

SISTEMA DE VISÃO COMPUTACIONAL DO TIME DE FUTEBOL DE ROBÔS DO INSTITUTO FEDERAL DO SUL DE MINAS - CÂMPUS MUZAMBINHO

Leonardo de S. VIEIRA¹; Heber R. MOREIRA²; João M. RIBEIRO³

RESUMO

O desenvolvimento de um time de futebol de robôs devido a sua complexidade requer em sua concepção a divisão em módulos, cada qual com a sua especificidade. Para melhor abordar o assunto pode-se dividir os módulos em: mecânica, visão, estratégia e eletrônica. Este artigo apresenta o desenvolvimento do sistema de visão computacional do time de futebol de robôs do Instituto Federal do Sul de Minas - Câmpus Muzambinho. Será abordado o funcionamento básico de um time de futebol de robôs, o módulo de visão desenvolvido, além de apresentar todos os materiais e métodos envolvidos durante a criação deste módulo. Em resumo o sistema desenvolvido alcançou como resultado um módulo robusto que abrange todas as funcionalidades necessárias para um sistema de visão no futebol de robôs categoria *very small size*.

INTRODUÇÃO

O futebol de robôs surgiu da ideia de criar um ambiente de competição propício ao desenvolvimento de estudos relacionados a área de Inteligência Artificial e Robótica. A primeira pessoa a conceber a ideia de robôs autônomos jogando uma partida de futebol foi o professor canadense Alan Mackworth no início da década de

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: leo76sv@gmail.com ou 12121002721@ifsuldeminas.edu.br;

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Muzambinho. Muzambinho /MG. E-mail: heber.moreira@muz.ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Muzambinho. Muzambinho /MG. E-mail: joao.ribeiro@muz.ifsuldeminas.edu.br

1990(FEI, 2015). Porém, somente em meados desta mesma década, a ideia foi colocada em prática com o surgimento independente de duas federações regulamentadoras a Robocup(japonesa) e a Fira(sul coreana). Desde então estas duas federações propõem e coordenam as regras deste tipo de competição ao redor do mundo. Dentro de cada federação existem diversas modalidades associadas ao futebol de robôs, cada qual com suas peculiaridades, porém com uma característica principal em comum, a autonomia dos robôs. Ou seja, durante a partida não ocorre intervenção humana que altere diretamente no placar do jogo.

A modalidade mais disseminada no Brasil é a categoria *very small size* derivada da NaroSot da Fira. Isto deve-se a fácil implantação e baixo custo de desenvolvimento em relação as outras modalidades. Um jogo nesta categoria dispõe de três robôs de 7,5 x 7,5 x 7,5 cm para cada time, uma arena de 150 x130cm e uma bola de golfe laranja com 42.7mm de diâmetro e 46g. O intuito é o mesmo do futebol, ou seja, quem fizer mais gols vence a partida. Todas as regras podem ser facilmente encontradas no site da competição brasileira de robótica⁴ (CBR).

Cada robô atua de maneira independente no jogo seguindo comandos recebidos a partir de um sistema de comando central. Para isto, imagens são capturadas a todo instante através de câmeras colocadas acima do campo. Estas imagens são repassadas a um sistema de visão que determina o posicionamento de cada objeto no campo. As informações são então analisadas por um sistema de estratégia que determina qual será a ação que o robô deverá realizar. Estes comandos são passados aos robôs a partir de um sistema wireles de comunicação (figura 1). Assim os robôs serão capazes de interagir com os objetos em cena visando o ganho da partida. (BIAZUS; ROISENBERG, 2009).

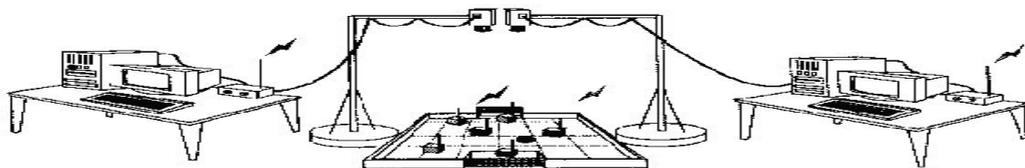


Figura 1. Esquema de um jogo de futebol de robôs.

Fonte: CBROBOTICA, 2015.

O desenvolvimento do projeto de um time de futebol de robôs na categoria em questão pode ser basicamente dividido em quatro módulos principais: mecânica,

⁴ http://www.cbrobotica.org/?page_id=81&lang=pt

eletrônica, estratégia e visão. Cada um dos módulos possui suas funções dentro do projeto. A mecânica é responsável pelo desenvolvimento do robô desde o chassi até a montagem final de rodas e engrenagens. A eletrônica é responsável pelo desenvolvimento do circuito eletrônico que comandará as ações do robô e sua comunicação com o sistema de estratégia. O módulo de estratégia fica responsável por determinar quais as ações que cada robô irá realizar. E, por último o sistema de visão fica responsável por determinar o posicionamento dos objetos na arena(SILVA *et al.*, 2010).

