

## BAHIA-PV: O TIME DE FUTEBOL DE ROBÔS EM AMBIENTE DE REALIDADE AUMENTADA

HUGO SILVA<sup>1</sup>, FÁBIO FERREIRA<sup>2</sup>, MARCO A. C. SIMÕES<sup>1,2,3</sup>, JESSICA MEYER<sup>1</sup>, HELDER ARAGÃO<sup>3</sup>,  
RICARDO LIMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Núcleo de Arquitetura de Computadores e Sistemas Operacionais (ACSO)*

*Universidade do Estado da Bahia (UNEB)*

*Rua Silveira Martins, 2555, Cabula. Salvador – BA – Brasil*

<sup>2</sup> *Faculdade Ruy Barbosa (FRB)*

*Rua Theodomiro Batista, 422, Rio Vermelho – BA – Brasil*

<sup>3</sup> *Grupo de Pesquisa em Computação Inteligente (GPCI)*

*Centro Universitário da Bahia (FIB)*

*Rua Xingu, 179, STIEP. Salvador – BA - Brasil*

*E-mails:* hugodaluz@gmail.com, fabioferreira16@gmail.com, msimoes@uneb.br,  
jessy.meyer@gmail.com, helder@fib.br, ricardolima\_uneb@yahoo.com.br

**Abstract**— This paper describes the activities of the research group Bahia Robotics Team (BRT) in preparation of the Bahia-PV team for the Physical Visualization(PV) Sub-League, disputed for the first time in RoboCup 2007 at Atlanta. In this paper we give an overview of this new sub-league, and present the proposal for the architecture and strategies of a robotic soccer team in PV environment. We also present new applications that explores the potentiality of the PV environment.

**Keywords**— RoboCup, Robotic Soccer, Augmented Reality, Robotics Education.

**Resumo**— Este artigo descreve as atividades do grupo de pesquisa Bahia Robotics Team (BRT) na preparação do time Bahia-PV para a sub-liga Physical Visualization(PV), disputada pela primeira vez na RoboCup 2007 em Atlanta. Neste artigo descrevemos essa nova sub-liga, a arquitetura e estratégias propostas para a implementação de um time de futebol de robôs no ambiente PV. Também apresentamos a proposta de novas aplicações para explorar as potencialidades do ambiente PV.

**Palavras-chave**— RoboCup, Futebol de Robôs, Realidade Aumentada, Robótica Educacional.

### 1. Introdução

A RoboCup é uma iniciativa internacional que visa encorajar pesquisas na área de inteligência artificial e robótica inteligente, com o objetivo de capacitar robôs para a realização autônoma de atividades e formação de equipes na realização de tarefas cooperativas. Criada em 1996 (KITANO et al., 1997), a RoboCup fornece um problema padrão, o Futebol de Robôs, onde variadas linhas de pesquisa podem ser integradas e examinadas, tais como: desenvolvimento de agentes autônomos, colaboração entre agentes, raciocínio em tempo real e robótica. A principal meta da RoboCup é desenvolver até 2050 um time de robôs humanóide completamente autônomo que possa vencer os atuais campeões

mundiais de futebol humano. Esse desafio ambicioso já se tornou um objetivo compartilhado entre a comunidade de IA e robótica.

A sub-liga Physical Visualization (PV) é um das sub-ligas dentro da Liga de Futebol Simulado da RoboCup. Nessa categoria serão utilizados mini robôs CITIZEN que irão se mover em uma tela plana rígida (TV ou monitor) usada para projetar um campo de futebol virtual e também outros objetos virtuais, como bolas. Essa integração de elementos virtuais gerados por computador com o mundo real é conhecida como Realidade Aumentada (RA). Essa composição tem o objetivo de aprimorar a percepção sensorial e pode ser entendida como uma forma de

interface homem-máquina que não tem um único foco de atenção (ZORZAL et al., 2005).

