

RoboCup Simulation 2D: Uma Perspectiva Evolutiva Tecnológica (Junho 2010)

Gallinari, Daniel Bruno¹, *Aluno da disciplina IA009, FEEC, UNICAMP*

Resumo - A RoboCup é uma competição de frequência anual que fomenta áreas do conhecimento como Inteligência Artificial, Robótica e Agentes Autônomos Inteligentes. Neste contexto, o presente trabalho extrai três modelos utilizados em épocas distintas da referida competição, fazendo uma análise evolutiva acerca das técnicas e comportamentos apresentados em cada um deles. Ao final, conclui-se que não somente os clientes, mas também o servidor sofreu alterações que o colocam cada vez mais próximo da simulação do mundo real.

Abstract - RoboCup is an annual competition that promotes areas as Artificial Intelligence, Robotics and Intelligent Autonomous Agents. In this context, this paper draws three models used at different times of that competition, making an evolutionary analysis about the techniques and behaviors presented in each. Finally, we conclude that not only customers but also the server has changed, being ever closer to the simulation of the real world.

Index Terms— Multi-Agent Systems, RoboCup, Autonomous Agents, Agents, Krislet, CMUnited, WrightEagle

I. INTRODUÇÃO

A ROBOCUP é uma competição que acontece anualmente desde 1997 e desde então, vem sendo um evento importante para o avanço de áreas como Robótica e Inteligência Artificial. Atualmente, existem 4 (quatro) grandes domínios no âmbito da competição: *RoboCupSoccer*, *RoboCupRescue*, *Robocup@Home* e *RoboCupJunior*.

O presente trabalho faz referência ao primeiro domínio – *RoboCupSoccer*, mais especificamente, à subárea *Simulation 2D*. Trata-se de um modelo de simulação de um jogo de futebol, onde um número predeterminado de agentes conecta-se a um servidor na forma de duas equipes, sensoreando e atuando sobre o ambiente, de modo a alterá-lo em seu favor (fazer gols e vencer a partida). Vale lembrar que não existe intervenção humana durante o jogo, cabendo somente aos agentes tomarem as decisões conforme inteligência a eles inerente.

As áreas do conhecimento alinhadas a este subconjunto da referida competição englobam - mas não limitando-se a - Inteligência Artificial e Agentes de Software.

No decorrer das edições da *RoboCup*, diversas equipes internacionais empenharam-se em desenvolver uma

inteligência cada vez mais próxima da inteligência humana, publicando seus avanços na comunidade acadêmica para futuras pesquisas por meio de *websites* e trabalhos científicos relacionados.

Neste contexto, o presente trabalho visa extrair a evolução tecnológica de 3 (três) diferentes modelos de agentes utilizados e desenvolvidos em épocas diferentes, demonstrando os avanços percebidos em diversas áreas do conhecimento.

Ao final, é feito um prospecto dos possíveis próximos estudos acerca das áreas abrangidas pela *RoboCupSoccer Simulation 2D*.

II. ROBOCUP

A. Motivação

Desde o início da década de 90, quando Rodney Brooks argumentou que a melhor maneira de se desenvolver Inteligência Artificial era na robótica, as pesquisas nesta área tiveram considerável avanço. Esta visão também tem ligação com o surgimento dos sistemas multi-agentes.

A opção por um ambiente simulado embasa-se nas seguintes idéias:

- foco nas tarefas que se deseja estudar: apresentando resultados mais palpáveis para um trabalho científico;
- ambiente sob controle: o ambiente não está sujeito a interferências externas, já que é um ambiente computacional controlado;

A *RoboCup* possui outras versões da modalidade *RoboCupSoccer*, cada uma mostrando foco na evolução de uma área do conhecimento. A escolha pela *Simulation 2D* vai de encontro ao foco apresentado em Inteligência Artificial e Agentes de Software. As demais modalidades também exploram estas linhas, mas com foco em Robótica (ligas *Middle-Size*, *Humanoids* e *Small Size*).

Vale ressaltar que em nenhuma destas ligas existe intervenção humana nas decisões por parte dos robôs (jogadores).

