

Robôs Reparadores de Dutos

Descrição Técnica

Equipe PRIME
Universidade de São Paulo

Arthur C. Marinho, Carlos E. A. Torres, Flávio A. Briz, João A. Nassif,
Leliane N. de Barros, Maria Eduarda Leme, Maria Viviane de Menezes,
Paulo Floriano, Renan R. A. Gurgel, Santiago M. T. Oliveira

I. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo descrever a solução implementado pela equipe PRIME para o desafio *IEEE Open* “Robôs Reparadores de Dutos” [1]. Esta equipe é composta por alunos da Universidade de São Paulo (campus da capital) das seguintes instituições: Escola Politécnica, Física e Instituto de Matemática e Estatística. Os robôs foram construídos utilizando o kit educacional Lego MindStorm NXT[®].

O texto está dividido da seguinte forma: na Seção II é dada uma visão geral sobre a resolução do desafio *IEEE Open LARC 2010*; na Seção III são descritas as características de construção e programação do robô; e, finalmente, na Seção IV apresentamos as conclusões.

II. ROBÔS REPARADORES DE DUTOS

O desafio *IEEE Open 2010* envolve a construção de um novo percurso para escoamento de petróleo, uma vez que o duto original encontra-se danificado. O objetivo é fazer dois robôs trabalharem de forma coordenada para construir o novo duto no menor tempo possível.

A arena que simula a situação inicial do desafio é uma matriz 10X10, como mostrada na Figura 1. Na situação inicial o robô 1 se encontra na região R1 enquanto que o robô 2 está na região R2. Existem muitas soluções possíveis para a construção do novo duto. A Figura 2 ilustra a configuração final da solução que implementamos para resolver esse desafio. A divisão das tarefas entre os robôs foi realizada da seguinte forma:

- **Tarefas do Robô 1:** fechar válvula, empurrar duto de conexão, transportar seis dutos de ligação.
- **Tarefas do Robô 2:** levar duto danificado para região R2, empurrar duto de conexão, abrir válvula e transportar um duto de ligação que compõe a solução final.

É importante observar que durante a execução das tarefas, alguns objetos podem estar no caminho dos robôs e parte da tarefa deles é retirá do caminho.

III. OS ROBÔS DA EQUIPE PRIME

A. Descrição Física

Para a resolução do desafio *IEEE Open* foram construídos dois robôs com o kit educacional LEGO Mindstorm NXT[®],

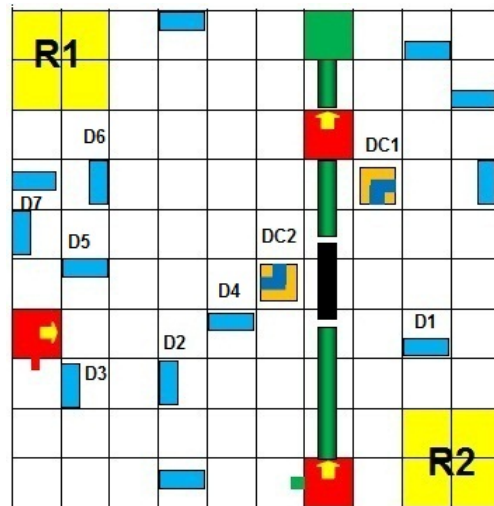


Fig. 1. Configuração inicial do desafio (adaptado de [1]).

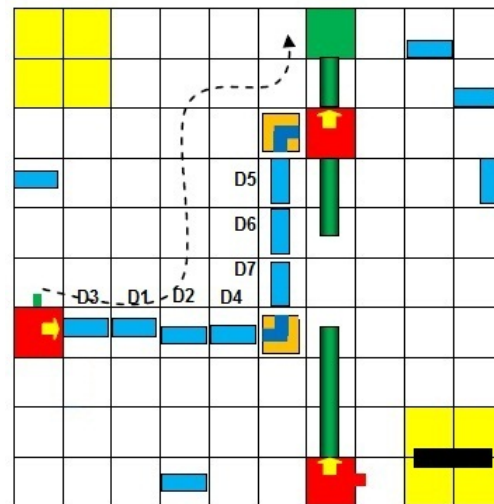


Fig. 2. Configuração final do desafio (adaptado de [1]).

