
EQUIPE UFES ULTRABOTS

CARMEN FARIA SANTOS¹, ANDRÉ SEIDEL OLIVEIRA², ARON DE ARAUJO²,
ESTHEVÃO BACHETTI VERVLOET², GUILHERME BALDO CARLOS²,
HEDRAN BOONE PEREIRA², YAN VICTOR RIBEIRO MARIM²

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA¹

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

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA²

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

carmen.santos@ufes.br, aseideloliveira@gmail.com, aron_bart@hotmail.com, esthevao.vervloet@gmail.com, guilhermecaldothcarlos@gmail.com, hedranbp@hotmail.com, yanmarim@hotmail.com

Resumo: Este artigo relata o trabalho da equipe UFES ULTRABOTS na construção e programação de robôs para cumprimento do desafio proposto na categoria IEEE Standard Educational Kits 2014. A equipe se reúne semanalmente para desenvolver estratégias mais eficientes que resolvam o problema. Ao longo dos trabalhos foram encontradas várias soluções para resolução do desafio proposto. Entretanto, este material mostra somente o resultado atualmente alcançado pela equipe.

Palavras-chave: robôs, competição, CBR, IEEE, desafio, UFES.

Abstract: This paper reports the work of the team UFES ULTRABOTS building and programming robots to accomplish the challenge posed in IEEE Standard Education Kits 2014 category. The team has been meeting weekly in order to develop more efficient strategies to solve the problem. Throughout the works, several solutions were found for solving the challenge. However, this material 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 ULTRABOTS para o cumprimento do desafio IEEE - SEK (Standard Educational Kits) 2014 proposto na Competição Brasileira de Robótica - CBR 2014. Para montagem dos robôs foram utilizadas peças dos kits Lego Mindstorms NXT (LEGO Mindstorms, 2011) e a programação foi desenvolvida em C no ambiente RobotC (RobotC, 2005). O desafio THBall

(*Throw-and-Hold Ball*), que consiste em manter bolas azuis e arremessar bolas laranja para o adversário, foi proposto. Precisão matemática, processamento rápido e estratégia adaptativa são fundamentais neste desafio. A equipe é formada por alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo, participantes do Programa de Ensino Tutorial da Engenharia Mecânica e Elétrica. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Robótica Educacional do Centro Tecnológico da UFES sob orientação da Professora do Departamento de Engenharia Mecânica, Carmen Faria Santos responsável pelo laboratório.

2 OBJETIVO

O desafio deste ano se baseia em um jogo, denominado THBall, onde duas equipes, cada uma com dois robôs, competem pelo melhor resultado na arena a cada rodada. Cada equipe posiciona seus robôs em um lado da arena denominado campo. Os campos da arena são delimitados por uma área denominada zona morta, que consiste de duas paredes com distância de 10 cm entre elas e 10 cm de altura. A configuração inicial do campo possui 8 bolas de cor laranja e 4 bolas azuis. O objetivo de cada equipe é eliminar as bolas laranjas do seu campo, já que estas acarretam a perda de 100 pontos cada, e conservarem seu campo as bolas azuis, que valem 50 pontos cada. As equipes tem o tempo máximo de 5 minutos para arremessar o máximo de bolas de cor laranja para o campo adversário, e manter o máximo de bolas azuis em seu campo.

3 CONSIDERAÇÕES DO AMBIENTE

A arena de THBall (Figura 1) é construída de uma placa de 2.0m x 2.0m, de madeira MDF com espessura de 15mm. No campo, bolinhas de ping-pong (*table-tennis*) nas cores laranja e azul são distribuídas de forma aleatória em pontos definidos. As paredes laterais são formadas por placas de MDF de 15 mm de espessura, com altura de 40 cm e fixas sobre a arena. As paredes da zona morta são formadas por placas de MDF de 15 mm de espessura, com altura de 10 cm e fixas sobre a arena. A zona morta divide a arena em duas áreas. Esta região existe para evitar a colisão entre os robôs adversários e não poderá ser invadida. Em cada extremidade da arena é demarcado um quadrado, em cor amarela, de 30cmx30cm. Estas extremidades serão o ponto de partida dos robôs.

