

O TIME POTI DE FUTEBOL DE ROBÔS DA UFRN

Auciomar C. T. de Cerqueira¹, Filipe C. de A. Lins¹,
Jonathan P. P. Pereira¹, Pablo J. Alsina¹, Adelardo A. D. Medeiros¹

goi, campos, jonathan, pablo, adelardo@dca.ufrn.br

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

ABSTRACT

This paper presents POTI, the robot soccer team developed by DCA-UFRN. 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.

KEYWORDS: Robot soccer, Poti.

RESUMO

Este artigo apresenta a equipe POTI, 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.

PALAVRAS CHAVES: Futebol de robôs, Poti.

1 INTRODUÇÃO

A equipe POTI de futebol de robôs foi desenvolvida no DCA-UFRN [Yamamoto et al., 2004], sendo composta de três robôs principais e três robôs reservas. Para auxiliar o desenvolvimento dos módulos e facilitar os testes, foi também implementado um simulador em tempo real [Yamamoto et al., 2003]. para o futebol de robôs, com as características específicas da equipe POTI

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.

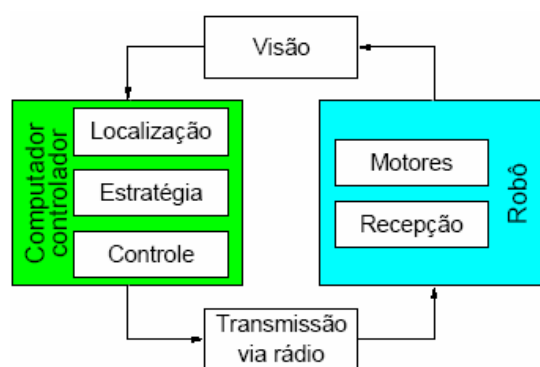


Figura1: Arquitetura do Sistema de futebol de robôs.

Os aprimoramentos mais recentes na equipe POTI, descritos neste artigo, visam incorporar maior robustez aos sistema de percepção, estratégia e controle.

2 OS ROBÔS

Os robôs da equipe foram construídos em acrílico de modo a não ultrapassar as dimensões de um cubo com aresta de 7,5cm (figura 2).



Figura 2: Robô.

O sistema de tração de cada robô é composto por dois motores DC e duas rodas de raio 3,3cm, que estão em contato direto com os motores (acionamento direto). Sem as engrenagens de redução, o jogador apresenta uma boa velocidade final, mas sua controlabilidade fica prejudicada.

Cada robô possui ainda um receptor FM Radiometrix RX2, responsável pela captura das informações enviadas pelo computador, e um microcontrolador PIC16F876, além de oito pilhas 1,2V 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 solicitada.

3 SISTEMA DE PERCEPÇÃO

O sistema de aquisição da imagem é constituído de uma estrutura de iluminação 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 uma taxa de 30 quadros por segundo. A superfície do campo é preta, a bola é de cor laranja e cada robô possui obrigatoriamente um rótulo azul ou amarelo, indicando o seu time. No nosso caso, um segundo rótulo nas cores verde, rosa e ciano distingue os jogadores.



Figura 3: Estrutura de iluminação e câmera.



Figura 4: Configuração das cores do jogo.

O sistema de percepção deve enfrentar dois desafios principais, a serem rapidamente resolvidos em tempo real:

- fazer a segmentação da imagem;
- uma vez segmentada, etiquetar os objetos.

3.1 Segmentação

A segmentação de uma imagem consiste em reconhecer se um determinado *pixel* faz parte de um objeto (robô ou bola) ou do campo. Para isso duas filosofias foram testadas:

- limiar de luminância;
- desvio em relação a uma imagem padrão.

3.1.1 Limiar de luminância

Como o campo é majoritariamente preto, a luminância (média das componentes R, G e B) dos seus *pixels* é baixa. Portanto, para fazer a segmentação, basta que se defina um limiar de luminância, abaixo do qual um *pixel* é considerado como pertencente ao campo. A limitação desta abordagem é que as linhas brancas de marcação do campo não poderão ser separadas dos objetos (figura 5).

