torques e forças geradas pelos atuadores. Apresentam-se de diversas formas tais como: transmissão direta, por polias, por engrenagens, com exceção da transmissão direta o restante pode trabalhar com redução. A transmissão deste atuador foi do tipo direto [CUNHA, 2005].



Motor Flange Elo
Figura 2. Transmissão direta.

Na Figura 2 mostra o eixo do motor ligado diretamente a uma flange, na qual possui uma fixação no elo através de dois parafusos, caracteriza-se esse modelo como uma transmissão direta.

6.2 ENGRENAGENS

Estes são os elementos rígidos que têm a função de transmitir movimentos rotativos entre os eixos. Tem como principal característica não existir diferença de velocidade entre os pontos de contato. O número de dentes de uma engrenagem é sua principal característica, pois a razão entre o número de dentes entre duas engrenagens é diretamente proporcional à razão do torque e inversamente proporcional à razão da velocidade de rotação [CUNHA, 2005].



Figura 3. Engrenagem.

6.3 CAIXA DE REDUÇÃO

Caixa de redução é a combinação de engrenagens (Figura 3) acopladas nos motores e tem como objetivo reduzir a velocidade e aumentar o torque resultante. Cada combinação utilizada na caixa de redução é chamada de estágio [CUNHA, 2005].



Figura 4. Caixa de redução do servo motor.

6.4 USINAGEM

Processo que define a uma peça forma, dimensões ou acabamento, ou até mesmo uma combinação desses três, através da remoção de material sob a forma de cavaco.

Nosso protótipo se fez necessário a usinagem de peças, tais como: eixo que transmite movimento re rotação do robô (elo 1), elos 1,2 e 3 e a “mesa” utilizada para fixar o manipulador.

7 DESCRIÇÃO DA PARTE ELÉTRICA MANIPULADOR

7.1 SERVOMOTOR

Os servos motores possuem grande precisão, são equipamentos pequenos e com torque considerável para o seu tamanho.

São constituídos por um motor DC, um pequeno potenciômetro que roda junto ao eixo do servo e um circuito eletrônico. Os servos possuem uma caixa de redução (Figura 4) interna na qual o potenciômetro também fica conectado. Devido ao potenciômetro o servo motor geralmente tem uma rotação de 180° [ENGINEERSGARAGE, 2011].

A ligação elétrica é feita através de três condutores, dois para ligar o motor DC e um para o controle. Esses motores trabalham em uma faixa de 4,8V e 6V, mas geralmente existe uma recomendação do fabricante para o uso de 5V [ENGINEERSGARAGE, 2011].



Figura 5. Servo motor.

7.2 MOTOR DE PASSO

Motores de passo são transdutores, onde a energia elétrica é convertida em movimento controlado. Esse motor se desloca passo a passo através de pulsos (controle digital), o passo é o menor deslocamento do motor. [ENGINEERSGARAGE, 2011]. Com esse controle temos uma precisão exata do deslocamento, pois se calcula o número de pulsos por rotação para obter o resultado desejado. No caso do deste trabalho a escolha do motor de passo foi pela ausência de um terceiro servo motor (Figura 5), com isso ele foi colocado na base para não executar alterações na estrutura original de um dos servos.



Figura 6. Motor de passo.

7.3 CIRCUITO

A Figura 7 descreve os componentes elétricos responsáveis pelo controle do manipulador Roboter.

O circuito é constituído por uma microcontrolador PICAXE-40X2, um oscilador de 16MHz, sete resistências de 1KΩ, um ULN2003, sete botões (tipo push button), dois capacitores cerâmicos de 350pF, uma fonte 5V e uma de 12V.

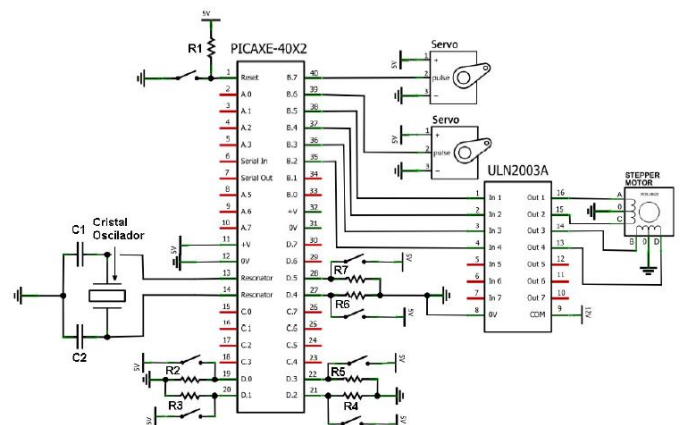


Figura 7. Circuito elétrico de controle.

7.3.1 ULN2003

O circuito integrado da Figura 8 é composto por sete entradas e sete saídas e tem como objetivo a amplificar a tensão e a corrente. Esse circuito foi utilizado para o acionamento do motor de passo, já que a saída do PIC16F877-A (Figura 10) não fornece corrente suficiente para acionamento e controle do motor de passo.

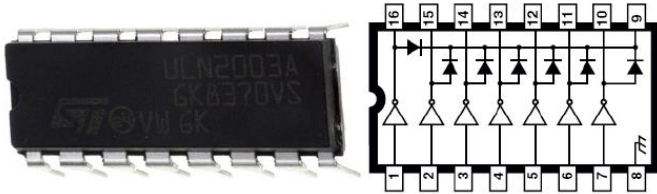


Figura 8 A esquerda o ULN 2003-A a direita temos o circuito interno do mesmo.

7.3.2 MICROCONTROLADOR (PIC16F877-A)

A Figura 10 é um componente eletrônico no qual pode-se fazer uma analogia ao computador de forma que ele possui processador, memória e periféricos de entrada e saída. Ao contrário dos microcontroladores de propósito geral (utilizados em computadores) eles são programados para executar uma tarefa específica. [SILVA (2007)]

Para o desenvolvimento do protótipo utilizou-se o microcontrolador PIC 16F877-A, no qual pertence à classe dos microcontroladores de 8bits, com arquitetura RISC3.

Foram utilizadas as portas D0 e D1, como sinal de entrada para o controle do primeiro servo motor (conecta o elo1 ao elo2), as portas D2 e D3 servem para o controle do segundo servo (conecta o elo2 ao elo3), já as portas D4 e D5 são utilizados para o controle do motor de passo que é responsável pelo giro de 360° do manipulador. Os elos do manipulador podem ser observados na Figura 11.

As saídas (sinal que é enviado para os motores) são utilizadas as portas B. B7 ficou conectada ao primeiro servo, B6 ao segundo servo, B5, B4, B3 e B2 são conectados ao CI ULN2003-A cuja saída leva as bobinas do motor de passo, para o controle do mesmo. A Figura 9 ilustra de forma didática as ligações de entrada e saída do microcontrolador.

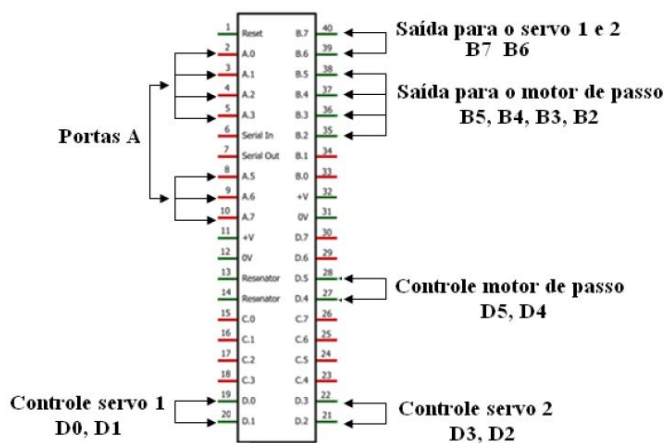


Figura 9 Portas utilizadas para o controle do manipulador.

A Porta (Figura 9) não foi uma opção, apesar de sua ótima disponibilidade física no PIC, pois podem ser convertidas em

entradas analógicas, com isso estão livres para eventuais melhorias no projeto como o controle dos servos através de potenciômetro.



Figura 10 Microcontrolador (16F877-A).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

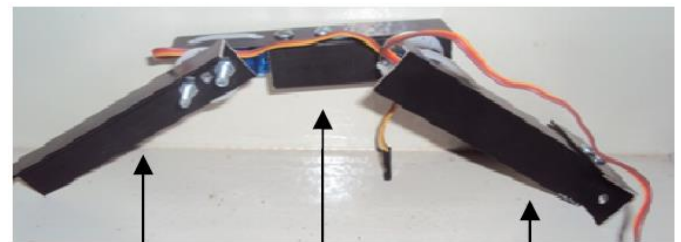
Logo de início houve dificuldades para selecionar o material que poderia ser utilizado para o projeto, o alumínio foi o material escolhido para a modelagem da estrutura, pois é um material leve e com resistência suficiente para a aplicação.

Optou-se pela escolha do servo motor para a movimentação dos elos dois e três, pois é um motor que possui um bom torque e boa precisão. A grande dificuldade encontrada foi comprá-los, pois na região não disponibiliza esse material.

O motor escolhido para a o primeiro eixo foi um motor de passo, pois só houve disponibilidade de dois servos motores, então se optou que o motor de passo coubesse melhor ao elo da base, pois assim não se faz necessárias modificações na estrutura do servo motor para que ele possa dar um giro de 360°.

O elo um é uma peça de alumínio que foi torneada e é encaixada em um rolamento visando uma maior leveza nos movimentos.

O manipulador fica apoiado em uma mesa de aço 1020, esse material foi escolhido porque possui peso suficiente para a construção de uma base estável e é de fácil usinagem.



Elo-3 Elo-2 Elo-1
Figura 11 Anatomia do Manipulador.

9 CONCLUSÃO

Neste projeto foi desenvolvido um manipulador de baixo custo utilizando dispositivos elétrico/eletrônicos. O manipulador foi implementado de acordo com as necessidades vistas em processos de montagens, manutenção e ajustes. Este trabalho proporcionou aos executores a possibilidade de adquirir experiência e absorver novas informações. Pode-se concluir que uma proposta como esta é muito produtiva, já que o crescimento profissional é bastante satisfatório e dá a oportunidade ao aluno de interagir com diversas disciplinas.

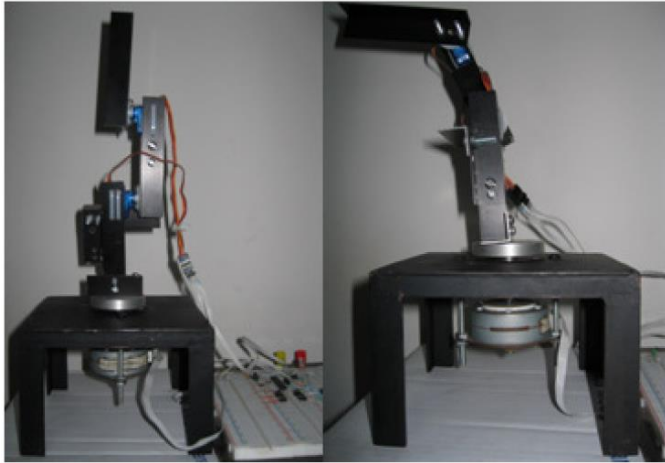


Figura 12 Manipulador Robótico (Roboter) completo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CUNHA, LAMARTINE BEZERRA (2005). Elementos De Máquinas. 1ª EDIÇÃO. LTC, 350 páginas.

ROSÁRIO, J. M (2005). Princípios de Mecatrônica, 1º edição, Prentice Hall.

REGO, GABRIEL SANTIAGO (2009). Modelagem Cinemática e Dinâmica da Marcha de um Robô Bípede / Gabriel Santiago Rego. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE.

ORMIGA, AGB (Julho2008). Controle de Robô Usando Técnicas Inteligentes. Departamento de Engenharia de Eletrônica e de Telecomunicações. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

SICILIANO, B., SCIAVICCO (2007), L., Modeling and Control of a robot manipulators. 2º edição, Springer, Usa.

CARRARA, VALDEMIR. Apostila de Robótica. Oferecida pelo curso de Engenharia mecânica pela Universidade Braz Cubas. 81 páginas.

Curso de Microcontroladores (2006). Apostila oferecida pelo curso pela coordenação de Automação Industrial do IFPB, João Pessoa, 2011.

MOLINA, RENATO (2005). Introdução à dinâmica e ao controle de manipuladores robóticos, apostila do curso de Engenharia de Controle e Automação da PUC-RS.

TAUILE, RICARDO. (1993). Automação Industrial e Diferentes Alternativas de Organização do Trabalho de Produção, Transcrição da palestra proferida na Jornada de Estudos FEE/NEI.

CUBAS, L.A. (2011). Trabalho para aprovação na disciplina de Inteligência Artificial. Faculdade de Fortium, curso de sistema da informação, Brasília.

DE OLIVEIRA, ELIANE BASILIO (2001). Dissertação (mestrado em educação) - Universidade Federal do Paraná, 208 páginas.

ENGINEERSGARAGE, (2011). Engineersgarage. [hppt://www.engineersgarage.com/articles/servo-motor](http://www.engineersgarage.com/articles/servo-motor). Acessado:Julho/2011.

ENGINEERSGARAGE, (2011). Engineersgarage. [hppt://www.engineersgarage.com/articles/stepper-motors](http://www.engineersgarage.com/articles/stepper-motors). Acessado:Julho/2011.

BASTOS FILHO, TODIANO FREIRE (1999). Aplicação de Robôs nas Indústrias Apostila de Aplicação de Robôs e Sensores em Manufatura oferecida pelo Prof. Teodiano Freire Bastos Filho do departamento de engenharia elétrica da UFES, Vitória.

RISO, ALEXANDRE VIDAL (2004). Estudo e Implementação de Mapas para Navegação Robótica usando a Abordagem Neural. Relatório de Projetos I - INE 5327. UFSC.

SILVA, Renato A. (2007), Programando Microcontroladores PIC: Programação em Linguagem C, 1º edição, Ensino Profissional.

ROBÓTICA EDUCACIONAL E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA ABORDAGEM MICROGENÉTICA DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO



Cristiane Pelisoli Cabral

pelisoli@gmail.com

Professora de Robótica Educacional na
Rede Municipal de Educação de Porto Alegre / RS
Mestre em Educação pelo PPGEDU / UFRGS

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este Resumo: O presente estudo de caso objetivou investigar as estratégias cognitivas de resolução de problemas em Robótica Educacional (RE) com auxílio do kit semiestruturado LEGO Mindstorms® 9793 e programação RoboLab®. Com base na teoria da Microgênese Cognitiva de Bärbel Inhleder foram investigadas as estratégias cognitivas do sujeito psicológico para resolver problemas de Robótica Educacional. O estudo baseou-se na análise do caso de um aluno de Robótica Educacional em nível de Ensino Fundamental, que resolveu individualmente um problema de RE com o kit. O procedimento de resolução do problema foi gravado em vídeo e analisado com suporte do software Transana®. A análise do procedimento do sujeito em situação de resolução de problema de Robótica Educacional com enfoque nas microgêneses cognitivas possibilitou visualizar como acontece a construção das estratégias cognitivas de resolução de problemas através da elaboração da representação mental e da construção ou atualização dos esquemas familiares na ação do sujeito sobre os objetos e sobre si mesmo no nível operatório concreto.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Educacional, Resolução de Problemas, Microgênese Cognitiva, Epistemologia Genética, Análise Microgenética, Estratégia Cognitiva, Sujeito Psicológico.

ABSTRACT: This case study investigated the cognitive strategies for problem solving in Educational Robotics (ER) using the semi-structured kit LEGO Mindstorms® 9793 and RoboLab® programming. Based on the Bärbel's Inhleder theory about Cognitive Microgenesis this case investigated the cognitive strategies of psychological subject to solve Educational Robotics problems. The study was based on analysis the case of a student in Educational Robotics from elementary school level, an individual procedure to solved problem with the ER kit. The procedure for solving the problem was videotaped and analyzed with software support Transana®. The analysis procedure of the subject in a situation of problem solving on Educational Robotics with a focus in microgenesis cognitive as enabled to view the construction of cognitive strategies for solving problems through the development of mental representation and the construction or upgrading of family schemas in action of

subject about objects and about yourself in the concrete operational level.

KEYWORDS: Educational Robotics, Problem Solving, Cognitive Microgênese, Genetic Epistemology, microgenetic analysis, Cognitive Strategy, Psychological Subject.

1 INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional (RE) é uma atividade que reúne construção e programação de robôs e pode ser desenvolvida em nível escolar utilizando kits semi-estruturados comercializados no mercado brasileiro ou até mesmo sucata eletrônica. A aula geralmente é direcionada para a construção de um protótipo e posteriormente é feita a programação através do computador utilizando um software de programação. A montagem é o momento onde os alunos se utilizam de blocos, peças ou placas que se movimentarão autonomamente após serem programados através do software no computador. A atividade pode se desenvolver individualmente, em duplas ou em grupo o que promove o trabalho cooperativo e integrado. Além de ser uma atividade educacional que trabalha com a construção e programação de objetos concretos, também possibilita a reflexão por meio da resolução de uma série de problemas desencadeados ao longo do processo de criação.

O material utilizado nesta investigação é o kit semi-estruturado LEGO Mindstorms® 9793, desenvolvido por Papert e colaboradores, e comercializado pela LEGO® desde 1998. Trata-se de uma caixa com divisórias contendo 830 peças entre elas blocos plásticos, vigas, pranchas, engrenagens, rodas, eixos, cabos, sensores (sensor de toque, luz, temperatura), motores, entre outros, e um bloco programável. O RCX, ou "tijolo programável" (RESNICK et al, 1996), é um bloco que funciona como microcontrolador autônomo e pode ser programado usando um computador e o software de programação RoboLab®. Ele utiliza sensores para obter entradas do ambiente, processar dados e comandar motores e lâmpadas para que liguem e desliguem. Cinco programas podem ser armazenados numa unidade RCX, um em cada slot do RCX, totalizando 1.500 comandos (ROBOLAB, 2003). O RCX funciona através da programação

com o software RoboLab® baseado em comandos representados por ícones. Depois de selecionar os comandos, os alunos transferem a programação para o RCX através de um transmissor infravermelho conectado ao computador.

O tipo de interface e a linguagem gráfica do RoboLab® torna a tarefa de programação bastante acessível para alunos do Ensino Fundamental.

A RE no Ensino Fundamental também é uma atividade com aspectos lúdicos onde os sujeitos se deparam com uma porção de peças que possibilitam o planejamento e a construção de objetos que simulam o real, tais como automóveis, máquinas, animais, entre outros, que depois de construídos e programados são protagonistas de brincadeiras e jogos criados pelos próprios alunos. Contudo, tais objetos demandam grande esforço cognitivo para sua construção, programação e testagem objetivando o funcionamento autônomo tal qual se projetou inicialmente.

Entendo que a atividade da RE pode promover a ação física e mental do sujeito, tal como nos disse Piaget na sua teoria da Epistemologia Genética, além de ser uma atividade muito motivadora para os alunos uma vez que trabalha com a construção de objetos, programação e reconstrução permanente dos esquemas de ação através da resolução de problemas decorrentes da montagem e programação desses objetos. Nesse sentido, faz-se necessário investigar detalhadamente os processos cognitivos envolvidos nessa atividade, com intuito de aperfeiçoar seu uso no meio escolar impulsionando os mecanismos da construção do conhecimento de cada sujeito.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Jean Piaget (1896-1980), teórico da Epistemologia Genética, dedicou-se a pesquisas para explicar os mecanismos da construção do conhecimento e sua questão norteadora era responder como passamos de um nível menor para outro maior de conhecimento. O termo “Epistemologia” refere-se ao estudo do conhecimento e, no caso da teoria de Piaget, “Genética” refere-se à gênese, ou origem desse conhecimento. Contrapondo-se às teorias Epistemológicas Empirista e Apriorista, Piaget escreveu ao longo de suas obras que a origem do conhecimento é uma construção realizada através das ações físicas (agindo sobre os objetos) e mentais (reorganizando as estruturas mentais) do sujeito. Piaget interessou-se por problemas de epistemologia e teorizou com base naquilo que considerou universal em qualquer sujeito, ou seja, as estruturas cognitivas. Bärbel Inhelder colaborou com Piaget em várias investigações sobre as grandes categorias do conhecimento, mas posteriormente focou seus estudos em como os sujeitos constroem individualmente, e por isso, de forma diferenciada, seus conhecimentos. Inhelder dedicou-se a investigar o percurso das descobertas da criança para resolver problemas, para tanto, se usou de uma análise pormenorizada da ação de indivíduos no momento em que resolvem determinadas situações, que se apresentam como problema, na busca de uma solução.

A presente investigação busca fundamentos teóricos na Epistemologia Genética de Jean Piaget com enfoque nas Microgêneses Cognitivas de Bärbel Inhelder et al (1996) para investigar os processos cognitivos durante a resolução de problemas de Robótica Educacional com o intuito de refletir

sobre as estratégias individuais envolvidas nesse processo uma vez que parece ser um momento de intensa criatividade do sujeito. Portanto, o problema de pesquisa que se coloca é o seguinte: Que estratégias cognitivas são utilizadas pelos sujeitos na resolução de problemas em Robótica Educacional? O problema se desdobra nas seguintes questões:

Qual é a sequência e o encadeamento de ações realizadas ao longo do procedimento de resolução? Qual(Quais) a(as) representação(ções) que o sujeito elabora ao longo do processo de resolução? Qual(quais) a(as) centraç(ões) que o sujeito realiza ao longo do procedimento de resolução?

A análise baseada no estudo das microgêneses cognitivas de Inhelder et al (1996) deve assegurar uma comunhão de abordagem onde a análise categorial do sujeito epistêmico e a análise funcional do sujeito psicológico sejam igualmente legítimas e complementares compartilhando com Piaget a ideia de um sujeito ativo e construtor que participa ativamente do conhecimento do universo e de si próprio. Para analisar o procedimento de resolução de problemas do sujeito é necessário atentar para os seguintes tópicos de observação sugeridos por Inhelder et al (1996): Focar nos “Novos Observáveis”¹³, ou seja, as sequências de ações e seus encadeamentos; Elucidar relações entre procedimentos de descoberta e sistemas de compreensão; Verificar como se organiza os passos em direção ao objetivo pretendido; Levantar hipóteses acerca dos processos que sustentam a orientação dos passos percorridos pelo sujeito e Inferir modelos subjacentes e sua organização funcional.

3 METODOLOGIA

A abordagem escolhida para esta investigação é a pesquisa qualitativa que busca obter dados descritivos através do contato direto do pesquisador com o objeto de estudo. A escolha por esse tipo de abordagem justifica-se na medida em que somente ela possibilita a análise do processo cognitivo envolvido na resolução de problemas proposta para essa investigação. Uma abordagem qualitativa na perspectiva do estudo de caso tendo como referência os estudos de Inhelder et al (1996) buscará analisar o progresso cognitivo macrogenético apoiado em análises detalhadas das condutas do sujeito, pois elas evidenciam características do processo interativo entre sujeito e objeto.

O experimento utilizado na pesquisa é chamado de “problema” e a resolução do problema é entendida aqui como um momento privilegiado para estudar processos cognitivos funcionais. O experimento consiste em levar um carro construído com peças LEGO®, “com problemas mecânicos” até uma oficina mecânica, representada por uma casa construída também com peças LEGO®, localizada sobre um espaço plano chamado de “mesa” há cerca de um metro e meio de distância. Será solicitada ao sujeito uma previsão da construção do objeto com o objetivo de verificar os esquemas cognitivos construídos anteriormente pelo sujeito. Dessa forma a pesquisadora solicitará que o sujeito conte para ela como está imaginando o objeto que irá levar o carro até a oficina. A atitude do experimentador é a de um observador durante o curso da resolução do problema, pois ele dá a tarefa

¹³ São “novos Observáveis” em relação às categorias de análise do Método Clínico Piagetiano. Os novos observáveis são gerais em todos os sujeitos, os conteúdos, estruturas acionadas é que são individuais.

ao sujeito, deixa-o livre e abstêm-se de intervir ativamente, mas deve estar muito mais atento à observação dos comportamentos tais como expressões faciais, balbucios, respiração, gestos e mímicas que acompanham os processos de resolução de problemas. É necessário intervir pouco para que o sujeito fique livre para atualizar os esquemas cognitivos que lhe pareçam adequados para a situação.

A coleta de dados na abordagem qualitativa baseada na metodologia proposta por Inhelder et al (1996) é realizada através de gravação em vídeo para que possa ser retomada tantas as vezes quanto forem necessárias, pois só progressivamente poderemos identificar recortes que o sujeito faz para revelar seus procedimentos ou encadeamento de ações. Além disso, gravando em vídeo pode-se retomar a análise revendo o desempenho do sujeito, pois a visualização repetida torna a descrição mais precisa. Para a análise dos dados dessa investigação foi utilizado um software específico para análise qualitativa de dados chamado Transana® que é um software direcionado a pesquisadores que desejam analisar materiais em vídeo digital ou áudio. Ele permite analisar e gerenciar dados através de transcrições, ligações entre transcrição e vídeo, produção de clips, atribuição de palavras-chave para clips, organização e reorganização dos clips, criação de coleções de inter-clips, exploração das relações entre as palavras-chave, além de possibilitar o compartilhamento da análise com outras pessoas do grupo de pesquisa, se for o caso.

4 ANÁLISE DE CASO

A seguir apresenta-se uma análise detalhada do procedimento de resolução do problema de um sujeito¹⁴ aluno de Robótica Educacional no Ensino Fundamental de uma escola pública municipal da periferia de Porto Alegre/RS.

O experimento inicia com as instruções sendo lançadas ao sujeito que verbaliza que construirá um robô parecido com o robô “tirando a mesa” construído anteriormente por ele nas aulas de robótica. Diz também que vai usar “muitas peças” na montagem do robô tais como: vigas, blocos, rodas, engrenagens, buchas e eixos. Observa-se que o sujeito elaborou uma representação inicial para resolver o problema baseado nas construções realizadas por ele nas aulas de robótica. Observa-se também que o sujeito construiu anteriormente alguns esquemas de procedimento para realizar a montagem, pois verbaliza quais são as peças necessárias para a construção do protótipo.

A pedido da pesquisadora o sujeito representa através do desenho a imagem mental elaborada por ele como solução para o problema. Abaixo podemos verificar a reprodução do desenho:

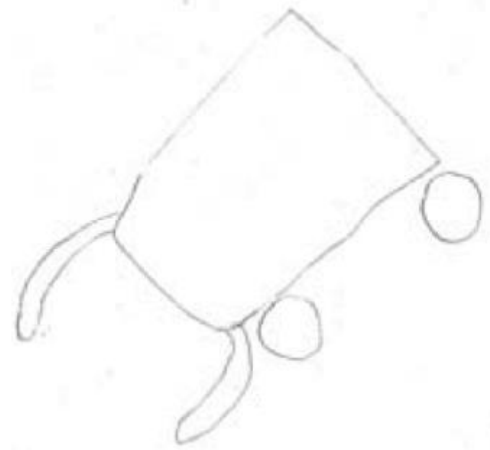


Figura 1: Representação inicial da solução final elaborada pelo Sujeito.

Depois de concluir o desenho o sujeito explica sua representação da seguinte forma “S: *ele é retangular, tem umas rodas médias e tem tipo uns ganchinhos assim*”. Depois disso o sujeito inicia a montagem do objeto.

Na **primeira etapa** da conduta do sujeito ele constrói a base do robô acionando um esquema familiar. Ao longo do seu procedimento o sujeito realiza uma centração para resolver o encaixe das engrenagens no motor, atuando através de procedimentos de descoberta e dessa forma atualizando o esquema acionado inicialmente para a construção da base. Abaixo podemos verificar o procedimento de construção da base do robô orientado por um esquema familiar que vai sendo atualizado para a situação específica, no caso, das engrenagens:

S: $\alpha < 289697 > (0:04:49.7)$ ((*pega RCX, conecta vigas, mede vigas, coloca conectores, tira, pega pranchas, pega mais pranchas, conecta nas vigas conecta motor, conecta viga, observa, mede RCX, desmonta, remonta, coloca engrenagem, observa, coloca eixo atravessado na viga, conecta eixo e engrenagem, tira, conecta as engrenagens do motor e do eixo, desmonta, recoloca o motor em contato com as engrenagens, coloca rodas, fixa com buchas, observa, gira a engrenagem, observa, faz o mesmo do outro lado da viga, eixos, buchas, rodas e buchas, desencaixa, suspira fundo, desmonta, observa, troca as engrenagens, recoloca as rodas, testa empurrando prá lá e prá cá, vibra, seleciona mais vigas, conecta, fixa na lateral das vigas, faz o mesmo do outro lado, coloca o RCX, tira, pega rodas, pega eixo, coloca na frente, tira, alonga eixo com luvas, coloca buchas, gira o eixo, coloca buchas, coloca rodas nos eixos, testa, troca as rodas por rodas maiores, troca as quatro rodas, testa empurrando, coloca buchas, liga o RCX, desliga, coloca na base, aperta, testa, coloca cabos, liga o motor ao RCX*)) *Tá quase, tá quase, tá quase, feito! Tomara que esteja funcionando, agora, deixa eu ver aqui* ((*empurra o robô com as mãos*)) $\alpha < 1922173 > (0:32:02.2)$

O sujeito verbaliza espontaneamente “S: (...) *Tá quase, tá quase, tá quase, feito!*” marcando a finalização da primeira etapa e o encadeando da segunda etapa. Na **segunda etapa** o sujeito parte para a programação do objeto abrindo o

¹⁴ Sexo: Masculino; Idade: 11 anos; Tempo que frequenta as aulas de robótica: 1 ano 6 meses; Tempo total usado para solucionar o problema: 43 minutos.

programa Robolab® na tela do computador e construindo sua primeira programação orientada por um esquema familiar. A primeira programação construída pelo sujeito pode ser observada na reprodução abaixo:



Figura 2: Primeira programação construída pelo Sujeito: Início da programação / Motor A gira para a direita / Durante 10 segundos / Desliga motor A / Fim da programação

Depois de construir a programação e transferi-la para o RCX do robô o sujeito verbaliza “S: *Ah me esqueci de uma coisinha aqui*”. Então conecta vigas em L nas laterais do RCX. Através dessa conduta observa-se que o sujeito não realiza uma centração para construir um anexo para o robô, pois a base e o anexo do robô para esse sujeito compõe um “todo”. O sujeito apenas atualiza o esquema inicial de construção da base onde o anexo já faz parte e conecta as vigas em L nas laterais do RCX. Portanto, a partir dessa conduta, incluindo ela, pode-se dizer que o sujeito inicia a terceira etapa da resolução do problema onde resolve os problemas da montagem e programação na busca da solução final.

Na **terceira etapa** de resolução do problema, iniciando com o anexo das garras nas laterais do RCX o sujeito passa a realizar testes no robô e a ajustar o tempo da programação para levar o carro até a casa. Na primeira testagem o sujeito posiciona o carro na direção da casa sem o carro na frente do robô e liga. O robô se movimenta e se choca contra a casa. O sujeito então posiciona de novo o robô no ponto inicial ainda sem o carro na frente e liga, enquanto o robô se movimenta na direção da casa o sujeito conta os segundos até chegar bem próximo da casa. Ele volta para a tela do computador e modifica a programação para 6 segundos de tempo de giro do motor como podemos observar na reprodução abaixo:



Figura 3: Segunda programação construída pelo Sujeito: Início da programação / Motor A gira para a direita / Durante 6 segundos / Desliga motor A / Fim da programação

O sujeito transfere a programação para o RCX do robô e testa novamente. Posiciona o robô sem o carro e liga o robô, ele se movimenta na direção da casa e se choca contra ela. Ele diminui novamente o giro do motor para 5 segundos e transfere novamente. Posiciona e liga, o robô se movimenta e para bem próximo da casa. O sujeito questiona a pesquisadora “S: *Tá bom aqui sora?*” ao que a pesquisadora responde “P: *Tu que sabe quando está bom*”.

