

A equipe POTI de futebol de robôs

Marcelo M. Yamamoto^{1*}, Antônio P. Araújo Jr.¹,
Pablo J. Alsina¹, Adelardo A. D. Medeiros¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Departamento de Engenharia de Computação e Automação
UFRN-CT-DCA – Campus Universitário – 59072-970 Natal-RN Brazil

yamamoto,toinhojr,pablo,adelardo@dca.ufrn.br

Abstract. *This paper presents the POTI team of mini-robots, developed by the DCA-UFRN to play robot soccer. We present some construction aspects of the overall structure, the robots and the transmitters, as well as some implementation characteristics of the perception, strategy definition and robot control modules.*

Resumo. *Este artigo apresenta a equipe POTI de mini-robôs, desenvolvida pelo DCA-UFRN para disputa de jogos de futebol de robôs. São apresentados alguns aspectos de construção da estrutura do jogo, dos robôs e dos transmissores, além de algumas características de implementação dos módulos de percepção, definição de estratégia e controle dos robôs.*

1. Introdução

A equipe POTI de futebol de robôs foi desenvolvida no DCA-UFRN e é composta de três robôs principais e três robôs de reserva. A maior parte do processamento é realizada externamente, em computadores que se comunicam com os robôs via rádio. Podemos dividir o sistema como um todo em cinco módulos: robô, percepção, estratégia, controle e comunicação. Este esquema pode ser visto na Figura 1. Para auxiliar o desenvolvimento dos módulos e facilitar os testes, foi também implementado um simulador em tempo real para o futebol de robôs, com as características específicas da equipe POTI [Yamamoto et al., 2003].

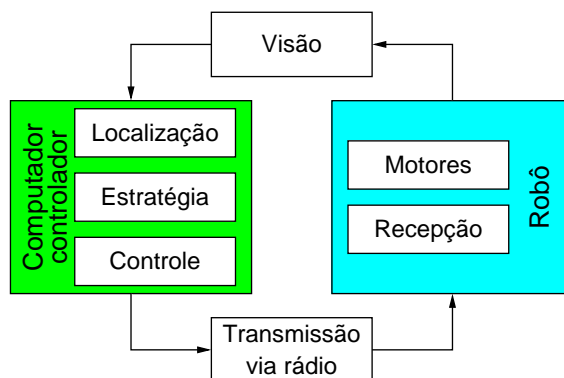


Figura 1: Arquitetura do sistema de futebol de robôs

*Bolsista CAPES

2. Os robôs

Cada robô da equipe foi construído em acrílico de modo a não ultrapassar, em dimensões, um cubo com aresta de 7,5cm, como mostra a figura 2. Os robôs possuem dois motores DC, usados em leitores de CD, dois conjuntos de reduções de 36:1, aproveitados de brinquedos a corda, e rodas de raio 3,3cm, usinadas em material plástico. Cada robô possui um receptor FM Radiometrix RX2 e um microcontrolador PIC16F876, além de duas baterias de 9V e diversos componentes discretos. Para o acionamento dos motores é utilizado um circuito integrado L293 que possui duas pontes-H. O microcontrolador gera a modulação em largura de pulso (PWM) necessária para aplicar ao motor a tensão que foi solicitada pelo módulo de controle.

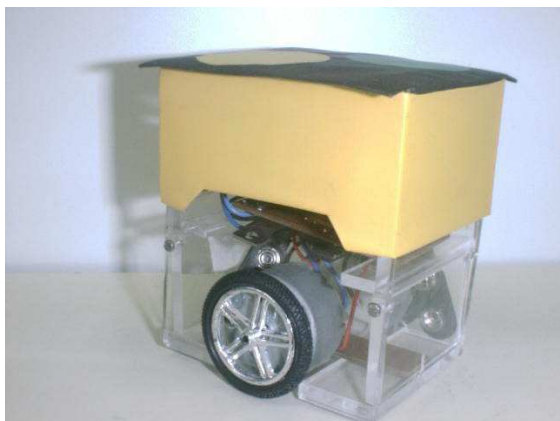


Figura 2: Robô



Figura 3: Aquisição de imagem

3. Sistema de Percepção

O sistema de aquisição da imagem é constituído de luzes e uma câmera localizados acima do campo (figura 3) e de uma placa de aquisição de imagem National PCI 1411, que fornece uma imagem a cada 33ms. A superfície do campo é preta e a bola é de cor laranja (figura 4). Cada robô possui dois rótulos coloridos (figura 5), um deles indicando o time (azul ou amarelo) e o outro o jogador (verde, rosa ou ciano).



