

CHUCK NORRIS: UM ROBÔ DE BUSCA E RECONHECIMENTO BASEADO NO DESAFIO DE RESGATE DA ROBOCUPJUNIOR.

FERNANDES, Daniel^{1,2}; FERREIRA, Fábio^{1,2}; LIMA, Felipe^{1,2}; SANTOS, André^{1,2}.

ABSTRACT.

The purpose of this *Team Description Paper* is to show the contributions in the process of learning of the project Chuck Norris, submitted to the rescue category on The Brazilian Robotics Competition. The analysis was made based in the simulation of unfavorable places for the humans, where is the necessity of use of appliances with artificial intelligent or completely autonomous that can help on rescue of lifes. With the acquired experience we intend to participate on international competitions, developing more complex projects, that develop the communications between robots, as well as yours capacities of automation and localization.

RESUMO.

A finalidade deste *Team Description Paper* é apresentar as considerações e contribuições no processo de aprendizagem lógico-motor na estruturação do projeto Chuck Norris, submetido à categoria de resgate junto à Competição Brasileira de Robótica. A análise foi feita a partir da simulação de condições e lugares desfavoráveis à penetração humana, onde há a necessidade da utilização de aparelhos com inteligência artificial e semi ou completamente autômatos, que possam ajudar em um possível resgate de vidas. Com a experiência adquirida pretendemos participar de competições internacionais, desenvolvendo projetos mais complexos, que desenvolvam a funcionalidade comunicativa entre robôs, bem como as suas capacidades de automação e localização.

I. INTRODUÇÃO

Catástrofes e inconveniências em nosso cotidiano são obstáculos inerentes tanto à natureza quanto às grandes obras estruturadas pelo homem que constantemente trazem perigo às vidas humanas e animais. Abordando a questão urbana, o campeonato de resgate, tanto nacional quanto internacional, tem como objetivo a simulação de um acontecimento fictício com atribuições reais, como um incêndio em algum local ou desabamento de edificações, no qual o principal objetivo é: localizar as supostas vidas,

interpretar o conturbado meio e tomar decisões a partir dos dados obtidos por um Controlador Lógico Programável. Com esse objetivo em mente, somos uma equipe nova, formada por três integrantes e um coordenador que integram o Clube de Investigação Científica (CIC Robotics) que visa à utilização do conhecimento adquirido em poucos meses no aprimoramento de técnicas de resgate e interpretação de dados, bem como as de decisão a ser tomada por robôs, parcialmente autônomos, em situações onde não há a possibilidade de interferência diretamente humana. Com isto, esperamos desenvolver futuramente artifícios que auxiliem nas não mais fictícias simulações, mas sim, nas situações reais de risco de morte. Na construção deste trabalho, foi feita uma pesquisa aplicada às situações desfavoráveis que poderíamos encontrar junto à melhor construção física que poderíamos alcançar dentro de aspectos econômicos e lógicos. A partir daí, houve o desenvolvimento teórico de ações e decisões, munido de um software de linguagem intermediária para iniciantes. Esperamos que as contribuições desse projeto sejam tão gratificantes quanto a experiência a nós fornecida.

II. A ESTRUTURA FÍSICA

O Robô foi construído utilizando-se peças, sensores, atuadores e controlador lógico programável do MindStorms NXT, da LEGO.

Figura1: O robô Chuck Norris



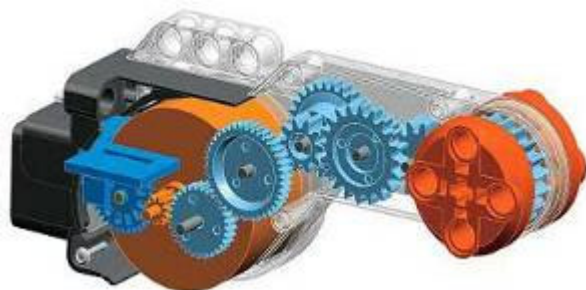
1Colégio Cândido Portinari
Rua Adelaide Fernandes da Costa, n. 487 - Costa Azul
CEP.: 41.760-040 - Salvador - Bahia - Brazil
<<http://www.portinari-ba.com.br>>

2CIC Robotics - Clube de Investigação Científica
<<http://cicrobotics.blogspot.com>>
danfcs@gmail.com, cic.robotics@gmail.com,
felipe.thebutcher@yahoo.com.br, andrezitobright@gmail.com

