

# Equipe UFES ULTRABOTS

Carmen Faria Santos<sup>1</sup>, Thierry Rampinelli Bravo<sup>2</sup>, Lucas Catabriga Rocha<sup>3</sup>, Franz Biondi Siemon<sup>2</sup>, Adenísio Hoffman<sup>3</sup>,

Laboratório de Robótica Educacional- Engenharia Mecânica – C T/UFES<sup>1</sup>, Engenharia Elétrica-UFES<sup>2</sup>,  
Engenharia da Computação-UFES<sup>3</sup>,

Universidade Federal do Espírito Santo  
Av. Fernando Ferrari s/n – Goiabeiras, Vitória ES

carmen@ct.ufes.br, [rampinelli.bravo@gmail.com](mailto:rampinelli.bravo@gmail.com), [catabriga90@gmail.com](mailto:catabriga90@gmail.com),  
[franzbiondi@hotmail.com](mailto:franzbiondi@hotmail.com), [lemaum\\_hoffman@hotmail.com](mailto:lemaum_hoffman@hotmail.com)

**Resumo:** Este artigo relata o trabalho desenvolvido pela equipe ULTRABOTS-UFES na construção e programação de robôs para cumprimento do desafio proposto na categoria IEEE Standard Education Kits 2008. 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 resolução do desafio proposto, entretanto, o material apresentado a seguir mostra somente o resultado atual alcançado pela equipe.

## I. INTRODUÇÃO

ESTE artigo apresenta as estratégias utilizadas pela equipe Ultrabots – UFES no cumprimento do desafio IEEE Standard Education Kits 2008, da Competição LatinoAmericana de Robótica – LARC 2008.[1] A tarefa dos robôs é restaurar os sistemas da espaçonave em que viajam que sofreu uma falha geral depois de ter atravessado uma nebulosa. A recuperação das informações deverá ser feita a partir da última fita de dados, que se encontra armazenada em uma das cabines da sala de backup, e deverá ser inserida no computador principal. Entretanto, a restauração dos dados só será efetivada se uma senha for fornecida ao computador junto com a fita de backup [2].

Para construção dos robôs foram utilizadas peças dos kits Lego Mindstorms NXT e RCX [3] e a linguagem utilizada para a programação foi o NXC (Not eXactly C) com o ambiente de programação Bricx Command Center 3.3 [4].

A equipe é formada por alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Computação da Universidade Federal do Espírito Santo. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Robótica Educacional do Centro Tecnológico da UFES sob orientação da Professora responsável pelo laboratório.

## II. OBJETIVO

Desenvolver dois robôs capazes de trabalhar de forma cooperativa nas tarefas de recuperar a última fita de backup, localizar o cartão com a senha e inseri-los ao mesmo tempo no computador principal.

## III. CONSIDERAÇÕES SOBRE O AMBIENTE

O espaço no interior da nave é simulado em uma arena como ilustrado na Figura 1.

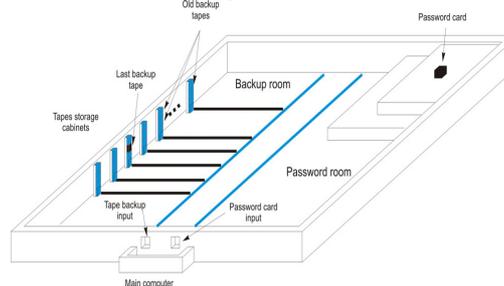


Figura 1: Visão geral da arena usada na competição

O interior da arena é branco, possui duas linhas azuis paralelas que indicam as posições de entrada da fita de backup e do cartão de senha no computador principal, e seis linhas pretas perpendiculares à linha azul indicam as posições das pilhas que contêm fitas de backup[2].

Um dos robôs deve ser capaz de localizar a última fita de backup, representada por um cubo de madeira de dois centímetros de aresta de cor preta, dentre as demais fitas de cor azul, armazenadas nas cabines. É importante que o robô seja capaz de se alinhar com as cabines, devido ao tamanho reduzido da peça que precisará manusear. O robô vai precisar de movimentos precisos, já que não deverá tirar nenhum outro bloco além do preto. O outro robô deverá se dirigir ao segundo andar da arena, localizar e recolher o cartão de senha, representado por um cubo preto de madeira de dois centímetros de aresta, descer com sucesso e depositá-lo no computador principal.

