TDP da Equipe UaiSoccer de Futebol de Robôs/UFSJ: Informações sobre o Sistema de Software e Estratégias Utilizados na Categoria Small-Size-F180

Ottoni L. C. André e Barbosa B. Leandro

***Resumo*—Neste artigo serão apresentadas informações sobre os softwares que a equipe UaiSoccer de Futebol de Robôs utiliza na categoria small-size da Robocup. Serão levantados aspectos do árbitro eletrônico, visão computacional - ssl-vision, e das estratégias de jogo do time que foram divididas em módulos de ataque e defesa além de módulos residentes que entram em funcionamento dentro de diversas estratégias, como por exemplo o sistema de anti colisão. Antes disso, uma breve introdução falará sobre o futebol de robôs e a UaiSoccer.**

I. Introdução

O futebol de robôs foi uma forma encontrada para incentivar e possibilitar o desenvolvimento de atividades científicas e tecnológicas nas áreas de Inteligência Artificial e Robótica sendo seu principal objetivo promover avanços e benefícios para a sociedade. Podedo-se citar o desenvolvimento da comunicação *wirelles*, aparelhos cada vez mais autônomos, dispositivos e aparelhos eletrônicos cada vez mais independentes e inteligentes, capazes de reconhecer comandos por voz, desenvolvimento de mecanismos autônomos tais como robôs de busca e resgate capazes de operar em ambientes críticos para humanos, tais como desastres químicos, ambientes explosivos, desastres naturais, etc. Dentre diversos outros exemplos cuja aplicação se tornou possível por pesquisas e estudos motivados por desafios, como é caso do Futebol de Robôs.

O futebol de robôs pode ser descrito como uma equipe de robôs que é capaz de jogar futebol, onde esses robôs são projetados para atuar em campo de forma integrada, como uma equipe de futebol de humanos. São estudadas as características de atuação coletiva e implementadas essas características nos robôs, para que estes possam atuar em sua equipe de forma coletiva.

Neste ambiente têm-se todo o trabalho de equipe envolvido, assim como no futebol de humanos, com a diferença dos jogadores serem robôs autônomos, ou seja, eles atuam e se organizam por conta própria, não há nenhuma interferência humana externa.

A Equipe UaiSoccer de Futebol de Robôs da Universidade Federal de São João del-Rei é formada por alunos de graduação dos cursos de engenharia elétrica, engenharia mecânica, ciência da computação, mestrado em engenharia elétrica e mestrado em psicologia. A equipe conta também com a orientação e suporte de quatro professores do curso de engenharia elétrica e um professor do curso de física, tendo como professor coordenador o prof. Dr. Erivelton Geraldo Nepomuceno.

II. Árbitro Eletrônico – *Referee Box*

O árbitro eletrônico é um programa de computador projetado para fornecer uma interface gráfica para o árbitro assistente e comandos de série para as duas equipes concorrentes. O árbitro mantém um registro do tempo restante, pontuação e penalidades.

O árbitro assistente executa o "*Referee Box*" (um computador portátil com cabos serial split) e só entra em jogo no momento em que reinicia ou há paralisações. Quando um jogo está sendo executado o árbitro assistente não faz nada. A única exceção a isso é quando ocorrer o tempo de intervalo.

O protocolo é composto de caracteres simples ASCII, sem paridade, 8 bits de dados e sem controle de fluxo.

É usado um cabo de rede para a comunicação entre o Referee Box e um computador de cada equipe. Os dados são enviados dentro de um pacote UDP várias vezes por segundo para o endereço IPv4 *multicast* 223.5.23.1, porta 10001.

III. Visão Computacional – SSL-Vision

SSL-Vision é o sistema de captura de vídeo que a partir de 2010 deverá ser utilizado pela RoboCup Small Size League (SSL), este sistema conta com duas câmeras acima do campo, uma para cada metade deste. Este conjunto de câmeras é conectado a um servidor de processamento de imagem que transmite a "visão do campo" para as equipes participantes.

Escrito em Agosto de 2010, este trabalho descreve os softwares utilizados pela UaiSoccer Futebol de Robôs na categoria small-size da Robocup. A equipe UaiSoccer é um projeto do GCOM/Depel/UFSJ, Grupo de Controle e Modelagem/Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São João Del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

O. L. C. André é graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de São João del-Rei - MG. (e-mail: andreottoni@ymail.com).

B. B. Leandro é graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de São João del-Rei - MG. (telefone: +55 35 9139-3900, e-mail: leandrobrunhara@gmail.com).

O aplicativo *SSL-VISION* criado em C++, utilizando do Qt toolkit da Nokia, o qual trabalha com o processamento de imagens de câmeras paralelamente. O aplicativo utiliza uma interface gráfica (GUI) que permite ao usuário configurar e ajustar parâmetros como o padrão de cores utilizado por cada equipe e reconhecimento do campo.