A. Movimentação

A estrutura física do robô é muito importante para a categoria de resgate. O alinhamento das peças, juntamente com o equilíbrio da estrutura, são fatores indispensáveis para um bom desempenho. A escolha de rodas do kit RCX da Lego, que em comparação com as do kit NXT são mais imprescindíveis, pois por terem um arco maior, conseqüentemente com raio é maior, facilitam o movimento. Com rodas de raio maior o robô aumenta a sua velocidade escalar, já que ele consegue percorrer uma mesma distância em um espaço de tempo menor, se compararmos com as rodas do kit NXT. A equipe optou pela utilização de quadro rodas na dianteira e uma “roda boba” na traseira. A “roda boba” permite que o robô faça curvas e consolida a plenitude vertical da estrutura. Estamos utilizando motores da Lego que, no nosso caso são responsáveis pela locomoção do robô. A figura abaixo mostra como funciona o motor do NXT.

Figura 2: Motor Interativo dotado de sensor de rotação



Fonte: (PHILOHOME, 2008)

É um motor de 1,5V e tem sua estrutura interna, basicamente, formada por engrenagens. A ligação do motor com o controlador lógico programável (NXT) é feita através de um cabo com *plug dual* que leva a corrente elétrica do NXT para o motor. É importante salientar que o motor possui um sensor de rotação que permite que o robô faça movimentos precisos, de acordo com a vontade do programador.

As dimensões do robô devem seguir o padrão da regra da Competição Brasileira de Robótica (CBR), que são: no máximo 22x22x22 cm. Nosso robô foi construído com dimensões: 20x20x8 cm de altura. Na competição o robô passa por uma vistoria para saber se está de acordo com as regras. Essa fiscalização é feita através de um cilindro com as dimensões máximas, onde o robô deve se inserir e fazer movimentos nesse espaço.

B. Sensoriamento

O sensoriamento é, sem dúvida alguma, o alicerce para qualquer tarefa a ser desempenhada, independentemente do grau de dificuldade que ela possa exercer. Poderíamos fazer uma analogia entre

os sensores de um robô e os órgãos humanos que permitem recepção de propriedades organolépticas de materiais. Sendo assim, um robô sem sensores, é um ser humano sem os seus sentidos, o que provoca uma falta de localização, de recebimento de informações e, conseqüentemente, a não realização de tarefas. Nesse projeto, associados ao controlador lógico foram utilizados três sensores de luz (light sensor) do kit NXT Mindstorms, os sensores de rotação oriundos do próprio motor e um sensor ultra-sônico que poderá ser substituído por um sensor de toque, a depender da estratégia a ser usada.

O sensor de luz do NXT opera-se usando três válvulas eletrônicas emitindo uma onda que reflete com comprimento e intensidade diferente do inicial, e, assim, o sensor calcula o índice de reflexão emitindo essa informação em porcentagem.

O ultra-sônico emite uma onda mecânica com frequência superior ao nível sonoro audível pelo homem. O tempo de ida e volta ajuda no cálculo da distância entre o obstáculo e o robô.

O sensor de toque é o mais simples. Ele simplesmente calcula o número de cliques em sua parte sensível ou se ela foi pressionada ou liberada.

Figura 3: Sensoriamento do robô



Fonte: (MINDSTORMS, 2008)
(respectivamente ultrassônico, luz e toque)

O sensor de luz do NXT opera-se usando três válvulas eletrônicas que tem a propriedade de emitir luz em temperatura ordinária de cores diferentes (válvulas eletrônicas do emissor de luz) para iluminar a superfície do alvo e medidas que a intensidade de cada cor refletiu pela superfície. Usando a intensidade relativa de cada reflexão da cor, o sensor de luz calcula um número da cor que seja retornado ao programa de NXT. O sensor de luz conecta a um ponto do sensor de NXT usando um fio padrão de NXT e usa o protocolo de comunicações digital de I2C. O número da cor calculado pelo sensor é refrigerado aproximadamente 100 por segundo das épocas. O sensor de luz é abrigado em um sensor padrão do Mindstorms que abriga para combinar os outros elementos do Mindstorms.

D. Controlador lógico programável (NXT)

O kit LEGO MINDSTORMS NXT, desenvolvido pela LEGO GROUP, foi o escolhido para nossa equipe trabalhar.