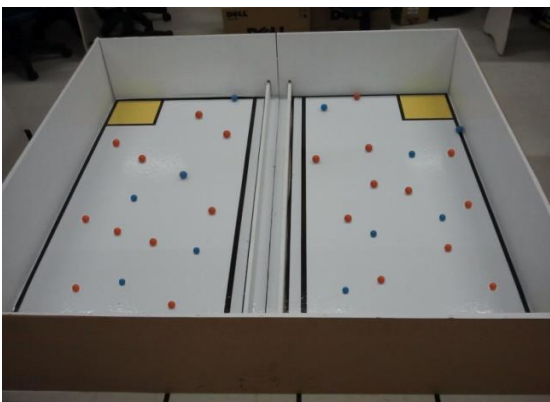


Figura 1 Arena de THBall.

4 PROCEDIMENTOS

A proposta inicial foi a construção de dois robôs idênticos, ambos com a missão de recolher e arremessar bolas para o campo adversário. Cada rodada consiste em um confronto direto com equipes diferentes, sendo que cada equipe desenvolve sua própria estratégia de recolhimento e lançamento das bolas.

4.1 Estrutura Mecânica

4.1.1 Primeiro Protótipo

O primeiro protótipo foi construído com as seguintes estruturas: Coletor de bolas, onde foi utilizado um sistema de colheitadeira com uma canaleta de direcionamento, para que a bola fosse conduzida para o elevador.

A estrutura do elevador foi montada utilizando o NXT e uma garra para elevar as bolas. O NXT foi posicionado verticalmente para servir de parede na estrutura de elevação, e um trilho foi montado para receber as bolas recolhidas pela garra. O mecanismo

funcionava com a garra rotacionando entre os eixos do trilho. A força da elevação da garra e a inclinação do trilho fez com que a bola, com a ajuda da gravidade, descesse.

Um sistema de chute foi desenvolvido para separar as bolas laranjas das azuis. As azuis eram guardadas no compartimentos em formato de “caixa” e as laranjas eram arremessadas para o outro campo. Este sistema se mostrou eficiente.

Nos testes, o protótipo apresentou problemas com o catador em formato de colheitadeira, que raspava no chão; a instabilidade do robô, devido ao posicionamento do NXT, que por estar deslocado para a parte lateral traseira da estrutura, o centro de gravidade fazia com que o robô pendesse para o lado esquerdo. O trilho, por ter sua estrutura de eixos e uma inclinação de 1 stud (unidade de medida do LEGO), sofreu deformações devido a sua fragilidade estrutural. O trem de engrenagem da elevação e do catador não apresentaram o desempenho esperado.

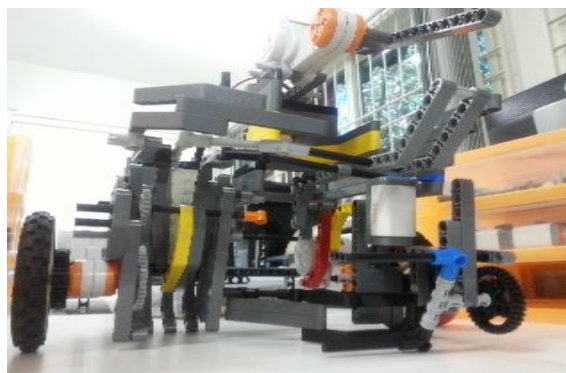


Figura 2 Protótipo 1

4.1.1.1 Adequações no protótipo 1

Como o objetivo de corrigir os erros apresentados nos testes, foi efetuado um reforço toda a estrutura do robô, e com isso foi sanado o problema de deformação na estrutura. Entretanto, mesmo com a otimização feita no trem de engrenagem, o resultado não atendeu às expectativas. O centro de gravidade do robô também não estava adequado, o que ocasionou desvios na navegação dele. Foi necessário aprimorar e construir um novo protótipo.

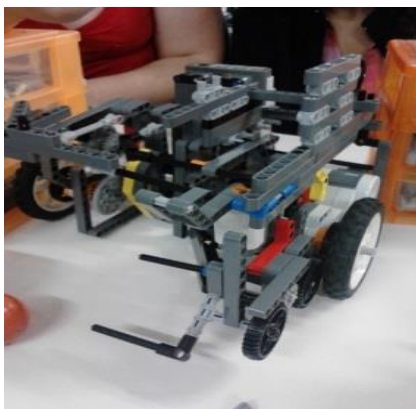


Figura 3: Adequações realizadas no protótipo 1

4.1.2 Segundo Protótipo



Figura 4: Protótipo 2

Diante dos problemas apresentados no primeiro protótipo, foram necessárias algumas modificações na estrutura do robô. Para resolver a instabilidade apresentada, o NXT foi deslocado para a parte inferior da estrutura e nele foram acopladas rodas, com objetivo de modificar o Centro de Gravidade do robô. (figura-4). As engrenagens da elevação foram substituídas por polias conectadas por correia.