Seguindo o padrão de projeto descrito anteriormente, o qual foi seguido pelo Instituto Federal do Sul de Minas - Câmpus Muzambinho, este artigo tem como propósito descrever o desenvolvimento e funcionamento do sistema de visão do time de futebol de robôs do Instituto. Para tanto, foram estudados recursos computacionais disponíveis na área de Computação Gráfica, tendo como foco desenvolver um sistema de fácil e rápido desenvolvimento que proporcione diversas possibilidades no que diz respeito a manutenção, conservação e evolução do software.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do sistema de visão faz parte de um complexo software de controle central que define o comportamento dos robôs dentro de uma partida de futebol de robôs. Tendo como objetivo criar um software de rápida e fácil implantação, a utilização de uma linguagem de acentuada curva aprendizado e uma biblioteca robusta de visão computacional se tornou indispensável. Após estudos sobre as possibilidades existentes na literatura, ficou definido a utilização da linguagem Python e da biblioteca OpenCV⁵ como linguagem padrão e biblioteca de apoio do sistema a ser desenvolvido. Além disso, para captura das imagens foi utilizada uma webcam LifeCam HD-3000 da marca Microsoft devido à facilidade de adquirir imagens já digitalizadas e de qualidade.

Em um sistema de visão de um time de futebol de robôs na categoria *very small*, definir como os robôs serão identificados é extremamente importante. Por regra cada robô é identificado por duas cores, uma para identificar o time e a outra para identificar o robô (BIANCHI; REALI-COSTA, 2000). No sistema de visão do

⁵ <http://opencv.org/>

time de futebol de robôs da instituição cada robô recebe a marcação é feita a partir de dois círculos sobrepostos. O círculo maior representa o time e o círculo menor identifica o robô individualmente. Esta configuração permite, ao obter o centro dos dois círculos, traçar uma reta de orientação em relação a arena (figura 2).

Para a identificação dos robôs e da bola na arena foi utilizado o algoritmo da transformada de Hough para detecção de objetos circulares. A transformada de Hough é um método padrão para a detecção de formas que são facilmente parametrizadas como: círculos, retas, elipses entre outras. Normalmente, a transformada é aplicada sobre imagens pré-processadas geradas a partir de algoritmos de detecção de bordas. O conceito principal do método desenvolvido por Paul Hough na década de 60, está em definir um mapeamento entre o espaço de imagem e o espaço de parâmetros (PISTORI *et al.*, 2005).

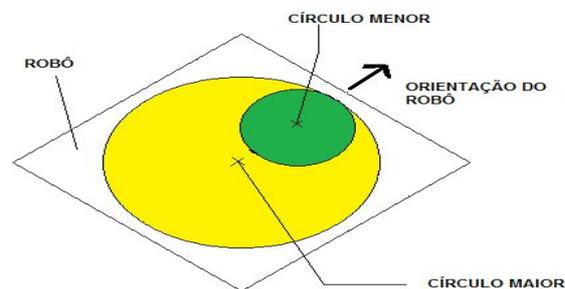


Figura 2. Marcação de identificação dos robôs.

A transformada de Hough possui uma implementação na biblioteca OpenCV, que utiliza o algoritmo de Canny para detecção de bordas como algoritmo de pré-processamento. A função implementada permite identificar círculos com valores de raio variando dentro de um intervalo estipulado. A função retorna a posição central e o raio de até 7 círculos em uma imagem. Com este posicionamento foi possível obter regiões de interesse na imagem, no caso círculos com raios variando de 15 a 30 *pixels*. Após obter, para cada círculo encontrado na imagem, a posição central e o raio, a imagem é fatiada em relação a posição central e o raio, resultando em uma imagem com altura e largura do tamanho do diâmetro do círculo.

A imagem resultante é então transformada em uma imagem no formato HSV. O HSV é um sistema de cores formados pelos canais hue(Matiz), saturation(saturação) e value(valor). Onde a matiz representa a cor dentro do

espectro de cores. A saturação representa a pureza da cor. E o value representa o brilho. Então a partir do histograma do canal H da imagem resultante, a cor predominante na imagem é determinada. Assim determina-se se o círculo encontrado representa um robô de um time ou a bola. Caso a imagem seccionada represente um robô de um determinado time, aplica-se novamente a transformada de Hough, o fatiamento e a análise do histograma do canal H da imagem de forma a obter uma imagem resultante com o círculo que representa o robô individualmente. Por fim, com os centros dos dois círculos é possível determinar o direcionamento do robô.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento descrito na seção anterior foi possível criar um sistema que cobre todas as funcionalidades de um sistema de visão computacional na categoria *very small size*. Porém, ainda não foi possível testar totalmente o seu funcionamento junto ao sistema de estratégia e o módulo de comunicação do time, pois o mesmo se encontra em fase de desenvolvimento. Apesar disto, testes iniciais foram feitos com vídeos e fotos e mostraram que, em 90 por cento dos casos, foi possível identificar o objeto e retornar sua posição dentro da imagem. Na Figura 3 pode ser visto o funcionamento do sistema, onde a detecção de um robô na arena é evidenciada.