Por apresentar facilidades no seu manuseio, em informação, na construção e programação, ele atendeu as nossas exigências quanto ao prazo que tínhamos para efetuar todo o projeto. O kit NXT é um conjunto de peças de montagem (que ficaram conhecidas no mundo todo com o nome de sua criadora, LEGO), somado a sensores de captação de luz, som, cor, distancia e rotação, e um microprocessador (ou microcomputador) que é simplesmente conhecido como NXT. O NXT é movido à bateria recarregável, mas traz a opção para a utilização de pilhas AA, conecta-se com o PC através de ligação USB 2.0 e possui tela LCD, permitindo a visualização da interface gráfica auxiliar que mede os dados externos obtidos. Os sensores são acoplados de maneira fácil, através de cabos elétricos e funcionam, analogicamente, da maneira como os nossos sentidos auxiliam nosso cérebro. O ambiente de programação é diversificado; é escolha do usuário qual *integrated development enviroment (IDE)* utilizar. Por padrão, há um ambiente gráfico com ícones que representam blocos de programação já compatível com o firmware de fábrica, contudo, é possível a substituição por uma linguagem via texto que requer um conhecimento mais elevado. Para a intercomunicação entre diversos NXT's, cada microcomputador possui conexão bluetooth. Todas essas são características acessíveis a maior parte dos estudantes de robótica e economizam tempo pois já estão pré-configuradas.

III. LÓGICA APLICADA NAS ESTRATÉGIAS DE AUTOMAÇÃO DO ROBÔ

A programação é a alma do robô. Conceituar um raciocínio lógico que não permita falhas e que, ao mesmo tempo, de forma coerente, designe uma automação para quase todas as situações, haja vista que, uma vez ligado, o controlador lógico programável, preferencialmente, não pode ter a sua navegação interrompida devido à perda de pontos na competição, é uma tarefa árdua. Qualquer erro de codificação permissível a uma dubiedade e um conflito de informações referentes à parte de sensoriamento ou à tomada de decisão pode ser comprometedor à finalidade de resgate às vítimas na modalidade. Conscientes dessa meta e com base na estruturação física do robô, temos que, antes de tudo, por alguns princípios matemáticos em prática. Como o sensoriamento com relação a *line tracking* funciona com dois sensores de luz, colocados à justaposição e distanciados cerca de seis centímetros, podemos ter duas medições distintas concomitantemente do albedo, congruentes ou não, o que nos leva a uma tabela veritativa.

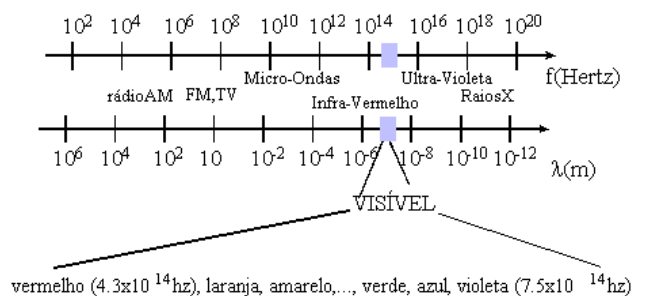
Tabela 1: Tabela verdade

| Sensor Principal <i>Master</i> | Sensor Auxiliar <i>Slave</i> |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| V | V |
| V | F |
| F | V |
| F | F |

Nessa tabela, Verdade (V) significa a leitura referente ao albedo do piso branco, enquanto Falso (F) indica que não há reflexão de luz branca através da captação da lente do sensor de luz, logo a cor lida em “F” pode variar desde um singelo amarelo à ausência de cores, no caso, preto (cor da *line tracking*).

Cabe ressaltar um outro fator probabilístico eminente: a velocidade das ondas eletromagnéticas. Basicamente, a luz que forma as imagens em nossa retina e, da mesma forma, é captada pelos sensores de luz do NXT, é composta de diversas ondas detentoras de diferentes comprimentos, energias e, o ponto crucial, velocidade. Vermelho, Alaranjado, Amarelo, Verde, Azul, Anil e Violeta (as cores do arco-íris) compõem o espectro visível ao olho humano (λ variando entre 400 até 700 nm) e, nessa ordem, decrescem em comprimento de onda. Como estamos em meio do ar, há uma pequena difração, quase nula, que não chega a comprometer o processo, contudo, quanto mais próximo ao ângulo de 90° graus o sensor de luz estiver em referência ao piso, menor as chances de erro de leitura por atraso na captação de luz e /ou por reflexão indevida.