O sujeito então aumenta o tempo de giro do motor para 5,5 segundos e transfere para o RCX. Testa mais uma vez sem o carro e chega muito perto da casa. O sujeito reposiciona o robô agora com o carro na frente e o robô para antes de tocar na casa. O sujeito verbaliza “S: *mais um pouquinho!*” E modifica para 6,0 segundos o tempo do giro do motor. Testa novamente com o carro e diz: “S: *Mais um pouco!*” Nesse momento a pesquisadora questiona o sujeito: P: *Antes tava chegando e agora não tá, por quê?* Ao que o sujeito responde: S: *Por causa do peso do carro*. A pesquisadora fez esse

questionamento para confirmar se o sujeito havia considerado o peso do carro como fator de alteração da programação. O sujeito então modifica mais uma vez a programação que pode ser observada na reprodução abaixo:

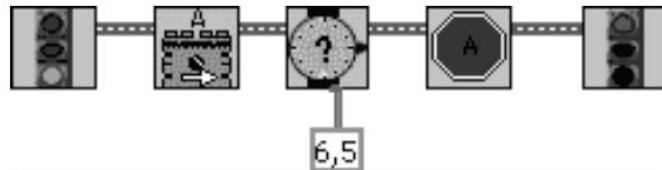


Figura 4: Sexta programação construída pelo Sujeito: Início da programação / Motor A gira para a direita / Durante 6,5 segundos / Desliga motor A / Fim da programação

Transfere a programação para o RCX do robô. Testa mais uma vez e o robô desvia do trajeto se chocando contra a parede da mesa. Posiciona novamente e liga, o robô desliza na direção da casa e para bem próximo a ela. O sujeito exclama: S: *Consegui!* Nesse momento o experimento é dado como encerrado.

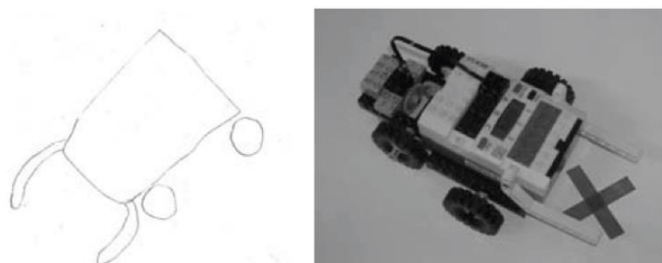


Figura 5: Representação inicial e solução final do problema construída pelo sujeito.

5 CONCLUSÃO

A estratégia de resolução do problema desse sujeito pode ser dividida em três etapas encadeadas. Depois de elaborar a representação inicial para resolver o problema o sujeito aciona um esquema familiar para construir a base do robô (C1). A conduta se desenrola até que o sujeito realiza uma centração para resolver o problema do encaixe das engrenagens na base do robô (C2). Tal centração faz com que o sujeito atualize o esquema acionado inicialmente através de procedimentos exploratórios. Na etapa dois o sujeito constrói a programação do objeto guiado por um esquema familiar (C3). Na terceira etapa realiza uma correção na construção onde havia esquecido de conectar as garras do robô (C4), em seguida passa a testar o robô e ajustar a programação (C5) através de procedimentos de descoberta quando dá por encerrada a resolução do problema.

A Figura 5 representa a tentativa de sistematizar o procedimento de resolução do problema do sujeito:

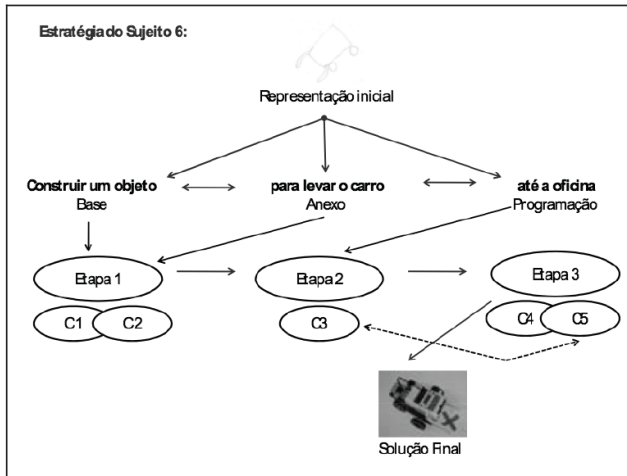


Figura 5: Esquema da estratégia de resolução do problema do Sujeito.

Segundo Inhelder et al (1996), o sujeito deve fazer ajustes mentais, imaginando as conseqüências de certas ações. O ajuste se dá sempre em relação à uma idéia diretriz que assegura um primeiro planejamento das ações, mas que é a seguir modificada a partir dos resultados destas ações. Esta ideia garante uma ligação entre a representação do objetivo e os procedimentos a efetuar. As sucessões rápidas permitem ao sujeito informar-se sobre o resultado de suas ações, julgar a sua adequação e fazer ajustes na aplicação dos esquemas. Durante a resolução de um problema, parece que o sujeito avalia constantemente a adequação de suas previsões e de suas manobras.

Como podemos observar, a investigação das microgêneses cognitivas põe em evidência os processos funcionais da cognição que intervêm quando o sujeito aplica seus conhecimentos a contextos particulares. Mais do que as formas que o raciocínio pode tomar nas diferentes fases do desenvolvimento cognitivo, os estudos sobre a dimensão local da atividade cognitiva do sujeito podem ser úteis à educação destacando as etapas de compreensão de um conhecimento realizadas pelo sujeito, detalhando as hipóteses, avanços, retrocessos, enfim, o desenrolar das descobertas de cada indivíduo no processo de resolução de problemas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Inhelder, B. and Cellérier, G. (1996) O desenrolar das descobertas da criança: um estudo sobre as microgêneses cognitivas. Artes Médicas, Porto Alegre.
- Papert, S. (2008) A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Artmed, Porto Alegre.
- Papert, S. (1985) LOGO: computadores e educação. Brasiliense, São Paulo.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1999) A Psicologia da Criança. Bertrand, Rio de Janeiro.
- Piaget, J. (1985) O possível e o necessário: evolução dos possíveis na criança. Artes Médicas, Porto Alegre. Vol. I.

SBA Controle & Automação Vol. 00 no. 00 / Jan., Fev., Mar, Abril de 0000 5

Piaget, J. (1986) O possível e o necessário: evolução dos necessários na criança. Artes Médicas, Porto Alegre. Vol. II.

Piaget, J. (1977) A Tomada de Consciência. Melhoramentos, São Paulo.

Piaget, J. (1978) Fazer e Compreender. Melhoramentos, São Paulo.

Resnick, M., Martin, F., Sargent R., Silverman B. Programmable Bricks: toys to think with. Accepted for publication April 4, 1996. Disponível em: <https://www.research.ibm.com/journal/sj/353/sectionnc/martin.html>. Acessado em agosto de 2010.

Robolab Revista. Curitiba: ZOOM Editora educacional, 2003.

ROTSLIP - ROBÔ TELEGUIADO PARA SENSORIAMENTO DE LÍQUIDOS PERIGOSOS

Dalton Pedroso de Queiroz¹, Felipe Pereira Perez², Alexandre Bittencourt Gripp³, Michael Willer Souza Rodrigues⁴, Robson Danilo Antunes Lui⁵, Cassio Afonso Caetano Rodrigues⁶, Renan Garibe Rigo⁷

¹dalton@uem.br

^{1,2,3,4,5} Curso de Ciência da Computação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária de Dourados - Caixa postal 35;

^{6,7} Curso de Engenharia Física, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
Cidade Universitária de Dourados - Caixa postal 35.

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: No projeto ROTSLIP (Robô Teleguiado para Sensoriamento de Líquidos Perigosos), foi construído um robô teleguiado para atuar em sensoriamento de líquidos que ofereçam de risco ao ser humano, geralmente líquidos corrosivos. Foram desenvolvidos cinco subsistemas que, integrados, compuseram todo o sistema. Foi feito um robô móvel com a capacidade de transporte de um braço robótico; um braço robótico capaz de mergulhar um sensor ou um conjunto de sensores em um líquido a ser analisado; um canal de comunicação para que todo o sistema pudesse teleoperado; sensores capacitivos confeccionados a partir da deposição de filmes finos de materiais resistentes a líquidos corrosivos sobre eletrodos interdigitados de ouro através da técnica Spin-Coating; hardware e software específicos para aquisição e interpretação dos dados obtidos com esse tipo de sensor. Nesse artigo são apresentadas as informações principais a respeito de todo o sistema ROTSLIP.

PALAVRAS-CHAVE: robótica, sensores, automação.

ABSTRACT: In the project ROTSLIP (Guided Robot for Hazardous Liquid Sensing), built a robot guided to act in sensing fluid that offer risk to humans, usually corrosive liquids. Five subsystems were developed, integrated, composed the whole system. There was a mobile robot with the ability to carry a robotic arm, a robotic arm capable of sinking a sensor or a sensor array in a liquid to be analyzed, a communication channel for the entire system could teleoperated, capacitive sensors manufactured from the deposition of thin films of materials resistant to corrosive on interdigitated gold electrodes by spin-coating technique, specific hardware and software for acquisition and interpretation of data obtained with this type of sensor. In this article we present the main information about the entire system ROTSLIP.

KEYWORDS: robotics, sensors, automation.

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da sociedade moderna é a exposição que os seres humanos vêm sofrendo a situações de risco por conta dos processos industriais modernos. A

população de um modo geral está sendo exposta a diversos produtos que podem causar toxicidade, além de desenvolverem doenças crônicas e degenerativas.

Nesse sentido, o principal grupo de risco são os trabalhadores que atuam diretamente na manipulação de líquidos perigosos e corrosivos, como é o caso dos derivados do petróleo: gasolina, querosene, benzeno, tolueno, naftalina, entre outros. A exposição prolongada a esses produtos pode causar uma intoxicação aguda levando o trabalhador vinculado a manipulação desses compostos químicos a apresentar cefaleia, tonturas, ataxia, confusão mental e coma nos casos graves. A gasolina, por exemplo, a despeito do que muitos pensam, é um líquido perigoso e pode desenvolver a Pneumonite Química por aspiração.

Outro agravante que tem surgido nos últimos tempos é a adulteração de combustíveis. Além dos riscos a saúde que cada produto causa isoladamente, agora eles vêm misturados, aumentando o seu potencial tóxico. Por exemplo, é comum a mistura de solventes à gasolina ou o acréscimo de metanol ao invés do etanol. Em função disso, uma necessidade crescente, é o monitoramento contínuo da qualidade dos combustíveis, o que leva o funcionário responsável por esse controle a trabalhar continuamente exposto a esse meio e, evidentemente, exposto a todos os perigos que ele pode causar.

Tarefas como as citadas anteriormente classificam-se como trabalhos perigosos. Nesse tipo de trabalho a presença humana se torna difícil, arriscada e até mesmo impossível. Por conta dessa crescente demanda de realização desse tipo de trabalho com eficiência e precisão no mundo moderno, sistemas robóticos têm sido evidenciados como a solução primeira, principalmente nos processos industriais [1]. Os sistemas robóticos são dispositivos mecânicos versáteis, equipados com sensores e atuadores, sob o controle de um sistema computacional, que podem ser operados a distância e que permitem a realização de uma gama de tarefas.

Nesse sentido, o projeto desenvolvido nesse trabalho foi um sistema robótico completo de sensoriamento de líquidos perigosos, que pode ser controlado e operado a distância. Para

consecução do robô foram envolvidas diversas áreas do conhecimento, tais como a Física, Matemática, Computação e especialmente as Engenharias.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O ROTSLIP é composto por cinco subsistemas que atuam de forma integrada, proporcionando ao robô a capacidade de sensoriamento de líquidos corrosivos, podendo ser operado à distância. A seguir descrevemos cada um desses cinco subsistemas.

2.1 Robô Móvel de Transporte

Foi montado um robô sobre uma estrutura metálica de partes pré-fabricadas que tem a característica de serem adaptáveis a diversos tipos de projetos na área de robótica. Optou-se por montar a estrutura tipo “caixa” retangular, com base maior que a altura, para haver maior estabilidade do robô, visto que o seu objetivo é fornecer área útil e capacidade de carregar um braço robótico. Os elementos móveis do robô são rodas comuns de borracha ligadas a motores que atuam sobre as mesmas.

Para controle, sensoriamento e atuação sobre o robô foi desenvolvido um sistema central baseado em um microcontrolador, cuja operação pode ser comandada a distância por um sistema de transmissão e recepção. O sistema de controle [2] foi baseado na plataforma de hardware livre Arduino, usando-se um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, com shields expansivos, com regulador linear de 5 volts e um oscilador de cristal de 16 MHz e conexão serial RS-232. Para o controle dos motores de tração e mobilidade do robô usou-se relês. O sistema de teleoperação foi construído a partir do sistema de recepção e transmissão MC21.

Todo o controle do robô foi feito via software que foi construído especialmente para o hardware proposto. O processo de controle foi desenvolvido em plataforma Java, com editor de código com recursos de realce de sintaxe, parênteses correspondentes e endentação automática, sendo capaz de compilar e carregar programas para a placa com um único clique. Tem uma biblioteca chamada "Wiring", que possui a capacidade de programar em C/C++. Isto permite criar com facilidade muitas operações de entrada e saída, tendo que definir apenas duas funções no pedido para fazer um programa funcional.

2.2 Braço Robótico

O subsistema braço robótico foi construído com placas perfuradas e parafusadas, porém, revestidas com tinta industrial apropriada para impermeabilização da parte metálica ante a exposição a líquidos corrosivos. Foram colocados sensores de posição e um sistema capaz de verificar os valores dos sensores e gerar um valor de saída para ser enviado aos atuadores, movendo dessa forma o braço robótico para a posição desejada. A função do sistema de controle sistema é controlar todas as juntas presentes no manipulador do robô de forma independente, sendo capaz de fazer com que o atuador atue em cada junta separadamente. A forma mais comum de acionamento de motores de corrente contínua é por meio de microcontroladores é através da técnica de modulação por largura de pulso (PWM – Pulse width modulation), onde

esta técnica permite variar a tensão de acionamento dos motores e, conseqüentemente, a sua velocidade. Para o controle da direção, foi implementada a solução clássica utilizando uma ponte H, onde transistores operam como chave, sendo que pelo chaveamento de dois dos quatros transistores que constituem a ponte, e dependendo do chaveamento, o sentido da drenagem do transistor faz com que a corrente flua pelo motor no sentido ou horário ou anti-horário, fazendo com que o motor gire no mesmo sentido. Para todo o processo contínuo de envio e recebimento de dados, um sistema de aquisição de dados foi necessário, sendo constituído por um conversor analógico/digital (A/D) comum [3]. O diagrama esquemático é mostrado na Figura 1.

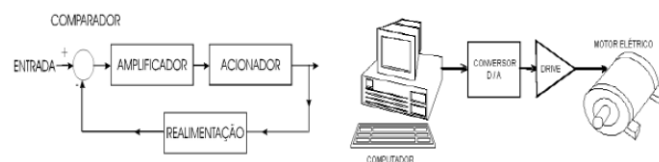


Figura 1 – Controle do Braço Robótico

2.3 Canal de Comunicação

O canal de comunicação [4] constitui-se na implementação de hardware e software específicos para fazer a transmissão e a recepção de dados de um ponto origem a um ponto destino, estabelecendo, dessa forma, um canal de dados.

Para controle do canal de dados e, conseqüentemente de todo o sistema ROTSLIP, foi desenvolvido um software em linguagem C, onde se programou uma interface com botões a serem acionados pelo operador do sistema, podendo o mesmo atuar nas suas diversas partes. Para comunicação desse Software com o Hardware, a porta de saída escolhida no computador foi a porta paralela, que envia combinações de bits de forma paralela. Essas combinações são códigos que, detectados pelo sistema, realizam as ações comandadas pelo operador.

O sistema de transmissão e recepção de sinais implementados baseiam em circuitos integrados que trabalham de forma serial, portanto, foi necessário implementar um codificador paralelo serial para estabelecer a comunicação. A seguir descrevemos os principais componentes do canal de comunicação.

Foi usado o Circuito Integrado MC145026 para a conversão paralela-serial-paralela. Ele contém 16 pinos, onde A1/D1 a A9/D9 podem ser usados para endereçamento. Foram usados os pinos desse CI, de A1 a A9/D9, para recebimento de sinais de dados de forma serial. A transmissão é iniciada através do envio de um sinal de nível baixo para o pino TE, em funcionamento invertido. Caso haja o envio de um sinal alto para esse pino, há a desativação. A saída é dada pelo pino Dout. Esse pino tem a saída de forma serial, sendo que o sinal de saída constitui-se em uma palavra de 9 bits, sendo 5 para endereçamento e 4 para dados. O sistema repete cada palavra após o envio para garantir a entrega correta. O módulo de transmissão utilizado foi o RT4, trabalhando numa frequência de 433,92 MHz. Esse CI recebe os sinais enviados pelo MC145026 de forma serial e os envia através de uma onda portadora. O módulo de recepção foi um receptor de radio frequência sincronizado na frequência do transmissor (433,92 MHz).

2.4 Sensores

Os sensores confeccionados baseiam-se no princípio de medição da capacitância elétrica de uma solução [5,6]. Esses sensores foram constituídos a partir da deposição de filmes finos de dióxido de titânio, que é um material resistente a meios corrosivos, sobre eletrodos interdigitados de ouro.

Para o preparo da solução precursora do filmes foi utilizado o isopropóxido de titânio, ácido acético, isopropanol e água. A mistura foi aplicada sobre os eletrodos interdigitados pela técnica spin-coating e, então, os sensores foram levados a um tratamento térmico até atingir a temperatura de 200°C.

Os eletrodos constituem-se em uma lâmina de vidro de 20x5 mm; 50 dígitos de ouro espaçados entre si em 10 µm e possuem 100 nm de espessura com 10 µm de largura. A deposição foi feita no vácuo por evaporação de ouro na lâmina de vidro. A confecção se deu nos laboratório Renato Archer – Campinas/SP.

2.5 Subsistema de Medição

O diagrama em blocos do hardware implementado para consecução das medidas da resposta elétrica dos sensores é mostrado na Figura 2 e compõe-se dos seguintes blocos:

Bloco 1 – Gerador de Sinal: circuito responsável por aplicar no eletrodo interdigitado (sensor capacitivo) uma tensão senoidal. Foi usado o circuito integrado XR8038.

Bloco 2 – Amplificadores de Sinais: circuitos responsáveis pela elevação do nível do sinal gerado, de tal forma que sua amplitude seja capaz de sensibilizar outros circuitos. No caso foram usados dois amplificadores, um com a finalidade de amplificar o sinal proveniente dos eletrodos interdigitados e outro para amplificar o sinal proveniente do gerador de sinais. A amplificação desses sinais é necessária para que os mesmo tenham intensidades suficientes para serem reconhecidos pelo conversor analógico digital. Foi usado o circuito integrado TL074.

Bloco 3 – Conversor Analógico/Digital: circuito responsável pela conversão dos sinais analógicos provenientes do eletrodo interdigitado em sinais digitais. Também foi responsável por acionar o sistema através da conversão de um sinal digital de comando, proveniente do computador em um sinal analógico de disparo do sensor. Foram usados os circuitos integrados ADC0804 e DAC0801.

Bloco 4 – Microcomputador: responsável por executar o programa de controle do “hardware”, realizar os cálculos da capacitância elétrica medida pelo eletrodo interdigitado, apresentar os resultados em forma gráfica e pela interface com o usuário. Foi usado um Notebook Asus com processador Intel Core 2 Duo T5800 2,00GHz, 4GB de memória RAM, placa de vídeo da nVidia modelo GeForce 9300M GS 512MB, Disco Rígido de 500GB com o sistema operacional Windows 7 Ultimate Edition.

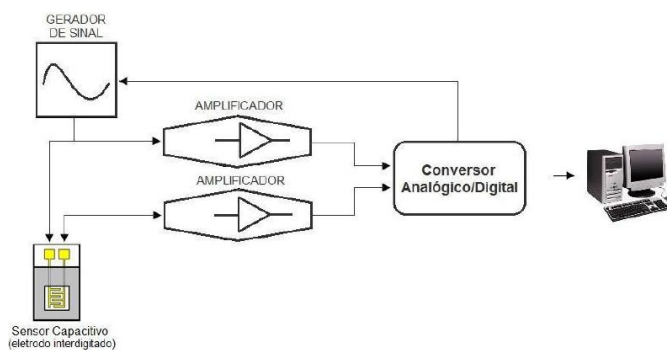


Figura 2 – Diagrama em blocos do subsistema de medição

O software de controle foi desenvolvido em linguagem C, onde a interface permite acesso do operador a botões de comando onde é possível:

- 1) Dar nome ao Arquivo (nome do líquido ou composição do líquido a ser analisado pelo sensor)
- 2) Ler o sinal da porta LTP (o sinal deverá ser adquirido numa taxa de 100 vezes por segundo, ou seja, em um segundo o software deverá ler 100 vezes a porta)
- 3) Calcular a média dos sinais lidos (somatória dos 100 sinais lidos dividido por 100)
- 4) Calcular a capacitância (C), onde é medida a impedância do sistema líquido (Z), sendo o mesmo a média de 100 valores lidos para um mesmo líquido, onde $W = 2\pi f$ e f é a frequência do sinal. A formulação é:

$$C = \frac{1}{\omega} \frac{-Z''}{(Z')^2 + (Z'')^2}$$
- 6) Fazer uma nova medida
- 7) Armazenar resultados
- 8) Montar um gráfico onde no eixo x tem-se o(s) nome(s) do(s) arquivo(s) (líquidos analisados) e no eixo y, a(s) respectivas capacitância(s) (C) calculada(s).
- 9) Gerar um relatório com as 100 medidas efetuadas no tempo para cada líquido analisado e deixar a opção de visualizar no menu.

3 RESULTADOS

A Figura 3 mostra as principais partes do protótipo final do robô, onde podem ser vistos o sistema de controle e teleoperação, o sistema elétrico, juntamente com a alocação da bateria, a estrutura mecânica e o sistema de mobilidade. Nesse projeto, o braço robótico pode ser inserido em estrutura de “andar”, sendo deixados os encaixes necessários.

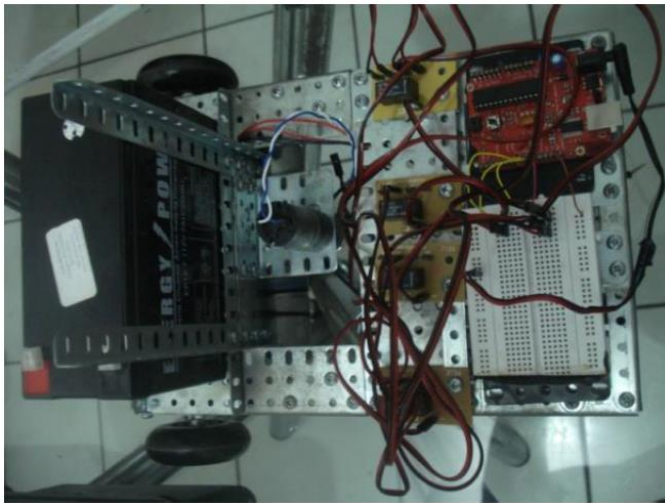


Figura 3 – Protótipo final do Robô

O software desenvolvido para controle do sistema de medição foi designado SAD (sistema de aquisição de dados), onde o operador pode ter uma série de opções de comando para realização das medidas. A seguir descrevem-se as partes mais importantes.

Na tela inicial do programa conforme descrita na Figura 4 e na Figura 5, existem duas “Abas”, uma de nome “Configurações” e a outra “Capacitância”. Na “Aba Configurações”, tem se a opção de configurar a entrada de dados, selecionando aquisição por Porta Paralela ou por arquivo de texto armazenado no computador.

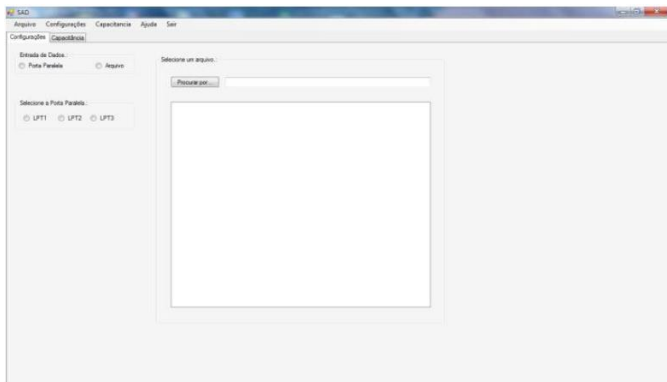


Figura 4 – Tela inicial do software SAD.

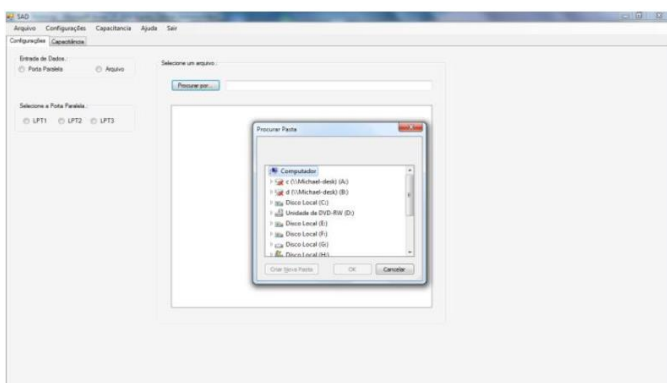


Figura 5 – Procurando um arquivo de dados no SAD.

Na aquisição de dados por Porta Paralela, tem se a opção de escolher qual porta paralela específica onde será feita a captura de dados do sensor. Já na aquisição de dados feita por meio de arquivo, onde as opções de porta paralela são

bloqueadas por segurança, é liberada a opção de localizar o arquivo.

O usuário tem a opção da aba “Capacitância” para iniciar os procedimentos de cálculos de capacitância, amostragem gráfica dos dados calculados e geração e visualização de relatórios conforme é visto nas Figuras 6, 7 e 8.

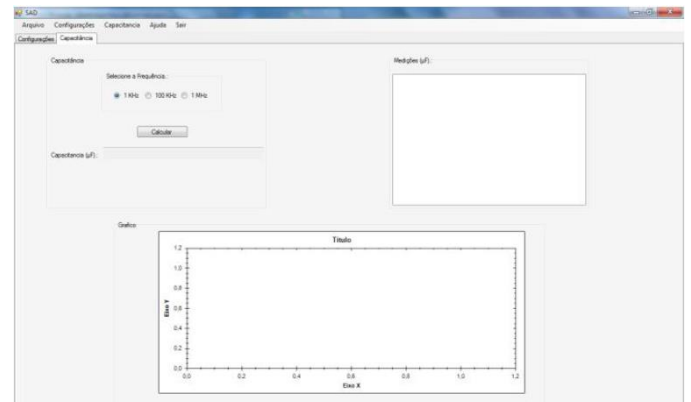


Figura 6 – Aba “Capacitância”

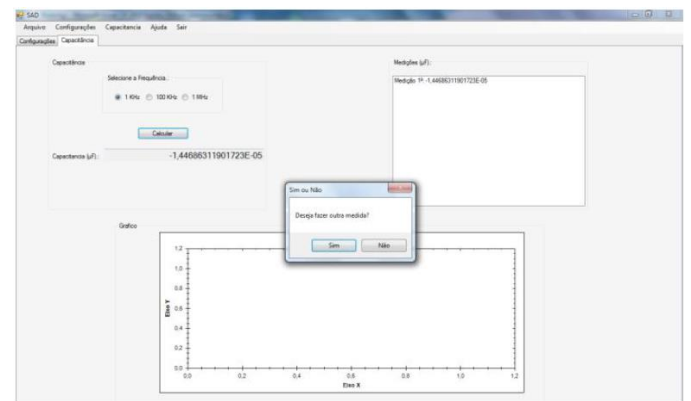


Figura 7 – Realizando o calculo de capacitância.

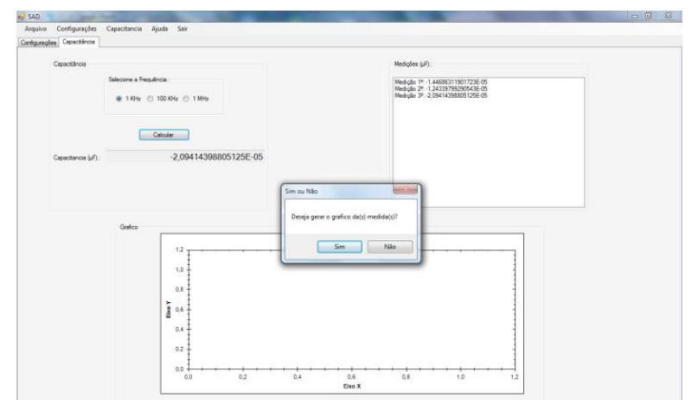


Figura 8 – Após a realização dos cálculos de capacitância, o programa permite a visualização em gráfico.

Antes de clicar no botão “Calcular”, é necessário selecionar a frequência com que serão realizadas as medições. Por padrão, o programa é configurado para calcular a capacitância numa frequência de 1KHz. Ao clicar no botão “Calcular”, é gerado o calculo da capacitância da amostragem e mostrado numa caixa de texto logo abaixo do botão. O usuário poderá fazer diversos cálculos aleatórios, mas usando o arquivo como entrada de dados, o calculo é limitado pelo tamanho do arquivo. Outra característica é que usuário poderá realizar diversas medidas de um mesmo arquivo, sendo que cada linha do arquivo refere-se a uma medida distinta. Todas as

medições já realizadas são listadas na caixa de texto “Medições”.

Se o usuário não desejar realizar mais medições, é exibida uma mensagem que disponibiliza ao usuário a opção de gerar ou não uma amostragem gráfica (Capacitância X Líquidos Analisados) de todas as medidas realizadas conforme é visto na Figura 9 e na Figura 10 o gráfico da medida em detalhe.

[6] RIU Jr, A.; MALMEGRIM, R.R.; FONSECA, F. J.; MATTOSO, L.H.C. Electronic Tongue – Science Mimicking Nature. Biosensors and Bioelectronics, 18, 1365-1369, 2003.