Figura 4: Campo de jogo



Figura 5: Rótulos dos robôs

Na calibração *off-line*, inicialmente detectam-se as linhas do campo para encontrar sua posição e orientação. Em seguida, identifica-se o limiar ótimo de luminosidade que separa os robôs do campo, o que torna o sistema robusto a variações na iluminação. Posteriormente, os círculos dos rótulos e da bola são isolados. Por último, são calculados os valores RGB médios das cores dos rótulos e da bola.

Em tempo real, cada nova imagem é varrida em busca de círculos coloridos, como mostra a figura 6. Quando um píxel que não pertence ao campo (píxel vermelho na figura) é encontrado, acha-se o ponto médio da corda diagonal ao qual ele pertence (píxel amarelo) e, a partir deste ponto, determinam-se as cordas nas direções principais. Os limites das cordas são os primeiros píxeis encontrados que pertençam ao campo, determinados a partir do limiar de luminância calculado na calibração. O valor médio dos centros das cordas (píxeis magenta) corresponde ao centro do círculo. Em seguida, compara-se o valor RGB médio dos píxeis do círculo encontrado com os valores RGB padrão para cada uma das cores calculados na calibração e etiqueta-se este círculo com a cor mais próxima. De posse da posição e cor de todos os círculos, facilmente se encontra a posição e a orientação dos robôs e a posição da bola [Aires et al., 2001].

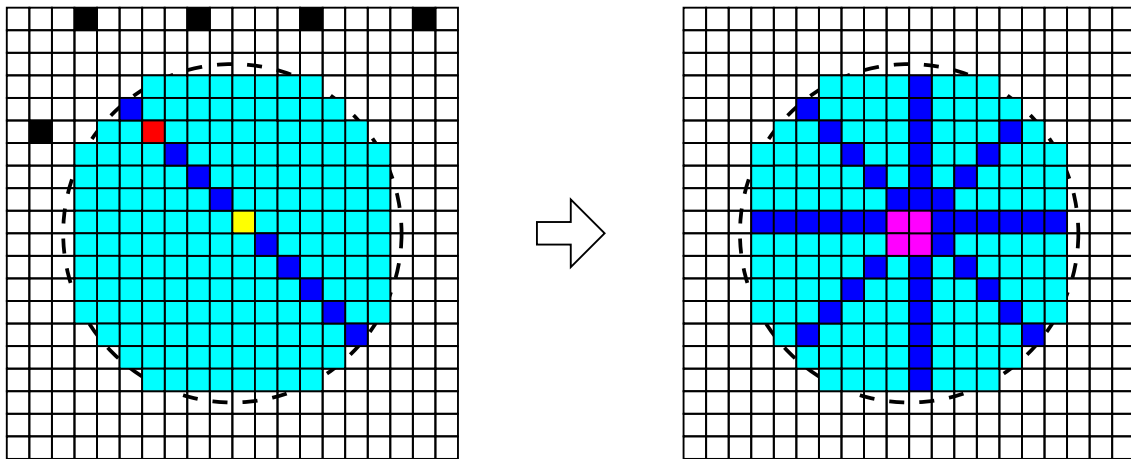


Figura 6: Cálculo do ponto central de um círculo

4. Estratégia

A estratégia desenvolvida baseia-se no conceito de *papéis* [Stone and Veloso, 1999]. Determinamos um conjunto pré-definido de papéis, tais como *goleiro*, *alinhar*, *chutar* e *conduzir*, e atribuímos dinamicamente estes papéis aos jogadores. O princípio geral da estratégia é que o robô mais próximo do gol faça o papel de *goleiro*, o jogador mais próximo da bola assuma o papel de *alinhar*, *chutar* ou *conduzir* e o terceiro robô tenha diferentes papéis, como *defender* ou *esperar*.