Obtivemos bons resultados com as adaptações feitas, entretanto, novos problemas surgiram com as alterações, como por exemplo, o tamanho da estrutura do robô ultrapassou o limite permitido, os cabos de conexão do NXT com motores e sensores ficaram posicionados de forma que colidiam com o catador, impedindo o seu funcionamento, a correia das polias apresentou riscos de rompimento.

A equipe decidiu então pela construção de um novo protótipo.

4.1.3 Terceiro Protótipo.

Foi construído a partir da ideia inicial (protótipo 1). Foi resolvido os problemas apresentados, como: as polias foram substituídas por engrenagens, o NXT foi posicionado no lado direito e superior, o que gerou uma boa estabilidade tanto para curvar quanto para andar.

Foi colocado um dispositivo no elevador para desviar a bolinha para a lateral, a fim de direcionar a bola para o trilho, posicionado lateralmente, e conduzi-la ao local de chute.

As engrenagens estão funcionando com perfeição e não estão sofrendo com desalinhamento do eixo, pois o ajuste ficou em linha.

O tamanho do catador foi reajustado pra aumentar sua eficiência na coleta das bolas.

O protótipo ainda se encontra em processo de otimização.



Figura 5 Protótipo 3 vista inferior e superior

4.2 Localização e movimentação

Para a resolução do desafio a equipe utilizará 2 robôs de varreduras pré programada e funções específicas, cada robô ficará responsável por uma metade da arena. Os robôs se orientarão por um sensor de bússola e um ultra-som para detecção das paredes.

Para uma condição inicial, o robô passará pelas posições pré estabelecidas na regra. Logo em seguida o robô irá trabalhar com varreduras em áreas de maior probabilidade de bolas, como as paredes da arena.

4.2.1 Movimentação na arena

Para movimentação na arena, o robô ficou responsável por cobrir toda a arena andando de forma ciclica em formato de quadrado.

O robô parte do quadrado amarelo delimitado no canto da arena e assim percorre ela em sentido anti horário.

Código de percorrer a arena:

```
if((bus >= norteArena-toleranciaBussola) &&(bus <=
norteArena+toleranciaBussola))
```

```

        pos += 1;
    else if((bus >= sulArena-toleranciaBussola) && (bus
<= sulArena+toleranciaBussola))
        pos += 2;
    else if((bus >= lesteArena-toleranciaBussola) &&(bus
<= lesteArena+toleranciaBussola))
        pos += 3;
    else if((bus >= oesteArena-toleranciaBussola) &&(bus
<= oesteArena+toleranciaBussola))
        pos += 4;
    else
    {
        nxtDisplayTextLine(2, "sai pela culatra!");
        girarAntiHorarioBussola(norteArena);
        andarBussola(norteArena, distpeq);
        girarAntiHorarioBussola(oesteArena);
        andarBussola(oesteArena, distpeq);
        pos = 4;
    }
}

switch(pos)
{
    case 1:
        girarAntiHorarioBussola(oesteArena);
        return oesteArena;

    case 2:
        girarAntiHorarioBussola(lesteArena);
        return lesteArena;

    case 3:
        girarAntiHorarioBussola(norteArena);
        return norteArena;

    case 4:
        girarAntiHorarioBussola(sulArena);
        return sulArena;

    default:
        girarAntiHorarioBussola(norteArena);
        return norteArena;
}

```

4.2.2 Curvas

Para a realização das curvas está sendo criado e aperfeiçoado o algoritmo. Esse algoritmo é composto da função $\beta = x^3 + x + C$, dado β o ângulo. Essa função é responsável por corrigir a inércia gerada pelos motores ao rotacionar as rodas com uma potência P e a oposta com uma potência $-P$, já que as rodas são paralelas e equidistante do centro. Essa função foi obtida através de experimentos, ou seja, é uma função totalmente empírica. A constante C que melhor se adaptou nos testes foi 5

Essa função é responsável por ir diminuindo a velocidade do robô gradativamente conforme ele se aproxima da faixa de valores estipulado pela bússula como referência.