Para validar a tarefa um dos robôs deve inserir a fita de backup e o outro robô o cartão de senha no computador com

um intervalo de no máximo cinco segundos. As aberturas pela quais os blocos devem passar são muito próximas do tamanho do bloco, por isso faz-se necessário um alinhamento preciso do robô com a abertura. O tempo total para a realização da tarefa é de cinco minutos.

#### IV. PROCEDIMENTOS

Foram usados dois robôs para a realização do desafio, um responsável por apanhar a fita de backup, e o outro por apanhar o cartão de senha, denominados respectivamente *RobôF* e *RobôS*.

##### A. *RobôF*

Usado para localizar, retirar e transportar a fita de backup, tem como principal estratégia o uso de dois controladores do NXT para atender a necessidade de uso de uma quantidade maior de motores, já que cada controlador possui apenas três portas de saída e são permitidos o uso de até seis motores. A fim de facilitar o entendimento, cada controlador foi nomeado de acordo com a função que desempenha: *FN* (Fita Navegação) – responsável pelo deslocamento do robô e *FG* (Fita Garra) - responsável pela gerencia da retirada da fita. A comunicação entre eles é feita por uma rede Bluetooth.

A construção de um módulo de expansão de saída poderia resolver este problema com apenas um controlador [5], mas esta prática não é permitida pelas regras [2].

1) *Estrutura do RobôF*: A estrutura do *RobôF* passou por várias modificações na proporção em que os testes iam sendo feitos e novas possibilidades eram levantadas pela equipe diante do desempenho do robô. A figura 2 mostra o resultado atual do *RobôF* com um detalhamento sobre os dispositivos utilizados na sua estrutura destacando o funcionamento de cada um.

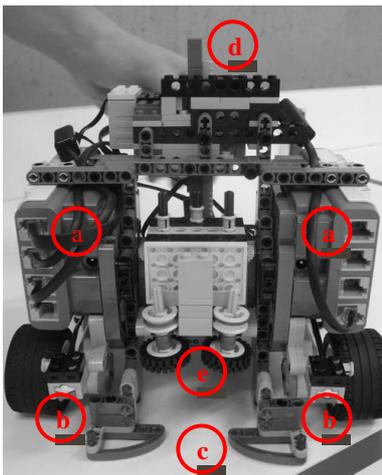


Figura 2. Versão atual do *RobôF*

- Os controladores do *RobôF FL* e *FG*.
- Sensores de toque com a finalidade de alinhar o robô na pilha de fitas da sala de backup.

- Batentes que auxiliam no ajuste do robô quando este chega na pilha de fitas.
- Elevador que movimentam a estrutura da garra para fazer a varredura com o sensor de luz até detectar a fita preta.
- Estrutura da garra com um sensor de luz acoplado para identificação e captura da fita de backup preta.

2) *Navegação do RobôF*: A estratégia utilizada para o *RobôF* encontrar a sala de backup foi programá-lo para, com a utilização dos sensores de rotação e de toque, a partir do ponto de partida, localizar a primeira pilha de fitas. O *RobôF* toca na parede com os sensores de toque, se ajusta na frente da pilha com o auxílio dos batentes e inicia a varredura em busca da fita preta. Se a fita for localizada na primeira pilha da sala de backup, o *RobôF* recua seguindo a linha preta, por um determinado tempo, com objetivo de corrigir qualquer desvio causado pela captura do bloco. Para retornar ao computador principal, o *RobôF* faz um giro de 90° e avança em direção a parede da arena, para em seguida girar novamente e se posicionar no computador principal. O *RobôF* envia uma mensagem para o robô G informando que já está posicionado para depositar a fita. Caso contrário, ele se dirige para a próxima pilha de fitas.

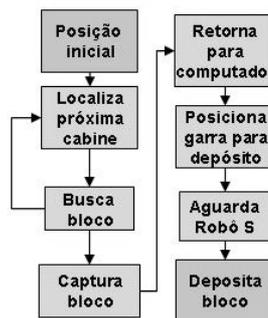


Figura 4. Fluxograma do desempenho do *RobôF*

É fundamental que o robô se posicione tanto na pilha de fitas como no computador principal de forma precisa, ou seja, o eixo central do robô, referente ao comprimento, deve coincidir com a linha que o levou até o alvo, pois o funcionamento da garra do robô depende de como ela está posicionada em relação ao alvo. Um posicionamento incorreto poderá ocasionar problemas na leitura do sensor causando a queda de algum bloco da pilha ou erro no depósito da fita. Considerando esta possibilidade, foi desenvolvido um mecanismo de alinhamento caso o robô esteja desalinhado quando chegar ao seu destino.