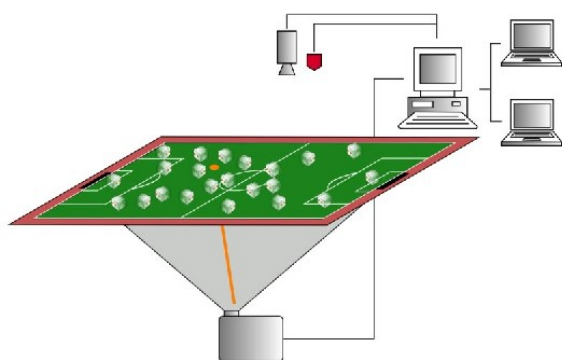


Figura 1: Configuração do Ambiente de Realidade Aumentada da sub-liga Physical Visualization. (Physical Visualization, 2007)

A figura 1 apresenta a configuração da RA nessa nova categoria: uma câmera acima da tela, usada para localizar os robôs e retransmitir para um simulador do campo de futebol. Os mini robôs são controlados por agentes externos que conectam ao simulador e adquirem informação sobre o estado atual do jogo através da rede. Essa estrutura de realidade aumentada oferece grande flexibilidade e possibilita uma grande variedade de aplicações.

Esses robôs serão produzidos com um custo relativamente baixo para que seja uma plataforma atraente para escolas e instituições de pesquisa com baixo orçamento. Além disso, a possibilidade de adaptação da Realidade Aumentada torna os robôs adequados para o uso como uma ferramenta didática para educação em uma variedade de temas. Assim, os mini robôs podem ser utilizados preenchendo uma lacuna existente entre a *RoboCupJunior* e as ligas mais avançadas, onde na maioria das vezes estudantes de mestrado e doutorado estão envolvidos. (Physical Visualization, 2007)

## 2. Arquitetura de Hardware

Cada robô vem equipado com um painel de comando formado por um microcontrolador PIC18LF1220, da família de microcontroladores PIC18 de 8bits, que possui 4kb de memória de *flash* reprogramável, além de um sensor de Infravermelho para receber os comandos gerados pelo PC. Possui ainda baterias recarregáveis, que permitem maior

flexibilidade, longevidade e aumento considerável no desempenho do motor, que foi feito sob encomenda baseado no motor do relógio de pulso Eco-Drive, da CITIZEN. Esse robô pode ser visto na Figura 2.



Figura 2: Imagem do Eco-Be

Os requisitos para a montagem do ambiente pode ser encontrado no manual fornecido pelos organizadores da sub-liga PV (YANAGIMACHI & GUERRA, 2007) e são os seguintes:

- Os mini robôs CITIZEN com as baterias carregadas.
- Uma câmera compatível com o padrão IEEE1394 instalada no computador juntamente com as bibliotecas para seu controle e os arquivos de calibração para detecção dos robôs.
- Um transmissor infravermelho baseado no LIRC (Linux Infrared Remote Control) ou IRTrans instalado e uma aplicação fornecida escutando um socket TCP/IP.
- Uma aplicação cliente capaz de se comunicar com o servidor via UDP para troca de informações e controle dos robôs.

## 3. Software

A arquitetura de software utilizada pelo servidor está conceitualmente baseada nas utilizadas pelas ligas de simulação, garantindo que os jogadores sejam programados individualmente como agentes isolados. Essa arquitetura permite grande

flexibilidade na simulação de sensores e atuadores ainda não implementados nos robôs.

Atualmente, o servidor funciona conectado a um transmissor infravermelho e a uma câmera compatível com o padrão IEEE1394 para receber o feedback da posição dos robôs. Essa aplicação é responsável por gerar a informação sobre os objetos ao redor do jogador de acordo com sua posição no campo. Ao receber os dados, o cliente pode começar a tomar decisões de acordo com o estado do jogo e enviar os comandos dos movimentos que o robô deve executar ao servidor que decidirá se as instruções serão repassadas ou não na forma de comandos infravermelhos, dependendo do estado do jogo.

