

# VISÃO COMPUTACIONAL PARA FUTEBOL DE ROBÔS. Rodrigo de Camargo Bortholin, Renê Pegoraro, Paulo Henrique Ueda Kaneto - Ciência da Computação - Bacharelado em Ciência da Computação - Departamento de Computação – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru.

## Introdução

O time de Futebol de Robôs da UNESP – Bauru participa da categoria *Small Size* da *Latin-American IEEE Student Robotics Competition* na quais dois times competem por jogo [COSTA PEGORARO 2000]. Cada time é composto por três robôs de tamanho máximo de 7.5 cm x 7.5 cm x 7.5 cm, um sistema de visão global e um computador [FERASOLI PEGORARO 2003]. A bola usada é laranja de golfe, e o campo é uma superfície plana de cor negra. Cada robô tem na parte superior duas etiquetas, cada uma composta por uma cor sólida diferente. No campo são capturadas imagens por uma câmera satélite posicionada a dois metros de altura sobre o centro do mesmo.

O funcionamento do futebol é descrito a seguir. A câmera captura imagens que são processadas pelo módulo de visão computacional para identificar as posições das etiquetas dos jogadores e da bola. Com as posições, é determinada pelo computador a estratégia que deve ser empregada que é traduzida em comandos que são enviados aos robôs pelo rádio. Isso tudo ocorre trinta vezes por segundo sem intervenção humana.

Visão computacional é o estudo e aplicação de métodos que permitem a um computador compreender o conteúdo de uma imagem. Ela vem sendo utilizada para o desenvolvimento de aplicações diversas em áreas como, indústria, medicina, segurança.

Neste trabalho são descritas algumas técnicas que foram utilizadas no aprimoramento do sistema de visão do time de futebol de robôs da UNESP.

## Metodologia

O objetivo deste trabalho foi melhorar o sistema de visão computacional existente no nosso time de Futebol de Robôs. Com este objetivo, considerando o sistema de visão anterior, o tratamento das imagens deveria identificar um número maior de cores em uma imagem com resolução maior de modo a reconhecer os robôs e a bola em campo, com uma precisão maior e melhor qualidade na identificação, sem a ampliação do tempo de processamento.

O algoritmo de separação de cores desenvolvido para atingir tais objetivos é baseado no método de transformação das coordenadas esféricas (SCT) [HYAMS POWELL MURPHY 2000], que possibilita diferenciar as cores dos objetos mesmo com variações na iluminação, o que diminui a possibilidade de interferência sofrida entre cores semelhantes. A figura 1 apresenta uma representação gráfica e a equação de transformação das coordenadas esféricas.

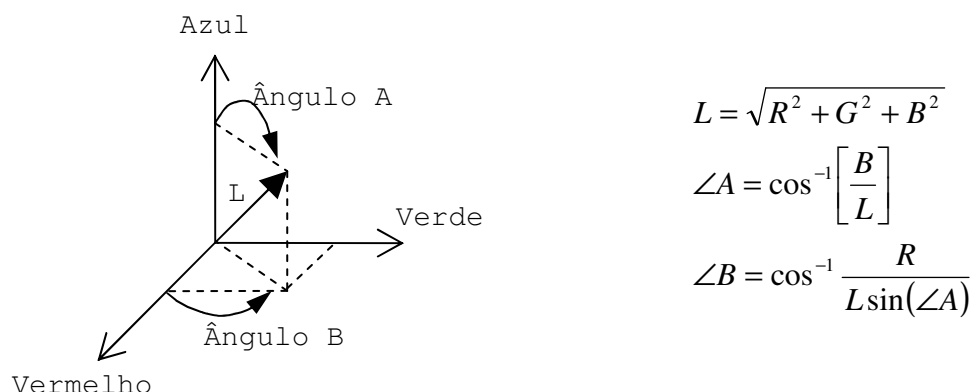


Figura 1 - Transformação das Coordenadas Esféricas

Ao selecionar uma área da imagem para calibragem com uma cor de referência, calcula-se a partir das cores de todos os pixels, as variações de valores do comprimento vetor L, do ângulo A e do ângulo B. Estas faixas de variação obtidas para todas as cores procuradas são armazenadas como faixas de

identificação de cores da calibragem. Com a calibragem concluída, é possível fazer a divisão das cores da imagem.

Como parte da calibragem, através das faixas de valores dos vetores e ângulos da SCT, um vetor de 65536 bytes é gerado como tradutor do padrão RGB (Vermelho Verde Azul, do inglês Red Green Blue), para as cores de referência calibradas. Isso é feito considerando que o índice do vetor – um inteiro de 16 bits – é composto por 3 conjuntos de bits com comprimentos de 5, 6 e 5 bits representando respectivamente cada um dos canais RGB. O RGB é o formato inicial na transformação por ser o mais simples de ser obtido por qualquer equipamento de captura de imagens.