Código para realizar a curva:

```

void girarHorario(int pot = potDefaultRotacao)
{
    motor[rodaDir] = pot;
    motor[rodaEsq] = -pot;
}

```

```

void girarAntiHorario(int pot = potDefaultRotacao)
{
    motor[rodaDir] = -pot;
    motor[rodaEsq] = pot;
}

```

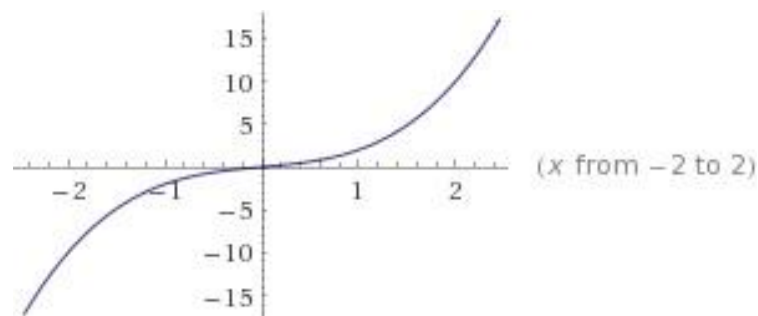


Figura 6: Gráfico da Função de correção

Testes e resultados:

A constante C define a potência mínima de giro na curva. Se ela for muito alta, ela persistia no erro continuando com a inércia, se ela for baixa de mais, o robô realiza a curva muito lentamente.

Para valores de C inferior a 4, o robô persistia com o problema, ao aproximar do valor de referência da bússula, de girar lentamente.

Para valores superiores a 10, o robô apresentava o problema referente a inércia. O robô com uma constante alta girava muito rapidamente e com a inércia não conseguia parar, assim sempre passando do valor de referência.

Com o valor de C igual a 10, o robô se apresentou com uma relação intermediária, não ocorrendo grandes erros e não sendo lento ao realizar os giros.

O código, está em desenvolvimento e otimizado.

4.3 Estratégia de Resolução do Desafio

Para resolver o desafio, o robô foi programado para andar por trajetórias definida – que passam pelas áreas de maior probabilidade de ocorrência de haver bolas – procurando por tal. Na varredura, o robô recolhe as bolas como dispositivo recolhedor – como pode ser visto na figura 5. Após capturar as bolas, elas são armazenadas no trilho e chutada uma a uma distinguindo as cores, sendo que a laranja é lançada pro campo adversário e as azuis para o próprio campo.

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 mostrou a multidisciplinaridade necessária para o desenvolvimento de novas tecnologias na área de robótica.

À medida que os desafios eram superados, novos desafios se mostravam presentes. Desta forma configurou-se uma rotina de desenvolvimento onde, a cada obstáculo superado, uma nova proposta de otimização se apresentava.

Muitos dos conceitos aplicados e/ou adquiridos com este projeto são aplicáveis ao mundo real para a superação de uma infinidade de problemas. Como exemplos disto podemos citar os mecanismos de transmissão de movimento, controle de velocidade angular. A transmissão de movimento do motor para a garra é feita de tal modo em que transforma a velocidade angular em uma força denominada de torque. O uso do controle de velocidade é dado pela relação entre as engrenagens, em que para o projeto foi feita uma relação que atendesse a uma determinada velocidade. Esses mecanismos são amplamente utilizados na indústria.

6 BIBLIOGRAFIA

(2005). (Robomatter Inc.) Acesso em 20 de junho de 2014, disponível em RobotC: <http://www.robotc.net>
(2014). Acesso em 15 de junho de 2014, disponível em Competição Brasileira de Robótica: [\[botica.org/wp-content/uploads/SEK2014_v1_0_portugues.pdf\]\(http://botica.org/wp-content/uploads/SEK2014_v1_0_portugues.pdf\). Acesso em 20 de junho de 2014, disponível em LEGO Mindstorms: <http://mindstorms.lego.com>](http://www.cb-ro-</p></div><div data-bbox=)

Filho, F. F. (2007). Algoritmos Numéricos. LTC.