### 3.1 Agente Proposto

Com base na arquitetura disponível ficou definido que seria utilizado o Bahia2D (SIMÕES et al., 2007) como base para desenvolvimento do agente da sub-liga PV. Essa escolha foi influenciada pela experiência dos integrantes do grupo de pesquisa que trabalham com esse time e pelo bom desempenho do mesmo que está classificado na categoria simulação 2D na RoboCup 2007.

Esse agente é baseado no UvA Trilearn (BOER & KOK, 2002) e possui rotinas implementadas utilizando Lógica Fuzzy (ZADEH, 1965) e Redes Neurais Artificiais (HAYKIN, 2001). A arquitetura atual foi inspirada no agente cognitivo do Mecateam (COSTA et al., 2006) e está dividida em três camadas interrelacionadas, como pode ser visto na Figura 3.

- O Nível Reativo é a camada mais baixa onde as ações são executadas e as percepções recebidas. É através dela que o agente se comunica com o servidor, através dos métodos do UvA Trilearn.
- O Nível Instintivo, segunda camada, é onde as informações que chegam do servidor são tratadas e analisadas pelos diversos métodos de tomada de decisão. Alguns desses métodos utilizam Redes Neurais Artificiais (RNA) e Lógica Fuzzy e estão relacionados ao posicionamento, marcação, decisões para passe, chute à gol e ao controle de energia.

- O Nível Cognitivo, terceira camada, ainda está em fase de implementação no Bahia 2D e será o responsável pelos planos e metas do time com base nas informações dos níveis inferiores.



Figura 3: Divisão em camadas da arquitetura proposta. Adaptado de (COSTA et al., 2006).

## 4. Possibilidades Futuras

Usando a configuração de RA sugerida, podem ser usadas projeções de características ambientais que cercam os robôs ao invés de objetos reais ou arenas. Entre as vantagens principais de usar este ambiente de RA, pode ser mencionada a grande flexibilidade na criação de novas aplicações devido ao controle de parâmetros e características dos objetos virtuais. Por exemplo, o diâmetro da bola e sua dinâmica podem ser facilmente modificados.

## 5. Novas Aplicações

A RoboCupJunior (RCJ) é um projeto de robótica educacional orientado para jovens estudantes com foco na educação, estimulando um ambiente de desenvolvimento para expandir o conhecimento e despertar a curiosidade sobre tecnologia. A RCJ começou em 1998, com uma demonstração na RoboCup-98 em Paris. Atualmente, a RoboCupJunior consta de três desafios: futebol, resgate e dança, havendo também diferentes categorias por faixa etária (RoboCupJunior, 2007). Estabelecer uma transição na RoboCup, da categoria júnior para sênior, se tornou um grande desafio. A sub-liga PV, através dos mini robôs da Citizen, viabiliza uma maior integração entre os dois níveis por proporcionar um ambiente físico e simulado que não necessita da intervenção de engenharia no

desenvolvimento dos projetos pelos jovens estudantes (Physical Visualization, 2007).

O ambiente proposto pela PV, apesar de estar um pouco distante dos projetos realizados na RCJ, é o caminho mais propício para a continuidade dos estudantes oriundos da RCJ em direção às pesquisas avançadas desenvolvidas nas ligas avançadas da RoboCup. A Physical Visualization proporciona uma integração entre universidades (cujos pesquisadores desenvolverão novas aplicações e jogos para a PV) e escolas (onde os alunos utilizarão os resultados das pesquisas produzidas na universidade), preenchendo a lacuna entre os dois níveis.

Além do jogo de futebol já disponível originalmente na PV, é interessante a criação de outros jogos e desafios que possam atingir os diversos níveis de estudantes. Uma proposta que será desenvolvida pelo grupo Bahia Robotics Team, visando a utilização com estudantes avançados da RCJ e, ou, graduandos iniciantes da área de tecnologia, como ferramenta em disciplinas de introdução à programação, inteligência artificial, entre outras é o Labirinto do Minotauro (BULFINCH, 2006). A proposta está descrita na próxima subseção.