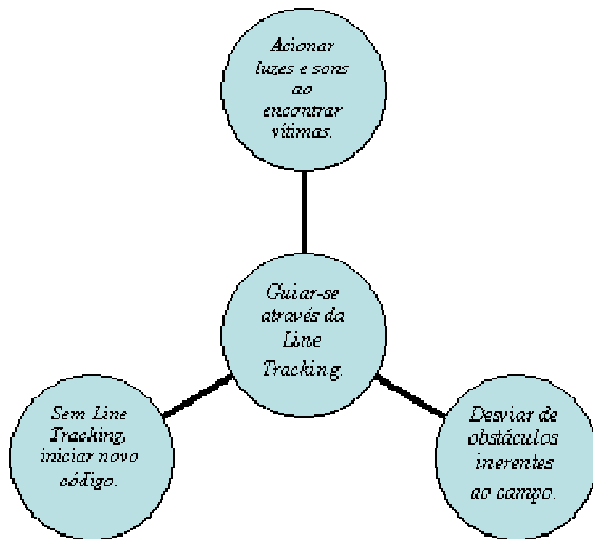
Figura 4: Raio infravermelho



Fonte: (BERTULANI, 2008)

A partir desses conhecimentos, a programação ostenta fundamentalmente as seguintes tarefas:

Figura 5: Diagrama das Tarefas



A. Seguir line tracking (linha guia)

O comprometimento com a *line tracking* para o robô é tão importante quanto detectar as vítimas. Sem a *line tracking*, o robô provavelmente estará perdido e não poderá pontuar de maneira correta. Se perder é um evento que deve ser evitado e se guiar pela linha deve ser considerado prioridade máxima para se ter um bom desempenho.

Tecnicamente, utilizamos nesse projeto duas estratégias, cada uma com suas vantagens, mas, também, com seus defeitos.

A priori, concluímos que o *Master Light Sensor* deveria, toda vez que se capta a cor preta, andar em uma velocidade constante utilizando cerca de 20% a 30% do motor. Isso permitiria um médio avanço com a segurança de que, em caso da perda de *line tracking*, não haveria o risco do robô se distanciar muito da linha, permitindo reencontrá-la facilmente. Se o *Master Light Sensor* em qualquer momento detectar o piso branco, ele pediria ajuda ao auxiliar e, nesse caso, o *Slave Light Sensor* ajudaria na busca pela *Line Track*. O excesso de segurança e precauções dessa estratégia é o trunfo e ao mesmo tempo a sua maior falha. Em pequenos trechos onde a linha preta é descontínua ou simplesmente não há mais linha, o robô ficaria instantaneamente perdido, ocorrendo à necessidade de começar uma sub-tarefa auxiliar que poderia comprometer ainda mais a sua situação de localização espacial. A técnica traz dependência direta da *line tracking*, mas compromete a eficiência, uma vez que toda a autonomia seria maximizada por pequenos fatores externos.

A segunda estratégia, ao invés de se basear na linha preta, se baseia no piso branco. Como a linha preta fica, entre os sensores *Master* e *Slave*, toda vez que a *line tracking* for captada, o robô deve girar até o

outro sensor de luz encontrar a linha preta e vice-versa. O processo contínuo e infinito promove a rápida movimentação do robô. Em caso da linha descontínua, o robô continuaria se movimentando até encontrar novamente a linha preta, pois, como já foi dito, ele se baseia no piso branco. Pela tabela verdade, a tautologia promove a potência máxima dos motores, a negação reduz a potência pela metade e, no caso de contradição, ou algo na pista não está certo, ou há um erro na leitura (seria o caso dos dois sensores lerem a vítima ao invés da linha preta).

B. Módulo sem line tracking

No último módulo, desprovido da linha guia, o nosso robô detectará este novo nível através de um artifício conhecido como “mão direita”. Depois de pressionado algumas vezes em um curto intervalo de tempo o sensor de toque iniciará o comando para o novo código. Os toques se dão devido ao contato entre o sensor de toque com as paredes do último nível, enquanto o NXT se locomove. A nova programação consiste na análise de possíveis vítimas no chão concomitantemente com o movimento em torno do quadrilátero.

C. Desviar de escombros

Para se desviar dos escombros, utilizou-se uma ação pré-programada repetida de *looping* contínuo que visa a não perda da *line tracking* após o contorno do obstáculo. Para isso, utiliza-se um sensor de toque que, depois de pressionado, executa o comando de contornar o obstáculo com giros intercedidos de pequenos movimentos no sentido para frente.