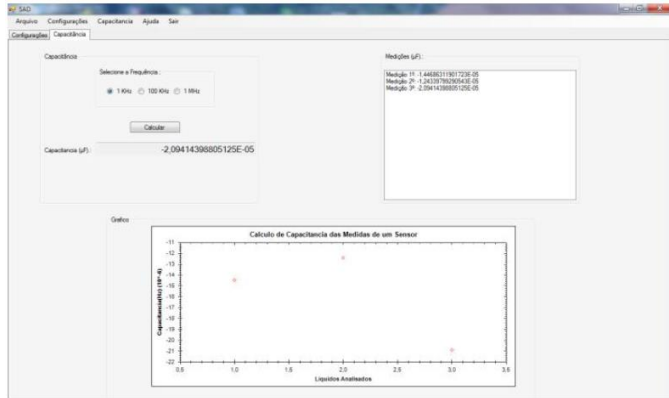


Figura 9 - Detalhe de uma medição realizada com o ROTSLIP

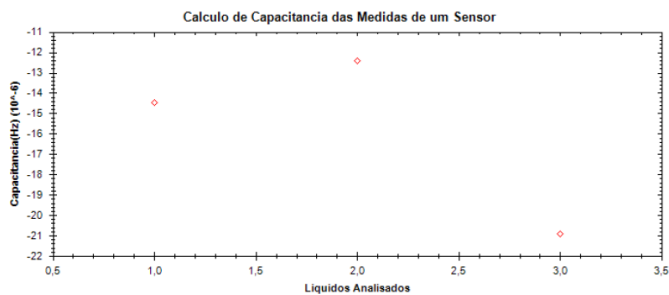


Figura 10 - Detalhe de uma medição realizada com o ROTSLIP

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. Prentice-Hall do Brasil, 1990
- [2] SPONG, W., VIDYASAGAR, M. Robot Dynamics and Control. Wiley, 1989.
- [3] SCIAVICCO, Lorenzo. SILICIANO, Bruno. Modeling and control of robot manipulators. The McGraw-Hill International Editions, Inc. 2000.
- [4] CRAIG, J.J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Addison-Wesley, 1986
- [5] RIU Jr, A; dos SANTOS, D. S. WOHNATH, K; DiTOMMAZO, R; CARVALHO, A. C. P. L. F.; FONSECA, F. J. OLIVEIRA Jr, O. N.; TAYLOR, D. M; MATTOSO, L. H. C. Artificial Taste Sensor: Efficient Combination of Sensors Made From Langmuir-Blodgett Films of Conducting Polymers and a Ruthenium Complex and Self-Assembled Films of an Azobenzene-Containing Polymer. Langmuir, n. 18, p. 239, 2002.

TANQUE BATEDOR: UM ROBÔ TELEOPERADO PARA INSPEÇÃO EM AMBIENTES INÓSPITOS

André Ferreira Núñez, Felipe Ferreira Veiga, João Pedro Crocoli Longhi, Vagner Santos da Rosa, Vinicius Menezes de Oliveira

afnunez@gmail.com, lipe_veiga@hotmail.com, joaolonghi@gmail.com, vagner.rosa@furg.br, vinicius.oliveira@furg.br

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Centro de Ciências Computacionais
Av. Itália, Km 8, Bairro Carreiros
CEP 96.201-900 – RIO GRANDE RS

Categoria: ARTIGO SUPERIOR / MULTIMÍDIA

RESUMO: O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema robótico teleoperado para inspeção de ambientes que oferecem riscos aos operadores humanos buscando diferenciar o projeto de outros do mesmo tipo por utilizar peças e componentes de baixo custo, além de uma plataforma open-hardware.

PALAVRAS-CHAVE: Robô de inspeção, ROV, tele- operação, arquitetura open-hardware.

ABSTRACT: The present work presents the development of a teleoperated robotic system for inspection of harmful environments for human operators. The goal is to make a lowcost model and to differentiate the project from others designed for the same application we have chosen affordable and easy-To-find parts, and an open-hardware platform.

KEYWORDS: Inspection robot, ROV, tele-operation, open-hardware architecture.

1 INTRODUÇÃO

Em diversas situações é perigoso ou indesejável colocar pessoas para inspecionar um ambiente: desmoronamentos com vítimas soterradas, acidentes químicos ou radioativos, ameaças de bombas, minas instáveis são apenas alguns exemplos. Se a equipe de busca possuir equipamentos capazes de entrar e inspecionar estes lugares, ultrapassar obstáculos, subir escadas, operar em um ambiente tóxico ou prejudicial à saúde humana, muitas situações de resgate e contenção podem ser abordadas, potencialmente reduzindo o número de vítimas e o risco para as equipes de resgate. Como dito por Carpin, et al.[1], “a sociedade precisa de sistemas robóticos robustos e fáceis de utilizar para enfrentar estas situações de emergência”.

A proposta do projeto “Tanque-Batedor” é desenvolver um sistema robótico móvel para operações de inspeção em locais confinados e de difícil acesso. Para tal o veículo deverá portar diferentes tipos de sensores, apresentar dimensões reduzidas e tração por esteiras.

Atualmente estão disponíveis comercialmente diversos modelos de robôs para inspeção em locais inóspitos. Dentre estes pode-se citar o projeto Packbot[2] (ver Figura 1.d). Este robô, para fins militares, caracteriza-se por ser leve, portátil e robusto podendo ser arremessado a médias distancias. Em [3] é apresentado um robô também para aplicações militares capaz de portar armas de fogo (ver Figura 1.b). Já em [4] existe a possibilidade de se acoplar diferentes tipos de ferramentas como, por exemplo, uma garra manipuladora (ver Figura 1.a) e em [5] é apresentado um modelo que dá ao operador a capacidade de interagir com as vítimas através de um sistema de comunicação, além de apresentar uma espécie de cordão umbilical pelo qual o robô é alimentado e que pode ser desacoplado e reacoplado quando necessário (ver figura 1.c).

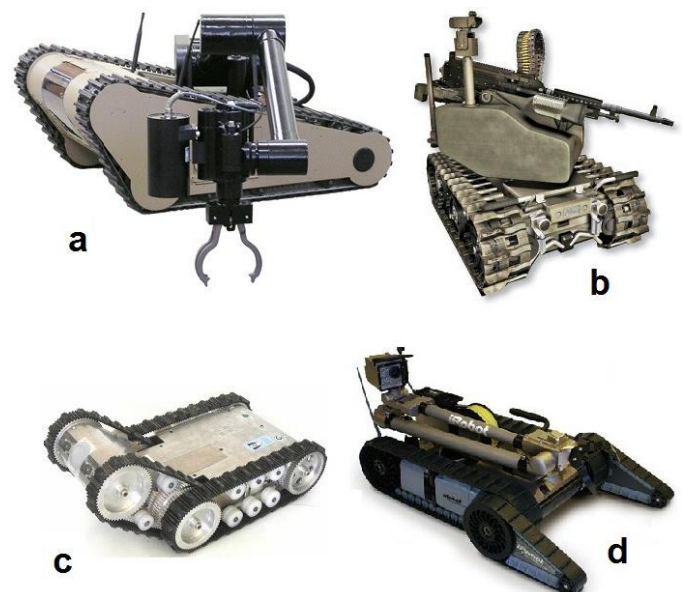


Figura 1. Robôs de inspeção semelhantes (a-Matilda; b-TALON; c-Raposa; d-Packbot)

O presente trabalho apresenta o projeto mecânico e arquitetura embarcada para uma plataforma genérica de inspeção, tracionado por esteiras, capaz de portar diferentes tipos de sensores e ser utilizada em diversas aplicações. A plataforma

foi construída e testada em ambiente real controlado. Os resultados obtidos foram promissores, validando a proposta.

Este artigo está organizado em 6 seções. A seção 2 apresenta as decisões de projeto associadas a estrutura mecânica. A seção 3 apresenta a arquitetura de hardware utilizada bem como o funcionamento de sensores e atuadores, a priori definidos, e protocolo de comunicação. A seção 4 apresenta a interface de operação e suas funcionalidades. A seção 5 apresenta os resultados das pesquisas e testes e a seção 6 as conclusões deste trabalho.

2 PROJETO MECÂNICO

Buscando robustez e baixo custo o esquema mecânico do robô foi simplificado ao máximo, possuindo somente dois subconjuntos: estrutura e sistema de tração.

2.1 Estrutura

A estrutura é composta de chapas de aço carbono 1,5 mm de espessura, que foram cortadas, dobradas e soldadas utilizando soldagem por arco elétrico com gás de proteção (solda MIG). A Figura 2 apresenta a vista lateral do robô onde pode ser visto o eixo de saída do motor acoplado ao eixo de tração através de uma corrente. Esta geometria é bem simples e foi dimensionada para que o robô seja capaz de subir escadas e ultrapassar obstáculos. As medidas do robô e o ângulo de ataque de 45° da esteira foram obtidos levando-se em consideração as medidas padrões de degraus de escadas.

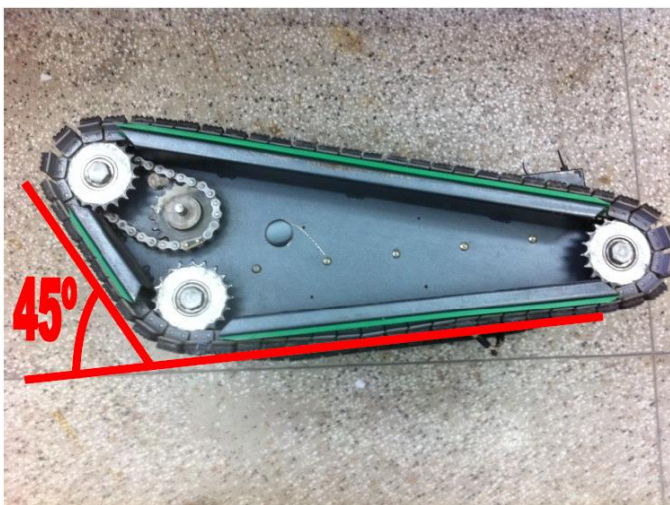


Figura 2. Geometria do robô

A estrutura conta ainda com um suporte para a câmera e para os sensores. Este suporte permite o acoplamento de dois servos-motores, sendo um deles utilizado para direcionar a câmera e o sensor de temperatura e o outro para movimentar um sensor ultra-sônico.

2.2 Sistema de Tração.

O conjunto de tração é formado por esteiras, correntes, engrenagens, rolamentos e motores. Todos esses componentes, exceto os motores, são utilizados em esteiras transportadoras e são comercialmente disponíveis, tendo sido adaptados para o robô desenvolvido.

Os motores escolhidos são comercialmente produzidos para movimentar as palhetas de limpadores de para-brisa de caminhões. São motores de corrente contínua 24V, cujo eixo de saída da redução interna foi modificado para possibilitar o acoplamento da engrenagem motora.

Visando aumentar a velocidade do robô foi utilizado um sistema de engrenagens e correntes ASA 40 (American Standard Association), no qual a engrenagem movida é dupla e formada por engrenagens com números de dentes diferentes, a maior traciona a esteira enquanto a menor esta conectada através de uma corrente à engrenagem motora, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3. Sistema de redução

A decisão por utilizar esteiras se deu por possibilitar a movimentação sobre diversos tipos de solo, conferindo ao robô a mobilidade necessária para atuar em locais de difícil acesso. Além disso, simplifica o projeto mecânico e de controle, pois Mostra Nacional de Robótica, São João Del Rei, Setembro de 2011 3 utiliza somente dois motores para locomoção e direcionamento do robô.

3 ARQUITETURA EMBARCADA

O sistema eletrônico projetado para ser embarcado no Tanque Batedor foi desenvolvido para possibilitar a atuação do robô no ambiente de forma controlada e segura. Para isso, foram adicionados sensores que permitem conhecer a situação do local a ser inspecionado. Construído com o Arduino1, uma plataforma “Open Source Hardware”, mundialmente conhecida, que utiliza um microcontrolador Atmel2 AVR em uma única placa, com suporte de entrada/saída embutido e uma linguagem de programação padrão. O circuito elétrico desenvolvido possui baixo custo, fácil implementação e flexibilidade suficiente para a inclusão de outros sensores, caso necessário em aplicações específicas.

A plataforma Arduino permite que outras placas, conhecidas como shields, sejam acopladas sobre ela para estender suas funcionalidades. Dessa forma, foi projetada uma placa que integra o circuito de acionamento dos atuadores, captação dos sensores e comunicação através de rádio frequência, para ser acoplada ao Arduino.

A fonte de alimentação do robô é composta por quatro baterias de 12V produzidas comercialmente para sistemas de

alarme e no-breaks. As baterias são conectadas em pares para fornecer uma tensão de 24V e corrente de 7AH para cada esteira.

3.1 Atuação

O Tanque Batedor conta com dois atuadores principais para sua locomoção e permite que sejam utilizados dois servomotores para o controle de direção dos sensores e da câmera.

Os atuadores de tração são motores de baixa rotação da marca Bosch3 modelo DHP e sua alimentação é de 24V, Para o acionamento destes motores foram utilizados dois drivers do tipo ponte-h com relés para a reversão do sentido de rotação dos motores. Adicionalmente, um circuito de comutação por MOSFET gera um sinal PWM (modulação por largura de pulso) para o controle de velocidade de cada um dos motores. A decisão sobre o uso de relés para a reversão de sentido de rotação é justificada pela infrequência que essa reversão é realizada. Com o acionamento por MOSFET, é possível desligar a corrente dos motores antes da comutação dos relés, aumentando significativamente sua vida útil. Desta forma, a etapa de alta corrente necessária para o acionamento dos motores é ao mesmo tempo simples e confiável.

Considerando a estrutura do Tanque Batedor e a possibilidade de controlar tanto a direção como a velocidade de cada esteira individualmente, os movimentos possíveis do Tanque são mostrados na Figura 4.

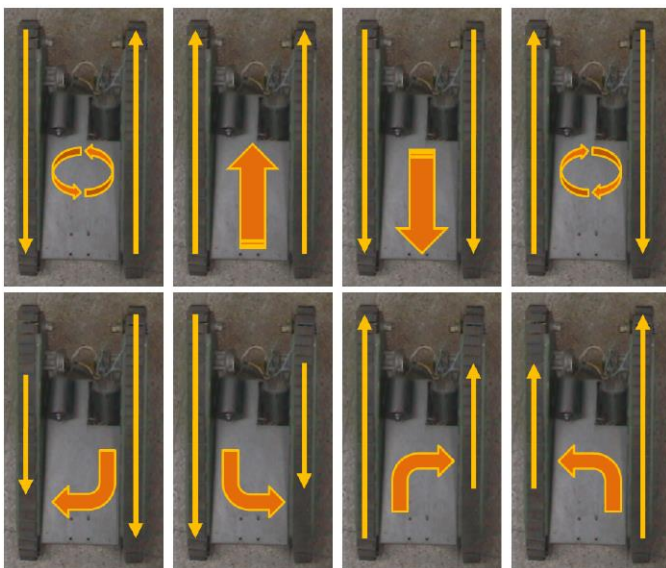


Figura 4. Movimentos possíveis do robô

Para permitir o direcionamento dos sensores e uma medição mais precisa, optou-se por utilizar servos-motores de aeromodelismo, os quais operam a uma tensão de 5V e possuem um torque de 13Kg.cm, força suficiente para movimentar os sensores de temperatura e distância, além de suportar o peso da câmera. Estes servos atuam independentemente em um ângulo de -60° a $+60^\circ$, tendo como referência a frente do robô, e são controlados tanto remotamente pelo operador quanto automaticamente pelo próprio robô para reconhecer o ambiente.

3.2 Sensoriamento

O robô Tanque Batedor pode portar diferentes tipos de sensores. Em sua versão atual o veículo dispõe de sensores de temperatura, distância e uma câmera para poder enviar informações do ambiente ao operador.

3.2.1 Câmera

Em robôs teleoperados a utilização de pelo menos uma câmera é essencial, pois este é o principal meio do operador identificar o ambiente e tomar as decisões necessárias. Foi escolhida uma câmera de baixo custo para o espectro visível que envia imagens via uma rede wireless diretamente para a estação de controle, visto que o controlador Arduino não possui processamento suficiente para tratar as imagens transmitidas em tempo real. Uma câmera infravermelha ou termal poderia ser facilmente acoplada ao robô, se necessário.

Esta câmera, por estar acoplada a um servo-motor, pode ser direcionada pelo operador, permitindo a visualização do ambiente para a identificação de objetos e planejamento de trajetória para o robô.

3.2.2 Sensor de Temperatura

Para que haja informações mais precisas sobre o que acontece nos locais onde o Tanque Batedor está atuando, um sensor de temperatura foi incluído no projeto. Este sensor é da série Thermalert® CITM Compact Infrared Sensor da Raytek4, utilizado para uso à distância, ou seja, sem contato. Este sensor foi desenvolvido para medir com precisão a quantidade de energia térmica emitida por um objeto e converte-la em um sinal elétrico. Como a saída do sensor é linear, $10\text{mV}/^\circ\text{C}$, a aquisição e tratamento das informações captadas pelo sensor térmico é facilitada e se dá através de um conversor analógico/digital (ADC) disponível no controlador. Esta informação é útil especialmente em situações de incêndio, pois possibilita que o operador conheça a temperatura de um ambiente ou de um objeto qualquer, podendo assim identificar com facilidade situações e locais de maior risco. Este sensor é posicionado juntamente com a câmera. Desta forma, ao se focalizar um objeto o sensor apresenta a sua temperatura.

A figura 5 apresenta um gráfico da temperatura ao longo do tempo enquanto o sensor se aproxima de um alvo com temperatura estabilizada em 10°C .

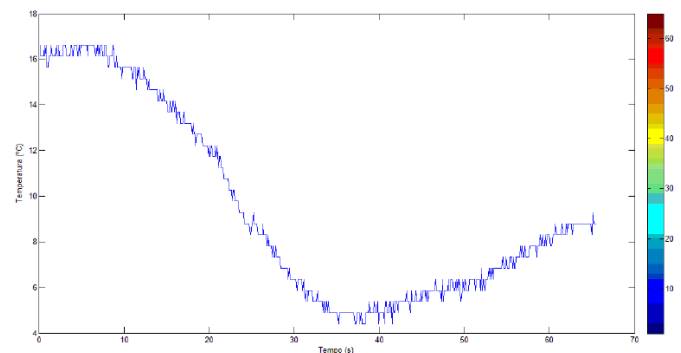


Figura 5. Gráfico da temperatura captada

Este gráfico justifica a necessidade de se acoplar o sensor térmico à câmera, pois percebe-se que há uma faixa de distâncias na qual o sensor consegue medir com maior

precisão. Focalizando o sensor no alvo tem-se, então, uma medida mais precisa da temperatura.

3.2.3 Sensor de Distância

Sensores ultra-sônicos são amplamente utilizados em projetos robóticos e operam emitindo e recebendo ondas sonoras de alta frequência. Este sensor foi adicionado ao Tanque Batedor com o intuito de ajudar o operador enquanto ele controla o robô, avisando sobre obstáculos laterais e frontais que podem não ser vistos somente com as imagens da câmera, assim como apresentar a distância destes objetos em relação ao tanque.

Acoplado a um dos servos, o sensor ultra-sônico faz constantemente uma varredura de 120° do ambiente, em relação à frente do robô, não permitindo, por exemplo, que o robô se choque com algum obstáculo sem a permissão do operador através do software de controle.

3.3 Comunicação

A comunicação sem fio é o que confere ao Tanque Batedor autonomia e mobilidade suficiente para cumprir com sucesso sua tarefa, dispensando o operador do perigo de entrar em um ambiente desconhecido. Como em todas as decisões de projeto a busca por uma solução barata e eficiente levou à utilização do rádio transceptor Bim3A, da Radiometrix5.

Este componente é muito usado em comunicação do tipo wireless bidirecional de alta velocidade de transferência de dados, podendo alcançar taxas de 64kbps. O módulo opera sobre a faixa de 914,5 Mhz e permite a comunicação em uma escala de 200 metros em área livre e 50 metros em áreas de construção.

Para permitir a comunicação foi estabelecido um protocolo formado por pacotes de cinco bytes, sendo estes de dois tipos: de comandos e de feedback.

O pacote de comandos (Figura 6) é composto por identificador do robô, velocidade e direção individual de cada esteira, ativação do sensor de distância e controle sobre a direção do sensor térmico e da câmera.

	bit 7	6	5	4	3	2	1	0
1º Byte	1	Identificador Robô						
2º Byte	0	Velocidade Motor 1						
3º Byte	0	Velocidade Motor 2						
4º Byte	0	Ângulo Câmera						
5º Byte	0	X	X	X	Ativa Sensor	Dir Câmera	Dir 2	Dir 1

Figura 6. Pacote de comandos

A utilização de um byte para identificar o robô permite que vários robôs sejam controlados em uma mesma estação de controle.

O bit de ativação do sensor de distância é acionado pelo operador na interface de controle para liberar ou bloquear os movimentos do robô caso existam obstáculos no caminho do

mesmo, impossibilitando que o robô se choque ou forçando-o a vencer um obstáculo.

Nos cinco bytes do pacote, o MSB (bit7) foi utilizado como marcador para o início do pacote de dados, dessa forma, diminui-se a possibilidade de que, caso haja a perda de algum byte, os comandos sejam interpretados erroneamente.

O pacote de feedback (Figura 7) é composto por identificador do robô, temperatura em °C, distâncias à direita, à esquerda e frontal do obstáculo mais próximo em cada direção e alerta de bloqueio de movimento.

	bit 7	6	5	4	3	2	1	0
1º Byte	1	Identificador Robô						
2º Byte	0	Detecção Obstáculo	Temperatura					
3º Byte	0	Distância Esquerda						
4º Byte	0	Distância Frente						
5º Byte	0	Distância Direita						

Figura 7. Pacote de feedback

Da mesma forma que no pacote de comandos, o identificador do robô permite que o operador reconheça, entre os vários veículos em operação, qual está enviando os dados.

O bit de detecção de obstáculo, alerta se há um objeto, em alguma das direções, a uma distância menor do que a configurada como segura. O algoritmo verifica em qual direção este objeto se encontra e, caso a utilização do sensor esteja ativada para bloquear movimentos perigosos, o robô não atenderá aos comandos do operador nesta direção. Caso contrário, o operador pode forçar o robô a tentar vencer o obstáculo.

4 INTERFACE DE OPERAÇÃO

A estação de comando deve oferecer maneiras para o operador interagir com o robô teleoperado, visando simplicidade e agilidade no controle, além de apresentar o feedback do ambiente da maneira mais clara possível. Com isso em mente foi desenvolvida uma interface em C++, com o auxílio da ferramenta Microsoft Visual C++. A figura 8 representa uma versão de testes que se encontra em desenvolvimento.

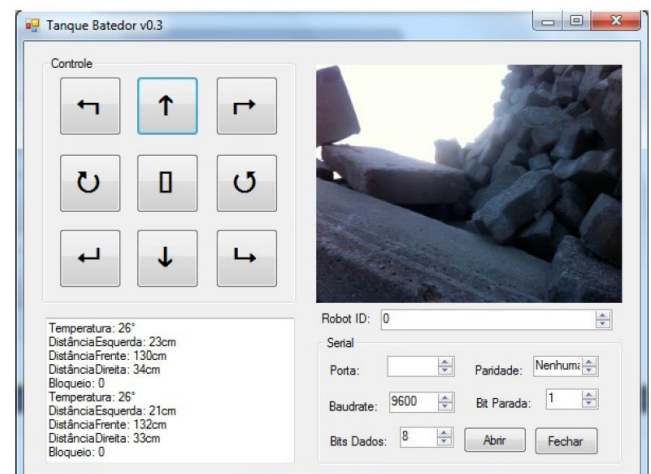


Figura 8. Interface de controle

A interface de controle possui um quadro de comandos com nove botões referentes aos movimentos possíveis do robô, um de configuração da comunicação serial, uma tela de amostragem do vídeo capturado pela câmera e uma janela que informa os dados de temperatura e distâncias obtidas pelos sensores do robô.

5 RESULTADOS

Foram realizados testes com a estrutura e atuação do robô em ambiente real controlado, onde foram avaliados o seu desempenho quanto à navegabilidade, percepção e comunicação.

Projeto Mecânico: Navegabilidade em Ambientes de Difícil Acesso. O robô foi imerso em um ambiente composto por diferentes barreiras, ver figura 9. Ao navegar, o robô deveria apresentar robustez de forma a ultrapassar e sobrepor os obstáculos. Conforme pode ser visualizado, o robô apresentou ângulo de ataque e tração suficientes para alcançar os objetivos, sem danos estruturais.



Figura 9. Tanque Batedor superando obstáculo

Arquitetura Embarcada: Sensores. A Figura 5 apresenta o resultado da aquisição de dados de temperatura realizados pelo módulo sensorial da arquitetura. Neste teste foi possível comprovar a precisão do sensor e a sua compatibilidade com a aplicação proposta.

Arquitetura Embarcada: Comunicação. A comunicação via rádio se mostrou satisfatória para o protótipo desenvolvido e os mecanismos de proteção do protocolo de comunicação de dados funcionaram como esperado, pois a perda de dados foi devidamente tratada, e o efeito da interferência, muito comum na frequência de operação utilizada pelo módulo transceptor por se tratar de uma banda comercial, foi nula durante os testes realizados.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o projeto de um robô genérico para inspeção de locais inóspitos. Foram apresentadas as decisões de projeto mecânico, sua arquitetura embarcada e interface de utilização.

O robô foi implementado e construído, tendo sido testado e validado em ambiente real controlado. Foram realizados testes verificando a sua navegabilidade frente a barreiras, capacidade de percepção e comunicação.

Os resultados foram promissores, validando a proposta. As decisões de projeto em relação à estrutura mecânica se mostraram adequadas a aplicação, assim como o ângulo de ataque na parte frontal do veículo e a força de tração do robô, que permitiram ao mesmo ultrapassar os obstáculos apresentados. A arquitetura embarcada, apesar de simples, permitiu o acoplamento de sensores que são de grande utilidade e aplicabilidade para o operador, e mostrou que novos equipamentos podem ser adicionados sem mudanças drásticas no sistema atual. Já o sistema de comunicação apesar de ter apresentado um bom desempenho em nível de testes,

deverá ser aperfeiçoado. O alcance do módulo transceptor escolhido para o protótipo não é suficiente para aplicações reais.

Como trabalhos futuros, novos sensores podem ser instalados para adaptar o Tanque-Batedor a aplicações de inspeção específicas (como câmeras termais ou infravermelhas), sensores microfones remotos e alto-falantes para comunicação com as vítimas. Além disso, a escolha de um novo módulo de comunicação que permita alterar a banda de transmissão quando desejado e que possua maior alcance ajudará a aumentar a aplicabilidade do sistema. Novas ferramentas para atuação no ambiente como manipuladores podem ser desenvolvidas para tornar o Tanque Batedor mais útil para as equipes de resgate. A interface de operação pode ser desenvolvida utilizando uma plataforma open-source, diminuindo os custos e aumentando a portabilidade do sistema.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Carpin, S.; Wang, J.; Lewis M.; Birk A. and Jaco, A. (2005). High Fidelity Tools for Rescue Robotics: Results and Perspectives. Lecture Notes in Computer Science, 2006, Volume 4020/2006, 301-311, DOI: 10.1007/11780519_27.
- [2] iRobot Ground Robots – 510 PackBot. Disponível em: <http://www.irobot.com/gi/ground/510_PackBot/>. Acessado em: 9 de Agosto de 2011.
- [3] QinetiQ North America. Disponível em: <<http://www.qinetiq-na.com/products-talon.htm>>. United States of America. Acessado em: 9 de Agosto de 2011.
- [4] Mesa Robotics. Disponível em: <<http://www.mesarobotics.com/>>. Madison Boulevard, USA. Acessado em: 4 de Agosto de 2011.
- [5] IdMind Engenharia de Sistemas; “Robot Semi-Autônomo para Operações de Salvamento”; Disponível em: <<http://raposa.idmind.pt/>>. Pólo Tecnológico de Lisboa, Lisboa, Portugal. Acessado em: 19 de Agosto de 2011.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.

UM VEÍCULO AUTÔNOMO BASEADO NO MODELO FREESCALE

Ricardo Martins, Francis Koba, Julieno Neves, Marilza A. Lemos, Marcio A. Marques

marilza@sorocaba.unesp.br, ricardo.smr@gmail.com

Engenharia de Controle e Automação – UNESP
Av. Três de Março, 511
Sorocaba – SP - CEP 18087-180

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Este artigo foca sobre a construção de um carrinho de corrida autônomo, capaz de percorrer uma pista demarcada com linha, em alta velocidade. O objetivo do projeto será a participação na competição Freescale Cup 2011, promovida pela empresa Freescale dentro de seu programa universitário. A proposta do carro inteligente autônomo baseia-se no modelo proposto pela Freescale. Esse modelo está implementado num kit que inclui uma placa controladora microprocessada, uma câmera, servomotores, chassis e acessórios. Para integrar os componentes do kit foram desenvolvidos circuitos eletrônicos e programas que rodam na plataforma microcontrolada. A meta a ser atingida é obter um carro para seguir os trajetos da competição no menor tempo possível e sem nenhum tipo de controle externo. A autonomia do carro consistiu na aquisição de imagens da pista através da câmera, no tratamento do sinal adquirido e em algoritmos simples e eficientes.

PALAVRAS-CHAVE: veículo autônomo, AGV, processamento de imagem.

ABSTRACT: This article focuses on the construction of an autonomous racing car, able to run through a marked lane, at high speed. The goal of the project is to participate on the Freescale Cup 2011 competition, sponsored by university program Freescale. The proposal of the autonomous intelligent car is based on the model proposed by Freescale. This model is implemented in a kit that includes a microprocessed controller board, a vision sensor, servo motors, chassis and accessories. To integrate the kit components were developed electronic circuits and software that runs on microcontrolled platform. The goal to be achieved is to get a car to follow paths of the competition in the shortest time and without any external control. The car autonomy consists on the image capturing, processing the acquired signal and simple and efficient algorithms.

KEYWORDS: autonomous vehicle, AGV, image processing.

1 INTRODUÇÃO

Reconhecimento de trajetória é a premissa para direção autônoma dos chamados veículos inteligentes (Intelligent Vehicle) (Liu et al., 2008; Afonso et al., 2006; Kolski, 2006).

A área de pesquisa da Inteligência Artificial (IA) propõe técnicas diversas para navegação inteligente de robôs móveis e outros artefatos, as quais integram resultados de pesquisas de vários campos da IA, como por exemplo, visão de máquina (Machine Vision). Muitos sistemas desenvolvidos com direção autônoma utilizam câmeras para auxiliar navegação inteligente (Liu et al., 2008).

Este artigo foca sobre a construção de um carrinho de corrida autônomo, capaz de percorrer uma pista em alta velocidade. O objetivo do projeto será a participação na competição Freescale Cup 2011, promovida pela empresa Freescale dentro de seu programa universitário. A Freescale Cup é uma competição global onde times de estudantes constroem, programam e correm com seus carrinhos autônomos numa pista de velocidade. O carro que completa a pista mais rapidamente é o vencedor.

A criação desse carro autônomo requer dos estudantes atividades de: (i) programação de software embarcado e criação de circuitos básicos utilizando peças Freescale que compoem um kit; (ii) criação de hardware e software de controle de motores para impulsionar e dirigir o carro de forma inteligente e, (iii) criação de hardware e software para integrar um sensor de visão (câmera) ao sistema embarcado para manter o carro na pista de corrida, seguindo uma linha guia.

O artigo explicita alguns pontos essenciais para o desenvolvimento desse pequeno veículo autônomo, apresentando uma arquitetura para aquisição de imagem, processamento de sinais e controle para manter o carro sobre a linha guia, de forma eficaz e eficiente e sem controle por parte de usuários.