B. Contexto

A *RoboCup Soccer Simulation 2D* possui a seguinte estrutura básica de funcionamento:

- um SERVIDOR, o qual fornece informações sobre o ambiente e o atualiza conforme os eventos recebidos. Cada atualização é denominada CICLO e executa ações de todos os agentes presentes no ambiente; cada segundo é dividido em

¹ Daniel Bruno Gallinari é aluno da disciplina “IA009 – Introdução à Teoria de Agentes”, ministrada pelo Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Gudwin, FEEC, UNICAMP. (contato: dbgallinari@gmail.com) RA 042731.

dez ciclos [1].

- JOGADORES, agentes autônomos inteligentes que atuam no ambiente por meio de sensores e atuadores, os quais devem receber informações, processá-las e enviá-las, preferencialmente em um tempo inferior a 1 CICLO [1].

- duas EQUIPES, formadas por um ou mais JOGADORES cada, implementando assim, um sistema multi-agentes. Elas simulam o comportamento coletivo humano e usufruem de um software, aqui denominado CLIENTE, para controlar cada agente.

É possível fazer aproximações entre equipes de robôs móveis e equipes de agentes de software (“*webots*”: vasculham a web; e “*knowbots*”: fazem mineração de dados). Estas similaridades não são acidentais; agentes físicos e computacionais caem em uma área de pesquisa da Inteligência Artificial muitas vezes chamada de Inteligência Artificial Distribuída (IAD) [2].

A *RoboCup Soccer Simulation 2D* parte da premissa de que a natureza parece funcionar na forma de uma sociedade de agentes [3]. Dentre os objetivos existentes para sua prática, destacam-se:

- teste eficiente de teorias sobre o funcionamento da mente humana;

- criação de agentes que possam auxiliar na execução de tarefas perigosas ou enfadonhas;

Segundo os organizadores da *RoboCup*, uma meta da competição é: “Por volta do ano 2050, desenvolver uma equipe de robôs humanóides totalmente autônomos capazes de derrotar a equipe humana dos campeões mundiais de futebol sob as regras vigentes da FIFA” [4].

Segundo Floyd (2008), agentes de software frequentemente precisam operar em ambientes em que eles devem reagir em tempo real. Este é o caso dos jogadores acima descritos, já que o processamento da informação e a escolha de uma ação não devem ultrapassar um ciclo, a fim de manter alta eficiência.

Além disso, os jogadores são expostos a um conhecimento limitado do modelo de mundo, fazendo com que o ambiente seja apenas parcialmente conhecido [5]. A Figura 1 exemplifica este fato, apresentando o campo de visão de um determinado jogador em três pontos distintos do tempo. A Tabela 1 analisa os objetos observados por este jogador nos mesmos três pontos do tempo.

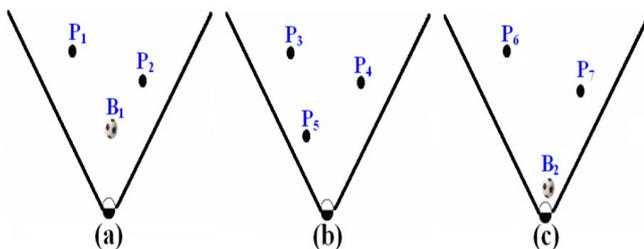


Figura 1. Representação gráfica do campo de visão de um jogador em três diferentes momentos [5].

Field of Vision	Balls	Players
(a)	B_1	P_1, P_2
(b)		P_3, P_4, P_5
(c)	B_2	P_6, P_7

Tabela 1. Os atributos de cada campo de visão da Figura 1.

Os objetos existentes no ambiente englobam (1) bola, (2) bandeiras, (3) linhas de fundo, (4) redes ou traves, (5) companheiros de equipe, (6) adversários e (7) jogadores desconhecidos (fora do campo nítido de visão) [5].

III. CLIENTES ANALISADOS

O presente trabalho se valerá da análise de três clientes utilizados em épocas distintas da *RoboCup Soccer Simulation 2D*. São eles: Krislet, CMUnited e WrightEagle.

A. Motivações

A escolha de cada um destes clientes tem um embasamento específico. Esta seção se dedica à exposição das principais motivações que findaram no presente estudo.

Krislet: foi um dos primeiros clientes desenvolvidos e é citado por diversos autores como um parâmetro de comparação para outras tecnologias. Implementa um comportamento bastante simples e surpreendentemente eficiente: “vire-se para a bola, corra até ela e tente chutá-la!” [5].

