GEAR 2008 - Descrição do Time

Carlos Eduardo de Almeida, Wladimir Roberto Alves Junior, Danilo Vasconcellos Vargas, Jose Augusto Stuchi

Universidade de São Paulo - USP
Escola de Engenharia de São Carlos - EESC

***Abstract*—Este artigo descreve o time de 2008 do Grupo de Estudos Avançados em Robótica - GEAR, da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP. São abordados os aspectos técnicos das principais áreas do projeto: Hardware, Visão e Inteligência Artificial.**

I. Introdução

O Grupo de Estudos Avançados em Robótica - GEAR, é um grupo formado por alunos de graduação da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), na Universidade de São Paulo (USP), sob a tutoria do professor Ivan Nunes da Silva. Para garantir melhor organização e permitir o desenvolvimento de projetos de qualidade, o GEAR é dividido em grupos, responsáveis pelas áreas técnicas e administrativas: Hardware, Visão Computacional, Mecânica, Inteligência Artificial, Simulação, Marketing e Recursos Humanos e Administração. O time de 2008 trabalhou no projeto denominado *Super Bala*, que desenvolveu o Robô para a competição F-180 da *V Competição Latino-Americana de Robótica - LARC 2008*.

II. Visão

No futebol de robôs a visão computacional pode ter vários graus de complexidade, dependendo da categoria de robôs e se ela é embarcada ou não. No caso da visão não ser embarcada, todos os objetos (robôs e bola) estão presentes na imagem e, portanto, a varredura para obtenção dos dados torna-se mais simples. Se a visão for embarcada, cada robô tem sua própria imagem que estará limitada à posição e orientação de cada robô no campo, sendo assim os algoritmos de procura tornam-se mais complexos.

No caso da visão computacional do time F180 do GEAR, a visão não é embarcada. Uma câmera é afixada no teto da sala de jogo e o plano do campo é filmado. A partir das informações obtidas pela câmera, o sistema faz o reconhecimento usando algoritmos de classificação de RGB a partir de intervalos pré-determinados para as cores. Depois de reconhecido cada objeto de jogo, o sistema envia os padrões reconhecidos ao sistema de inteligência artificial que tomará as decisões de controle do robô. A Figura 1 ilustra o funcionamento do sistema descrito.

Vale ressaltar que os robôs não se comunicam entre si, uma vez que o reconhecimento de todos os robôs é feito em apenas um servidor, que centraliza todas as informações do jogo. Em qualquer um dos casos a visão computacional sempre é um gargalo de processamento para uma equipe de futebol de robôs, pois a qualidade da informação a ser obtida

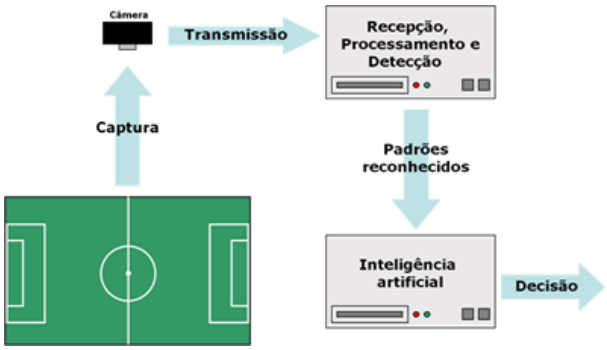

Fig. 1. Funcionamento do sistema de visão

da imagem depende do tempo que se gasta para gerá-la. Assim, um programa de visão computacional para futebol de robôs deve ser em tempo real e os algoritmos devem ser eficientes.

Os dados inicialmente passam por uma calibração. Nessa, as cores dos robôs e da bola são fixadas e a partir daí o processamento de busca e reconhecimento é iniciado. Como cada robô pode possuir mais de uma cor, para sua identificação e orientação, o sistema utiliza algoritmos de hash para agilizar esse processo, melhorando ainda mais o desempenho. O algoritmo de classificação de cores é executado apenas uma vez no início do programa, gerando uma matriz de cores de todos os índices RGB (tamanho: 255 x 255 x 255). A partir dessa matriz, os pixels são classificados diretamente, evitando um grande processamento para a classificação da cor de cada pixel isolado.