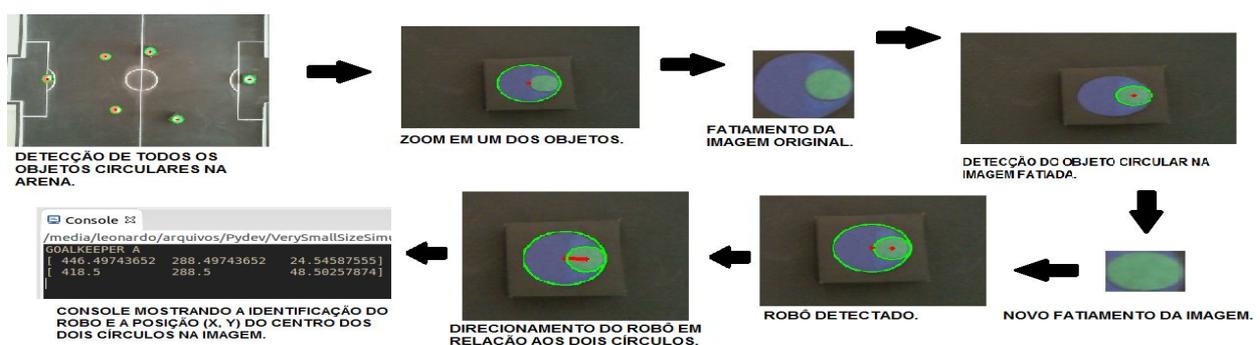


Figura 3. Funcionamento do sistema.

Uma das preocupações em relação ao sistema, está no fato de que a linguagem Python é interpretada e o aumento de funcionalidades pode fazer com que o software se torne lento para uma disputa competitiva. Porém, como a maioria do sistema é embasado na biblioteca OpenCV que é originalmente desenvolvida para a linguagem C/C++ a transição do sistema para uma linguagem compilada ocorreria de forma mais simples.

Além disso, o sistema desenvolvido não possui um sistema robusto para a calibragem das imagens capturadas. Todos os testes foram desenvolvidos com iluminação controlada. Mesmo com este controle, ajustes manuais tiveram de ser feitos durante a captura das imagens. Sendo assim, uma das melhorias propostas consiste do desenvolvimento de um módulo de calibragem para o sistema de visão do time.

CONCLUSÕES

O sistema de visão criado para o time de futebol de robôs do instituto apresentou os requisitos necessários para a identificação dos robôs e da bola nas imagens. Apesar dos testes não terem sido desenvolvidos junto ao sistema de controle e estratégia, as primeiras análises do sistema podem ser consideradas satisfatórias no que diz respeito a confiabilidade e velocidade do sistema. Assim, com a concretização do desenvolvimento do sistema de controle e estratégia espera-se obter um time competitivo para a disputa de competições nacionais.

REFERÊNCIAS

CBROBOTICA. **Competição Brasileira de Robótica**. <<http://www.cbrobotica.org/>>.

FEI. **Centro Universitário da FEI**.

<http://portal.fei.edu.br/pt-BR/pesquisas_projetos/projetos_institucionais/Robo_FEI/futebol_de_robos/Paginas/futebol_de_robos.aspx>

BIANCHI, R. A. C.; REALI-COSTA, A. H. O sistema de visão computacional do time FUTEPOLI de futebol de robôs. In: Congresso Brasileiro de Automática (CBA), Florianópolis, SC, 2000 p. 2156-2161. Disponível em:<<http://fei.edu.br/~rbianchi/publications/cba2000.pdf>>

BIAZUS, C. J.; ROISENBERG, M. Desenvolvimento de uma arquitetura embarcada reativa para agentes autônomos inteligentes, aplicada ao futebol de robôs. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v.31, n. 2, p. 123-132, 2009.

PISTORI, H.; PISTORI, J.; COSTA, E. R.; Hough-Circles: Um módulo de detecção de circunferências para o ImageJ. In: 6º Workshop Software Livre 2005 - WSL 2005, Porto Alegre, RS, Junho 1-4, 2005. Disponível em: <http://www.gpec.ucdb.br/pistori/publicacoes/pistori_wsl2005.pdf>

SILVA, A. T. R.; DA SILVA, H. G.; SANTOS, E. G.; FERREIRA, G. B.; DO SANTOS, T. D.; SILVA, V.S. iBots 2010: Descrição do time. In: Latin American Robotics Competition (LARC 2010), São Bernardo do Campo, SP, 2010. Disponível em: <<http://www.cbr10.fei.edu.br/TDPs/2D/78457.pdf>>