### 5.1. Proposta do Jogo

A proposta é um jogo baseado no mito do minotauro, frequentemente implementado, por possibilitar conceitos tradicionais de procura, lógica e sistemas especialistas (KUMAR, 2001), em disciplinas de introdução à programação e inteligência artificial. O jogo Labirinto do Minotauro confronta duas equipes que devem programar dois robôs cada, o Minotauro e Teseu.

O mapa do jogo, o labirinto, estabelece duas saídas/entradas, uma para cada equipe, na qual os robôs que representam a figura de Teseu deverão entrar para resgatar os atenienses (círculos azuis e vermelhos, ver figura 4) do labirinto. Os robôs minotauros deverão sair do centro do labirinto e “devorar” os atenienses da equipe adversária. Quanto a pontuação, cada ateniense “devorado” deverá valer metade dos pontos estabelecidos para os atenienses resgatados pelo robô Teseu.

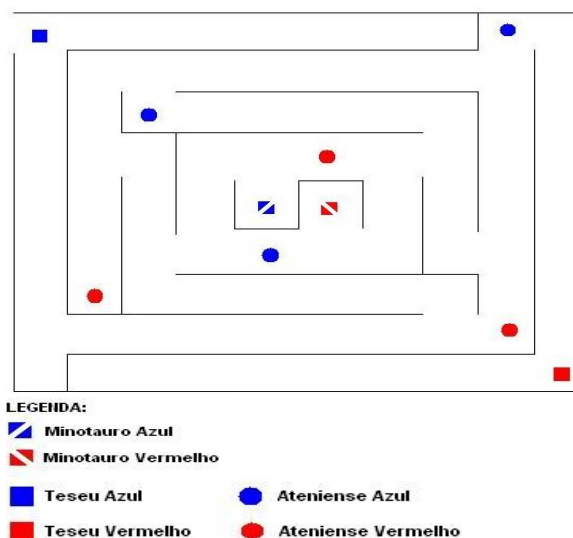


Figura 4: Mapa do Labirinto

O jogo proporciona níveis diferentes de forma que, num nível iniciante, os atenienses são projeções gráficas, parados em locais aleatórios dentro de um perímetro específico. Já num nível mais avançado, os mesmos podem ser agentes autônomos (programados pela equipe) que estarão em constante movimento no labirinto, podendo fugir do minotauro adversário, porém não podem sair do labirinto sem a “liderança” de Teseu (o robô). Nesta nível, é possível que os atenienses procurem o “seu Teseu” para serem resgatados.

O ambiente de realidade aumentada proporciona uma maior dinâmica nos desafios propostos, pois possibilita alterações no cenário como, por exemplo, as paredes do labirinto se reorganizarem, ampliando a complexidade do jogo.

### 5.2. Outras Propostas

Durante a RoboCup Atlanta 2007, uma outra proposta de jogo foi idealizada, baseada no jogo de xadrez, no qual os mini-robôs da Citizen serão peças controladas pelo simulador para desafiar oponentes humanos. No intuito de baratear a nova aplicação, ao invés da tela touch-screen (sensíveis ao toque), as peças originais do jogo receberiam as imagens que criariam avatares para que o simulador possa avaliar a movimentação das peças conduzidas pelo humano. Uma outra alternativa a tela touch-screen seria colocar um marcador no dedo do jogador humano para que a câmera, do próprio ambiente PV, consiga captar para onde o jogador deseja mover a sua peça virtual. Assim, utilizando o próprio

ambiente físico do PV, torna-se possível simular uma tela touch-screen. Isso abre um leque para inúmeras outras aplicações, sem ser necessário novos gastos com equipamentos.

A opção pelo xadrez faz jus não apenas para referenciar o jogo de tabuleiro que por muitos anos serviu de modelo para o desenvolvimento da inteligência artificial, mas por ser um estímulo a aprendizagem através de jogos, objetivando proporcionar o aumento da capacidade de abstração e lógica para estudantes (enxadristas), como também, fomentar o desenvolvimento de pesquisas em robótica e áreas afins.