O sistema, desenvolvido em C++ usando plataforma QT para Linux, utiliza atualmente um computador Core 2 Duo, 2.4 Ghz, 2 GB RAM, 120 Gb Hard Disk e placa de vídeo GeForce 8500 GT. A câmera utilizada é uma Lumenera Lum330 – CCD com resolução máxima de 2080 x 1536 pixels efetivos.

III. Inteligência Artificial

O time de robôs é primeiramente dividido entre goleiro e linha, aonde o goleiro é responsável por não deixar a bola entrar no gol e ficar sempre protegendo o mesmo, enquanto os outros robôs do tipo linha tem um conjunto de comportamentos baseados em mapas potenciais. Assim, os robôs de linha usam um sistema de Inteligência Artificial (IA) híbrida. Esta IA é composta pelos seguintes comportamentos:

- get_ball - movimenta o robô para chegar na bola
- make_pass - o robô procura e executa um passe

- wait_pass - o robô espera o passe de quem estah com a bola
- shoot - tenta chutar para o gol
- defend - tenta ficar entre a bola e o gol

Esses são os comportamentos possíveis dos robôs, sendo que um dado robo possui um destes comportamentos num dado momento do jogo. Este comportamento do robô é dado por uma função de motivação, a qual é definida por um conjunto de variáveis que favorecem a utilização de um dado comportamento.

Todos os comportamentos citados acima utilizam os mapas potenciais para executar a navegação (quando necessária), ou para tomar uma decisão que leve a execução de um comportamento (como por exemplo, o robô que está menos marcado).

IV. Hardware

O Hardware constitui toda parte eletrônica (física) do Robô. Suas funções envolvem o controle dos Motores, Dispositivo de Chute (Eletrônica de Potência) e comunicação. O controle de todas as partes do hardware é feito através de um microcontrolador PIC, modelo *18F2550* [2], da fabricante Microchip [1].

A. Comunicação

O processo de comunicação envolve o software de integração (*gearmedula*), que envia as ações de controle (movimentação, chute, etc) para uma placa de transmissão (conectada ao PC via USB), que por sua vez, transmite estas informações aos robôs. A comunicação do robô com a placa de transmissão se dá através de um módulo de rádio frequência (Laipac RF24G) que opera na faixa de frequência 2.4 2.524GHz.

B. Eletrônica de Potência

A área Potência é responsável por fazer o controle das "pernas" do robô. Envolve o controle dos motores de movimentação e drible, assim como o dispositivo de chute.

C. Dispositivo de Chute

O dispositivo de chute desenvolvido é composto por uma solenóide (parte mecânica), transistores MOSFET de chaveamento rápido (IGBD) assim como capacitores e um trafo para elevar a tensão até o nivel necessário para disparar a solenóide. Um sistema robusto carrega os capacitores de maneira inteligente, ligando/desligando automaticamente para economia de bateria.

D. Kernel

O Kernel é o software presente no microcontrolador. Este software é desenvolvido em linguagem C, sendo responsável por todo controle das partes do hardware: Comunicação, Driver dos Motores e Dispositivo de Chute.

E. Integração

Cada sub-área do Hardware desenvolve seus módulos separadamente, cada um funcionando sozinho para ver se cumpri com a sua especificação. Após cada módulo testado e aprovado é feito um protótipo com todos os módulos integrados e testados para verificar se não há nenhuma interferência ou erro de integração.

V. Conclusão

Este artigo apresentou uma breve descrição do projeto do time de 2008 do GEAR. Desenvolvido por alunos de graduação, o projeto abrange uma vasta área de engenharia, desde a eletrônica básica e de potência (no hardware), até a computação aplicada, com inteligência artificial e um robusto sistema de visão computacional.

VI. Agradecimentos

O GEAR conta com o inestimável apoio do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP e com o patrocínio das empresas Opto Eletrônica S.A. e Microred Industrial Ltda.

References

[1] Microchip Technology Inc. http://www.microchip.com.
[2] Datasheet, PIC18F2550 - Microchip Technology Inc.
[3] L.V. Allis. Searching for Solutions in Games and Artificial Intelligence. Rijksuniversiteit Limburg, 2000.
[4] M. Theraulaz G. Bonabeau, E. Dorigo. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems. New York, NY: Oxford University Press, 1999.
[5] P. A. Bussab, W. O. Morettin. Estatıstica Basica. Editora Saraiva, 2004.
[6] D. E. Miikkulainen R. Richards, N. Moriarty. Evolving neural networks to play go. Applied Intelligence, 8:85–96, 1998.