Utiliza-se *plugins* de captura de imagens, que produzem uma imagem colorida. Esses dados de imagem são armazenados em um *ring-buffer* que é organizado interiormente em uma espécie de lista cíclica de links (*cyclical linked–list*). O *ring buffer* tem a função de armazenar a última imagem para que se possa trabalhar com ela. E o armazenamento de dados é em base de dados XML.

Depois que todas as regiões tenham sido extraídas da imagem de entrada, a qual já foi capturada e repassada ao servidor, e todas as suas reais coordenadas foram computadas, o fluxo de processamento continua com a execução do *pattern recognition plugin* (plugin de reconhecimento de padrões). A finalidade deste *plugin* é extrair as identidades, localizações e orientações de todos os robôs, assim como a localização da bola. O algoritmo de detecção de padrão interno, foi adotada a partir do sistema de visão da equipe *CMDragons*.

Depois que o *plugin* de reconhecimento de padrões tiver terminado a execução, seus resultados são fornecidos para as equipes participantes via *Multicast* UDP. Os pacotes de dados são codificados usando *Google Protocol Buffers*. Nestes pacotes são fornecidas as posições, orientações e dados de todos os objetos detectados. O *SSL-Vision* é capaz de enviar dados de geometria para os clientes se necessário.

Toda a comunicação do sistema *SSL-Vision* para os clientes é feita através de *Multicast* UDP na porta 10002 e endereço *multicast* 224.5.23.2

Para simplificar a tarefa de entrega de dados, o *SSL-Vision* oferece um código cliente em C++, como amostra para que as equipes possam usar para receber automaticamente e analisar todas as posições e orientações extraídas dos robôs e da bola. Atualmente, o *SSL-Vision* não faz nenhum "sensor de fusão", e entrega os resultados de ambas as câmeras de forma independente, deixando a tarefa de fusão para cada equipes individuais. Da mesma forma, o *SSL-Vision* não executa qualquer movimento de rastreamento ou suavização.

IV. Estratégias

O sistema de inteligência artificial dos robôs é programado em linguagem de nível intermediário, resultando em um misto de rapidez de execução por estar mais próximo do hardware e simplicidade de programação por não ser necessário a programação em linguagem binária ou hexadecimal.

As estratégias são executadas em sistemas de loops contínuos e sofrem a interferência de dados externos que são enviados via protocolo de rede para o software de visão.

O diagrama de blocos da estratégia está definido na figura 1.

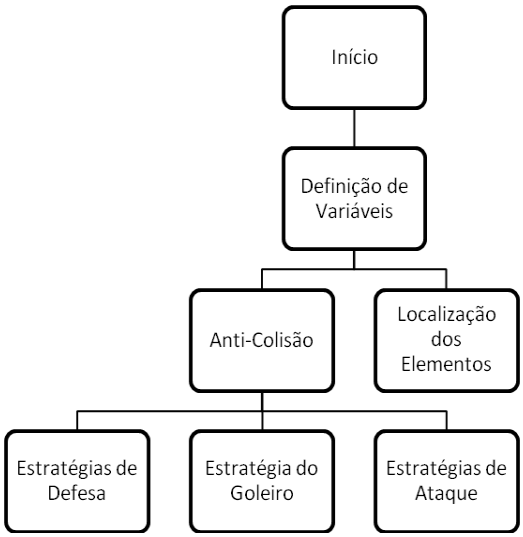

Fig. 1. Diagrama de Blocos da Estratégia.

Seguindo este diagrama, após a ordem de início da estratégia, o sistema de visão alimenta dados dos robôs e da situação de jogo e a partir destas informações a melhor estratégia é acionada para execução como sub-rotina.

Uma estratégia somente pára de executar quando ocorre alguma interação com o árbitro eletrônico ou um comando direto é enviado ao sistema.

A definição dos agentes do software segue a definição proposta por Bianchi (1998):

--Um agente é qualquer coisa que pode ser vista como percebendo seu ambiente através de sensores e agindo sobre este ambiente através de efetuadores;

--Agentes autônomos são sistemas computacionais que habitam algum ambiente dinâmico e complexo, percebem e atuam autonomamente neste ambiente e, fazendo isto, atingem um conjunto de objetivos ou tarefas para os quais foram projetados;

--Um agente é definido como uma entidade de software persistente dedicada a um propósito específico;

--Agentes inteligentes realizam continuamente três funções: percebem as condições dinâmicas em um ambiente; agem para afetar as condições do ambiente; e raciocinam para interpretar as percepções, resolver problemas, realizar inferências e determinar ações;

--Um agente pode ser um sistema computacional baseado em hardware ou (mais habitualmente) em software que possui as seguintes propriedades: autonomia, habilidade social, reatividade e pró-atividade;

--Agentes autônomos são sistemas capazes de ações autônomas e propositadas no mundo real.