D. Reencontrar line tracking

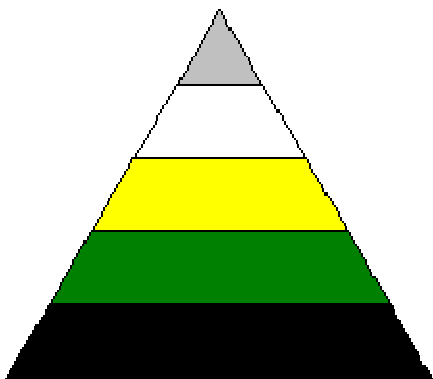
Basicamente, quando o robô se desvencilha da linha preta, ele está, de acordo com a programação, perdido. Todavia, fisicamente, ele pode não estar perdido. O que acontece é que, por a estrutura lógica criada no ambiente de programação é processada pelo controlador lógico programável (NXT) em milisegundos, logo, o robô não se afasta de maneira brusca da *line tracking*; o tempo é muito curto para isso ocorrer. Dessa forma, torna-se mais simples reencontrar a linha preta guia. Seguindo essa idéia, o ato de reencontrar a *line tracking*, caso o *Master Sensor* não a encontre em certo tempo, consiste numa simples movimentação de giro e uma leve rotação de ambas as rodas em sentido congruentes. Isso tende a promover o realinhamento dos sensores com a linha. A partir desse ponto, cabe à programação principal reencontrar a linha a partir do sensor auxiliar. No caso da linha descontínua, é necessário calcular o tempo de giro que os

motores proporcionam com a rotação do eixo central empregada. Assim, ele só irá realizar a rotação de determinados graus e se posicionará novamente no mesmo sentido que estava antes de sair da linha, podendo seguir em frente.

E. Identificar vítimas

Há três tipos de vítimas: vítimas verdes, amarelas e pratas. Elas proporcionam um desafio eminente, pois com apenas um sensor de luz exclusivamente designado para perceber a sutil variação entre as cores, e, com o NXT em movimento, pretendemos identificar todas. Cada uma tem um nível de reflexão diferente, assim sendo, a prata constata-se como a mais difícil de se localizar já que sua reflexão é semelhante à do piso branco, o que pode causar uma perda de orientação. As cores do gráfico abaixo indicam o índice de reflexão de cada cor. Quanto mais perto da base, menor o índice de reflexão, logo mais facilmente a cor é detectada dentro do desafio proposto.

Figura 6: Escala de variação das cores



IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento é algo que se constrói aos poucos. O fundamento teórico é importante em todos os processos de desenvolvimento das capacidades lógico-motoras, mas a experiência adquirida através da prática ostenta uma significância tamanha perante todos os fatos. Trabalhar em um projeto de uma magnitude maior que um simples projeto escolar foi algo árduo, porém gratificante. Há muitos fundamentos sobre robótica que ainda nos resta desenvolver, como a capacidade de estruturação de raciocínio abstrato, de identificar erros e lidar com o curto prazo de tempo. Contudo, o nosso aprendizado não se restringiu apenas à robótica, mas a parte humana. O trabalho em equipe, de fato, é algo singular. Todos aprendemos que a busca pelo aperfeiçoamento da máquina em prol do ser humano, tem que vir, primeiramente, do próprio ser humano.

Esperamos, assim, que esse projeto sirva não só para nós, mas como para todos que dele necessitarem como fonte para pesquisas.

REFERÊNCIAS

- [1] David J. Perdue, “THE UNOFFICIAL LEGO MINDSTORMS NXT INVENTOR’S GUIDE”,. No Starch Press, Inc.; San Francisco, CA; pág 61-103; 133-157.
- [2] Dave Astolfo, “Building Robots with LEGO MINDSTORMS NXT: The Ultimate Tool for MINDSTORMS Maniacs”, Syngress Publishing, Inc.; Elsevier, Inc.; Burlington, MA; pág 100-171.
- [3] ACTIVE ROBOTS. Disponível em: <<http://www.active-robots.com>>. Acesso em: 15 out. 2008.
- [4] HITECHNIC. Disponível em: <<http://www.hitechnic.com/contents/en-us/d18.html>>. Acesso em: 10 out. 2008
- [3] BERTULANI, C.A. Ensino de física a distância. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/teaching/luz/cor.html>>. Acesso em: 16 out. 2008.
- [4] MINDSTORMS. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/>>. Acesso em: 08 out. 2008.