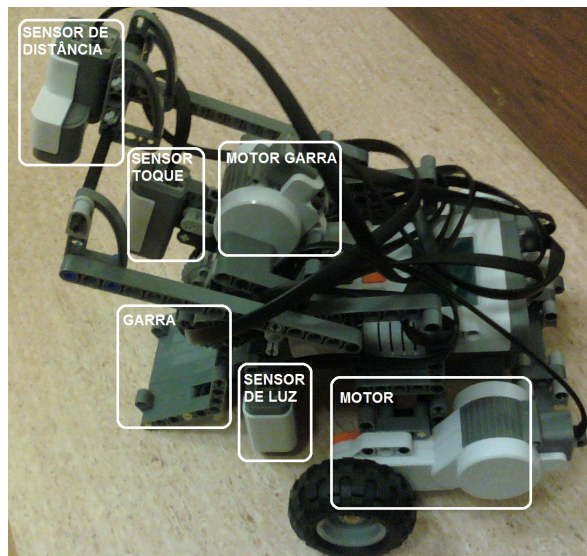


Fig. 3. Visão geral do Robô PRIME.

conforme mostrado na Figura 3. Cada robô possui 4 sensores e 3 atuadores com as seguintes funcionalidades:

- 2 sensores de luz, usados para ajustar o robô em sua trajetória, ao detectar a passagem pelas linhas pretas da arena.
- 1 sensor de distância para detectar a localização dos dutos a serem transportados.
- 1 sensor de toque com a funcionalidade de detectar quando o robô conseguiu pegar um cano.
- 2 atuadores (motores) responsável pela movimentação do robô.
- 1 atuador (motor) responsável por abrir e fechar a garra.

B. Programação

O algoritmo para a resolução do desafio *IEEE Open* foi implementado utilizando a linguagem NXT e o ambiente de programação Bricx versão 3.3. Basicamente, as funções implementadas foram divididas em funções para movimentação na arena e funções para manipulação dos objetos.

Para a movimentação na arena foram implementadas as funções: andar para frente, andar para trás, virar para direita, virar para esquerda, virar 180 graus, pegar e soltar dutos. Adicionalmente, foi feita a função *corrige* que usa as informações dos dois sensores de luz para que o robô seja capaz de se manter numa coluna ou linha da arena.

Para a identificação dos objetos na arena (canos e caixas) foi utilizado um sensor de distância. O robô então é capaz de perceber que um objeto está próximo e que precisa pegá-lo (no caso dos canos) ou empurrá-los (no caso das caixas).

IV. CONCLUSÃO

A equipe considerou como ponto negativo na utilização do kit educacional o fato de que a potência dos motores varia bastante com o desgaste da bateria. Para resolver esse problema foi implementada uma função adicional que calcula a potência que deve ser dada aos motores em função do

desgaste da bateria. Assim, as potências dos 2 motores de cada robô são reajustadas automaticamente a cada início de missão.

Foi realizado um conjunto de testes por meio do qual pudemos obter os seguintes resultados:

- Tempo médio de resolução do problema - 3 minutos.
- Tempo médio para fechar a válvula do circuito danificado - 30 segundos.

Com estes resultados, os nossos robôs operam dentro do tempo máximo estabelecido pelo desafio (5 minutos). Além disso, os testes mostraram que a construção do novo circuito de dutos é realizada com baixa probabilidade de penalizações.

REFERENCES

- [1] Regras da categoria SEK. 9ª Competição Latinoamericana IEEE de Robótica para Estudantes. 2010. Disponível <http://www.larc10.fei.edu.br/IEEESEK.htm>. Acesso em 22 set. 2010.
- [2] John Hansen. "Not eXactly C (NXC) Programmer's Guide". 2007. Disponível em <http://bricxcc.sourceforge.net/nbc/nxcdoc/NXCguide.pdf>. Acesso em 22 set. 2010
- [3] Daniele Benedettelli. "Programming LEGO NXT Robots using NXC". 2007. Disponível em <http://bricxcc.sourceforge.net/>. Acesso em 22 set. 2010.