2 O MODELO FREESCALE

Todos os times da competição usam o modelo de carro projetado pela Freescale. Esse modelo está implementado num kit que inclui uma placa controladora baseada no microcontrolador MPC5604B, um sensor de visão, um servomotor, dois motores DC, chassis e acessórios (Figura 1).

No chassi, o servomotor está alocado na frente do veículo e é responsável por direcioná-lo. Os motores DC são dispostos na parte posterior proporcionando maior tração e força ao veículo.

O sensor de visão é o modelo TSL1401R-LF, projetado para uso em aplicações como: scaneamento de imagem, reconhecimento de caracteres (OCR), detecção de borda e posicionamento, entre outras.



Figura 1: Kit Race Car Freescale.

O processador MPC5604B, disponível na placa controladora, possui arquitetura de 32 bits com sofisticados recursos que garantem as necessidades da competição, tais como core rodando a 64MHz, 16 canais de DMA (Direct Memory Access), 1.5M bytes de memória Flash embarcada, conversores ADC, entre outros.

3 ARQUITETURA DE CONTROLE PROPOSTA

A proposta do carro inteligente autônomo baseia-se no modelo definido pela Freescale. A meta a ser atingida é obter um carro para seguir os trajetos da competição no menor tempo possível e sem nenhum tipo de controle externo. A arquitetura de controle proposta define a execução de um conjunto cíclico de ações, tais como (Figura 2): aquisição de imagens através de uma câmera, tratamento das imagens, sensoriamento da velocidade atual do veículo, análise e decisão, acionamento dos motores de forma adequada, entre outras. Tratamento de imagem consiste, normalmente, em processá-la com algoritmos dedicados, o que demanda custo de processamento e tempo. Neste projeto, onde a imagem é conhecida – linha preta – e deseja-se resposta rápida e eficiente, a proposta de controle consiste em filtrar os sinais gerados pela câmera e enviar o sinal resultante para análise e tomada de decisão pelo sistema microcontrolado que atua nos motores do veículo.

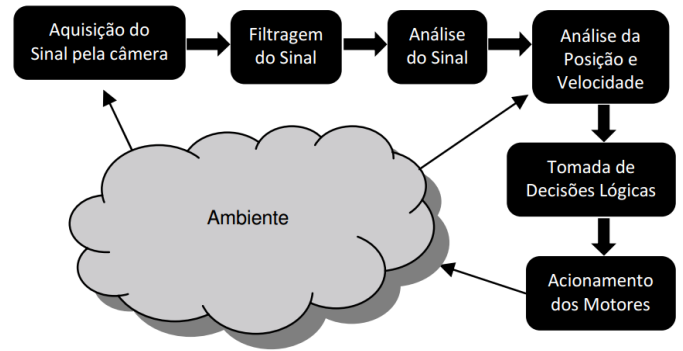


Figura 2: Arquitetura de controle proposta.

3.1 Aquisição e Filtragem dos Sinais

Todo veículo autônomo necessita de um sistema de identificação de trajeto. Neste projeto, tal sistema está baseado em uma câmera linear TSL1401R-LF (ou Parallax TSL1401-DB) que consiste de um sensor linear com um vetor de 128 fotodiodos integrado a circuitos amplificadores. Com esta associação é possível transformar energia luminosa em uma corrente elétrica que pode ser interpretada como função da intensidade da cor vista pela câmera. A figura 3 ilustra um sinal real fornecido pela câmera.

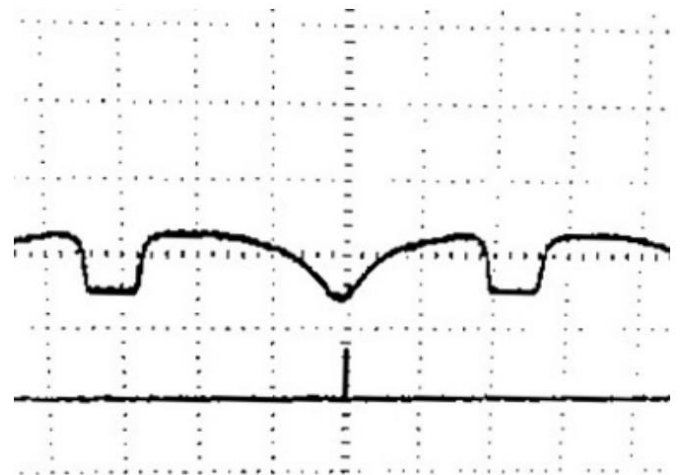


Figura 3: Sinal adquirido de uma imagem com uma linha preta central e fundo branco.

A tensão na saída analógica da câmera é dada por (Fuentes et al., 2011-B):

$$V_{out} = V_{drk} + (R_e) (E_e)(t_{int})$$

onde:

V_{out} é a tensão de saída analógica para condição de cor branca

V_{drk} é a tensão de saída analógica para a condição de cor preta

R_e é a qualidade de resposta do dispositivo para um determinado comprimento de onda dado em $V / (\mu J/cm^2)$

E_e é a irradiância incidente em $\mu W/cm^2$

t_{int} é o tempo de integração em segundos

A partir de estudos sobre o comportamento da câmera, fornecido em datasheet (Fuentes et. al, 2011-B) e, testes em laboratório, foi possível realizar análises e conclusões sobre o sinal de saída. Na parte inferior e central da figura 3, é

possível observar o sinal de início da aquisição da imagem (trata-se de um pulso da largura do clock, porém defasado de 90° com o mesmo). A partir deste momento a imagem começa a ser captada e permanece neste processo durante um intervalo de 129 pulsos de clock. Assim que houver um novo pulso a imagem começa a ser adquirida novamente.

Ainda na imagem da figura 3 observam-se dois vales similares a um quadrado. Esta região representa a linha preta que é a área de menor intensidade luminosa. A região adjacente à representação da linha preta, tanto à direita quanto à esquerda, representa o fundo branco que é a área de maior intensidade luminosa. Através deste sinal é possível guiar o veículo ao longo do trajeto. Isto é feito em duas etapas: pré-processamento do sinal e controle de direção.

O pré-processamento do sinal tem o intuito de fornecer ao microcontrolador um sinal de fácil interpretação e já digitalizado. A figura 4 mostra essa filtragem.

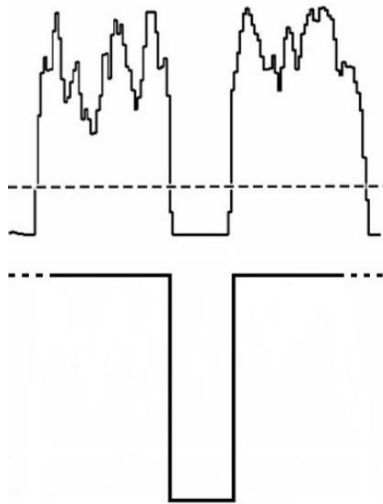


Figura 4: Filtragem do sinal de saída da câmera.

A parte superior da figura 4 mostra um exemplo de sinal enviado pela câmera, o qual deve ser processado. Neste trabalho, o processo de filtragem foi realizado por um circuito analógico, baseado num comparador, capaz de identificar níveis de tensão. Como a linha preta é representada pela menor intensidade de sinal, foi possível determinar um limiar de tensão no comparador e, definir onde a linha preta se iniciava e onde terminava. Desse modo, foi adotado que abaixo de 1.8V aproximadamente (representado pela linha tracejada da figura 4), o circuito analógico deve fornecer um sinal de nível de tensão baixo ao microcontrolador. Caso contrário, deve fornecer sinal de nível de tensão alto, conforme parte inferior da figura 4. Através deste sinal, da base de tempo representada pelo clock e pelo sinal de disparo da aquisição da imagem, foi possível realizar o controle de direção do veículo determinando o caminho que este deve seguir.

3.2 Análise e Tomada de Decisão

O algoritmo que analisa o sinal resultante (Figura 4), realiza as seguintes considerações: se o pulso indicador da linha preta estiver no início da aquisição, indica que a parte frontal do veículo está se distanciando da linha preta à direita (Figura 5-a), portanto o sistema faz a correção da direção para a esquerda, visto que o primeiro pixel adquirido é o mais a

esquerda da imagem vista pela câmera. Se o pulso estiver próximo ao fim da aquisição da imagem, indica que a parte frontal do veículo está se distanciando da linha preta à esquerda (Figura 5-c), portanto o sistema faz a correção da direção para a direita. Se o pulso estiver na região central da aquisição da imagem, indica que o veículo está seguindo a linha (Figura 5-b), portanto o sistema mantém o veículo na direção em que se encontra.

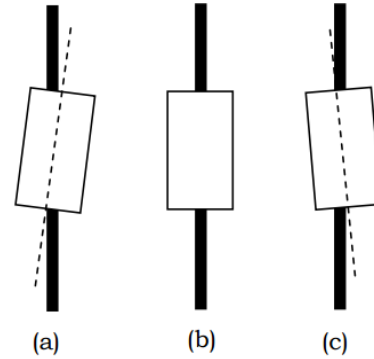


Figura 5: Três diferentes posições do veículo.

O sistema de controle leva em conta, ainda, a velocidade corrente do veículo. Essa análise integrada, permite a tomada de decisões autônomas pelo veículo. Essas atividades são realizadas pelo software embarcado que compreende um conjunto de algoritmos integrados logicamente. Os algoritmos compreendem várias funções divididas conforme figura 6.

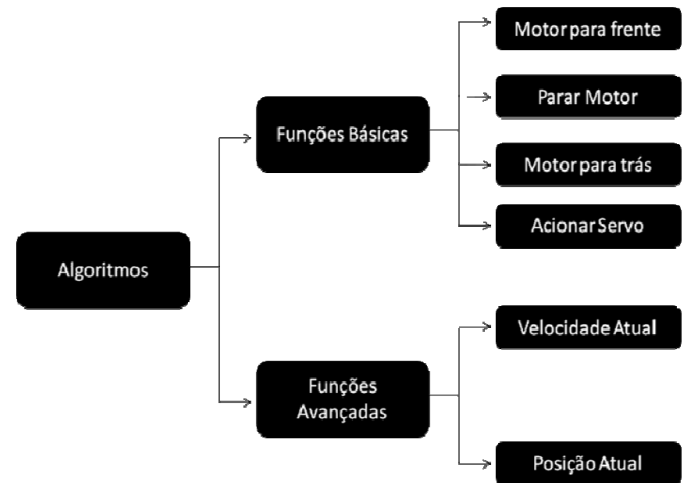


Figura 6. Funções para sensoriamento e controle do veículo.

As funções básicas compreendem funções para acionamento dos motores DC e o Servomotor, tais como acionamento para frente, acionamento para trás, parar os motores. Para isso é necessário definir os argumentos correspondentes para cada função e enviar a instrução respectiva aos motores. Cada função possui seus argumentos próprios e sendo assim, as funções trabalham de maneira independentes. Como por exemplo, para setar a posição do Servo Motor, foi implementada a função `vfnSet_Servo`. Esta função possui três argumentos:

`vfnSet_Servo(set_pos, min_pos, max_pos)`

`set_pos`: seta a posição do servo motor conforme os valores relativos dos valores máximos e mínimos.

`min_pos`: mínimo valor possível para se fixar a posição do servo conforme os valores permitidos.

max_pos: máximo valor possível para se fixar a posição do servo conforme os valores permitidos.

Por exemplo, instanciando a função `vfnSet_Servo(130,10,250)`, têm-se 10 como valor mínimo e 250 como valor máximo. O argumento 130 seta o motor exatamente no meio. Outro exemplo, para setar o motor totalmente ao seu valor mínimo é: `vfnSet_Servo(10,10,250)`.

As funções avançadas realizam o sensoriamento das grandezas obtidas por sensores permitindo melhor desempenho ao controle do carro, como por exemplo, obtenção do valor atual da velocidade. Desta forma é possível realizar o controle da direção e dos motores do veículo, realizando os ajustes necessários para manter o veículo na trajetória correta e mantendo a velocidade adequada para cada trecho do trajeto.

3.3 Acionamento e Controle dos Motores

Para se obter eficiência no desafio proposto é necessário realizar um controle eficaz dos motores, levando em consideração suas características de funcionamento e atuação. Sendo assim, é importante conhecer as características pertinentes de cada tipo de motor, pois o conhecimento destas características fazem com que se possa implementar um controle adequado, garantindo assim que quando forem acionados, os motores possam responder de maneira satisfatória a cada ação. Abaixo, segue uma descrição básica dos Motores DC e Servo Motores utilizados.

Motor DC: possuem dois terminais, aplicando tensão em seus terminais o motor girará em um sentido, e invertendo a tensão nos terminais o sentido de giro do motor se inverterá também. Para o controle de motores DC, tipicamente são utilizadas pontes H (Figura 7). Seu funcionamento é dado da seguinte maneira: quando as chaves CH1 e CH4 estão fechadas a corrente circula através do motor fazendo-o girar em um sentido. De maneira contrária, quando as chaves CH2 e CH3 estão fechadas, a corrente passa pelo motor fazendo-o girar em sentido contrário (Fuentes et al., 2011-A).

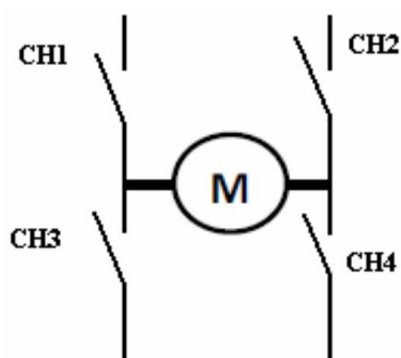


Figura 7. Ponte H descrita por modelo com chaves.

Servo Motor: os servos motores são amplamente utilizados e são capazes de se manterem fixados em uma certa posição. Diferencia-se de um motor DC por possuir três fios para controlá-lo (Fuentes, 2011-A). O seu controle é realizado por PWM, ou seja, a posição fixada para o motor é dada conforme a largura do pulso do sinal enviado. Desta forma, é possível manter o motor em uma determinada posição fixa. Do mesmo modo que os motores DC, o servo motor também é acionado (ou não), por programação, bastando para isso chamar as rotinas pertinentes.

Testes iniciais foram obtidos com sucesso com respeito à execução das funções apresentadas. Na sequência do projeto serão implementados recursos para correção de erros de posicionamento do veículo minimizando variações bruscas indesejáveis. Vislumbra-se que o uso de modelos fuzzy possam ser interessantes para manter o veículo estável sobre a linha guia.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um carrinho de corrida autônomo utilizando um kit da Freescale na competição Freescale Cup 2011.

O projeto continua em desenvolvimento sendo que resultados preliminares têm sido bastante satisfatórios, embora ainda existam grandes possibilidades de melhorias em termos de desempenho.

Melhorias poderiam ser obtidas utilizando-se técnicas de controle mais robustas, que levem em consideração o desempenho do carrinho em voltas anteriores e ainda, em trechos específicos do circuito. Pretende-se estudar o uso de técnicas da Inteligência Artificial aplicadas ao projeto, como redes neurais e lógica fuzzy, buscando a melhoria contínua dos resultados.

Sugere-se ainda a busca por melhores soluções para a frenagem, permitindo que o carrinho possa aumentar sua velocidade média, fazendo-o andar na velocidade máxima possível, por mais tempo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Afonso,P.; Azevedo, J.; Carreira,C.; Cunha,B.; Lima, P.; Santos,V. Challenges and Solutions in an Autonomous Driving Mobile Robot Competition Intelligent Systems. Proc. Control2006, 7th Portuguese Conference in Automatic Control, Lisboa, Portugal, 2006.
- Fuentes,F.R.; Trujillo,M.; Padilla,C.; Mendoza,R. Controlling DC motors and Servo motors: Example code based on the MPC5604B MCU. Freescale Semiconductor.Document Number AN4251 Rev. 0, 01/2011-A.
- Fuentes,F.R.; Trujillo,M.; Padilla,C.; Mendoza,R. Using Parallax TSL1401-DB Linescan Camera Module for line detection. Freescale Semiconductor. Document Number MPC5604B Rev. 0, 01/2011-B.
- Liu,C., Chen,J., Xu,Y., Luo,F. Intelligent Vehicle Road Recognition Based on the CMOS Câmera. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), September 3-5, 2008, Harbin, China.
- Kolski,S.; Ferguson,D.; Bellino,M.; Siegart,R. Autonomous Driving in Structured and Unstructured Environments. Intelligent Vehicles Symposium, 2006 IEEE, Switzerland, pp. 558-563, June 2006
- Trujillo,M.; Padilla,C.; Mendoza,R.; Ramirez,F. The Freescale Cup Racing Car Reference Design Reference Manual. TFCMPC5604BRM, Rev 1.0, 8/2011.

UMA ABORDAGEM DE RECONHECIMENTO DE OBJETOS COM USO DA PROJEÇÃO POR HISTOGRAMA VOLTADA PARA ROBÓTICA MÓVEL

André de Andrade Bindilatti¹, Luiz Eduardo Galvão Martins²

¹andre_a_a@yahoo.com.br, ²martinsleg@hotmail.com

¹FACEN-UNIMEP
Piracicaba SP

²UNIFESP – Instituto de Ciência e Tecnologia
São José dos Campos SP

Categoria: ARTIGO SUPERIOR

RESUMO: Neste artigo é descrita uma abordagem para o reconhecimento automático de formas em imagens digitais, baseada no uso de projeção de segmentos binários de imagem por meio de histogramas. Tal abordagem pode ser vista como uma técnica de template matching para o reconhecimento de formas. Um teste comparativo entre a abordagem citada e a técnica de template matching pela correlação de imagens é apresentado. A abordagem apresentada está sendo desenvolvida com a finalidade de oferecer capacidade de visão artificial para robôs móveis inteligentes.

PALAVRAS-CHAVE: Visão Computacional, Reconhecimento de Objetos, Processamento de Imagens.

ABSTRACT: This article describes an approach for automatic object recognition in digital images, based on the projections of binary segments of images through the use of histograms. Such approach can be thought as a template matching technique for object recognition. A comparative test between that approach and the correlation template matching technique is also presented. The presented approach has been developed to offer artificial vision for intelligent mobile robots.

KEYWORDS: Computer Vision, Object Recognition, Image Processing.

1 INTRODUÇÃO

A habilidade de distinguir objetos em uma cena é comum para os humanos; o sistema de visão humana é capaz de reconhecer e diferenciar entre diversos objetos rapidamente. Contudo, reproduzir esta mesma habilidade em sistemas de computador, particularmente em sistemas robóticos, tem sido tema de muitas pesquisas. Tal meta ainda é um desafio para as atuais tecnologias e metodologias propostas como abordagem para o problema em questão e, em geral, possuem aplicação restrita a domínios específicos.

A visão computacional consiste em um campo de pesquisa que objetiva o desenvolvimento de técnicas e aplicações computacionais, capazes de reproduzir habilidades tais como as acima mencionadas, em sistemas artificiais. De modo a

complementar, Amit (2002) define o objetivo da visão computacional como sendo o desenvolvimento de algoritmos que recebem imagens como entrada, e fornecem como saída, informações descritivas sobre objetos nelas presentes.

O presente trabalho tem como objetivo contribuir para o campo da automação e da robótica inteligente, ao investigar possíveis soluções para o reconhecimento de objetos. A tarefa de reconhecimento de objetos é parte fundamental de sistemas de visão computacional, embora não se trate da única atividade realizada por tais sistemas.

Neste trabalho foram desenvolvidos dois aplicativos de visão computacional para o reconhecimento de objetos, mais especificamente, para a identificação de sinalizações em um ambiente. Como foco, foi abordado o problema de identificar e distinguir ícones de sinalização, como setas de indicação para direita e esquerda.

Uma das aplicações desenvolvidas é baseada na técnica de template matching por correlação; a segunda aplicação é baseada em uma abordagem que faz uso da projeção de segmentos binários, como representação das formas para o processo de reconhecimento. Ambas as abordagens podem ser vistas como variações da técnica de template matching. Um teste comparativo é realizado com o intuito de demonstrar e avaliar o desempenho das aplicações.

O restante desse artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 descreve os fundamentos da técnica de template matching; a seção 3 descreve as técnicas de processamento de imagem empregadas na abordagem discutida nesse artigo; a seção 4 relata como as aplicações descritas foram implementadas; a seção 5 apresenta os resultados obtidos em um teste comparativo entre a técnica de template matching por correlação e a abordagem com o uso de projeções; e a seção 6 encerra o artigo apresentando as conclusões e considerações finais.

2 TEMPLATE MATCHING

O template matching consiste na busca por ocorrências de um determinado objeto ou forma em uma dada imagem, tendo

como base um modelo de referência da forma ou objeto a ser reconhecido. A presença do objeto é detectada a partir da correspondência entre esse modelo e as sub-regiões da imagem processada. O referido modelo de referência é chamado de template.

Em casos mais simples, uma imagem em escala de cinza do objeto de interesse pode ser utilizada como template. No entanto, conforme comentado por Forsyth e Ponce (2003), em outros casos, o template pode ser construído a partir de uma etapa de treinamento sobre exemplares do objeto.

Treiber (2010) descreve uma abordagem para o template matching, que consiste no uso de uma imagem do objeto de interesse como template. Em tal abordagem, o template é posicionado sobre cada possível posição da imagem processada e em cada passo, é realizado o cálculo do coeficiente de correlação cruzada normalizado (CCN). O coeficiente CCN é utilizado como medida de correlação entre o template e as sub-regiões sobre as quais é posicionado na imagem em questão. Sub-regiões cujo valor resultante do cálculo do coeficiente CCN excederem um dado limiar, possuem boa probabilidade de possuir uma ocorrência do template. A fórmula para o cálculo do coeficiente CCN é a seguinte:

$$CCN(a, b) = \frac{\sum_{x=0}^W \sum_{y=0}^H (f(x+a, y+b) - \mu_f) \cdot (t(x, y) - \mu_t)}{\sqrt{\sum_{x=0}^W \sum_{y=0}^H (f(x+a, y+b) - \mu_f)^2 \cdot \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N (t(x, y) - \mu_t)^2}}$$

Nessa fórmula, $f(x, y)$ corresponde a função que descreve os valores dos pixels da imagem processada, para as dadas coordenadas de pixel (x, y) , $t(x, y)$ a função que descreve os valores dos pixels da imagem template; (a, b) é o deslocamento com relação a origem da imagem para a posição onde o coeficiente CCN é calculado; μ_f e μ_t correspondem as médias das funções f e t na sub-região em questão; e W e H são as dimensões do template, sendo sua largura e altura respectivamente.

3 TÉCNICAS DE PRÉ-PROCESSAMENTO EMPREGADAS

Nesse trabalho uma variação da técnica de template matching foi implementada como abordagem para o reconhecimento de formas em imagens digitais. Como alvo para reconhecimento, sinalização de setas indicativas para direita e esquerda foram utilizadas em testes práticos. O processamento realizado sobre as imagens nessa abordagem, pode ser descrito por meio dos seguintes passos:

- 1) Segmentação da imagem: essa etapa é necessária para possibilitar que objetos de interesse sejam detectados na imagem e processados individualmente;
- 2) Detecção dos componentes isolados: após obter uma imagem segmentada, é realizado um novo processamento para se extrair os diferentes componentes isolados na imagem, isto é, processar a imagem de segmentos de modo a extrair as regiões de pixels conexos;

- 3) Projeção dos componentes extraídos: nessa etapa é feita a projeção dos componentes individuais obtidos na etapa anterior;
- 4) Comparação entre as projeções dos objetos da imagem com a projeção do template: a projeção da imagem template é comparada com as projeções dos objetos obtidos no processamento da imagem de entrada. Uma medida de similaridade é utilizada como critério de comparação, por meio de um limiar os objetos são classificados como ocorrências ou não do template; se a pontuação da medida de similaridade for superior ao limiar uma ocorrência do objeto é reconhecida, caso contrário, o segmento candidato é rejeitado.

Para a implementação dos passos descritos, técnicas de processamento de imagem são aplicadas. As subseções a seguir descrevem os conceitos a cerca de tais técnicas.

3.1 Limiarização de Imagens

A limiarização ou binarização de uma imagem, segundo Pedrini e Schwartz (2008), trata-se de uma das técnicas mais simples de segmentação de objetos e consiste na definição de um ou mais limiares, por meio dos quais é estabelecido um critério para classificar os pixels em uma imagem entre zero ou um.

Em outras palavras, a limiarização consiste na discriminação de pixels de uma imagem, de acordo com seus valores de intensidade, com respeito aos limiares preestabelecidos. Assim, o resultado dessa operação é uma nova imagem na qual os pixels possuem um entre dois valores.

Conceitualmente, os pixels em uma imagem limiarizada são definidos com valores de intensidade zero ou um. Contudo, na prática esta não é uma questão restrita; os valores em uma imagem limiarizada podem ser definidos como 0 e 255 (em imagens de 8-bits) por exemplo, ou quaisquer outros pares de valores. O aspecto relevante é que os pixels serão classificados entre dois valores distintos.

A ideia sobre a qual essa técnica fundamenta-se, parte da premissa de que níveis de cinza pertinentes a um objeto em uma cena, se concentram em um intervalo diferente dos níveis de cinza dos pixels que compõe o fundo da imagem.

Portanto, é possível afirmar que o sucesso desta técnica de segmentação, depende da definição de limiares que possam ser utilizados para distinguir pixels em uma imagem de acordo com duas classes; segundo Russ (2011), em geral essas duas classes representam os pixels que fazem parte do fundo e os pixels que fazem parte dos objetos presentes na imagem.

Jain, Kasturi e Schunk (1995) definem o processo de limiarização sobre perspectiva de três casos: (1) com o uso de um limiar fixo L ; (2) com o uso de um intervalo fechado $[L_1, L_2]$; e (3) com o uso de um esquema mais geral, no qual diferentes intervalos de limiares são definidos. Neste último caso, um conjunto Z define os valores de intensidade cujos objetos de interesse supostamente irão possuir.

Em símbolos, as definições de limiarização de Jain, Kasturi e Schunk (1995), podem ser enunciadas nas seguintes formas:

- Quando um único limiar for utilizado:

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{se } f(x, y) \leq L; \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases};$$

- Quando os valores de intensidade se situam em um intervalo:

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{se } L_1 \leq f(x, y) \leq L_2; \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases};$$

- Quando os valores de intensidade dos objetos de interesse são representados por um conjunto de intervalos de limiares:

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{se } f(x, y) \in Z \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}.$$

Embora a limiarização seja uma técnica efetiva para algumas situações, em geral, essa técnica requer cenários onde a iluminação é um fator controlado e conhecimento de domínio possa ser integrado à solução, isto é, fatores relacionados às distribuições de níveis de cinza dos objetos e fundo de uma imagem necessitam ser previamente conhecidos, e aproximadamente fixos. Histogramas de níveis de cinza podem ser utilizados para o estudo de tais fatores.

É um fato conhecido que a limiarização global (com limiares fixos para todos os pixels da imagem processada) é insuficiente para obter certos resultados quando a iluminação não é uniforme em uma imagem (CHAN; LAM; ZHU, 1998; BRADSKI; KAEHLER, 2008).

Para superar este problema, existem diversas técnicas que se baseiam no uso de limiares que podem variar em função dos valores locais dos níveis de cinza, ou ainda capazes de estabelecer automaticamente, com base na imagem processada, diferentes limiares capazes de proporcionar melhores resultados no processo de limiarização.

Usualmente, técnicas de limiarização desse gênero são referidas por limiarização adaptativa. A destacar, Chan, Lam e Zhu (1998) propõem um método de limiarização adaptativa baseado na teoria variacional (princípio amplamente conhecido em Física).

3.2 Extração de Segmentos

O processo de segmentação de uma imagem consiste no particionamento de tal imagem, em sub-regiões ou segmentos. Tais segmentos normalmente representam objetos de interesse presentes na imagem. Assim sendo, após a etapa de segmentação, é necessário realizar a extração das sub-regiões encontradas.

Com o uso de uma função disponibilizada pela biblioteca de código *OpenCV*, denominada *cvFindContours*, os segmentos presentes na imagem limiarizada são extraídos. A função *cvFindContours* retorna uma sequência com os contornos presentes na imagem; os contornos são representados por estruturas de dados fornecidas pela própria biblioteca e, em particular, uma propriedade importante dessas estruturas é sua região retangular. A região retangular que envolve cada

contorno representa uma sub-região da imagem, na qual estão presentes vizinhanças conexas de pixels.

3.3 Histogramas

Histogramas são importantes ferramentas estatísticas para a representação e sumarização de dados. Em seu sentido mais comum, representam distribuições de frequências a respeito de medições ou dados a cerca de algum estudo ou contexto arbitrário. Os histogramas possuem grande relevância, pois fornecem uma estrutura poderosa que viabiliza ou facilita a realização de diversas atividades ou técnicas de análise e processamento.

Conforme Burger e Burge (2009), em processamento de imagens, histogramas são utilizados em diversas técnicas de realce e tratamento de qualidades visuais; podem ser utilizados na detecção de problemas de exposição e iluminação não uniforme no processo de aquisição de imagens; ou até mesmo como ferramentas forenses, quando utilizadas para se determinar que tipos de atividades de processamento foram aplicados previamente em uma determinada imagem.

Chang e Krumm (1999) utilizam uma variação do histograma de cores – o histograma de co-ocorrência de cores – para o reconhecimento de objetos em imagens. Tal histograma se difere do histograma de cores convencional, por manter uma contagem da ocorrência de determinados pares de cores, espaçados por certas distâncias no espaço da imagem. Em sua abordagem, Chang e Krumm (1999) fazem uso de histogramas da co-ocorrência de cores do objeto de interesse, computados de diferentes perspectivas, e então o objeto é localizado nas imagens de entrada a partir da comparação com os histogramas do modelo.

Não obstante, de acordo com Bradski e Kaehler (2008), histogramas também podem ser utilizados para representação da distribuição de cores de um objeto; podem ser utilizados como descritores sobre a forma de um objeto, por meio do histograma da orientação dos gradientes de suas arestas; e ainda, como a representação da função de distribuição de probabilidade, com respeito à hipótese sobre a localização de um objeto em uma imagem.

Formalmente, um histograma pode ser visto como uma função discreta $h(i) = n_i$, sendo i um inteiro em um intervalo fechado $[0, K - 1]$; K é o número de intervalos ou classes sobre os quais os dados são distribuídos; e o valor n_i corresponde a frequência ou a contagem de itens pertinentes a coleção de dados subjacentes, associada ao i -ésimo intervalo ou i -ésima classe.

O significado atribuído às frequências e intervalos de um histograma depende do contexto de sua aplicação. Por exemplo, no caso do histograma dos níveis de cinza de uma imagem monocromática, os possíveis níveis de cinza podem ser divididos em K intervalos de igual tamanho; e assim sendo, cada n_i representa a contagem de pixels presentes na imagem, com um valor de intensidade de cinza dentro dos limites do i -ésimo intervalo.

Uma operação importante é a comparação de histogramas, uma vez que histogramas podem ser utilizados como forma de sumarizar ou organizar informações sobre características ou

atributos de segmentos ou objetos em imagens. Existem vários métodos para a comparação de histogramas. Bradski e Kaehler (2008) citam alguns deles: correlação; chi-quadrado; interseção; e Bhattacharyya.