CMUnited: foi bi-campeão da competição nos anos de 1998 e 1999. Venceu a edição de 1998 sem tomar gols. Isto chama a atenção para o fato de que tal técnica mostrou-se superior a qualquer outra utilizada naquele ano. Isto, somado a outros fatores, culminou na escolha da mesma para o presente estudo.

WrightEagle: desde a edição de 2005 (Japão), vem se mostrando bastante forte, projetando-se entre os finalistas da competição em todas as oportunidades (de 2005 a 2010). Bicampeã da categoria (2006 e 2009) e vice-campeã nas edições de 2005, 2007, 2008 e 2010. Tal retrospecto colocou esta implementação no “menu de opções” deste estudo.

B. Especificações Técnicas

Esta seção lista as diferentes técnicas encontradas em cada um dos três clientes analisados.

Krislet: são agentes reflexivos que utilizam uma técnica conhecida como Case-Based Reasoning (CBR), que consiste em tomar decisões baseadas em casos semelhantes já contidos em sua base [5].

CMUnited: este cliente possui arquitetura de aprendizado em camadas e já conta com técnicas que implementam estratégias de formação da equipe [5] (podendo ativar uma formação defensiva ou ofensiva, conforme conveniência) e comunicação entre os agentes Além disso, introduziu um conceito denominado *Strategic positioning using attraction and repulsion* (SPAR), que posiciona o agente em campo nos momentos em que ele encontra-se longe da bola [6].

WrightEagle: inserido em um contexto mais recente, pôde usufruir de novas ferramentas e características apresentadas

pelas novas versões de *soccerserver* (servidor). Dentre elas, destacam-se:

- Modelo de decisão de corrida;
- Modelo de decisão de chute;
- Como economizar *stamina* (*How to save Stamina*);

C. Análise Comportamental

Esta seção visa demonstrar o comportamento dos clientes *CMUnited* e *WrightEagle* por meio de uma seqüência de movimentos durante um jogo de final da *RoboCupSoccer Simulation 2D*. Não foi encontrado material referente ao *Krislet* para análise.



Figura 2. Ciclo 1609 da final da edição de 1998: *CMUnited*.



Figura 3. Ciclo 1620 da final da edição de 1998: *CMUnited*.



Figura 4. Ciclo 1633 da final da edição de 1998: *CMUnited*.



Figura 5. Ciclo 1641 da final da edição de 1998: *CMUnited*.

As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram quatro situações de posse de bola da equipe *CMUnited* em uma seqüência que evolui de 8 a 13 ciclos figura a figura [7].

É possível perceber o posicionamento dos jogadores sem posse de bola da equipe *CMUnited*, ativando uma postura ofensiva: na Figura 2, existem 6 jogadores de linha posicionados atrás da linha do meio-de-campo; na Figura 5, são somente 4, contabilizando os mesmos 6 à frente desta linha (em postura ofensiva). Isto ocorre porque no momento correspondente à Figura 2, a equipe *CMUnited* (jogadores vermelhos) acabara de recuperar a posse de bola, saindo então de uma postura estritamente defensiva para ativar uma formação ofensiva sobre o adversário. Esta série de eventos demonstra duas características agregadas ao *CMUnited*: estratégias de formações e SPAR.

As figuras que seguem mostram o comportamento da equipe *WrightEagle*, que figurou na segunda colocação da edição de 2010, em Cingapura. Trata-se de uma seqüência de ciclos correspondentes ao jogo da fase final desta edição, entre *WrightEagle* (China) e *Helios2010* (Japão). Vale lembrar que são 12 (doze) anos de intervalo temporal entre as equipes analisadas, de modo a explicitar a evolução tecnológica percebida, foco do presente trabalho.



Figura 6. Ciclo 3540 da final da edição 2010: *WrightEagle*.



Figura 7. Ciclo 3545 da final da edição 2010: *WrightEagle*.



Figura 8. Ciclo 3550 da final da edição 2010: *WrightEagle*.



Figura 9. Ciclo 3555 da final da edição 2010: *WrightEagle*.



Figura 10. Ciclo 3561 da final da edição 2010: *WrightEagle*.

As Figuras 6, 7, 8, 9 e 10 denotam uma série de eventos

ocorridos em posse de bola da equipe *WrightEagle* em uma seqüência que evolui aproximadamente 5 ciclos figura a figura [8].