O robô com o papel *goleiro* se posiciona em frente ao gol do próprio time. O robô mais próximo da bola tenta se posicionar para colocá-la entre ele e o gol adversário; quando o consegue, pode chutar a bola (se estiver no ataque) ou conduzi-la (caso esteja na defesa). O terceiro robô pode tomar ações distintas de acordo com a situação do jogo. Se o time estiver ganhando, ele se posicionará no campo de defesa tentando bloquear a bola. Já se o time estiver perdendo, ele atuará como um segundo atacante, posicionando-se para aproveitar as bolas perdidas.

O método de desvio de obstáculos adotado define círculos de exclusão ao redor dos robôs. Quando o robô penetra em um desses círculos, a referência previamente calculada é substituída por outra que o retira da zona de exclusão.

O módulo de estratégia também implementa um estimador de posições futuras dos objetos, baseado em modelos discretos estimados pelo método de mínimos quadrados recursivo [Guerra et al., 2004]. Ele é essencialmente utilizado para prever posições futuras da bola e suprir eventuais falhas do sistema de visão.

5. Controle

A partir das referências geradas pelo módulo de estratégia, o controle calcula as tensões a serem enviadas aos motores. A estratégia adotada [Vieira et al., 2004] se baseia em uma modelagem linear dos robôs, o que permite a adoção da técnica clássica dos controladores PID.

6. Sistema de comunicação

Os módulos transmissores possuem um transmissor FM Radiometrix TX2, um microcontrolador PIC16F877, uma antena e componentes discretos. A informação é recebida do computador através da porta paralela e serializada pelo PIC. A taxa de transmissão é de 9.600Kbps.

O protocolo de comunicação com os robôs envia ciclicamente um *start byte* seguido de seis *bytes* que contêm as velocidades desejadas para os dois motores de cada um dos três robôs do time. Em cada *byte* de velocidade, o primeiro *bit* indica o sentido de rotação do motor e os sete *bits* restantes o valor da tensão a ser aplicada, em percentual da tensão máxima. Cada robô leva em conta apenas os dois *bytes* que lhe dizem respeito.

7. Conclusão

A equipe POTI foi inteiramente projetada e construída localmente, com custos bastante reduzidos (exceto pela placa de aquisição de imagens). Alguns aspectos que se mostraram importantes para o bom resultado do projeto foram a redução de ruídos elétricos nos robôs, a calibração inicial do sistema de visão e o tratamento de situações especiais (bola presa, quinas, etc.) na estratégia.

Várias modificações e inovações foram feitas desde o início do projeto. No momento está sendo aprimorada a estratégia de posicionamento da equipe e investiga-se a possibilidade de incorporação de mecanismos de aprendizado ao sistema.

Referências

- Aires, K. R. T., Alsina, P. J., and Medeiros, A. A. D. (2001). A global vision system for mobile mini-robots. In *SBAI - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, Canela, RS, Brasil.
- Guerra, P. N., Alsina, P. J., Medeiros, A. A. D., and Araújo Jr., A. P. (2004). Linear modelling and identification of a mobile robot with differential drive. In *Submitted to ICINCO - International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, Setúbal, Portugal.
- Stone, P. and Veloso, M. (1999). Task decomposition, dynamic role assignment and low-bandwidth communication for real-time strategic teamwork. *Artificial Intelligence*, 110(2):241–273.
- Vieira, F. C., Medeiros, A. A. D., Alsina, P. J., and Araújo Jr., A. P. (2004). Position and orientation control of a two-wheeled differentially driven nonholonomic mobile robot. In *Submitted to ICINCO - International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, Setúbal, Portugal.
- Yamamoto, M. M., Pedrosa, D. P. F., and Medeiros, A. A. D. (2003). Um simulador dinâmico para mini-robôs móveis com modelagem de colisões. In *SBAI - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, Bauru, SP, Brazil.