3.4 Projeções de Imagens

Conforme descrevem Pedrini e Schwartz (2008), as projeções horizontais e verticais de uma imagem binária consistem, respectivamente, na soma dos pixels em cada linha da imagem (projeção horizontal); e na soma dos pixels em cada coluna (projeção vertical). De acordo com esta definição, é possível observar que histogramas podem ser adotados como estruturas convenientes para o cálculo de tais projeções. Também é importante salientar que uma mesma projeção pode resultar de diferentes objetos ou imagens.

Em dos Santos et al. (2009) projeções verticais e horizontais são utilizadas em um método para a extração de texto de páginas de documentos, para fins de aplicações em sistemas de reconhecimento de documentos. No referido trabalho, páginas de documentos são submetidas a um processo de limiarização, e então um conjunto de operações, envolvendo o processamento dos histogramas das projeções verticais e horizontais, são utilizadas em um algoritmo para a extração automática de segmentos de linhas de texto.

4 IMPLEMENTAÇÃO DAS APLICAÇÕES

Duas aplicações para o reconhecimento de formas e objetos foram feitas; uma aplicação baseada no template matching por meio do cálculo de correlação; e uma segunda aplicação baseada na abordagem de histogramas descrita anteriormente. O intuito ao implementar uma abordagem tradicional, tal como o template matching baseado na correlação, foi o de proporcionar uma base para comparações. As aplicações foram implementadas na linguagem de programação C++, com a utilização da biblioteca de código OpenCV.

A OpenCV trata-se de uma biblioteca de código aberto, destinada a aplicações de visão computacional. É escrita em C e C++ e oferece suporte multiplataforma, ou seja, é compatível com várias plataformas de desenvolvimento, tais como Linux, Microsoft Windows e Mac OS X (BRADSKI; KAEHLER, 2008). Essa biblioteca de código fornece a implementação otimizada de muitos algoritmos e rotinas de uso comum em aplicações de visão computacional.

O desenvolvimento das aplicações foi realizado no ambiente Windows, utilizando-se uma webcam como dispositivo para a aquisição de imagens. Para a realização de testes, uma folha impressa contendo a seta a ser detectada foi exposta frente à câmera e como resultado, as aplicações exibiam as imagens capturadas, e desenhavam um quadro ao redor da área contendo o objeto quando reconhecido.

Para avaliação do comportamento das aplicações em um ambiente próximo ao de um robô móvel inteligente, foi utilizado uma giga de testes baseada em um dos módulos pertinentes a uma plataforma robótica, chamada RoboDeck, desenvolvido pela empresa Xbot.

A referida giga de testes consistiu em um módulo embarcado de alto desempenho, equipado com uma webcam para a

captura de imagens. Como plataforma de desenvolvimento, a giga de testes contou com uma distribuição Linux, o Debian.

Uma vez que o código utilizado na implementação das aplicações mencionadas estava em conformidade com o padrão ANSI, e tendo em mente que a OpenCV trata-se de uma biblioteca multiplataforma, as aplicações puderam ser facilmente compiladas em ambos os ambientes (Windows e Linux).

4.1 Correlation Template Matching

A abordagem nessa aplicação é basicamente tal como a técnica descrita na seção 2. Um looping realiza a aquisição de imagens por meio do dispositivo de captura disponível, e utilizando um template, realiza o cálculo do coeficiente CCN do template com relação a cada região possível da imagem.

Dado um template com dimensões $W \times H$, se a imagem processada possuir dimensões $M \times N$, então existem $(M - W + 1) \times (N - H + 1)$ formas de posicionar o template sobre a imagem para o cálculo de correlação. Logo uma matriz de tamanho apropriado é utilizada para o armazenamento dos coeficientes de CCN, obtidos após o processamento da imagem com o método já descrito.

Para estimar a posição de uma provável ocorrência do objeto de interesse, uma chamada a uma função da OpenCV, nomeada *cvMinMaxLoc*, é utilizada para encontrar o ponto de máxima local na referida matriz dos coeficientes de CCN. Caso o valor de máxima local for superior a um limiar parametrizado, então a posição da imagem correspondente a esse coeficiente é informada como a posição de uma ocorrência do template.

Toda a lógica relacionada com o processo de busca do template foi encapsulada dentro de uma classe nomeada *TemplateMatch*. Desse modo, para estender a capacidade da aplicação para o reconhecimento de múltiplas formas, provenientes de diferentes templates, é necessário apenas a inclusão de código para instanciar novos objetos da classe *TemplateMatch*, com diferentes imagens template.

4.2 Projeção por Histogramas

Essa abordagem se baseia no uso das projeções de objetos extraídos de uma imagem por meio de um processo de segmentação, e de sua comparação com a projeção de uma imagem de referência do objeto a ser reconhecido. Para facilitar o cálculo das projeções e do processo de comparação, histogramas foram utilizados como forma de representação para as projeções.

A projeção de um objeto proporciona uma estrutura mais conveniente para fins de processamento de sua forma, isto é, as projeções de um objeto fornecem um meio simplificado para expressar informações sobre características da forma geral de tal objeto. No contexto desse trabalho, as projeções foram utilizadas para facilitar o reconhecimento do objeto. A Figura 1 ilustra o resultado da projeção vertical da imagem de uma seta. Os resultados ilustrados na Figura 1 foram obtidos gerando o gráfico do histograma produzido pela aplicação desenvolvida.

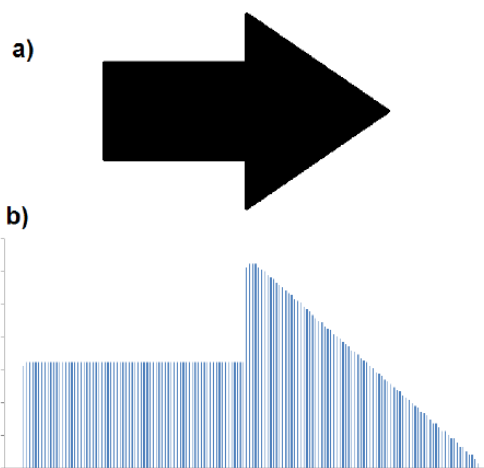


Figura 1 – Projeção vertical da imagem de uma seta; (a) Imagem da seta; (b) Gráfico da projeção vertical gerada a partir de dados produzidos pela aplicação.

Nesta segunda implementação, as imagens foram processadas por meio de uma operação de limiarização. Uma vez que as setas impressas eram de cor preta (níveis de cinza próximos de zero), definir limiares que pudessem realizar uma boa segmentação (para discriminar a seta do fundo em que se encontra) não foi uma tarefa complicada.

Com o uso de uma função disponibilizada pela OpenCV, os segmentos presentes na imagem limiarizada foram extraídos. A partir das regiões retangulares que envolvem cada segmento, o histograma de sua projeção vertical foi calculado. Regiões com áreas inferiores a um limiar de tamanho foram descartadas, evitando o processamento desnecessário de regiões muito pequenas para serem candidatas a uma ocorrência do objeto. Na projeção das imagens, histogramas foram instanciados para o armazenamento dos valores das projeções.

O processo de projeção foi feito dividindo a imagem em faixas horizontais ou verticais (para as projeções horizontais e verticais respectivamente), uma vez que a imagem foi limiarizada e seus segmentos poderão ser vistos como regiões de pixels binários, o número de pixels não nulos (isto é, dos pixels que foram discriminados como parte de um objeto) em cada faixa resultou no histograma de projeção.

O número de intervalos ou faixas utilizados na projeção do histograma foi um fator importante. Na implementação em questão, esse valor foi um dado parametrizado e precisou ser escolhido com cautela.

Se uma região for dividida em faixas muito largas, a capacidade expressiva do histograma resultante, como meio para a representação da forma presente em tal região, é comprometida; grande parte dos aspectos característicos da forma é perdida. De modo análogo, utilizar faixas muito estreitas pode tornar a projeção muito característica de um exemplar específico da forma do objeto, comprometendo a capacidade de generalização do modelo.

Após gerar os histogramas das formas extraídas da imagem segmentada e do template do objeto de interesse, a busca pelo objeto se resumiu na comparação dos histogramas computados com o histograma do template. A localização do objeto detectado foi estabelecida como sendo a região

retangular envolvendo o segmento reconhecido como ocorrência do objeto.

Qualquer um dos métodos de comparação de histogramas citados na sessão 3.3 podem ser utilizados na etapa de comparação dos histogramas. O critério para rejeitar ou reconhecer um dado segmento como uma possível ocorrência do objeto de interesse, deve ser estabelecida de acordo com a interpretação de cada medida de comparação.

De acordo com Bradski e Kaehler (2008), a comparação pelo critério de interseção para a comparação de histogramas é melhor em aplicações onde a precisão não é um fator tão importante quanto o desempenho; ao passo que os critérios chiquadrado e Bhattacharyya proporcionam medidas mais acuradas, porém ao custo de um desempenho inferior.

5 TESTE COMPARATIVO

Para avaliar o desempenho das aplicações implementadas, foi utilizado uma amostra com quarenta imagens digitais com resolução de 640×480; dez imagens exibindo um retângulo; dez imagens exibindo uma seta indicando para a direita; dez imagens exibindo uma seta indicando para esquerda; e dez imagens sem nenhuma seta.

O objetivo desse teste foi avaliar a precisão ao detectar o objeto correto, a capacidade entre distinguir uma seta indicando para a direita e para a esquerda, e quanto à robustez do algoritmo com respeito a falsos positivos, isto é, indicar a presença do objeto de interesse em imagens nas quais o objeto não estava presente.

Nos testes realizados, foram utilizadas imagens de um retângulo com o intuito de verificar se as aplicações confundiriam os sinais de interesse com outros sinais semelhantes; testes com imagens sem a presença de uma seta foram utilizados para avaliar taxas de falsos positivos; e imagens com setas indicando para esquerda e direita para testar a capacidade de distinguir entre ambos os sinais.

O tempo de processamento para o reconhecimento de cada imagem individual também foi monitorado. Uma vez que aplicações envolvendo a detecção de objetos para oferecer autonomia para robôs possuem o requisito de processamento em tempo real, o propósito dessa medida foi o de fornecer uma estimativa do tempo de processamento médio para cada aplicação, no processamento de uma imagem.

A Tabela 1 ilustra os resultados de teste para a aplicação baseada no template matching; e a Tabela 2 ilustra os resultados para a aplicação baseada no uso de histogramas.

A Figura 2 exhibe um gráfico comparativo do desempenho de ambas as aplicações. Para cada conjunto com dez imagens, as respostas corretas obtidas pelas aplicações, em cada situação, foram sumarizadas e seu percentual de acerto é ilustrado no gráfico.

Tabela 1 – Resultados do teste da aplicação baseada no *template matching*.

Teste	Quantidade	
	Seta para direita	Seta para esquerda
Imagens com um retângulo	0	0
Imagens com uma seta para direita	8	0
Imagens com uma seta para esquerda	0	6
Imagens sem a presença de setas	0	0
Média do tempo de execução por imagem (milissegundos)	294,7 milissegundos	

Tabela 2 – Resultados do teste da aplicação baseada na projeção por histogramas.

Teste	Quantidade	
	Seta para direita	Seta para esquerda
Imagens com um retângulo	0	2
Imagens com uma seta para direita	4	4
Imagens com uma seta para esquerda	0	4
Imagens sem a presença de setas	1	0
Média do tempo de execução por imagem (segundos)	21 milissegundos	

Para as imagens com uma seta para direita ou esquerda, a resposta correta é quando a aplicação identifica uma seta para direita e para esquerda respectivamente; nas imagens com um retângulo, a resposta correta é quando o algoritmo não identifica nenhuma seta; e para imagens sem a presença de setas, a resposta correta é quando a aplicação não identifica nenhuma seta.

Respostas corretas obtidas pelas Aplicações

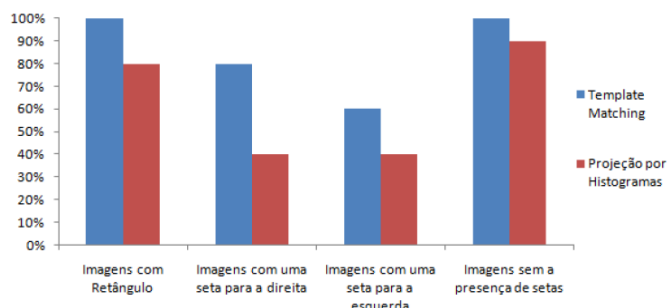


Figura 2 – Gráfico comparativo do desempenho das aplicações.

6 CONCLUSÃO

Os resultados dos testes mostraram que o *template matching* proporcionou o reconhecimento das formas com maior precisão. Contudo, a abordagem baseada na projeção por histogramas teve um desempenho muito superior quanto ao

tempo médio de processamento por imagem, demonstrando um tempo de execução equivalente a cerca de 7,12% do tempo médio de execução do *template matching*.

A menor precisão no reconhecimento das formas, demonstrada pela abordagem baseada no uso da projeção por histogramas, se deu em função da pouca robustez quanto a variações de iluminação no processo de segmentação, comprometendo o resultado das projeções.

Para aumentar a precisão da abordagem baseada nas projeções por histograma, uma alternativa seria o emprego de métodos de segmentação mais robustos quanto à iluminação, com relação à técnica de limiarização, utilizada na abordagem em pauta.

Na abordagem utilizando o método *template matching* por correlação, o cálculo do coeficiente CCN é efetuado em cada possível região que possa ser ocupada pelo *template*. Na abordagem baseada na projeção de histogramas, o cálculo de comparação é realizado apenas sobre regiões onde segmentos candidatos foram detectados.

Com o uso da projeção por histogramas pretende-se oferecer um método de reconhecimento que se apoie em uma forma de representação, que torne mais expressiva as características da forma do objeto de interesse. Contudo, dois objetos distintos podem produzir um histograma semelhante. Por exemplo, uma seta orientada para cima produziria uma projeção vertical semelhante a uma seta orientada para baixo.

Uma maneira de contornar tal situação seria fazer a comparação das projeções verticais e horizontais do *template* com as formas candidatas. Nessa abordagem, em uma etapa inicial, uma das projeções seria utilizada na comparação. Os segmentos que possuírem um critério de similaridade alto seriam então submetidos a uma segunda comparação com a projeção restante.

É interessante salientar que a abordagem do reconhecimento de objetos pelo uso de projeções por histograma, obteve um desempenho significativamente maior do que a técnica de *template matching*. O desempenho é um requisito importante para aplicações de tempo real, principalmente no contexto de robótica móvel.

Apesar da técnica *template matching* ter demonstrado maior precisão, a abordagem com o uso de projeções pode ser melhorada com o emprego de um algoritmo de segmentação mais robusto quanto à iluminação.

Trabalhos futuros devem ser realizados para o aprimoramento da abordagem aqui relatada, combinando outras técnicas ou metodologias de processamento de imagens e reconhecimento de objetos. A abordagem de reconhecimento de objetos apresentada nesse trabalho está em fase de avaliação, a plataforma robótica adotada para avaliar os algoritmos implementados é o RoboDeck, da empresa brasileira Xbot (www.xbot.com.br).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMIT, Y.. 2D Object Detection and Recognition: Models Algorithms, and Networks. Massachusetts: The MIT Press, 2003.

- BRADSKI, G.; KAEHLER, A.. OpenCV: Computer Vision with OpenCV Library. California: O'Reilly Media, Inc., 2008.
- BURGER, W.; BURGE, M. J.. Principles of Digital Image Processing: Fundamental Techniques. London: Springer, 2009.
- CHAN, F. H. Y.; LAM, F. K.; ZHU, H.. Adaptive Thresholding by Variational Method. In: IEEE Transactions on Image Processing. Vol. 7, No. 3, 1998.
- CHANG, P.; KRUMM, J.. Object Recognition with Color Cooccurrence Histograms. In: Computer Vision and Pattern Recognition - CVPR , pp. 2498-2504, 1999.
- DOS SANTOS, R. P.; CLEMENTE, G. S.; REN, T. I.; CAVALCANTI, G. D. C.. Text Line Segmentation Based on Morphology and Histogram Projection. In: International Conference on Document Analysis and Recognition - ICDAR, pp. 651-655, 2009.
- FORSYTH, D. A.; PONCE, J.. Computer Vision: A Modern Approach. New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- JAIN, R.; KASTURI, R.; SCHUNK, B. G.. Machine Vision. New York: McGraw-Hill, 1995.
- PEDRINI, H.; SCHWARTZ, W. R.. Análise de Imagens Digitais – Princípios, Algoritmos e Aplicações. São Paulo: Thomson Learning, 2008.
- RUSS, J. C.. The Image Processing Handbook. Sixth Ed. New York: CRC Press, 2011.
- TREIBER, M.. An Introduction to Object Recognition. New York: Springer, 2010.



DESENVOLVIMENTO DE UM TIME DE FUTEBOL DE ROBÔS NA CATEGORIA VERY SMALL SIZE

Marcelo Oliveira Silva*, **Rafael Guedes Lang†**, **Murillo Rehder Batista***, **Odair Arrastia Bis Rosa***, **Paula Castro Paranaíba***, **Shamir Katsudi Afuso†**, **Lucas Eduardo Topp†**, **Filipe Calasans Portugal de Oliveira†**, **Roseli Aparecida Francelin Romero***, **Ivan Nunes da Silva†**

marcelo.olsi@gmail.com, rglang@hotmail.com, rehderbatista@gmail.com, sckarock@gmail.com, paulacjp@grad.icmc.usp.br, japa.tiger@gmail.com, lucastopp@gmail.com, filipe.calasans@gmail.com, rafrance@icmc.usp.br, insilva@sc.usp.br

*Avenida Trabalhador São-carlense, 400
Departamento de Ciências de Computação - ICMC - USP
São Carlos, São Paulo, Brasil

†Avenida Trabalhador São-carlense, 400
Departamento de Engenharia Elétrica - EESC - USP
São Carlos, São Paulo, Brasil

Categoria: ARTIGO TDP – Team Description Paper

RESUMO: Neste trabalho, foi desenvolvido o sistema integrado do time de futebol de robôs da equipe Warthog Robotics de 2010, categoria IEEE Very Small Size. Este sistema integra um módulo de visão baseado em cores, microeletrônica, micromecânica e estratégia baseada em campos potenciais orientados e lógica fuzzy.

PALAVRAS-CHAVE: Futebol de Robôs, Visão Computacional, Lógica Fuzzy.

ABSTRACT: In this work, it was developed the Warthog Robotics IEEE Very Small Size team. This system incorporates a vision module based on color, microelectronics, micromechanics and strategy based on oriented potential fields and fuzzy logic.

KEYWORDS: Robot Soccer, Computer Vision, Fuzzy Logic.

1 INTRODUÇÃO

Uma plataforma de desenvolvimento de tecnologias de robótica que oferece um ambiente dinâmico, metas complexas, e robótica cooperativa é o futebol de robôs. Nele, duas equipes de robôs competem entre si para, como no futebol tradicional, marcar mais gols que a equipe adversária. Para desenvolver um time de robôs móveis autônomos capazes de disputar partidas de futebol robótico, é necessária uma abordagem multidisciplinar, combinando o conhecimento de diversas áreas, como mecânica, eletrônica, controle, visão computacional, sistemas multi-agentes, decisão estratégica e outras. Neste trabalho, apresentamos a maneira na qual foi construída a equipe Warthog Robotics (oriunda da fusão das equipes USPDroids e GEAR) de 2011 da categoria Very Small Size, onde equipes de três robôs em formato de um cubo 7.5 x 7.5 x 7.5 participam. Este time é uma continuação do trabalho desenvolvido para a equipe USPDroids do ano passado (da

Silva et al., 2010), mantendo a estrutura mecânica e eletrônica, realizando ajustes no módulo de visão, e alterando a estratégia. O time do ano anterior obteve o segundo lugar na LARC 2010. O time da equipe Warthog Robotics é composto por quatro módulos:

- Visão: responsável pela localização dos robôs aliados e adversários;
- Estratégia: responsável pelas tomadas de decisão e pela definição de trajetórias para os robôs;
- Eletrônica: responsável por transformar as mensagens recebidas via rádio em acionamento controlado dos motores;
- Mecânica: responsável pela parte física do robô (rodas, engrenagens, carenagem).

Este artigo é organizado como segue. Na Seção 1 é dada uma abordagem geral do sistema. Nas Seções 2 até 5 são descritos os módulos de Visão, Estratégia, Eletrônica e Mecânica, respectivamente. Na Seção 6 são apresentadas conclusões sobre o estado atual do sistema.

2 VISÃO

No módulo da visão são detectados, através de crescimento de regiões (Gonzales and Woods, 2002), os rótulos que estão na parte de cima dos robôs que estão presentes no campo e a bola. A posição da bola é considerada o centro da região detectada e a posição do robô é calculada considerando o centro de dois rótulos detectados, o rótulo do time (azul ou amarelo) e um rótulo adicional (verde, rosa, roxo ou azul claro). A pose dos robôs é obtida através dos rótulos e do ângulo formado pelo centro deles. O processo se inicia na captura das imagens do campo, que é feita por uma câmera fixada acima deste a uma taxa de 30 frames por segundos.

A identificação dos robôs e da bola é feita por cores, por isso é essencial que o sistema tenha percepção destas. Como computacionalmente a variação de luminosidade influencia a referência dos valores dos canais do espaço de cores RGB, foi desenvolvido um calibrador que ajusta o classificador de cores à iluminação do ambiente a partir do espaço de cores HSV.

O classificador de cores utilizado é baseado no algoritmo K-Means, particionando o espaço de cores HSV. A grande vantagem na utilização deste algoritmo é o nosso prévio conhecimento dos centroides iniciais (Figura 1), que são obtidos a partir de uma amostragem das cores usadas na identificação dos elementos motores no jogo. Através do algoritmo são obtidos também raios para os canais do espaço de cores HSV. No fim do procedimento obtemos clusters de cores que são limitados por distâncias (raios) ao centroide e é criado um lookup table no espaço de cores RGB convertido a partir dos clusters do espaço de cores HSV.

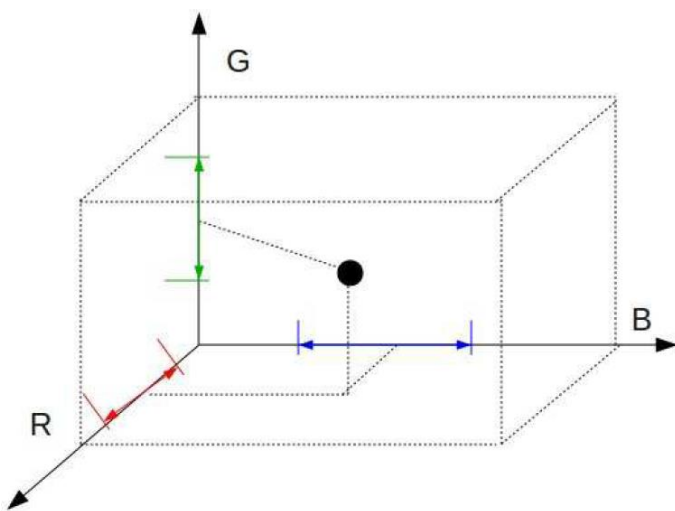


Figura 1: Centróide e Raios

A partir dos clusters obtidos, uma matriz tridimensional é criada, a lookup table; nesta matriz os índices indicam os valores dos canais RGB que fazem referência aos valores do HSV que foram utilizados no momento da classificação, e o valor da matriz indica a que classe de cor esta combinação pertence. Conforme mostrado na Figura 2 à criação desta matriz é feita off-line.

3 ELETRÔNICA

A eletrônica embarcada do robô IEEE Very Small do Warthog Robotics realiza basicamente três tarefas: recepção dos comandos enviados pelo computador remoto, acionamento elétrico dos motores e controle de velocidade das rodas através de encoders. cujo diagrama esquemático dos principais componentes necessários para placa eletrônica do robô estão representados na Figura 3.

O rádio utilizado para recepção dos comandos enviados pelo computador remoto é um módulo Xbee (Zigbee IEEE 802.15.4) que realiza uma conexão serial (UART Universal asynchronous receiver/transmitter) com o microcontrolador. Para o acionamento elétrico dos motores foi utilizado um driver com dupla ponte H encapsulada em um circuito integrado Multiwatt15(L298), que recebe sinais de PWM para controle de velocidade e sinais digitais para inversão de sentido dos motores. Um controlador PID digital foi implementado

para que o robô desenvolva velocidades bem específicas durante o jogo, portando, para medir as velocidades instantâneas que os motores executam e comparar com uma velocidade ideal requerida pela estratégia, utilizamos um motor de 6V da Faulhaber(2224U006S) (DCMicromotors, 2004) com encoder digital embutido para que se converta a velocidade rotacional do motor em um sinal digital enviado ao MCU. Todo o processamento digital embarcado (leitura do rádio, controle PID, PWM dos motores, leitura dos encoders) é realizado por um único microcontrolador (PIC18F4431) com uma frequência de clock de 40Mhz, programado em linguagem C através do software(MPLAB) do próprio fabricante (Microchip).

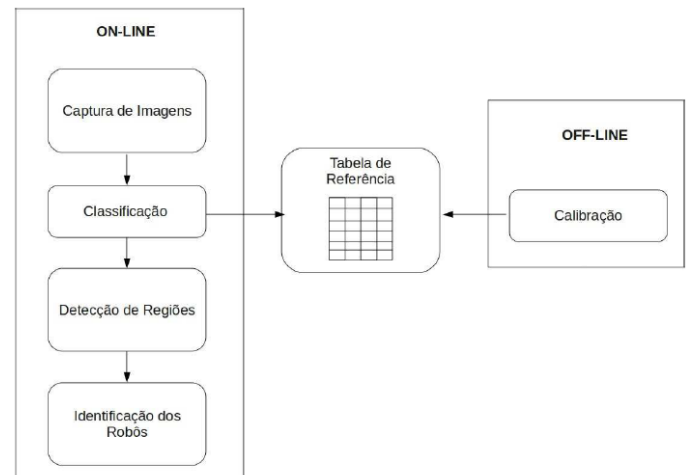


Figura 2: Módulos da Visão

A maior parte dos componentes utilizados na montagem da placa eletrônica é do tipo SMD, assim foi possível reduzir drasticamente as dimensões da placa eletrônica, tornando possível a utilização de baterias maiores promovendo um maior tempo útil de uso do robô. Sendo que a alimentação de todo o circuito elétrico/eletrônico embarcado é realizado através de duas células de baterias do tipo Li-ion, que são baterias que oferecem boa relação peso/rendimento e menor risco de “explosão” em relação às baterias LiPo.

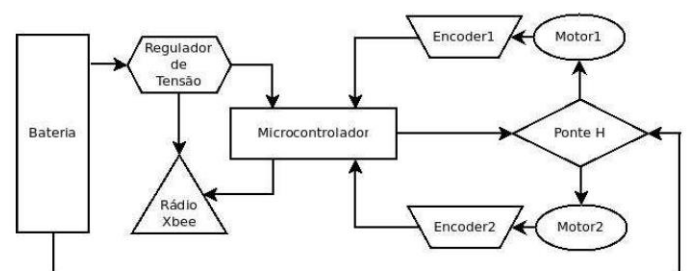


Figura 3: Diagrama esquemático dos principais componentes da Eletrônica

4 ESTRATÉGIA

A estratégia é responsável por atribuir comportamentos aos robôs que representem diferentes ações e realizar o planejamento da rota que deverá ser percorrida pelo jogador. Foram estabelecidos quatro comportamentos para os robôs: defender, interceptar, passar e chutar. O comportamento defender é realizado somente pelo goleiro, e apenas consiste em permanecer na frente do próprio gol, a fim de protegê-lo. O ato de interceptar, por sua vez, evita que a bola se direcione ao gol. O comportamento de passar envolve empurrar a bola para

a área adversária, preferencialmente em direção ao colega de equipe que não seja o goleiro. Finalmente, o comportamento chutar procura levar a bola à meta adversária. Ao contrário do que foi feito em trabalhos anteriores (da Silva et al., 2010), não são utilizados comportamentos pré-definidos para cada robô. A atribuição de comportamentos em tempo real é feita por um sistema fuzzy (King and Mamdani, 1977): a partir de uma base de regras fuzzy e da condição do jogo, define-se um comportamento para os jogadores, excetuando-se um que sempre exercerá o papel de goleiro.

A partir do comportamento selecionado, o planejador de caminhos determina um vetor que indica a intensidade, direção e sentido na qual o robô deve ir. No planejamento de caminhos foi utilizada a técnica de Campos Potenciais Orientados (Prestes, 2003). Esta técnica utiliza soluções de problemas de valor de contorno de equações diferenciais parciais elípticas (Equação 1) para a criação dos Campos Potenciais, dada uma condição de contorno. Foi utilizada a condição de contorno de Dirichlet (Smith, 1992), onde pontos-meta têm potencial 0 e pontos-obstáculo tem potencial 1. Isso é possível devido à definição de um vetor de influência para o Campo Potencial, como pode ser visto na Figura 4. A utilização de tais equações também soluciona outro problema de técnicas de Campos Potenciais convencionais, a existência de mínimos locais, por não gerar sua solução através da soma de vetores.

$$F(\nabla p) = \epsilon \times \nabla p \times v \quad (1)$$

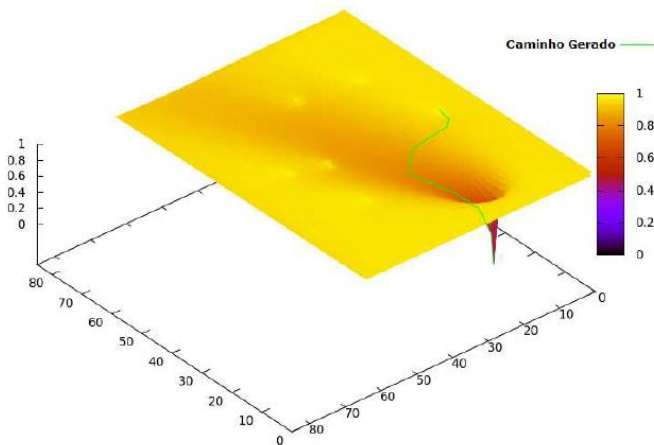


Figura 4: Campo Potencial gerado pela técnica dos Campos Potenciais Orientados

As desvantagens do uso da técnica citada são seu alto custo computacional e a necessidade do uso de tantas grades quanto forem os robôs controlados. Para amenizar tais desvantagens foram utilizadas várias threads, uma para cada robô, melhorando a performance geral do sistema e aproveitando-se da arquitetura multi-core disponível.

A estratégia, por fim, converte o caminho planejado em velocidades para as rodas do robô e as envia para o rádio.

5 MECÂNICA

O módulo da mecânica tem por objetivo servir de base para os outros módulos, sendo esta a parte física do modelo robótico. Mantendo a filosofia dos anos anteriores (Ribeiro et al., 2009), o robô continua dividido em módulos, mantendo os limites impostos pelas regras da categoria IEEE Very Small Size. A

mecânica é composta por uma estrutura externa (Figura 5), que serve de proteção contra colisões e, uma interna (Figura 6), que suporta os motores, as rodas, as baterias e os componentes eletrônicos.