A partir dessas definições, apesar de variadas, algumas características básicas que os agentes devem possuir podem ser definidas. Esta lista apresenta uma grande variedade de conceitos, alguns dos quais definem áreas de atuações. O nível cognitivo de um agente define se este faz parte do grupo dos sistemas reativos ou dos sistemas deliberativos (ou ambos); os aspectos sociais são estudados principalmente pelos grupos de Sistemas Multi-Agentes.

Com estas definições podemos determinar a lista básica de ações dos robôs no campo, que pode ser definida como sendo as ações primárias de cada robô.

A. *Ações primárias*

1) Deslocamento: A ação de deslocamento faz com que o robô inicie seu movimento no campo. Variáveis como velocidade de deslocamento, número do robô e direção são informadas para orientar este movimento.

2) Giro: Esta ação inicia toda vez que o cálculo da posição atual do robô e o destino não estiverem em uma reta paralela a reta de deslocamento do robô. Esta ação corrige a direção do robô.

3) Parar: Toda vez que esta ação é iniciada o robô cessa seu movimento, esta ação cancela a lista de instrução para deslocamento e permite o início do deslocamento para outra direção.

Com estas três ações básicas podemos então definir as estratégias de comportamento que serão bases para as outras estratégias.

B. *Estratégias Bases*

Estratégias bases são aquelas que serão acionadas constantemente dentro da execução das estratégias principais. Funcionaram como funções a serem chamadas e executarão saltos na estratégia principal conforme a necessidade.

Sendo bem definidas as funções que chamarão estas estratégias, haverá um ganho de velocidade na troca de uma estratégia caso haja uma opção mais viável.

As estratégias bases são:

1) Busca de Bola: Após acionada, envia como destino para a função de deslocamento do robô sempre a posição atual da bola.

2) Alinhamento para chute: O robô se posiciona de frente para a bola, em um ponto que pertence a um círculo com raio de 200 milímetros e a uma reta que passa pelo gol adversário e a bola. Após esta estratégia, a busca de bola é acionada e posteriormente o chute.

3) Chute: Acionado toda vez que a bola está junto ao robô e há ângulo de chute para o gol adversário.

A partir destas estratégias, todas as estratégias de defesa e ataque podem ser desenvolvidas.

Estas estratégias contarão com rotinas que definem qual a melhor estratégia base a ser acionada.

A única estratégia que segue um modelo diferente é a do goleiro, que faz com que o mesmo sempre se posicione de frente para a bola, dentro de uma área limitada e sempre em um ponto que pertença a uma reta que cruze o gol, a bola e o centro do robô adversário que se posicionar para o chute.

C. *Estratégias de Ataque*

Serão acionadas sempre que o sistema de inteligência definir que há uma condição melhor para atacar do que para defender. Estas estratégias só serão acionadas quando a bola estiver em posse de um dos robôs aliados.

D. *Estratégias de Defesa*

Serão acionadas sempre que o sistema de inteligência definir que houve perda de bola (gerando o regresso imediato dos robôs para suas posições de defesa), saídas de bolas adversárias ou saída de bola em condições de pressão adversária.

E. *Anti-colisão*

O sistema anti-colisão baseia-se na busca das coordenadas x e y de cada robô no campo de jogo. Através da manipulação dessas coordenadas, o sistema é capaz de discernir o melhor caminho, a fim de evitar possíveis colisões. Se, por ventura, um ou mais robôs da Equipe UaiSoccer estiverem posicionados a uma determinada distância em relação aos robôs adversários, o software definirá a melhor trajetória. Para isso, o sistema de anti-colisão sempre define dois possíveis caminhos e a cada momento verifica-se qual provavelmente trará melhor resultado. O sistema anti-colisão leva em consideração a posição do robô em campo, ataque ou defesa, a quantidade de adversários em cada caminho, a proximidade do gol, e também de qual time é a posse de bola.

V. Conclusão

O sucesso de uma equipe de futebol de robôs está diretamente ligado as estratégias da inteligência artificial dos robôs.

Uma boa modelagem e predição das possibilidades encontradas em uma situação real de jogo podem definir o sucesso ou fracasso de uma estratégia.

As estratégias são úteis também para a solução de problemas inerentes as condições externas de jogo como, por exemplo, o déficit de iluminação e problemas mecânicos com os robôs.

Referências

[1] R. A. C. Bianchi, “Uma Arquitetura de Controle Distribuída para um Sistema de Visão Computacional Propositada”. São Paulo, 1998.

[2] A. K. Mackworth, On seeing robots. In A. Basu & X. L. World (Eds.), Computer Vision: Systems,Theory, and Applications (pp. 1–13). Singapore: World Scientific Press, 1993.

[3] S. Zickler, T. Laue, O. Birbach, M. Wongphati, and M. Veloso, SSL-Vision: The Shared Vision System for the RoboCup Small Size League.

[4] T. L. Bárbara, M. Matheus, “Estudos sobre o Referre Box,” 2010.

[5] M. S. Bruno, S. P. Luciano e S. P. Rafael, “Estudo do SSL-Vision,” 2010.