## 6. Conclusão

Esse artigo apresentou os primeiros passos do grupo Bahia Robotics Team na nova sub-liga da Robocup, a Physical Visualization. Atualmente o planejamento da arquitetura dos agentes jogadores de futebol e a adaptação do time Bahia2D para essa nova categoria estão em progresso. Estes resultados foram parcialmente apresentados na Robocup 2007 em Atlanta e estarão aprofundados no Robocup Brazil Open 2007 em Florianópolis.

Além disto, o grupo tem trabalhando também no desenvolvimento de um nova aplicação baseada no mito do minotauro, que apresenta uma adaptação do ambiente de realidade aumentada para a aprendizagem de raciocínio lógico, algoritmos e estratégias de busca em inteligência artificial. Os objetivos desta aplicação são direcionados a estudantes do ensino médio, técnico e graduandos iniciantes, numa clara integração entre a universidade e a escola. Esta aplicação alia-se também aos objetivos da sub-liga PV de preencher a lacuna existente entre a Robocup júnior e as ligas mais avançadas da Robocup.

## Referências

BOER, Remco de; KOK, Jelle. *The Incremental Development of a Synthetic Multi-Agent System: The UvA Trilearn 2001 Robotic Soccer Simulation Team*. Amsterdam: Faculty of ScienceUniversity of Amsterdam, Dissertação

de mestrado para Inteligência Artificial e Ciência da Computação. Amsterdã, Holanda, 2002.

BULFINCH, Thomas. *O livro de ouro da mitologia: histórias de deuses e heróis (a idade da fábula)*. Tradução Luciano Alves Meira. São Paulo: Martin Claret, 2006. 467p.

COSTA, Augusto Loureiro da, JÚNIOR, Orivaldo Vieira Santana, SOUZA, João Paulo Rocha de, LINDER, Marcelo Santos. *MecaTeam: Um sistema Multiagente para o futebol de robôs simulado baseado no Agente Autônomo Concorrente*. ENRI - III Encontro de Robótica Inteligente, Campo Grande, 2006.

*RoboCupJunior*. Disponível em: <http://www.robocupjunior.org>. Acesso em 20 jun. 2007.

*Physical Visualization*. Disponível em: <http://er04.ams.eng.osaka-u.ac.jp/ecobe-robocup>> Acesso em: 20 jun. 2007.

SIMÕES, Marco Antonio C.; LUZ, Hugo; MEYER, Jessica; SOUZA, V.; VIEGAS, S.; ARAGÃO, Helder. *Controladores Fuzzy para Agentes Robôs Jogadores de Futebol*. In: Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica e Graduação Bahia-Alagoas-Sergipe, 2007, Vitória da Conquista. Anais da 7a Escola Regional de Computação Bahia-Alagoas-Sergipe. Porto Alegre: SBC, 2007. v. 1.

KITANO, Hiroaki; ASADA, Minoru; KUNIYOSHI, Yasuo; NODA, Itsuki; OSAWA, Eiichi. *RoboCup - The Robot World Cup Initiative*. Japão, 1997.

KUMAR, Artur N. *Robotics.edu*. Using robots in an undergraduate artificial intelligence course: an experience report. In: 31th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 10 - 13, 2001 Reno, NV. Disponível em: <http://agents.sci.brooklyn.cuny.edu/robotics.edu/education.php>>. Acesso em 20 jun. 2007.

YANAGIMACHI, Shinzo; GUERRA, Rodrigo da S. *CITIZEN Micro Robot's REFERENCE MANUAL*, Osaka University, 2007. Disponível em: <http://er04.ams.eng.osaka-u.ac.jp/ecobe-robocup/files/robot-manual.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2007.

ZADEH, L. A. *Fuzzy Sets – Information and Control*. University of California, Berkeley, California, Estados Unidos, 1965.

ZORZAL, E. R.; BUCCIOLI, Arthur A. B.; KIRNER, Claudio. *Desenvolvimento de Jogos em Ambiente de Realidade Aumentada*. In: SBGAMES2005 - Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entrenimento Digital, 2005, São Paulo - SP. WJOGOS2005 - IV Workshop Brasileiro de Jogos e Entreenimento Digital, 2005. p. 152-161.