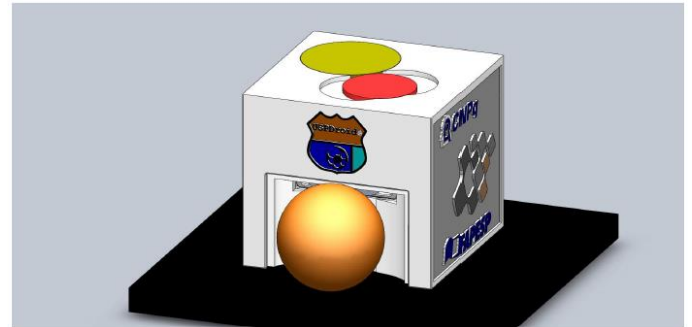


Figura 5: Vista da estrutura externa do robô

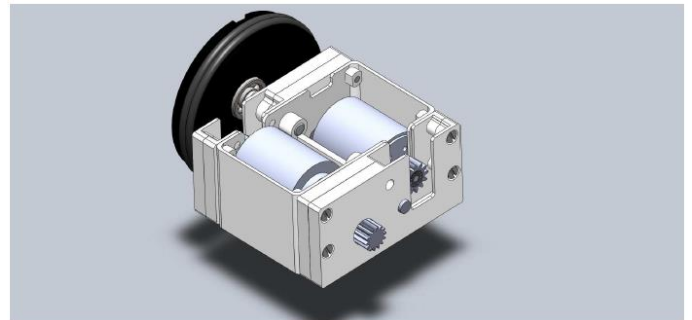


Figura 6: Vista da estrutura interna do robô

Os robôs foram construídos em ABS e Náilon (Ribeiro et al., 2009) (Ribeiro et al., 2010), utilizando-se de técnicas de Prototipagem Rápida. O baixo peso específico e a facilidade de produção de peças com formatos não convencionais foram cruciais para a escolha de tal processo. Peças de gesso, fabricadas por Impressão 3D, foram utilizadas para fazer o sistema de cores do time, possibilitando um melhor ajuste do sistema de visão. Foram utilizados dois motores Faulhaber 2224 006 SR (DCMicromotors, 2004), acoplados a uma caixa de redução de 2.5:1, e esta acoplada a uma engrenagem interna à própria roda, garantindo uma redução final de 13.4:1, diminuindo a velocidade de rotação dos motores, que podem atingir 8000rpm. Os dados do motor, com e sem redução, estão na Tabela 1.

As estruturas possuem paredes entre 1mm e 2mm, testadas para resistir a colisões decorrentes de partidas de futebol de robôs. A roda possui 50mm de diâmetro e 10mm de espessura, sendo 4 destes ocupados pela coroa da redução. A roda foi colocada diretamente sobre o externo do rolamento, e o interno ligado a um eixo fixo, evitando assim problemas de fadiga ou erro de batida no eixo.

Voltagem[V]	6
Torque[mN . m]	5
RPM	8000
Potência[W]	4,55
Rendimento[%]	82
Redução	13.4:1
Torque Ampliado[mN . m]	67
RPM Reduzida	597

Tabela 1: Dados dos Motores e da Redução

6 CONCLUSÕES

A equipe Warthog Robotics VSS de 2011 mantém a estrutura da equipe USPDroids de 2010, com alterações na estratégia de jogo, que adota uma tomada de decisão fuzzy para definir o comportamento dos jogadores. Tal abordagem da estratégia será devidamente testada na CBR 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPESP e o CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

da Silva, M. O., Ribeiro, M. V. F., de Souza Gaspar, L., da Silva, W. C. and Romero, R. A. F. (2010). O sistema do time de futebol de robôs uspdroids vss - versão 2010, Technical report, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, SP, Brasil.

DC-Micromotors (2004). Faulhaber DC-Micromotors 2224 006 SR. *[http://www.faulhaber.com/uploadpk/ EN 2224 SR DFF.pdf](http://www.faulhaber.com/uploadpk/EN_2224_SR_DFF.pdf)

Gonzales, R. and Woods, R. (2002). Digital Image Processing, Prentice Hall Inc.

King, P. J. and Mamdani, E. H. (1977). The application of fuzzy control systems to industrial processes, *Automática* 13: 235–242.

Prestes, E. (2003). Navegação Exploratória Baseada em Problemas de Valores de Contorno, PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ribeiro, M. V. F., da Silva, M. O. and Romero, R. A. F. (2009). Desenvolvimento de uma arquitetura mecânica para o time de futebol de robôs uspdroids - versão 2009, Technical report, ICMC/USP.

Ribeiro, M. V. F., da Silva, M. O., Romero, R. A. F., Oliveira, M. F. and da Silva, J. V. L. (2010). Development of functional micro mobile robots using rapid manufacturing techniques with application in soccer robots, *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Automática (CBA'10)* pp. 3853–3858.

Smith, G. D. (1992). Numerical Solution of partial differential equations: finite difference methods, Oxford Applied Mathematics & Computing Science Series.



EPICENTER (UFRGS, BRAZIL) CBR 2011 - RESCUE SIMULATION LEAGUE - TEAM DESCRIPTION PAPER

Daniel Epstein, Ana L. Bazzan

depstein@inf.ufrgs.br, bazzan@inf.ufrgs.br

Instituto de Informática
Universidade de Rio Grande do Sul, 15064
Porto Alegre, RS, Brazil

Categoria: ARTIGO TDP – Team Description Paper

ABSTRACT: This paper describes the main features of the Epicenter simulation team. We describe the strategies used for each type of agent, as well as how each task type was handled. Our main approaches are based on i) use of wave propagation to find the shortest path for each agent when moving towards its goal, and ii) team formation based on coalitions. Since it is well-known that computing the optimal coalition structure is unfeasible given the time constraints, we use an heuristic approach that allows us to prune certain coalitions. Moreover, this process is done in a decentralized way, which is appropriated for scenarios where communication is not possible.

KEYWORDS: wave propagation, coalition.

1 INTRODUCTION

The Robocup Rescue League is more important today than ever. Natural disasters such as the one that has just happened in the northeast of Japan shows the importance of having robot teams to perform rescue tasks or tasks that are dangerous to humans (such as work on damaged nuclear plants).

In the present paper we provide details about the approaches that are used in order to explain how our agents are built, as well as the main strategy underlying them. Regarding the former, the main approaches that are used here are wave propagation (as in (Parker et al., 2003)), and coalition formation for task allocation (used by us in (Epstein and Bazzan, 2011)). Wave propagation aims at representing the environment topology and finding paths from agents' current locations to a goal location. Coalition formation is used for team building. Since it is well-known that computing the optimal coalition structure is unfeasible given the time constraints, we use an heuristic approach that allows us to prune certain coalitions. We calculate the value of a task (explained on section 3) and ignore those with low value. Also, several restrictions are imposed for an agent to participate in a coalition. Once the coalition structure is formed, we assign each agent to its designated task (more details on section 5). Moreover, this process is done in a decentralized way, which is appropriated for scenarios where communication is not possible.

The rest of this paper is organized as follows: Sections 2 and 3 describe our path planner using wave propagation and how to assign value to the tasks, respectively. In Section 4 we describe how agents act in this environment using the approaches previously presented. Section 5 discusses the issue of coalition formation and selection, while Section 6 summarizes our conclusions.

2 PATH PLANNER – DUAL WAVEFRONT PROPAGATION

The path planner used here is similar to the one used in (Parker et al., 2003). Before presenting the path planner, we introduce the terminology used. Consider a connected graph $G = (V; E)$ comprised of a set of vertices V and a set of non-oriented edges E . G is extracted from the given city map.

Agents use the i -neighborhood of a vertex to determine the path to reach a specific position from its current position. We define an i -neighborhood $N_i(v)$ as the set of vertices that are reached by any path with length i from v as in Eq. 1 where $d(u; v)$ corresponds to the length of shortest path between u and v , with $d(u; v) = d(v; u)$.

$$N_i(v) = \{u \in V \mid d(u, v) = i\} \quad (1)$$

Initially, the agent determines its position in the graph; then it propagates a specific value to the other vertices in its i -neighborhood. For instance, if the agent is at vertex v , then each vertex $u \in N_m(v)$, for $m = 1, 2, \dots$, stores a propagated value $p_v(u) = m$. In this case, the value $p_v(u)$ indicates the distance to vertex u from vertex v , i.e., $p_v(u) = d(u; v)$, assuming that all vertices have the same distance between them. When this is not the case, the new propagation starts by the vertex with lowest $d(u; v)$.

Using this method, the computation of a path is straightforward. The agent determines the vertex associated to its current position v and the goal position, g . The path $P \subseteq V$ is built from the vertex g . This path corresponds to a sequence

of vertices $P = \{u_0, u_1, \dots, u_d(v;g)\}$, where $u_0 = v$, $u_d(v;g) = g$ and $|P| = d(v;g) + 1$.

Each vertex u in this path is determined using its propagated value, $p_v(u)$, from vertex v . For instance, if all vertices have equal distance, then $u_i = \arg \min(a, u_{i+1}) \in E \cap P_v(a)$ with $i = 1, 2, \dots, d(v;g) - 1$.

If an unexpected event happens while an agent is moving, it must re-plan (while also not taking the previous path into account). To solve this, we divide the planning path in two parts. Instead of planning only from the agent position, it begins from both the agent and the goal positions. We determine the vertex v and g that are associated to the current agent position and goal position respectively. After, we repeatedly compute $N_1(v), N_1(g), N_2(v), N_2(g), \dots, N_m(v), N_m(g)$ until $(N_m(v) \cap N_m(g)) \cup (N_m(v) \cap N_{m-1}(g)) \neq \emptyset$.

The cardinality of set $I = \{u \mid u \in (N_m(v) \cap N_m(g)) \cup (N_m(v) \cap N_{m-1}(g))\}$ indicates the number of candidate paths from v to g . To compute a path, initially, we choose a vertex $x \in I$ and compute the path from v to x . After, we compute a path from g to x .

We merge these paths into a unique path $P = \{p_0, p_1, \dots, p_d(v;g)\}$. The set of vertices from p_0 to $p_d(v;g)$ correspond to the path from the agent position to common vertex x . That is, $p_i = u_i$, for $i = 0, 1, \dots, d(v;g)$, whereas the vertices from $p_d(v;g)+1$ to $p_d(v;g)$ are associated with the vertex of the path from g to x in inverse order. This method handles dynamic events in a more efficient way than the simple wave propagation. For instance, consider that an agent is following the path and finds a blockage near vertex v . In this case, the agent must re-plan only the path from v to x . The path from x to g is not recomputed and, therefore, planning time is saved.

In order to improve the movement of a fire brigade around the scenario, we also consider the path from each possible task to all others. All tasks that are close to the first task that the agent has to execute will also be part of this process and the resulting path will lead the agent to the first task in a path that makes it easier to move to the subsequent task. Hence, once the first task is solved, it will be easier for the agent to move to the next one and so on.

3 TASK VALUE

Each task in the Roboup Rescue have a different value (contribution) for the final score. Also, it affects the system in a different way. Choosing to perform task a or task b could entirely change the outcome of the simulation. Also the order with which tasks are performed is key. Therefore, is very important to be able to choose the correct task to perform first. We have developed several metrics that indicate how important one task is. Comparing the values of different tasks, agents can choose the one that is the most important.

3.1 Task: Buildings

Choosing which _re to extinguish first is a very tricky question. There are several factors that must be taken into account. Sometimes, it's better to lose one single building than to lose a whole block. That's why our main idea is to prevent the fire from spreading instead of trying to save every

building. Our metric for computing the value of a building (V_b) is based on the follow variables:

- Size of the building: represents the total area of the building.
- Degree of destruction: a building that is close to full destruction receives less priority.
- Neighboring buildings: a single fire may spread to an entire block. Hence, we must consider the entire block when choosing a goal.

3.2 Task: Roads

Roads are difficult to evaluate since they do not have a direct effect on the final score. Metrics related to roads must be based on how a blockage will affect the movement of the agents. If a crucial portion of the network is unreachable because it is blocked, then links in this portion must have priority over other roads. Also, main roads are much more used and must be unblocked first to ensure that agents may move freely through the map. Another important information related to roads is how many lanes they have. Usually arterial roads in a city are those with a high number of lanes. Therefore, it is assumed that roads with the highest number of lanes are the most important ones. It is necessary to unblock at least parts of these roads first, even if they do not end up being completely unblocked.

Finally, the most important information regarding roads is how close they are from a refugee or a fire station. It is crucial to clean those roads that lie near important buildings, since these areas have a high traffic of agents during the whole simulation.

3.3 Task: Civilians

Although a civilian has many attributes, it is not difficult to formulate a metric for it when regarded as a task. A major issue is to minimize the number of fatal victims by the end of the simulation. To do so, one must consider the civilian hit points that indicate how long it can survive. Another issue that contributes to the value of a civilian task is how buried this civilian is, which indicates the number of cycles one ambulance team will take to save this civilian. These two attributes can be used to formulate what will be called "expectation of life" (V_c), that is how many cycles a civilian can remain buried before dying.

To find a civilian, one may see or listen to it. If some agent has seen or heard a civilian, that agent records the location and time step the observation was made. If this agent is not an ambulance itself, once it finds an ambulance center, it will inform this center about the location of known civilians, which then passes the information to an ambulance, helping it to find an injured civilian.

4 AGENTS

Platoon agents use the value of each task to determinate which one to do first. Each agent chooses a task for itself or adopts the one indicated by a central (if there is any). In the first cycles, the civilian makes this decision alone, without considering other agents. After, the central computes which group this agent belongs. This is the case when

communication is used/allowed. Otherwise the agent may make this decision by himself.

The method used for communication is the use of say. Each time two agents meet, if the cycle is an odd number, the agent with highest ID will be the one transmitting the information. Otherwise the agent with lower ID will be the sender.

The information shared is coded by the Huff-man code. If it is not possible to send the whole message an agent wants, it will first send the information that directly affects its type (i.e. buildings on fire for FB, blocked roads for PF, or civilians injured for AT).

4.1 Agent: Fire Brigade

The first cycles of the fire brigade (FB) are used to extinguish as much fire as possible. It is very important that a FB moves quickly in the beginning of the simulation so the fire does not spread. After 20 cycles, this agent tries to reach a fire station and determines whether it is blocked or not. If it is blocked or cannot reach a fire station, it contacts the central or any other agent to request help from a police force.

Choosing which building task to handle first depends on V_b (as defined before), as well as the distance from the FB to the building and the agent ability to extinguish a fire. If a FB cannot extinguish a certain fire, it tries to extinguish one in a smaller building.

4.2 Agent: Police Force

At first, all police forces (PF) have one task: to move to the nearest refuge and fire station they can find, and unblock the path to them. This task will take as many cycles as necessary.

After this initial task is completed, the PF priority is to unblock any agent trapped. This can be done by receiving messages that have the location of an blocked agent, or when it realizes that some agent is not moving. Once a request from a trapped agent is received, the two closest PF move towards that agent in order to quickly release it. They will work together, thus reducing the time it takes to unblock a road.

Finally, once these two kinds of tasks are handled, each police force tries to unblock other roads. As mentioned, they do not need to completely unblock a road. Using the previously defined metrics, police forces decide which priority tasks are. The result of the metric is combined with the following heuristic: All roads that are close to a fire spot have higher priority. This way, roads closest to the highest number of fire spots will be unblocked first. This provides fire brigades a higher number of possible paths.

4.3 Agent: Ambulance Team

Ambulance teams (AT) must balance their resources so that the highest possible number of civilians is saved before it is too late. The ambulance team uses the metric V_c combined with the number of cycles it takes to reach each civilian to decide who to save first. Ambulances prioritize those civilian that can be saved within the available time, and that have a lower V_c . Also, civilian who are close to another civilian also have priority. If there is a group of civilian close to an AT,

they probably have a much higher priority than those civilians that are isolated or very far.

Not all civilian saved will be immediately taken to the refuges. An AT will perform rescue tasks first. After, when there is none left to be rescue, civilians will be delivered to refuges. Hereby, those severely injured have priority.

Another way for an AT to choose its task is by receiving a message from the centrals. These messages have a higher priority and the task received must be executed. This is so because sometimes a civilian cannot be saved by only one ambulance and then the central has to send more than one to do this rescue.

5 COALITION STRUCTURES

As mentioned, the generation of all possible coalition structures (CS) is exponential in the number of agents. This is an important issue because it was demonstrated that finding the optimal coalition structure is NP-complete (Sandholm et al., 1999).

In the Robocup Rescue the number of coalition structures is affected not only by the number of agents but also by the number of tasks. Hence, low-priority tasks are not considered in the set of coalition structures. From the point of view of an agent, some tasks may also be discarded because the agent either has no resources to perform it, or tasks are located far away from it. This way agents that cannot be allocated to important tasks are removed from the set of agents to form coalitions, further reducing the number of possible coalition structures. After we find a reduced number of agents and tasks, the search of the actual optimal coalition structure is performed by the anytime algorithm proposed in (Rahwan et al., 2007). We also remark that coalition structures are generated only considering ambulance teams and fire brigades. This stems from the fact that police forces do not need to work in groups (they can perform their tasks alone and are not hardly constrained by time).

To ensure that the corresponding central of agents will be able to generate a good coalition structure, it must first discard most of those possible CS's that are not valid. The main principles underlying our method (reducing the number of possible CS) are based on the idea that tasks having low value, plus agents that cannot complete a task, should not be considered in the search for a CS. The number of tasks is at most the number of possible agents. If there are more tasks than this number, those tasks with the lowest values are ignored. To prune the number of agents we disregard those that are many cycles away from the most valuable tasks and those that cannot deal with the given tasks (for instance, a fire brigade that does not have enough water on its tank). Further details can be found in (Epstein and Bazzan, 2011). Due to the dynamic nature of the task allocation process, the set of CS's changes every 10 cycles.

It is important to remark that there are many scenarios where the communication between the central and the agents is not possible. For these cases we have developed a strategy to form groups of agents that is communication-free. It is a two-cycle strategy. In the first one, agents contact any other agent in their range (if any) to update its knowledge base (i.e. agents memory). In the second cycle, agents rely on their knowledge

bases to assume where the other agents are, and what they are doing.

Each agent keeps track of where others are. Using this information, they assume an agent's location and which tasks have already been completed. With a given probability p , an agent assumes what are the other agent's priority tasks. The more recent the information about a certain region, the most reliable is this information.

Once an agent has a hypothesis about where other agents are, it uses the same algorithm that would be used by the central for generating coalition structures, and decides which is the most probable CS to be formed.

When no assumption of this kind is made, this means the agent has not enough information about the others and ignore them when trying to find a coalition structure. This drastically reduces the number of possible CS's.

6 RESULTS AND CONCLUDING REMARKS

In (Epstein and Bazzan, 2011) we presented results for a similar strategy (henceforth DAS), based on coalition structures, using the Kobe map and version 0.49 of the simulator.

Since that publication we have improved our agents in many aspects and have also added new strategies to make them even more competitive. It is important to note that in (Epstein and Bazzan, 2011) our focus was only on the coalition structure and we did not used other strategies described here (e.g. the decentralize coalition assumption).

7 ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank FAPERGS for the support to the project RS-SOC.

REFERENCES

- Epstein, D. and Bazzan, A. L. C. (2011). Dealing with coalition formation in the RoboCup Rescue: an heuristic approach, Proc. of the 3rd International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Vol. 2, Roma, pp. 717-720.
- Parker, L. E., Birch, B. and Reardon, C. (2003). Indoor target intercept using an acoustic sensor network and dual wavefront path planning, In Proceedings of IEEE International Symposium on Intelligent Robots and Systems (IROS) pp. 278-283, 2003.
- Rahwan, T., Ramchurn, S. D., Dang, V. D. and Jennings, N. R. (2007). Near-optimal anytime coalition structure generation, Proc. of the Int. Joint Conf. on Art. Intelligence (IJCAI 07), pp. 2365-2371. available at <http://ijcai.org/proceedings07.php>.
- Sandholm, T., Larson, K., Andersson, M., Shehory, O. and Tohmé, F. (1999). Coalition structure generation with worst case guarantees, Artificial Intelligence 111(1-2): 209-238.

ESTRATÉGIAS DE NAVEGAÇÃO COOPERATIVA APLICADAS AO FUTEBOL DE ROBÔS AUTÔNOMOS DA EQUIPE BDP/UFV

DAlexandre Santos Brandão, Carlos Roberto Castelano Junior, Rafael Rosado Cruz, André Sales Sasaki, Talles Barbosa Portilho, Mauro de Oliveira Prates

alexandre.brandao@ufv.br, carloscastelano@gmail.com, rafael.cruz@ufv.br, andre.ssasaki@gmail.com, tallesportilho@gmail.com, mauroprates@ufv.br

Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Categoria: ARTIGO TDP – Team Description Paper

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo explicar as técnicas utilizadas pela equipe BDP - Believe, Do n' Play da Universidade Federal de Viçosa para realizar o controle cooperativo de cinco robôs, na competição de futebol de robôs da categoria Small Size F-180. Para validação dos algoritmos propostos, foi desenvolvida uma plataforma de simulação computacional, que pudesse representar condições reais de jogo, considerando erros sistemáticos causados pelos sensores, atrasos do sistema de visão e outros fatores não abrangidos durante a modelagem matemática da navegação dos robôs. Este trabalho leva em consideração análise do modelo cinemático dos robôs, técnicas de escolha de trajetória com evasão de colisões, módulo de predição de posição, classificação de situações de jogo por meio de árvore de decisão e estratégias condizentes com cada situação de jogo.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Móvel, Sistemas de Controle, Modelo Cinemático, Árvore de Decisão, Plataforma de Simulação.

ABSTRACT: This paper aims to explain the techniques used by BDP team - Believe, Do n' Play - of the Federal University of Viçosa to perform the cooperative control of five robots in robot soccer competition during the Small Size League F-180. In order to validate the proposed algorithms, a computer simulation platform was developed to accurately represent the real game conditions, considering systematic errors caused by sensors, visual system delay and other factors not considered in the mathematical modeling of the robot navigation. This work involves the analysis of the kinematic model of robots, trajectory planning, position prediction, classification of game situations through decision trees and suitable strategies for each situation.

KEYWORDS: Mobile Robotics, Control Systems, Kinematic Model, Decision Tree, Simulation Platform.

1 INTRODUÇÃO

A BDP - Believe, Do n' Play - equipe de futebol de robôs da Universidade Federal de Viçosa foi criada em 2005 (na época, denominada BDP - Bonde dos Patolas) através da iniciativa própria de um grupo de alunos do curso de Engenharia Elétrica. No decorrer dos anos, a equipe BDP/UFV alcançou grandes êxitos tanto em nível acadêmico quanto em nível pessoal, pois o que antes era uma diversão tornou-se uma plataforma de desenvolvimento e aplicação de conhecimentos teóricos e práticos.

Inicialmente, a equipe BDP/UFV se dedicava ao projeto de robôs rádio guiados pelos próprios integrantes da equipe através de joysticks. Depois de desbravar tal tecnologia aplicada a este tipo de problema e de obter resultados relevantes e dignos de orgulho em competições regionais de robótica, a Equipe BDP/UFV decidiu avançar mais um passo e se dedicar ao futebol de robôs autônomos, onde não há intervenção humana durante o controle das entidades robóticas no campo de jogo.

Neste contexto, com o intuito de participar em competições de futebol de robôs da categoria F-180 Small Size, a equipe BDP/UFV adquiriu um kit de robôs autônomos junto à empresa Xbot e se dedicou ao desenvolvimento de um sistema computacional capaz de controlá-los através dos módulos (ou funções) de decisão.

A Figura 1 ilustra o sistema desenvolvido, seus componentes principais e as interconexões entre cada componente.

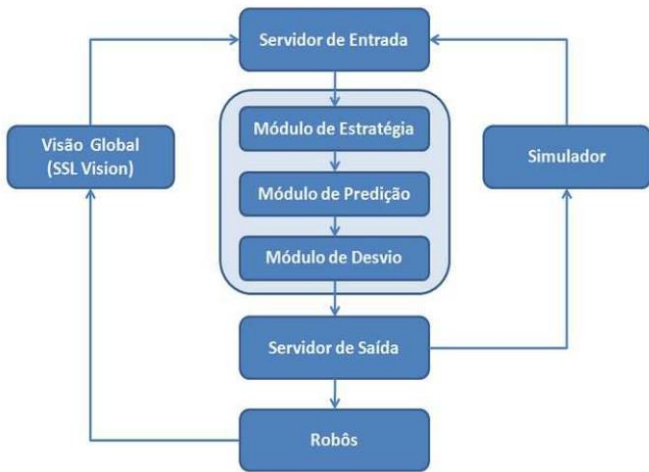


Figura 1: Estrutura de controle para navegação dos robôs da Equipe BDP/UFV.

2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

2.1 Servidores de Entrada e Suas Alimentações

O topo do sistema consiste em um servidor de entrada, que em um dado instante da partida, é alimentado pelo sistema de Visão Global SSL-Vision (Small Size League Vision). Este sistema é comum a todas as equipes e disponibiliza os resultados do processamento de imagem das câmeras através da rede ethernet na forma de pacotes encapsulados, contendo os parâmetros do jogo, tais como, postura dos jogadores, posição da bola, dimensões do campo, latência do sistema de visão, dentre outros.

Para finalidade de teste, o SSL-Vision pode ser substituído por um simulador, permitindo que a equipe estude a resposta do sistema quando sujeito a diversas situações de jogo, sem de fato necessitar realizar a partida. No entanto, para que o simulador possa servir de referência para o estudo da eficiência dos algoritmos desenvolvidos, este deve contemplar um grau de incerteza similar ao SSL-Vision, aproximando, portanto, de uma situação real de jogo.

2.2 Módulo de Predição

Tendo em vista a latência do sistema de visão responsável pela realimentação sensorial a nível global, fez-se necessário a implementação de um Módulo de Predição intermediário ao Servidor de Entrada e o Módulo de Estratégia, com o intuito de reduzir erros de navegação durante a partida.

2.3 Módulo de Estratégia

Este módulo é responsável pela definição das jogadas, sendo necessário, portanto usufruir das informações de jogo fornecidas pelo servidor. Nesta etapa é realizada uma busca nas informações por padrões que auxiliem na tomada de decisão. Uma vez com os padrões identificados, cabe ao módulo de estratégia determinar a ação a ser enviada a cada jogador.

Para isto, foi elaborada uma árvore de decisão subjetiva, dado que os parâmetros avaliados são qualitativos. Um exemplo deste tipo de árvore é representado na Figura 2. Vale mencionar que a árvore inicial não serve para implementação direta, porém auxilia na identificação dos parâmetros mais importantes para uma análise qualitativa.

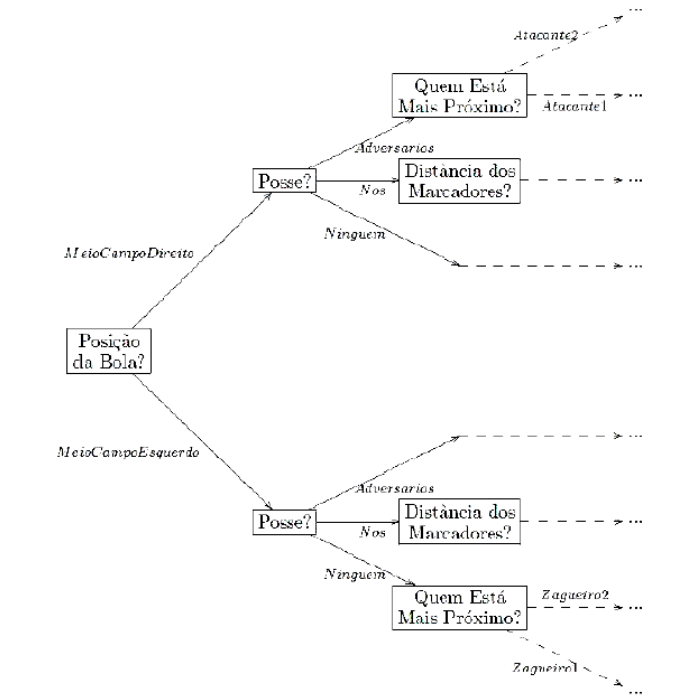


Figura 2: Exemplo de Árvore de Decisão.

Após análise, verificou-se que as posições horizontais e verticais dos robôs e da bola, assim como as velocidades horizontais e verticais dos robôs e da bola são os parâmetros mais importantes para elaboração de uma estratégia de jogo. Desta forma, a ordem de complexidade do sistema pode ser estimada com a seguinte equação:

$$C(n) = 4(n + 1)$$

Onde $C(n)$ é a ordem de complexidade e n é o número de robôs.

A fim de reduzir a ordem de complexidade do sistema, considerou-se que a bola está estática a cada instante de análise, e os parâmetros dos robôs são recalculados considerando a bola como referência. Sendo assim, o número de objetos passa de $(n+1)$ para n . Uma vez que a bola é sempre considerada estática, as informações de posição (P_x, P_y) e velocidade (V_x, V_y) em relação aos demais objetos são essenciais para o cálculo do instante de colisão (ou predição de colisão), dado por:

$$t_n = \frac{\sqrt{Px_n^2 + Py_n^2}}{\sqrt{Vx_n^2 + Vy_n^2}}$$

Após estas considerações, o número de parâmetros por objeto foram reduzidos de 4 para 1, e portanto a equação de complexidade do sistema pode ser reescrita como:

$$C(n) = n$$

Onde $C(n)$ é a ordem de complexidade e n é o número de robôs.

De posse das classes e dos parâmetros, aplicou-se um algoritmo para construção de árvore de decisão que se baseia em observações empíricas de exemplos cuja classe é conhecida. Desta forma, é construída uma árvore de decisão objetiva, que analisa quantitativamente parâmetros do jogo e determina as ações dos jogadores.

O algoritmo é aplicado previamente e durante a partida, permitindo que a árvore se adeque segundo as condições de jogo.

2.4 Módulo de Desvio

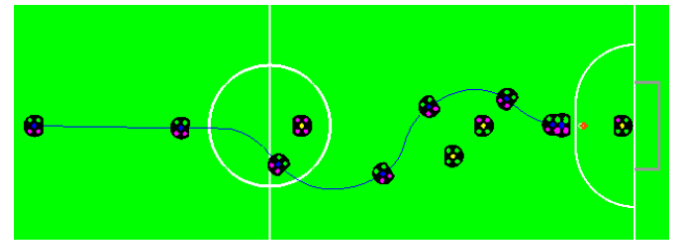
A décima segunda regra de jogo para futebol de robôs autônomos discorre sobre falta e má conduta, a qual resulta em uma falta com chute direto à baliza, se o robô de uma equipe realiza um contato substancial ao robô adversário. Dado que tal penalidade incita perigo de gol iminente, há uma necessidade de navegação com desvio de obstáculos (onde estes são referenciados como os robôs adversários).

Sabendo que os robôs irão navegar em um ambiente semi-estruturado de forma híbrida, ou seja, com movimentos realizados de forma deliberativa e reativa simultaneamente, aplicou-se uma estratégia que determina a distância entre os robôs no campo de jogo e uma distância mínima de reação à colisão. Desse modo, ao ingressar na zona de reação de outro robô, são geradas forças fictícias de repulsão que modificam a rota de colisão entre robôs oponentes. Vale comentar que a intensidade de tais forças são inversamente proporcionais à distância entre os robôs possíveis de colisão. Em outras palavras, quanto menor a distância entre dois robôs, maior a força de repulsão entre eles, desde que sejam de equipes adversárias.