Somente após a calibragem que ocorre apenas no início do processo é que se inicia processamento das imagens desejadas.

Quando uma nova imagem chega ao módulo de visão, cada um dos pixels é então inserido como índice do vetor de transformação, resultando no número da cor de referência calibrada. Deste processo obtém-se outra imagem, pré-processada, muito mais fácil para se identificar os elementos nas cores conhecidas.

Após a separação das cores, o módulo de visão faz um rastreamento na imagem buscando encontrar os BLOBs de cores no campo. Os BLOBs são conjuntos de pixels próximos que possuem a mesma cor, caracterizando para o módulo de visão como um objeto. Destes blocos são calculados seus centros geométricos e determinadas suas coordenadas x, y. As coordenadas ainda receberão um tratamento de otimização e controle de erros para minimizar uma identificação imprecisa dos objetos. Por fim os dados irão para os módulos seguintes do programa.

Foi adotada também a resolução 640x480, fazendo com que a precisão na determinação do ângulo de direção dos robôs fosse melhorada. A maior precisão na determinação da direção dos robôs reduziu a necessidade de correção de suas trajetórias, aumentando a agilidade e a chance do objetivo ser atingido com sucesso.

Este conjunto de definições proporcionou resultados que possibilitaram a manutenção da taxa de captura com uma capacidade de identificação de mais cores sem que fosse afetada a qualidade da imagem, ainda com um menor custo computacional. Investigaram-se três diferentes taxas de captura: 15 bits, 16 bits e 24 bits, sendo escolhida a de 16 bits pelo seu desempenho e boa qualidade de imagem.

As bibliotecas do Microsoft DirectShow® adotadas, devido a sua versatilidade para capturar a imagem para o programa, dão a possibilidade de utilizar diversos tipos de câmeras, tanto para interface de placas de captura PCI, como para interface USB, desde que estas sejam reconhecidas pelo sistema operacional Microsoft Windows®.

## **Resultados**

O método utilizado proporcionou uma boa separação de cores, sendo suficiente para separação de cores semelhantes e minimizou o risco de confundir objetos semelhantes do futebol de robôs. O vetor para a transformação do RGB para a cor desejada, através do padrão SCT, reduziu o custo computacional. Com a resolução adotada (640x480), o vetor de direção dos objetos apresentou uma boa precisão atingindo com eficácia seus objetivos.

## **Conclusão**

O resultado da adoção do método de separação de cores usando SCT mostrou-se capaz de diferenciar cores muito parecidas, reduzindo as falhas causadas pelas variações de luminosidade e pelos ruídos intrínsecos ao dispositivo de captura. Este sistema de visão, incorporado ao programa de futebol de robôs existente no Departamento da Computação da UNESP de Bauru, oferece vantagens sobre o anteriormente existente, permitindo que novos desenvolvimentos sejam realizados no nosso time de futebol de robôs.

## **Referências Bibliográficas**

[CALDEIRA FERASOLI PEGORARO 2005] CALDEIRA, M. A. C; FERASOLI, H. F.; PEGORARO, R. *Expressão Gráfica e Robótica: Experiências Didáticas com Novas Formas de Representação Gráfica*. VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 2005, Recife. 2005.

[COSTA PEGORARO 2000] COSTA, A. H. R. & PEGORARO, R. *Construindo robôs autônomos para partidas de futebol: o time GUARANÁ*, Controle & Automação, SBA, vol. 11, no. 2, 2000

[FERASOLI PEGORARO 2003] FERASOLI, H.; PEGORARO, R. *Implementação de Dispositivos Roboticos para Educação*. Anais do DINCOM 2003. pp. 1939-1955, São Jose dos Campos, São Paulo, Brasil, 18 a 22 de agosto de 2003.

[FERASOLI PEGORARO CALDEIRA 2005] FERASOLI, H. F; PEGORARO, R.; CALDEIRA, M. A. C.; ROSÁRIO, J. M. *Utilização de Robôs Móveis para o Ensino e Formação em Mecatrônica e Inteligência Artificial*. IV CONGRESSO TEMÁTICO DE DINÂMICA, CONTROLE E APLICAÇÕES - DINCON'2005, Bauru. 2005.

[PETZOLD 1998] PETZOLD, Charles. *Programming Windows*. 4.ed. Microsoft Press, 1998.

[HYAMS POWELL MURPHY 2000] HYAMS, JEFF; POWELL ,MARK W.; MURPHY, ROBIN; Cooperative Navigation of Micro-Rovers Using Color Segmentation.In *Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands*. - Autonomous Robots 9, 7–16, (2000)

**Bolsa:** Sem bolsa