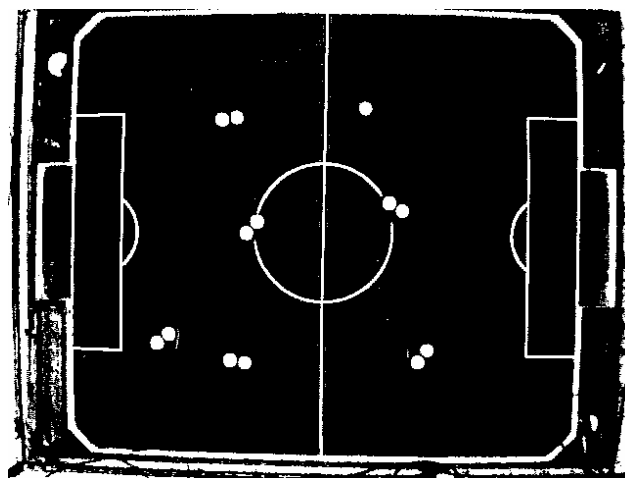


Figura 5: Imagem segmentada com limiar de luminância.

3.1.2 Comparação com imagem padrão

Inicialmente são adquiridas 100 imagens do campo vazio. Para cada *pixel* computam-se os valores médios e os desvios padrão de suas componentes RGB. O limiar RGB é o número de desvios padrão, que define faixas em torno dos valores médios RGB de cada *pixel* do campo vazio. *Pixels* dentro destas faixas serão considerados como campo. A limitação desta técnica é que alguns *pixels* próximos aos objetos são incluídos no objeto (figura 6).

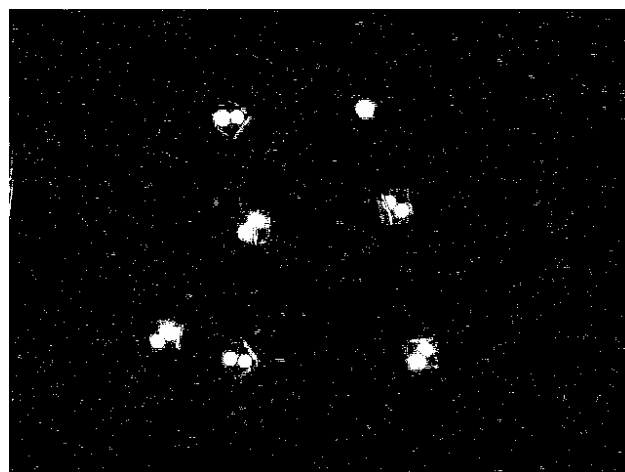


Figura 6: Imagem segmentada com limiar RGB.

3.1.3 Estratégia adotada

Para a solução destes problemas utilizou-se a conjunção das duas abordagens anteriores. Apenas os *pixels* considerados como pertencentes a algum objeto em ambos os casos serão considerados como tal. Isto permite segmentar eficientemente a imagem. (figura 7).

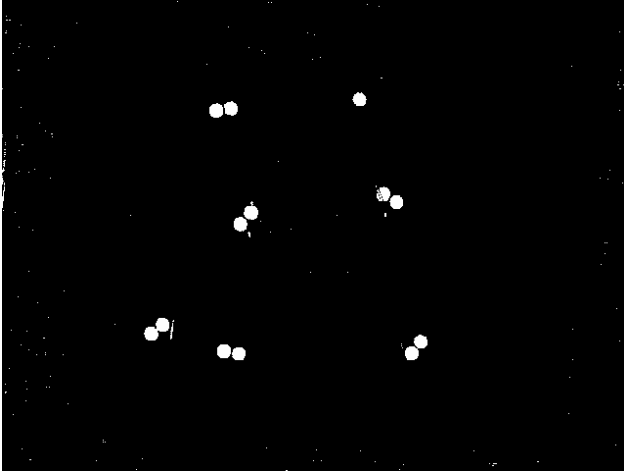


Figura 7: Imagem segmentada.

3.2 Etiquetagem

Etiquetar um objeto consiste em identificá-lo como sendo um dos robôs ou a bola. Cada imagem adquirida pela placa de aquisição é percorrida a procura de *pixels* que sejam segmentados como pertencentes a objetos. Caso isso ocorra, é feita uma busca na sua vizinhança, a fim de se encontrar mais *pixels* que sejam deste mesmo tipo, formando assim uma região (conjunto de *pixels* vizinhos segmentados como objetos). Então, cada uma delas é rotulada com a sua coordenada central, com a sua quantidade de *pixels* e com sua cor média (valor médio RGB dos *pixels* da região).