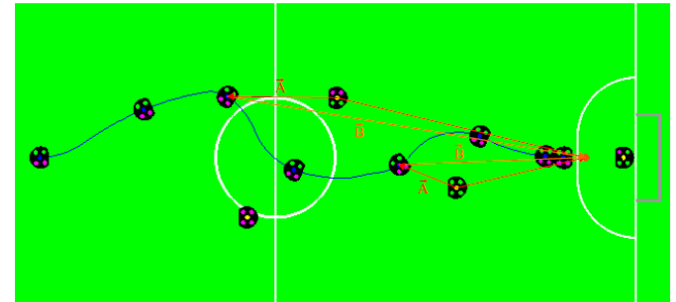
A estratégia proposta pode ser vista na Figura 3, a qual demonstra a evolução de uma tarefa de desvio de obstáculo. Pode-se notar que quando o robô adentra à zona de reação, ocorre o surgimento de uma força de repulsão, demonstrada pelo vetor \vec{A} (que aumenta à medida que a distância entre os robôs diminuem), com o intuito de manter a orientação definida pelo vetor \vec{B} , até que o alvo (neste caso, a bola de jogo) seja alcançado.

2.5 Módulo de Saída

Como última etapa do processo, as ações definidas para cada um dos robôs são encaminhadas para o módulo de saída, de onde são transmitidas via rádio frequência para todos os robôs em campo. No caso da utilização do Simulador, uma integração numérica determina as novas condições de jogo, após a execução de uma determinada ação.



(a)



(b)

Figura 3: Caminho percorrido ao executar uma tarefa de desvio do oponente.

3 ESTRATÉGIAS BÁSICAS DE JOGO

3.1 Ataque

3.1.1 Ponta px

Tendo em vista que a configuração uniciclo foi adotada para os robôs da Equipe BDP/UFV, utilizou-se a geração de uma trajetória em forma de cardioide entre a posição do jogador e a posição da bola, sendo sua orientação final apontada diretamente à baliza adversária, conforme apresentado na Figura 4.

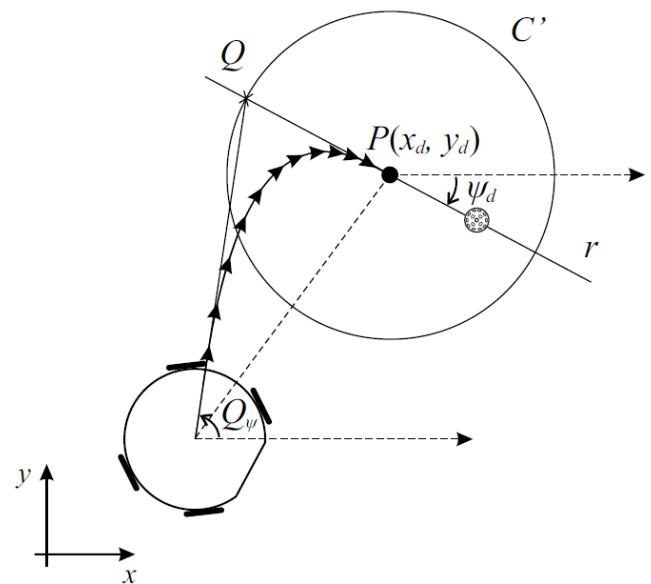


Figura 4: Situação de Ataque.

Ao mesmo tempo em que o jogador selecionado se move em direção a bola, o restante dos jogadores aos quais se tenha associado um caráter ofensivo se posiciona em locais estratégicos para receber um possível passe, que pode resultar em outro passe, ou em um chute a gol. No entanto, caso o jogador selecionado tenha uma linha de visão livre para o gol ao chegar ao ponto desejado, o sistema de chute é ativado.

3.1.2 Líbero lx

O líbero consiste em um jogador que auxilia tanto as estratégias ofensivas quanto defensivas, dependendo da distribuição dos jogadores de ambas as equipes e da estratégia estabelecida pela árvore de decisão. Seu posicionamento deve facilitar a recepção de passes vindos da ponta, bem como esperar possíveis situações de rebote em jogadas ofensivas.

Quando o time adversário está com a maior parte de seus robôs no campo de ataque, o líbero se posiciona no intuito de auxiliar a marcação. Para isto, faz-se

$$l_x = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n y_i - \left(\min_x y + \max_x y \right), \quad (1)$$

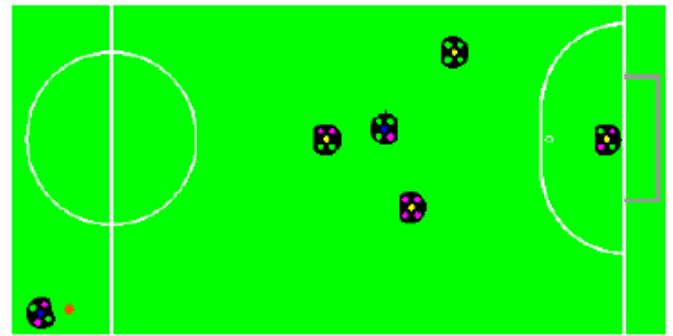
onde n representa o número de jogadores da equipe adversária y . Em outras palavras, ele se posiciona no centroíde dos robôs adversários, excluindo aqueles robôs com menor e maior valor no eixo das abscissas.

Entretanto, quando o líbero apresenta o mesmo sinal das ordenadas do ponta, sua posição é deslocada para o lado oposto ao do atacante em uma curva cossenoide parametrizada l_x , conforme mostrado na Figura 5.

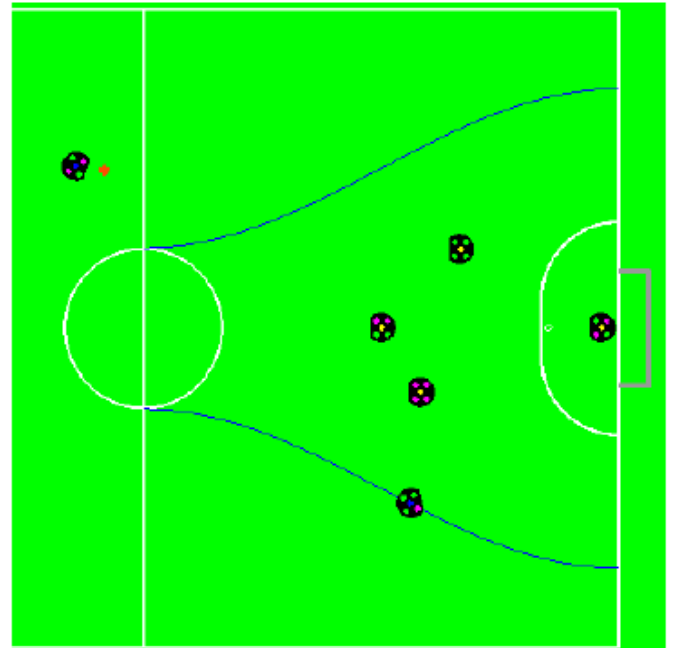
3.2 Defesa

A formação de defesa é constituída por dois zagueiros e pelo goleiro. Essa formação tem como objetivo marcar o ataque adversário, impedindo que sejam criadas condições de disparo ao arco. Para isso, a Equipe BDP/UFV propôs a criação de uma linha imaginária entre a bola e o centro da baliza. Através desta linha e da posição das traves, é possível posicionar os zagueiros (que estarão sobre a linha que une a bola e uma das traves) e o goleiro (que estará alinhado sobre bissetriz do ângulo formado entre a bola e as traves).

Para uma maior eficiência da estratégia, foram definidas três situações de jogo: bola no ataque, bola a direita da defesa e bola a esquerda da defesa. Dadas essas situações de jogo, o arranjo dos jogadores da defesa é modificado, a fim de minimizar ao máximo o ângulo de visão do atacante adversário em relação a baliza. A Figura 6 ilustra essas situações.



(a)



(b)

Figura 5: Comportamento do líbero no campo de jogo.

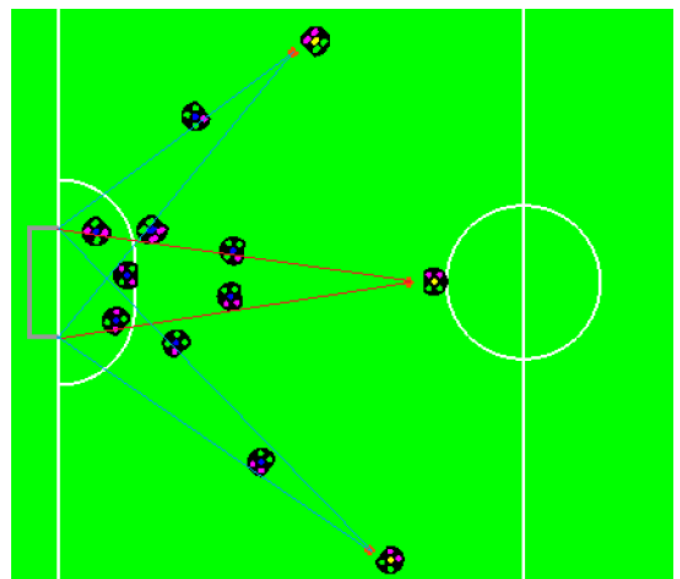


Figura 6: Situações de defesa pelos zagueiros.

3.2.1 Goleiro gx

A estratégia proposta para o goleiro se resume na execução de movimentos circulares frente a baliza defendida, orientado sempre de forma a bloquear a passagem da bola para dentro do gol. A Figura 7 ilustra tal estratégia, destacando o avanço do goleiro em relação à baliza no eixo x, dado por

$$d = (A_{\max} - A_{\min}) \left(\frac{b_x - b_{x_{\max}}}{b_{x_{\max}} - b_{x_{\min}}} \right)^n + A_{\min}, \quad (2)$$

onde Amin e Amax determinam o avanço mínimo (igual ao diâmetro do robô) e máximo (igual à metade da largura da baliza), e bxmin e bxmax indicam a distância mínima (meio de campo) e máxima (posição da baliza defendida) em relação à bola durante o jogo. Em seguida, determina-se o raio da circunferência de movimentação, dado por:

$$r = \frac{A_{\min}^2}{2d} + \frac{d}{2}. \quad (3)$$

Uma vez definido o raio de movimentação, torna-se possível a determinação da postura desejada do goleiro no campo de jogo. Para isto, a equação da reta que une a bola ao centro da baliza defendida é igualada a equação da circunferência de raio r e centro em xc0 = (r-d, 0). Em outras palavras, tem-se

$$(g_x - x_{c0})^2 + (g_y - y_{c0})^2 = r^2 \quad (4)$$

$$g_y = \frac{b_y - a_y}{b_x - a_x} (g_x - a_x). \quad (5)$$

Tendo em vista que o sistema de equações formado por (4) e (5) produzem duas respostas, por questões da configuração do campo de jogo, assume-se aquela com menor valor em módulo da abscissa.

Por fim, a orientação do goleiro gψ é dada pelo coeficiente angular da reta expressa em (5).

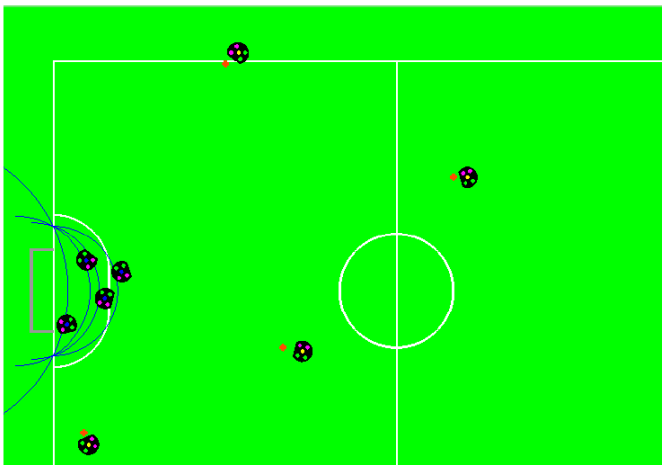


Figura 7: Estratégia de movimentação do goleiro.

3.2.2 Zagueiros Direito dx e Esquerdo ex

Os zagueiros direito e esquerdo têm como principal objetivo agir conjuntamente com o goleiro, de modo a fechar qualquer ângulo que possibilite um chute do atacante do time adversário a baliza defendida. A Figura 6 ilustra tal situação.

A posição desejada no campo de jogo para o zagueiro direito é dada por

$$d_x = \kappa (b_x - a_x) + a_x, \quad (6)$$

onde κ é um fator que depende da posição da bola no campo de jogo dada por

$$\kappa = \frac{1}{2} - \frac{1}{6} \frac{b_y}{y_{\max}}.$$

Vale dizer que ymax representa a cota máxima das ordenadas no campo e que a orientação do jogador é dada por

$$d_\psi = \tan^{-1} \frac{b_y}{b_x}.$$

Por sua vez, a posição desejada do zagueiro esquerdo é dada por

$$d_x = \kappa (b_x - a_x) + a_x, \quad (7)$$

onde κ é um fator que depende da posição da bola no campo de jogo dada por

$$\kappa = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \frac{b_y}{y_{\max}}.$$

Sua orientação é calculada de forma análoga a do zagueiro direito.

4 CONCLUSÕES

A equipe de futebol de Robôs BDP/UFV, apesar de já existir a alguns anos, é uma equipe que iniciou os trabalhos com robôs autônomos recentemente, só tendo participado, até o presente momento, de uma competição nesta categoria. Apesar do pouco tempo de pesquisa e desenvolvimento nessa área, foi possível obter algum sucesso durante a última edição do LARC (Latin American Robocup), motivando a equipe a investir nesse segmento.

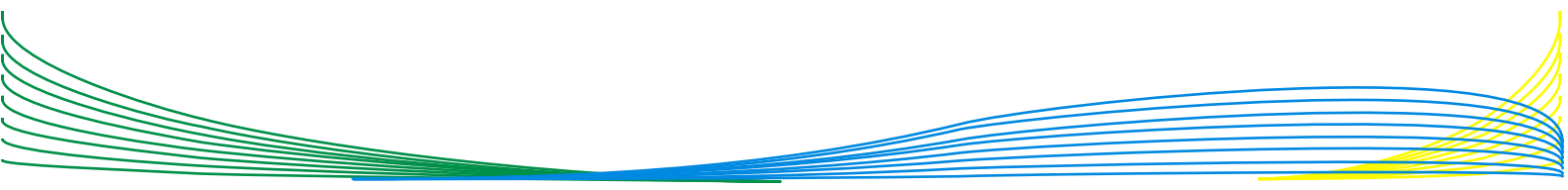
Como etapas futuras pretendem-se agregar uma série de considerações, até então não tratadas para fins de simplificações. Um exemplo disso seria tratar o robô não mais como um ponto no espaço, mas sim como um corpo, com um volume definido, e observar o comportamento desse novo sistema ao se aplicar os métodos para desvio de obstáculo, posicionamento em campo, arranjo para redução dos ângulos de defesa, movimentação do goleiro, dentre outros já implementados. Por fim, o sistema de modificação de estratégias por meio da árvore de decisão descrita na Seção 2.3 será construído, auxiliando na determinação dos parâmetros mais significativos para impor ações a um grupo de robôs durante a partida, por meio da identificação de padrões em campo.

AGRADECIMENTOS

A equipe gostaria de aproveitar para manifestar agradecimentos a FUNARBE (Fundação Arthur Bernardes), que é a principal responsável pela realização deste trabalho, visto que o patrocínio e apoio foram imprescindíveis para os passos iniciais do projeto. Ao Núcleo de Especialização em Robótica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Viçosa, por prover ambiente e equipamentos adequados de trabalho. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo reconhecimento do mérito do projeto, agradecendo um dos alunos com bolsa de fomento em pesquisa.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Não Informado.



ROBOTNIK 2011

Caio Saraiva de Aquino Barutti, Douglas Oliveira Santos, Diogo Soares da Silva, Fernando Cesar Gonçalves da Silva, Filipe Assad Baraúna, Mauro Conti Pereira

caioabarutti.ec@gmail.com, douglasoliveira.ec@gmail.com, diogo.ec.2013@gmail.com, fernando_ecovip@hotmail.com, filipeassad@gmail.com, maurocp@gmail.com

GPEC - Grupo de Pesquisa em Engenharia e Computação
Universidade Católica Dom Bosco
Av. Tamandaré, 6000, Campo Grande, MS, Brasil

Categoria: ARTIGO TDP – Team Description Paper

RESUMO: Este trabalho descreve como foi o desenvolvimento do time RobotNik que visa a participação na Competição Brasileira de Robótica na categoria IEEE Very Small. O artigo explica quais componentes foram utilizados na construção dos robôs, os softwares que foram desenvolvidos para o controle dos mesmos, bem como o módulo de estratégia utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: IEEE, Very Small, robôs, software, estratégia.

ABSTRACT: This paper describes team Robotnik development that aims to participation in the Brazilian Robotics Competition in IEEE Very Small category. The article explains what components were used to construct the robots, the softwares that were developed for the control thereof, as well as the strategy module used.

KEYWORDS: IEEE, Very Small, robots, software, strategy.

1 INTRODUÇÃO

A utilização da robótica como meio pedagógico traz grande contribuição para o enriquecimento intelectual do aluno, já que pode desenvolver sua própria capacidade total de aprendizagem, aplicando o conhecimento adquirido em sala de aula para resolver diferentes problemáticas, estimulando a criatividade do aluno (Morelato L. A., 2008). Assim, antes de mais nada o principal objetivo da equipe RobotNik é adquirir novos conhecimento e testar os já adquiridos.

A categoria IEEE Very Small é composta por dois times opostos de três robôs cada, com aresta máxima de 7,5 cm, que disputam uma partida de futebol. O time que conseguir a maior quantidade de gols ganha a partida. Os robôs são controlados remotamente por um computador, que processa as imagens fornecidas por uma câmera posicionada sobre o campo e seguindo um conjunto de estratégias comandam os robôs, sem a intervenção humana.

Na categoria IEEE Very Small, os robôs são constituídos basicamente por dois componentes principais: o hardware que e o carenagem, mecânica e eletrônica do robô e o software de

controle. O software é responsável pelas decisões estratégicas do time usando informações sobre as posições dos objetos a partir de um sistema de visão. Sistema o qual e composto por um software de processamento de imagens, desenvolvido pelos integrantes da equipe, que utiliza as imagens enviadas pela câmera, para determinar as posições e orientações dos robôs e da bola. Estas orientações são transmitidas a um sistema de inteligência artificial, que fica responsável pelos cálculos e tomadas de decisão.

Segundo as necessidades exigidas pelas partidas da competição, os robôs foram construídos utilizando um material resistente e leve. Estas características garantem a velocidade do protótipo e resistência contra prováveis choques com os adversários. Cada robô possui receptor RF para a comunicação, um Arduino junto com um shield de ponte H, são responsáveis pela a recepção e controle dos atuadores, dois motores com encoder e caixa de redução, e um magnetômetro que é utilizado como uma bússola digital.

2 ARQUITETURA PROPOSTA

Na arquitetura proposta para a montagem dos protótipos foram utilizados componentes pré-montados, para facilitar a manutenção da arquitetura. Para melhor explicar o projeto desenvolvido, a montagem foi dividida em duas partes, a mecânica e a eletrônica. Sendo a mecânica responsável pelo movimento do protótipo e a eletrônica para o controle do mesmo.

2.1 Mecânico

Na montagem mecânica, foram utilizados os motores com rotação média de 27000 RPM (Rotações por Minuto), como esta rotação pode não ser apropriada para as manobras do robô, é utilizada uma caixa de redução com relação de 50:1, isto quer dizer que para cada 50 rotações do eixo do motor o eixo de saída rotacional somente uma, obtendo assim uma rotação final máxima de 540 RPM. Isto proporciona uma menor velocidade e maior produção de torque, o que é um muito mais adequado para a condução de um robô.



Figure 1: Roda com o motor e o encoder

Um par de encoders, que são transdutores de movimento capazes de converter movimentos lineares ou angulares em informações elétricas e trabalhadas por um programa que converte as informações passadas em algo que possa ser entendido como distância ou velocidade, são acoplados às rodas para o melhor controle dos movimentos dos robôs.

2.2 Eletrônica

O circuito implementado na construção da arquitetura proposta pode ser dividida em circuito lógico e de potência, onde o lógico é responsável pelo controle, e o de potência, alimentar os motores para a movimentação do protótipo. O circuito lógico foi implementado utilizando um Arduino Uno, que é uma plataforma de hardware open source, que por ser desenvolvido como dispositivo educacional é de fácil utilização e com uma grande interação para com diversos dispositivos (Banzi M., 2008), para o controle, já que possui diversos pinos de E/S.

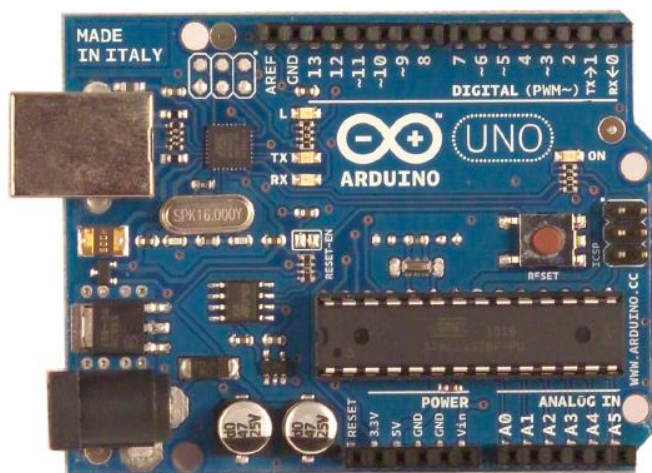


Figure 2: Arduino Uno

(Entrada/Saída), podendo fazer a recepção dos comandos, a leitura dos encoders, leitura do magnetômetro e acionamento dos motores.

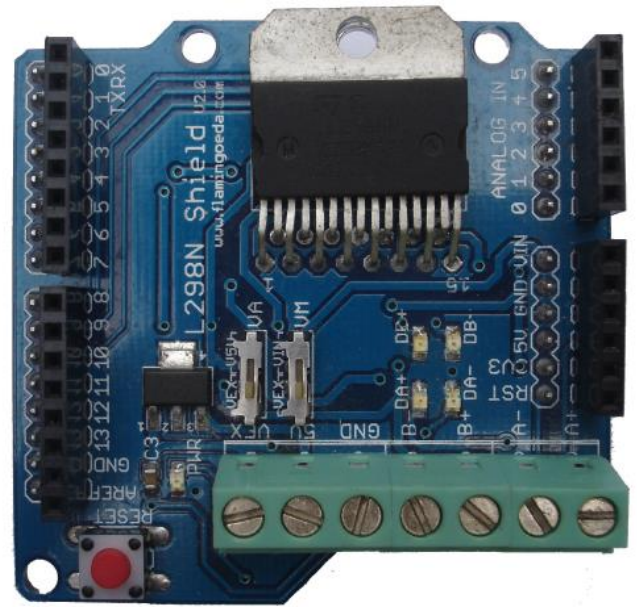


Figure 3: Arduino Motor Shield L298N

O circuito de potência é formada por um shield do Arduino que implementa um ponte H, já que as pinos de saída do Arduino Uno não possuem corrente suficiente para acionar os motores, assim este shield possui um CI L298N, que dá um ganho de corrente no sinal para atuar o motor.

3 MODULO DE CONTROLE

Para o controle de todo o time de robôs um software é utilizado, este software pode ser dividido em quatro módulos, sendo eles: core, captura de vídeo, interface com usuário, comunicação. Cada um destes módulos serão discutido.

3.1 Core

O módulo principal do software de controle, que produz a estratégia. Na estratégia foi utilizada a aprendizagem de máquina (Faria G., 2006) para definir quais dos movimentos deveriam ser tomados pelos robôs, dependendo das informações coletadas pelo sistema de visão. Estas informações são coletadas a partir dos movimentos do artilheiro, que é basicamente buscar a bola, desviar dos demais robôs, chutar a bola e não fazer gol contra.

Para a movimentação dos robôs a proposta utilizada foi os Campos Potenciais Localmente Orientados (CPLO) (Faria G., 2006), esta implementação utiliza uma única grade na qual todos os robôs possam consultar e seguir com diferentes vetores de comportamento, que definem seus destinos por diferentes trajetórias. Esta implementação foi utilizada para estabelecer padrões de movimentos de cada jogador no nível da estratégia.

Todos os robôs possuem um campo potencial que é construído ao seu redor com uma área de raio fixo. Estes campos podem ser modificados pela orientação do vetor comportamento, que é definido segundo a funcionalidade de cada membro do time, sendo as seguintes funcionalidades: atacante, defesa e goleiro.

3.1.1 Atacante

Dado um campo orientado por um vetor de comportamento apontando para o gol, o comportamento mais provável dos robôs atacantes é direcionar seus movimentos para o gol. Isto implica em um problema, pois o atacante pode fazer um gol contra. Para fixar este problema uma parede virtual é inserida entre a bola e gol adversário, que repele o jogador quando este tentar empurrar a bola para seu próprio gol.

Outro problema encontrado na movimentação do atacante é quando este se encontra entre a bola e o gol adversário, dependendo do vetor comportamento ele pode se encontrar com a parede virtual e acabar se perdendo pela repulsão da parede virtual e atração da bola, assim é definido que o atacante só pode ir em direção à bola caso esteja entre a bola e o gol da equipe.

3.1.2 Defesa

O comportamento esperado do jogador da defesa é que este se mantenha em uma área e impeça que os adversários passem com a bola do lado adversário para o lado dos aliados. Para isto, a proposta a ser utilizada propõe uma baixa movimentação do jogador defensor, se posicionando sempre na horizontal com a bola, impedindo sua passagem.

3.1.3 Goleiro

O comportamento do goleiro é o mesmo comportamento do defensor, porém com grandes limites de movimentação, visto que este não pode sair de perto do gol. Para atingir este comportamento, limites de movimentação foram adotados.

3.2 Captura de Vídeo

O módulo de captura de vídeo é o principal meio de extrair informações sobre os jogadores aliados e adversários. Ele faz o processamento do vídeo que é capturado por uma câmera situada em cima do campo, este processamento é baseado e dividido em duas etapas, sendo elas: localização e extração de atributos, que serão explicados a seguir.

3.2.1 Localização

O método utilizado para a localização de todos os jogadores no campo foi o CamShift (Allen, John G., 2004), que trata-se de um algoritmo para detecção de objetos que utiliza distribuições de probabilidade contínuas adaptativas, estas distribuições são calculadas a cada quadro. Basicamente o CamShift funciona da seguinte forma: em um primeiro momento é calculado a probabilidade da distribuição de cor de toda a imagem, posteriormente é selecionada a região de interesse (área a ser detectada), o CamShift efetua o cálculo da probabilidade da distribuição de cor na região selecionada, então ocorre a iteração do algoritmo e é calculada a provável posição da área a ser detectada, cálculo de seu centro e novo cálculo da área de distribuição e então o algoritmo se mantém no ciclo a partir do terceiro passo para cada novo quadro de vídeo.

3.2.2 Extração de Atributos

Com a localização e área dos objetos desejados, basta determinar qual dos times cada robô pertence. Para isso um

histograma de cores é retirado da região desejado e comparado com um limiar para determinar a cor do time, e a função do jogador (atacante, defensor ou goleiro).

3.3 Interface

Módulo para que os integrantes da equipe possam manipular os softwares através de uma interface gráfica. A grande variedade de funções e parâmetros que os softwares possuem, levou a equipe a desenvolver uma interface gráfica simples e amigável.

Inicialmente, quando os aplicativos começaram a serem desenvolvidos, era necessário alterar arquivos de texto e reiniciar o aplicativo em uso para que as alterações nos parâmetros fossem efetivadas. Este tipo de uso demandava muito tempo e dificultava a depuração.

Foi desenvolvido então uma janela para cada módulo, facilitando assim a manutenção e a utilização dos softwares citados.

3.4 Comunicação

A comunicação entre o computador e os robôs é feita via rádio frequência (RF) no modo simplex, ou seja, há um transmissor (Computador) e um receptor (Robôs) sendo que este papel não se inverte durante a comunicação.

O sinal é transmitido via broadcast, o que trata-se de um processo de transmissão no qual é enviada uma única mensagem com vários receptores da mesma mensagem. No caso da equipe RobotNik, todos os robôs recebem a mesma mensagem, porém cada um só utiliza o bloco que lhe diz respeito.

Na transmissão é enviado um vetor unidimensional de 14 posições sendo as posições 0 e 13 dígitos verificadores. As outras 12 posições que variam de 1 a 12 representam as instruções aos robôs, no qual a cada 4 posições é referente a um dos três robôs do time RobotNik. Estas quatro posições possuem instruções como: o sentido de rotação de cada um dos motores, velocidade dos mesmos, bem como funções especiais.

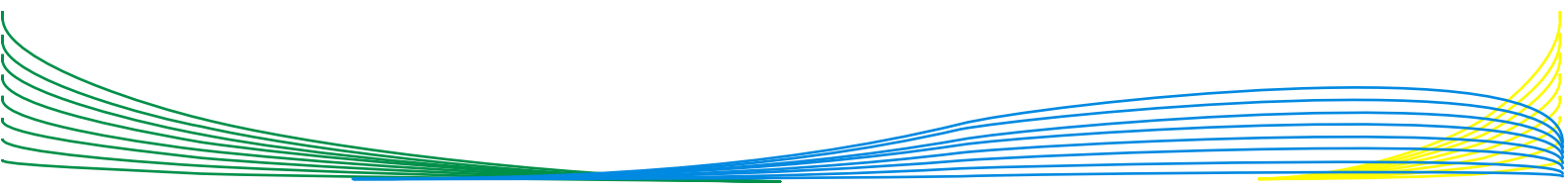
Assim que a mensagem chega aos robôs cada um acessa apenas as posições dos dígitos verificadores e as posições referentes às instruções para a execução de suas próprias ações.

4 CONCLUSÃO

Os robôs utilizados foram montados com materiais semiprontos o que deu grande produtividade a equipe e poupou tempo, embora as técnicas de visão computacional já estejam prontas, a calibração dos parâmetros ainda é um problema, visto que a câmera que executa a captura dos vídeos está longe de ser a ideal. Contudo isto acaba se tornando ainda mais uma motivação para todos os membros da equipe. Que conta com a participação de alunos do curso de Engenharia de Computação e ajuda de alunos do curso de Engenharia Mecânica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Allen, John G. and Xu, Richard Y. D. and Jin, Jesse S. (2004). Object tracking using CamShift algorithm and multiple quantized feature spaces, Proceedings of the Pan-Sydney area workshop on Visual information processing.
- Morelato L. A. and Borges M. A. F. (2008). Alternativas de Baixo Custo para o uso da Robótica Educacional: Construção e Avaliação do Framework GoGo Board, XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.
- Banzi M. (2008). Getting Started with Arduino (Make: Projects), Make Books.
- Faria G. (2006). Uma Arquitetura de Controle Inteligente para Múltiplos Robôs, Universidade de São Paulo - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação.



TRABALHO DE COOPERAÇÃO DE ROBÔS PARA CONTENÇÃO DE TRANSBORDAMENTO DE RIOS

Carmen Faria Santos, Matheus Darós Pagani, Marcos Tesch Cavicchia, Fabricio de Muner Magalhães, André Effegen de Amorim

carmen@ct.ufes.br, matheusdaros77@hotmail.com, marcos.tesch@hotmail.com, fabricio.demuner@gmail.com, andreeffgen@gmail.com

Departamento de Engenharia Mecânica
Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari s/n – Goiabeiras
Vitória ES Brasil

Categoria: ARTIGO TDP – Team Description Paper

RESUMO: Este artigo relata o trabalho desenvolvido pela equipe UFES DECEPTICONS na construção e programação de robôs para cumprimento do desafio proposto na categoria IEEE Standard Education Kits 2011. A equipe se reuniu diariamente durante quatro meses para desenvolver as estratégias que resolvessem o problema com maior eficiência. Ao longo dos trabalhos foram encontradas várias soluções para resolução do desafio proposto, entretanto, o material apresentado a seguir mostra somente o resultado atual alcançado pela equipe.