3) *Mecanismo de alinhamento do RobôF*: Caso o *RobôF* não chegue alinhado na pilha, um dos sensores de toque posicionados nas laterais da frente do *RobôF* não vai tocar a parede, indicando que este não está na posição correta para iniciar a varredura. Neste caso, o robô vai procurar se alinhar de acordo com a informação que recebeu dos sensores de toque. Caso o sensor da direita não tenha

tocado a parede, o robô vai recuar com uma força maior no motor da esquerda a fim de compensar o desvio angular e novamente andar para frente até que os dois sensores de toque sejam pressionados, indicando assim que o robô está alinhado. Ao processar a informação de que o robô está na posição correta, o controlador **FN** envia uma mensagem para que o controlador **FG** do *RobôF* iniciando a varredura da garra em busca da fita preta.

4) *Funcionamento da Garra do RobôF*: Para retirada da fita de backup foi montada uma estrutura constituída de duas rodas, com giro controlado, que possuem o eixo de giro paralelo à altura da pilha de fitas, com elásticos que as pressionam, uma contra a outra, mas que permitem a abertura quando houver a captura da fita, e de um sensor de luz acoplado para identificar a fita preta. Essa estrutura é equipada com uma cremalheira, uma caixa de redução e um trem de engrenagem para possibilitar o movimento de subida e descida vertical, com o objetivo de percorrer toda a pilha de fitas para localizar a fita preta. Como os motores de RCX, usados na garra, não possuem sensor de rotação embutido o controle da posição da garra é feito por tempo de funcionamento do motor. Para melhorar a precisão desse controle é necessário conhecer uma posição do movimento e a partir dela iniciar o movimento vertical. Foi adotado o limite superior da cremalheira como posição de referência. Para garantir que a garra sempre vai iniciar o movimento nesta posição, usou-se uma engrenagem do tipo clutch [6], que limita o torque de seu eixo em 5 N.cm. Torque superior a esse o eixo da engrenagem gira em falso.

5) *Principais desafios encontrados na execução da tarefa do RobôF*:

5.1) Diferenciar a cor azul da cor preta na pilha de fitas. Dependendo da posição do bloco na pilha a leitura do sensor é diferente devido à reflexão da luz. Ainda não foi encontrada uma solução 100% eficaz.

5.2) Administrar o tempo para execução da tarefa. Na medida em que as etapas iam sendo vencidas o tempo estourava antes da conclusão do desafio. No pior caso, fita o RobôF ultrapassa o tempo em 30 segundos.

## B. RobôS

O *RobôS* foi construído com a finalidade de localizar e apanhar o cartão senha para depositá-lo juntamente com a fita de backup, no computador principal. Foram desenvolvidas duas estratégias para localização do cartão de senha, sendo a segunda com melhores resultados quanto à precisão e o tempo de cumprimento da tarefa. Logo, esta estratégia foi a escolhida para ser usada na competição. Entretanto, vale descrever também o funcionamento do robô com a primeira estratégia com objetivo de mostrar que o mesmo problema pode ser resolvido de várias maneiras.

1) *Estrutura do RobôS*: Assim como o *RobôF*, o *RobôS* também passou por várias transformações até chegar

na versão atual, ilustrado na Figura 5. A opção pela utilização de esteiras [7] no lugar de rodas para movimentação do *RobôS* se deu pelo fato de obter uma maior estabilidade nos degraus.

Utiliza dois motores NXT para controle do deslocamento do robô e dois motores RCX que fazem o controle da estrutura montada para a captura do bloco de senha. Possui três sensores de luz: um localizado na parte inferior traseira, outro posicionado na frente ao lado da esteira e o terceiro sensor, posicionado estrategicamente entre o controlador e a estrutura montada para captura da senha, identifica quando o cartão foi capturado.