Durante a calibração, conforme se verá a seguir, foram definidos valores RGB nominais (centróides) para cada um dos objetos que participam do jogo. Durante a execução, calcula-se a distância euclidiana da cor média da região para cada um dos centróides de cor calculados na calibração *off-line*. A cor do centróide menos distante do valor médio RGB será a etiqueta de cor da região.

Uma vez rotuladas, as regiões são co-relacionadas: aquela que apresentar uma cor mais próxima do centróide laranja será a bola; os rótulos amarelos nunca podem ser agrupados com os azuis para representar um robô, pois identificam times diferentes; regiões distantes não podem representar um robô, pois estes possuem uma dimensão limitada de 7,5cm. Seguindo essa linha de raciocínio, obtém-se no final deste módulo a localização de cada objeto, a qual será usada no desenvolver da estratégia.

3.3 Calibração *off-line*

Antes do início da partida, alguns dados são coletados por um programa separado do sistema principal. Através de *clicks*, o usuário informa quais são os pontos notáveis do campo na imagem adquirida (*pixels* que delimitam o campo e as quinas da área), bem como os dois limiares utilizados

na segmentação. Os pontos notáveis, além de delimitarem a região de varredura da imagem em tempo real, permitem calibrar os parâmetros intrínsecos e extrínsecos da câmera, tornando precisa a conversão de *pixels* para centímetros.

Além disso, o usuário fornece a etiqueta de cor de cada região segmentada em uma imagem inicial, que deve conter todos os robôs e a bola. A partir destas etiquetas fornecidas são calculados os centróides de cada região, a serem utilizados durante a fase de etiquetagem em tempo real.

4 ESTRATÉGIA

A estratégia desenvolvida [Yamamoto, 2005] 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.

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 de técnicas clássicas de controle.

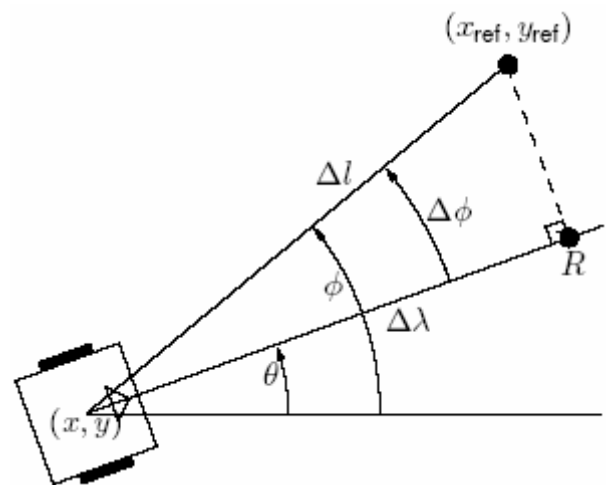


Figura 8: Controladores angular e linear do robô.

De forma resumida, a abordagem adotada se baseia na separação do controle de posição em dois controladores independentes: um controlador angular e um controlador

linear, conforme indicado na figura 8. O controlador angular se preocupa em apontar o robô para a referência desejada, enquanto o controlador linear procura posicioná-lo, ao longo da reta que coincide com sua orientação atual, no ponto R mais próximo da referência desejada.

pósio Brasileiro de Automação Inteligente, Bauru, SP, Brasil.

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 o valor das tensões 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 é investigada a possibilidade de incorporação de mecanismos de aprendizado ao sistema.

REFERÊNCIAS

- 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, Marcelo M. (2005). *Planejamento Cooperativo de Tarefas em um Ambiente de Futebol de Robôs*. Dissertação de Mestrado defendida junto à UFRN, Natal, RN, Brasil, 08/2004.
- Yamamoto, Marcelo M.; Araújo Jr., Antônio P.; Alsina, Pablo J.; Medeiros, Adelardo A.D. *A equipe POTI de futebol de robôs (The POTI team of robot soccer)*. I JRI - Jornada de Robótica Inteligente. Salvador, BA, Brasil, 08/2004.
- 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 – Sim-