PALAVRAS-CHAVE: robôs, competição, CBR, IEEE, desafio, UFES.

ABSTRACT: This article reports the work of the team UFES DECEPTICONS building and programming robots to solve the challenge posed in IEEE Standard Education Kits 2011 category. The team met daily for four months to develop strategies that solve the problem more efficiently. Through-out the works were found several solutions for solving the challenge, however, the material presented below shows only the results currently achieved by the team.

KEYWORDS: Robot, competition, CBR, IEEE, challenge, UFES.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta as estratégias utilizadas pela equipe UFES DECEPTICONS para o cumprimento do desafio IEEE Standard Education Kits 2011, proposto na Competição Brasileira de Robótica e no Latino Americano de Robótica - CBR e LARC 2011. O desafio consiste na construção de uma barragem para um rio. É simulado um alagamento no curso do rio que deve ser contido por diques construídos pelos robôs. No processo de implementação da solução são aplicados novos conceitos e novas tecnologias para propiciar o melhor desempenho dos robôs na resolução da arena. O desafio contempla a grande preocupação das populações em se proteger de desastres naturais. Sendo assim, é necessário que

se construa um dique de contenção para impedir o alagamento atual e outro de prevenção, para futuros riscos. Para solucionar o problema foram construídos dois robôs que atuam em cooperação dentro da arena.

Para montagem dos robôs foram utilizadas peças dos kits Lego Mindstorms NXT e a linguagem utilizada para a programação foi o C com o ambiente de programação RobotC[1]. A equipe é formada por alunos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Espírito Santo participantes do Programa de Ensino Tutorial da Engenharia Mecânica. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Robótica Educacional do Centro Tecnológico da UFES sob orientação da Professora do Departamento da Engenharia Mecânica, responsável pelo laboratório e com o auxílio do tutor do Programa de Ensino Tutorial.

2 OBJETIVO

Este desafio tem como objetivo a construção e programação de dois robôs capazes de trabalhar de forma cooperativa e autônoma. Os robôs devem ser capazes de identificar o alagamento, contê-lo e montar um dique de contenção a fim de parar o alagamento assim como evitar novos incidentes.

A pontuação é atribuída de acordo com o cumprimento das tarefas propostas. O tempo é apenas um critério de desempate, ressaltando que há um tempo máximo para execução das tarefas. Sendo que objetivo principal é a contenção do alagamento, sendo a prevenção apenas um objetivo secundário.

O desafio é concluído no momento em que o rio é cercado tanto pelos diques de retenção quanto de prevenção. O tempo máximo para a finalização do desafio é de 5 minutos.

3 CONSIDERAÇÕES DO AMBIENTE

O cenário proposto foi simulado por uma arena com a superfície na cor branca demarcada com linhas verticais e horizontais de cor preta. As linhas subdividem a arena em 110 quadrados de 18cmx18cm. Na arena são colocados pequenos tubos PVC coloridos (em vermelho ou verde) configurando os componentes necessários para a construção dos diques, e blocos de isopor na cor azul, representando o alagamento do rio. Entretanto, os blocos e os tubos podem assumir várias configurações diferentes, obrigando aos robôs a identificar o cenário antes de operar as construções necessárias.



Figura 1. Possível situação inicial.

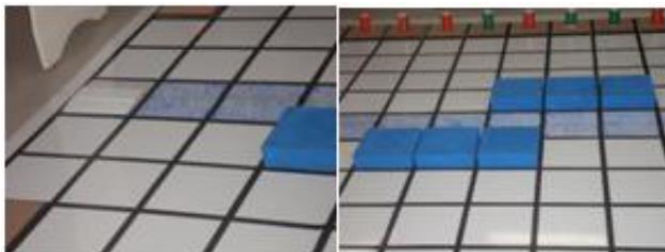


Figura 2. Vista ampliada: Ponte (à esquerda) e alagamento (à direita)



Figura 3. Vista ampliada: tubos na plataforma.

4 PROCEDIMENTOS

Para a resolução do desafio foram construídos dois robôs semelhantes. Ambos são estruturalmente idênticos, mas como serão posicionados sobre lados opostos da arena, um será programado para operar sobre um campo espelhado em relação ao outro.

A seguir serão detalhadas a composição estrutural, bem como algumas partes da lógica de resolução atual.

4.1 Estrutura Mecânica

Como sustentação o robô utiliza duas rodas ativas, duas passivas e um ponto de apoio fixo. Para as rodas ativas foram escolhidas peças de um diâmetro maior, pois desenvolvem maior deslocamento escalar a partir de uma mesma rotação do motor, se comparado a uma roda de diâmetro menor ($V = w \times R$). Foram escolhidas duas rodas passivas para serem posicionadas na parte traseira, pois essa configuração oferece maior estabilidade do que apenas uma. Apesar de ocorrer um aumento indesejável no arrasto, principalmente nas curvas, devido a estas rodas apresentarem somente um grau de liberdade, o atrito é pequeno e não influencia tanto no desempenho do robô. Esta configuração foi então definida como a mais adequada, pois confere uma menor probabilidade de falha mecânica.

Uma das premissas de projeto era construir um robô de menores dimensões possíveis, pois dessa forma o risco de impacto com componentes da arena seria menor, além de reduzir o raio de giro, o que reduziria o tempo de curvatura. Um grande problema gerado a partir dessa premissa foi o posicionamento do centro de gravidade – CG – do robô que, devido ao processador ter sido posicionado verticalmente, ficou localizado acima da massa suspensa e longe do eixo da parte ativa da sustentação. Para resolver este problema foi implementado um ponto de apoio fixo na parte frontal do robô com uma barra de fixação grande o bastante para inclinar o chassi para trás, dessa forma reduzindo a distância entre o cg e o eixo de giro das rodas ativas, garantindo uma maior estabilidade ao robô. Ou seja, mesmo quando ao robô tiver um tubo acoplado, o mesmo não se desestabilizará.

Foram realizados alguns experimentos para determinar qualitativamente o nível de torque necessário para agarrar e transportar os tubos de forma segura, sem perder velocidade na abertura e no fechamento da garra. A partir destes experimentos, foi definida uma redução de 3:10, utilizando uma engrenagem de 12 dentes para a transmissão do torque do servomotor e duas engrenagens de 40 dentes para a movimentação das garras.

O sensor magnético e os encoders exercem a função de posicionamento e controle da movimentação do robô e os sensores de luz e ultrassom fazem o reconhecimento do ambiente.

procedimento de busca de tubos e inicia a construção do dique de prevenção.

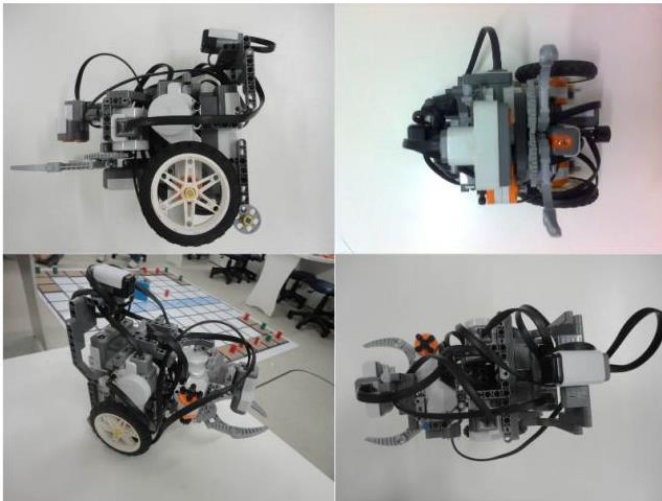


Figura 4. Vistas em perspectiva esquerda, frontal, total e superior, respectivamente, do protótipo.

4.2 Localização e movimentação

A navegação do robô na arena segue uma matriz definida de posições, onde cada célula é um dos 110 quadrados que compõem a arena. Sabendo exatamente a posição X e Y na matriz de localização, bem como a direção para a qual o robô está voltado – determinada através do sensor magnético – é possível navegar com precisão utilizando a memória de percurso, os dados recolhidos pelos encoders, e as linhas no piso da arena como referência de progresso entre linhas e colunas.

Para a identificação destas linhas foi utilizado um sensor de luz, localizado na parte inferior do robô e voltado para o piso.

A partir do momento que a linha é detectada são acionados os encoders, que controlam o número de rotações fazendo com que o robô navegue até a posição necessária para o cumprimento da tarefa sendo realizada no momento em questão.

Apesar de todo o sensoriamento utilizado no protótipo, foi necessária, para uma maior precisão, a implementação de sistemas de previsão de erros baseados na orientação do sensor magnético. A partir destes sistemas foi elaborado, juntamente com modelos matemáticos, métodos de correção – tanto da movimentação quanto da orientação – que atuam simultaneamente ao deslocamento do robô.

4.3 Estratégia de Resolução do Desafio

O primeiro passo para a resolução do desafio é a identificação do tipo de alagamento e onde o mesmo está posicionado. Para cumprir esta etapa foi utilizado um sensor ultrassom aliado a uma lógica de busca que visa reduzir ao mínimo o número de verificações necessárias para identificar o alagamento.

Após a caracterização do alagamento o robô começa a resolução do desafio em si. Como o robô já identificou o tipo de alagamento, ele passa então a identificar os tubos, seguindo um padrão. Quando identificado um tubo prioritário, o mesmo é levado ao seu local de destino. Caso seja um tubo verde, sua posição é armazenada na memória do robô. Terminada a construção do dique de contenção, o protótipo continua o



Figura 5. Reconhecimento do alagamento.

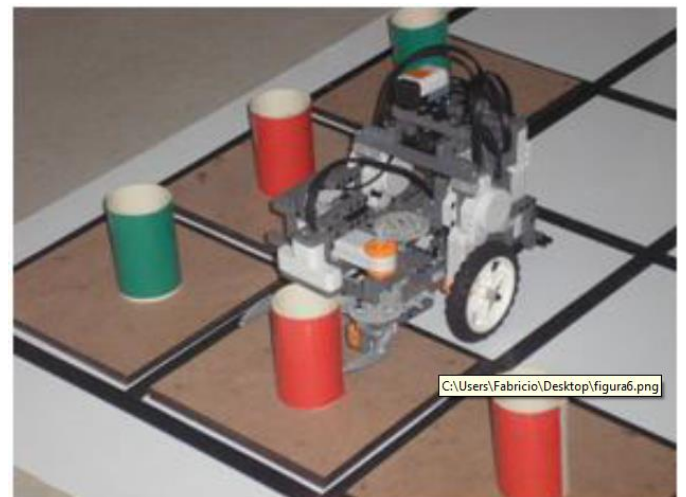


Figura 6. Reconhecimento e captura do tubo.



Figura 7. Posicionamento de um tubo.



Figura 8. Resolução parcial da arena.

5 CONCLUSÃO

No campo de estudos da robótica, mesmo em um nível básico, podem-se perceber vários desafios que surgem à medida que o projeto ganha forma. Estes desafios podem ser de caráter mecânico, eletrônico, lógico, dentre vários outros. Isso nos mostrou a multidisciplinaridade necessária para o desenvolvimento de novas tecnologias na área de robótica.

Com o desenvolvimento do protótipo e vencimento dos obstáculos iniciais, novas possibilidades de otimização surgiram, e com elas novos obstáculos a serem superados.

Muitos dos conceitos aplicados e/ou adquiridos com este projeto são aplicáveis ao mundo real para a superação de uma infinidade de problemas. Como exemplo disto podemos citar o posicionamento do centro de gravidade do robô, que surgiu à partir de uma otimização aplicada ao dimensionamento do robô.

No desafio a melhor estratégia encontrada para resolver o desafio foi localizar os alagamentos e conter a inundação construindo o dique contensão para resolver o maior problema e em seguida o dique de prevenção evitando mais inundações.

Algumas tecnologias desenvolvidas para otimizar o problema foram a implementação da função para identificar o erro de movimentação e posição do robô nas células, e a implementação do algoritmo identificando cada caso e a melhor maneira de resolver o caso.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Não Informado.

UMA ABORDAGEM FUZZY PARA MODELAGEM DE TIMES DE FUTEBOL DE ROBÔS CATEGORIA SIMULAÇÃO 3D

Eduardo Sacogne Fraccaroli*, Pedro Morangueira Carlson**, Adam Henrique Moreira Pinto*, Roseli Aparecida Francelin Romero*, Ivan Nunes da Silva**

efracaroli@sc.usp.br, pedrocarlson@usp.br, adamh.moreira@gmail.com, rafrance@icmc.usp.br, insilva@sel.eesc.usp.br

* Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Departamento de Ciências da Computação
Av. Trabalhador Sancarlene, 400, 13566-590
São Carlos, São Paulo, Brasil

** Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia Elétrica
Av. Trabalhador Sancarlene, 400, 13566-590
São Carlos, São Paulo, Brasil

Categoria: ARTIGO TDP – Team Description Paper

RESUMO: Este trabalho consiste na aplicação de um sistema fuzzy como alternativa aos métodos tradicionais para definir o nível de estresse dos jogadores em um time de futebol de robôs simulados. Propõe-se um método robusto, focado no nível de estresse que um jogador apresenta durante uma partida de acordo com fatores externos, como tempo, porcentagem de ataques e defesas com êxito. Os resultados são relatados a fim de validar a proposta apresentada.

PALAVRAS-CHAVE: RoboCup, Simulação 3D, Sistemas Fuzzy.

ABSTRACT: This work involves the application of a fuzzy system as an alternative to traditional methods for defining the stress level of the players on a football team of simulated robots. We propose a robust method, focused on the level of stress that a player has during a game according to external factors, such as time, percentage of successful attacks and defenses. The results are reported in order to validate the proposal.

KEYWORDS: RoboCup, Simulation 3D, Fuzzy System.

1 INTRODUÇÃO

WARTHOGSIM é um time simulado de futebol de robôs, que faz parte do grupo WARTHOG ROBOTICS (WR, 2010), afiliado a Escola de Engenharia de São Carlos, EESC. O grupo tem como objetivo a pesquisa e o desenvolvimento de soluções inteligentes para sistemas autônomos multiagentes. São desenvolvidos para participar em outras categorias da RoboCup, como a Micro Robot World Cup Soccer Tournament (MiroSot) (Micro Robot World Cup Soccer Tournament (MiroSot), 2010) e a Soccer Small Size League (Small Size league or F180 league, 2010).

Na categoria da simulação 3D não há preocupação com dispositivos mecânicos ou eletrônicos, sendo que o foco se concentra somente na pesquisa da inteligência, do comportamento e da interação com outros robôs do mesmo time e oponentes. Fez-se uso da mesma abordagem utilizada no time simulado 2D, no qual determina o comportamento do time baseado no seu nível de estresse, utilizando um sistema fuzzy. A framework escolhida para essa implementação é o opuCI.

Existem diversas pesquisas realizadas na área do futebol de robôs nas quais se utilizam sistemas fuzzy. Em fraccaroli:09 foi proposto um sistema fuzzy para determinação da estratégia do time, em que se utilizou um conjunto de regras para inferir uma determinada formação tática de acordo com a posição do oponente e da bola. Já em herreropez:10 foi proposto um método utilizando a lógica fuzzy para representar as diferentes facetas da incerteza presente em dados do sensor. O método de herreropez: 10 foi validado experimentalmente em duas plataformas diferentes, isto é, um robô equipado com pernas e visão e um robô com rodas equipado com sensores de alcance.

Assim sendo, para os propósitos mencionados anteriormente, o restante deste artigo está organizado da maneira que se segue. A Seção 2 introduz o conceito do Sistema de Inferência Fuzzy e seus principais operadores. A Seção 3 apresenta o modelo do time e suas ações propostas. A Seção 4 detalha o modelo proposto do sistema fuzzy aplicado ao time. Finalmente, as conclusões são tecidas na Seção 5.

2 LÓGICA NEBULOSA

Os sistemas Fuzzy (nebulosos), introduzido por zadeh:1973, consistem em aproximar o processo de decisão computacional da decisão humana. Ou seja, a decisão de uma máquina não se resume apenas um “sim” ou “não”, mas também tenham

decisões abstratas do tipo "próximo de", "em torno de", "muito boa", etc (Pedrycz and Gomide, 1998)

As características de um sistema Fuzzy são as seguintes:

- Expressa imprecisões e incertezas.
- Sistemas baseados em regras linguísticas.
- Raciocínio é executado de modo aproximado.
- Conclusões são obtidas de forma paralela.
- Capacidade de aproximar sistemas não lineares complexos.

2.1 Universo de Discurso

Universo de Discurso é o conjunto de valores que definem o domínio das variáveis de Entrada e Saída.

2.2 Funções de Pertinência

A Função de Pertinência é a função que define o grau de inclusão de um determinado elemento em um conjunto Fuzzy, considerando seu universo de discurso (Seção 2.1). Formalmente, tem-se este mapeamento descrito em (1).

$$\mu_A(x) = x \rightarrow [0, 1]; x \in X \quad (1)$$

onde $\mu_A(x)$ retorna o grau de pertinência do elemento x , referente ao universo de discurso X , em relação ao conjunto fuzzy A . O grau de pertinência é um valor normalizado entre 0 e 1, ou seja, $\mu_A(x) \in [0, 1]$ (Pedrycz and Gomide, 1998).

2.3 Inferência Fuzzy

Os sistemas de inferência fuzzy permite o tratamento de informações incertas e imprecisas, as quais são representadas por uma família de conjuntos fuzzy, possibilitando modelar o sistema quando as informações advindas são qualitativas.

O processo de inferência fuzzy, ou raciocínio aproximado, permite o mapeamento do conhecimento a respeito de um sistema utilizando regras fuzzy do tipo "se-então". Tendo um conjunto finito dessas regras pode-se determinar, por intermédio da inferência, o comportamento de variáveis de saída do sistema.

2.4 Processo de Defuzzificação

Para determinar uma região fuzzy B advinda de todas as regras ativadas se deve aplicar o operador de agregação e, após, usando um método de defuzzificação, obtém-se uma resposta não-fuzzy crisp. Os principais métodos de defuzzificação são os seguintes:

1. *Centro de Área*: $\frac{\sum_{k=1}^N \mu_{B'}(V_k) \cdot V_k}{\sum_{k=1}^N \mu_{B'}(V_k)}$, onde V_k é a discretização do universo de discurso.
2. *Média dos Máximos*: $\sum_{k=1}^M \frac{V_k}{M}$, onde M é a quantidade de elementos que contêm graus de pertinência máximos.

Assim, a resposta final defuzzificada será um valor numérico pertencente ao universo de discurso da respectiva saída.

3 CARACTERÍSTICAS DO TIME

O time opuCI foi utilizado como ponto inicial para criação do nosso próprio time. Todo desenvolvimento foi realizado utilizando como padrão a linguagem C++. Também foi utilizado o software Matlab, no qual foi realizada toda a modelagem do sistema fuzzy.

Foi proposta uma abordagem fuzzy para definir o comportamento dos jogadores durante uma partida. Esse comportamento foi baseado em uma escala de estresse de três níveis:

- **Estressado** - Situação na qual o jogador se comporta de maneira mais agressiva em relação ao adversário, cometendo assim, mais faltas. Um time estressado tem como objetivo único marcar gol. Se estiver em posse de bola, são feitos passes rápidos, longos e vários dribles, sempre avançando em campo. Se o adversário está em posse da bola, a marcação pressiona os adversários, sendo cometidas muitas faltas. Não há preocupação nenhuma com a energia gasta, pois todas as ações são executadas com o máximo de intensidade. Com esse comportamento se obtém um método de prevenção, pois tentará evitar a qualquer custo o avanço do adversário;
- **Normal** - Situação na qual o jogador tem um comportamento normal durante toda partida. O time com esse comportamento executa suas ações equilibrando duas condições: menor tempo de execução da ação, com a maior economia de energia. Dessa forma faz com que o time seja mais veloz e faltoso que um time relaxado; porém, não irá gastar tanta energia como um time estressado. Suas atitudes já são mais audaciosas, com tentativas de passes em profundidade, e uma marcação mais rigorosa. Nesse tipo de time já surgem algumas jogadas individuais;
- **Relaxado** - Situação na qual o jogador se comporta de maneira mais cautelosa, evitando qualquer tipo de falta. Um time relaxado executa os movimentos com o mínimo de intensidade necessária para o sucesso da ação. Se movimentada de maneira lenta, não realiza faltas, e suas atitudes são sempre objetivas e seguras. Os passes são feitos apenas para o companheiro que estiver sem nenhum adversário por perto, não sendo realizada qualquer jogada individual, e se dirigem à bola com o mínimo de intensidade necessária para chegar antes do adversário. Esse comportamento pode ser visto como uma bonificação ao time.

A diferença entre os níveis são as possíveis ações que o jogador pode tomar e suas diferentes intensidades.

Nenhum comportamento possui vantagens sobre os outros, pois são atitudes distintas para diferentes situações do jogo. Um nível de estresse baixo significa mérito ao time, enquanto um nível de estresse alto sugere que o time fique precavido, e não um demérito.

Em cada comportamento foram alterados dois parâmetros, além das ações a serem tomadas, os parâmetros são:

- dashpower - Define a intensidade de qualquer movimento do jogador, como dribles e corridas;
- tacklepower - Define o quão forte será a tentativa de tomar a bola do adversário. Se for muito fraco não conseguirá tomar a bola, se for muito forte fará falta, podendo-se então receber uma punição como um cartão amarelo ou até um cartão vermelho.

4 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O sistema proposto está representado de acordo com a Figura 1.

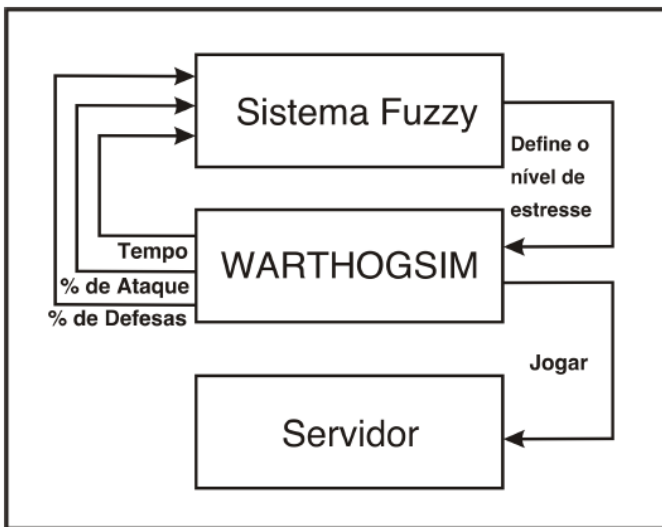


Figure 1: Diagrama de blocos do sistema fuzzy implementado.

O módulo sistema fuzzy no diagrama é responsável por determinar o nível de estresse dos jogadores de acordo com três parâmetros enviados pelo time, isto é, tempo decorrente da partida, porcentagem de ataques concluídos com êxito e porcentagem de defesas realizadas com sucesso.

O módulo WARTHOGSIM é responsável por enviar esses três parâmetros para o sistema fuzzy, em seguida, recebe as informações determinadas de nível de estresse e configura o time para jogar.

Todo sistema funciona em tempo real. As informações são recolhidas do módulo simulador a cada 250 ciclos de tempo, sendo processadas através do módulo sistema fuzzy, e atribuídas ao time.

O técnico é responsável por avaliar a saída do sistema fuzzy e, por meio dela, determinar o comportamento do time, podendo-se assumir três diferentes tipos: relaxado, normal e estressado.

A estratégia consiste na avaliação do comportamento do time pelo técnico a cada 250 ciclos de tempo. Após a decisão de qual comportamento seguir, o técnico comunica cada jogador da decisão; assim, cada jogador coloca em prática o comportamento escolhido pelo técnico.

4.1 Diagrama do Sistema Fuzzy

A abordagem fuzzy foi modelada com três entradas e uma saída. Os parâmetros de entrada e saída são:

- Entrada - Tempo - A função de pertinência do tempo real da partida é representada por três termos linguísticos: começo, meio e fim (Figura 2);

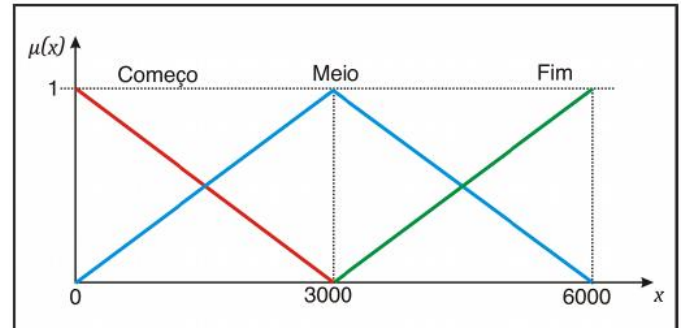


Figure 2: Função de pertinência referente ao tempo total de uma partida.

- Entrada - Ataques bem sucedidos - Valor em porcentagem (%) dos ataques bem sucedidos do time contra seu adversário. Sua função de pertinência é representada por três termos linguísticos: baixo, médio e alto (Figura 3);

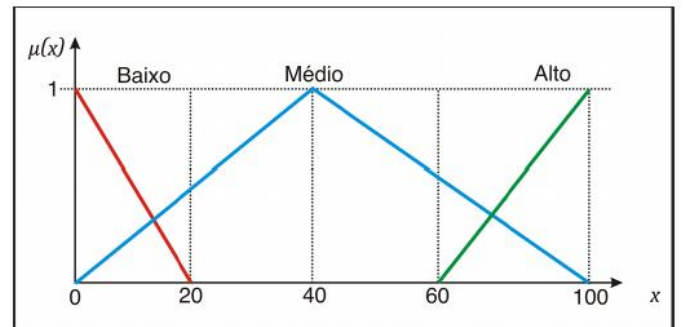


Figure 3: Função de pertinência referente à quantidade de ataques bem sucedidos.

- Entrada - Defesas bem sucedidas - Valor em porcentagem (%) das defesas bem sucedidas do time em relação ao seu adversário. Sua função de pertinência é representada por três termos linguísticos: baixo, médio e alto (Figura 4);
- Saída - PsicoFuzzy - Nível de estresse dos jogadores, podendo-se assumir três diferentes níveis. Sua função de pertinência é representada por três termos linguísticos: relaxado, normal e estressado (Figura 5).

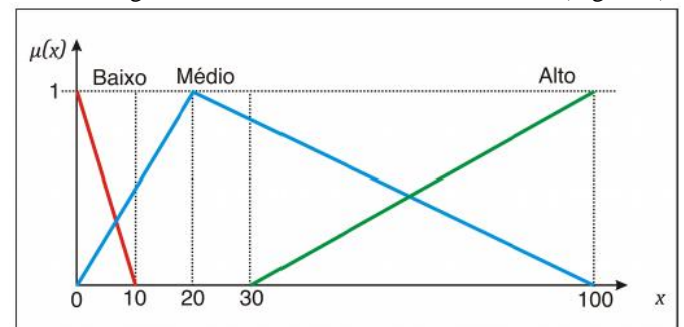


Figure 4: Função de pertinência referente à quantidade de defesas bem sucedidas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Micro Robot World Cup Soccer Tournament (MiroSot) (2010). <http://www.fira.net/?mid=mirosot>.
- Pedrycz, W. and Gomide, F. (1998). An Introduction to Fuzzy Sets - Analysis and Design, MIT Press.
- Small Size league or F180 league (2010). <http://www.robocup.org/robocup-soccer/small-size/>.
- WR (2010). Warthog robotics, <http://www.sel.eesc.usp.br/warthog>.

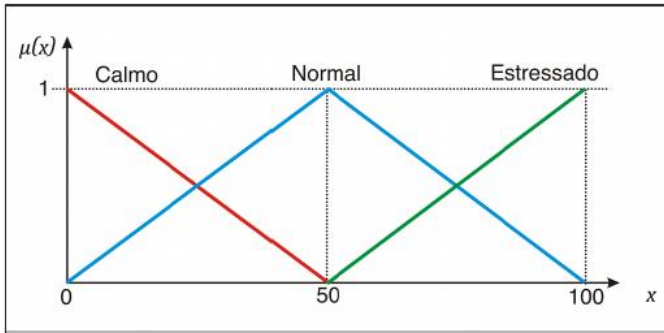


Figure 5: Função de pertinência referente à modelagem PsicoFuzzy proposta.

4.2 Base de Regras do Sistema Fuzzy

O conhecimento especialista foi responsável por relacionar as variáveis e seus respectivos valores foi assumido na Tabela 1, a qual deu origem às vinte e sete regras fuzzy no formato se-então.

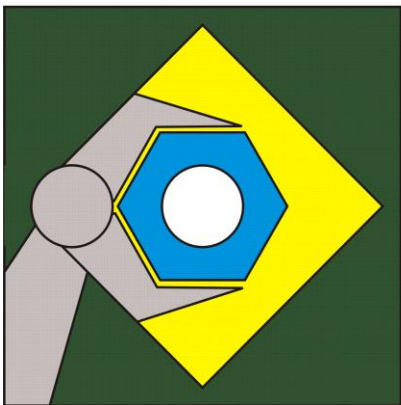
	tempo	% ataques bem sucedidos	% defensas bem sucedidas	PsicoFuzzy
1	começo	baixo	baixo	estressado
2	começo	baixo	médio	normal
3	começo	baixo	alto	normal
4	começo	médio	baixo	estressado
5	começo	médio	médio	normal
6	começo	médio	alto	relaxado
7	começo	alto	baixo	estressado
8	começo	alto	médio	normal
9	começo	alto	alto	relaxado
10	meio	baixo	baixo	estressado
11	meio	baixo	médio	estressado
12	meio	baixo	alto	normal
13	meio	médio	baixo	estressado
14	meio	médio	médio	normal
15	meio	médio	alto	normal
16	meio	alto	baixo	estressado
17	meio	alto	médio	normal
18	meio	alto	alto	relaxado
19	fim	baixo	baixo	estressado
20	fim	baixo	médio	estressado
21	fim	baixo	alto	normal
22	fim	médio	baixo	estressado
23	fim	médio	médio	estressado
24	fim	médio	alto	normal
25	fim	alto	baixo	estressado
26	fim	alto	médio	normal
27	fim	alto	alto	relaxado

Table 1: Tabela da base de regra do sistema fuzzy.

5 CONCLUSÕES

Apresentou-se nesse trabalho o time WARTHOGSIM, o que é capaz de inferir níveis de estresse para os respectivos jogadores de uma partida de futebol de robôs. Para tanto, utilizou-se um sistema fuzzy para determinar o nível de estresse de acordo com o tempo da partida, a porcentagem de ataques e defesas bem sucedidas. Em suma, este trabalho possui extrema valia no que tange à especificação de uma nova estratégia de jogo para times de futebol de robôs, possibilitando ainda que versões futuras sejam aprimoradas a partir de novas pesquisas.

www.mnr.org.br



MNR

Mostra Nacional de Robótica