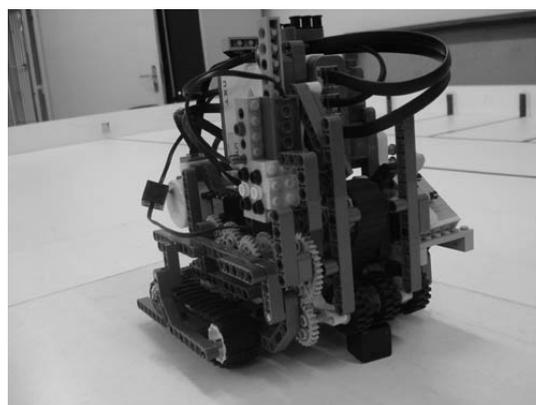


Figura 5: Vista lateral do RobôS

2) *Dois Estratégias foram desenvolvidas*:

2.1) *Primeira Estratégia de localização do cartão de senha*: A estratégia adotada foi programar o robô para percorrer todo o segundo andar, sempre em linha reta da “borda até a parede”, garantindo a varredura em todo o segundo andar da arena.

2.2) *Segunda Estratégia de localização do cartão de senha*: Foi acrescentado um sensor de ultra-som na lateral direita do *RobôS* com a finalidade de scanear toda a área do segundo andar em busca do cartão de senha. Para fazer a leitura, o robô se posiciona no primeiro andar, próximo a borda do segundo andar. O sensor faz 100 medições ao longo de toda área e armazena na memória somente das medições que tem um valor representativo, como ilustrado no gráfico abaixo. Em seguida tira a média da posição do robô ponderada pela distância válida.

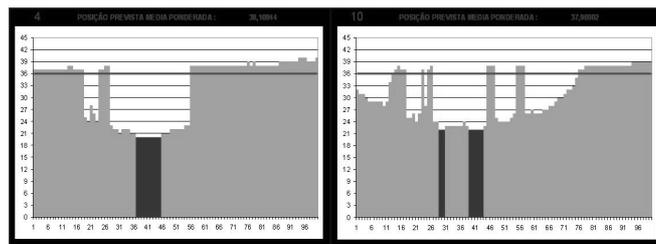


Gráfico 1 – Leitura do sensor ultra-som

3) *Mecanismo de captura do cartão de senha*: Na parte inferior do RobôS foi montada uma estrutura com uma esteira perpendicular a base e um conjunto de rodas paralelas a esta esteira que, acionadas pelo motor, capturam o cartão puxando-o para dentro da estrutura do RobôS. Quando isso acontece, uma barra móvel se desloca e altera o valor da leitura do sensor de luz, sinalizando que o cartão de senha foi resgatado. A varredura é interrompida e o robô inicia o retorno ao computador principal.

4) *Comunicação entre o RobôF e o RobôS*: Quando um dos robôs chega ao computador principal ele envia uma mensagem via bluetooth para o outro robô e aguarda uma resposta para iniciar o depósito. O mestre da comunicação é o Controlador FN do robô F e é ele o responsável por gerenciar o depósito de maneira sincronizada, enviando uma mensagem para o RobôS e em seguida para o controlador FG, nesta ordem pois os robô tem tempos diferentes para iniciar o depósito.

5) *Principais desafios encontrados na execução da tarefa do RobôS*:

5.1) Captura do cartão de senha quando este se encontra nas menores distâncias em relação a borda do segundo andar. A estratégia para resolver esta situação foi fazer com que o RobôS buscasse a outra borda do degrau para escalar.

## V. CONCLUSAO

O estudo da robótica, a possibilidade projetar, construir programar e testar um robô permite a observação e avaliação das idéias projetadas para a resolução do desafio proposto. E, diante da análise da veracidade do resultado comparada com a proposta de desempenho, os erros são identificados e a busca pelo que se pretende intensificada. A proporção em que o entendimento do manuseio com a ferramenta cresce, aumenta o grau de exigência no desempenho do robô.

## REFERENCIAS

- [1] [http://jri2008.dca.ufrn.br/LARC/index\\_pt.php](http://jri2008.dca.ufrn.br/LARC/index_pt.php), Setembro 2008
- [2] [ftp://jri2008@users.dca.ufrn.br/regras/SEK2008\\_pt.pdf/](ftp://jri2008@users.dca.ufrn.br/regras/SEK2008_pt.pdf/)
- [3] [http://mindstorms.lego.com/eng/Italy\\_dest/Default.aspx](http://mindstorms.lego.com/eng/Italy_dest/Default.aspx)
- [4] <http://bricxcc.sourceforge.net/>
- [5] 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.
- [6] Ferrari, Mario et all – “Bulding Robots with LEGO Mindstorms” Ed. Syngress Publishing, Inc., USA, 2002
- [7] <http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=219> dia 16 de maio de 2008
- [8] <http://www.hitechnic.com/> dia 16 de maio de 2008