A priori, é possível perceber uma diferença no intervalo de análise necessário para a percepção da movimentação dos jogadores; enquanto a equipe *CMUnited* foi capturada em intervalos que variavam entre 8 e 13 ciclos, *WrightEagle* demandou uma média de 5 ciclos para que fosse possível acompanhar seus movimentos. Isso mostra a velocidade com que o jogo de 2010 se desenrolou: passes e decisões mais ágeis e conseqüentemente, uma maior percepção de jogo.

Ademais, a evolução do servidor (*soccerserver*) é evidenciada em alguns eventos como o cartão amarelo mostrado ao lado de um jogador da equipe amarela (*Helios2010*) e a direção do chute do jogador apontada na Figura 6.

Dentre outras características inseridas nesta versão de servidor destaca-se a *Stamina*, outro fator considerado pela equipe *WrightEagle*. No decorrer do jogo [8], é perceptível o uso da técnica “*How to save Stamina*” ou “*Como economizar Energia*”, em tradução livre. Alguns jogadores ficam “cansados” e não conseguem empenhar o máximo de suas habilidades e características, portanto, em diversos momentos é possível verificar jogadores diminuindo o ritmo da corrida ou mantendo o posicionamento, a fim de empregar tal técnica.

Devido ao dinamismo ora observado neste jogo, fica evidente a evolução tecnológica do modelo de decisão de jogo utilizado nas duas equipes analisadas. É possível argumentar que uma jogada que levava até 13 ciclos para se concretizar, hoje gasta apenas 5 ciclos, concluindo um avanço de até 2,6 vezes na velocidade aplicada ao dinamismo do jogo em comparação à edição de 12 anos atrás.

Mais do que isso, é possível verificar uma postura de marcação homem a homem no modelo atual, enquanto o anterior mostrava jogadores distantes dos adversários, aguardando o posicionamento da bola para tomar decisões de marcação.

IV. CONCLUSÕES

Como verificado na análise comportamental de dois clientes, vivenciados em épocas diferentes, e comparando-os ao modelo de decisão inicial proposto pelo cliente *Krislet* (“corra até a bola e tente chutá-la em direção ao gol”), é possível concluir uma evolução não só por parte dos clientes, mas também do servidor que os comporta (*soccerserver*), inserindo características que o aproximam cada vez mais de um jogo real de futebol.

Também é válido salientar que todos os esforços não sintetizam-se em vencer edições da *RoboCup*; mais do que isso, auxiliam de maneira direta em pesquisas como “*Aplicações da Inteligência Artificial em Robótica*”, “*Análise Comportamental de um Agente Autônomo Inteligente*”, dentre outras [9].

Com uma vasta quantidade de características simuladas do mundo real, a *RoboCupSoccer Simulation 2D* vem se aproximando cada vez mais dos problemas encontrados em

situações reais (já implementadas por outras ligas da RoboCup), os quais estão tendo soluções interessantes e passíveis de ser replicadas em outras modalidades.

É provável que problemas como reconhecimento de comandos de voz (para que um ambiente ruidoso real seja inserido), substituições de jogadores, simulação de chuva (diminuindo o campo de visão dos jogadores) venham à tona nas próximas edições da *RoboCup Soccer Simulation 2D*, incrementando ainda mais a dificuldade existente neste dinâmico jogo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Floyd, M.W. *Improving the Performance of a RoboCup Case-Based Imitation Agent through Preprocessing of the Case Base* - M.A.Sc., Ottawa, December, 2008. Disponível em: <<http://sce.carleton.ca/~mfloyd/publications/MichaelFloyd-MastersThesis.pdf>> Acesso em 02 jul 2010
- [2] Murphy, Robin R.. *Introduction to AI Robotics: Intelligent Robots and Autonomous Agents*. The MIT Press, Cambridge, 2000. Cap. 8, p.294.
- [3] Gudwin, Ricardo R.. *Aula 10: Sistemas Multi-Agentes*. Aula apresentada na disciplina IA009 em 27 abr 2010, FEEC, UNICAMP. Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/ftp/ia009/Aula10.pdf>> Acesso em 02 jul 2010
- [4] Corten, E. et. al.. *Soccer Server Manual: What is the RoboCup initiative*. Technical Report, Robocup Federation, 1999. Disponível em: <<http://people.dsv.su.se/~johank/RoboCup/manual/ver5.1release/browsable/browsablenode91.html>> Acesso em 02 jul 2010
- [5] Floyd, M. W.; Esfandiari, B.. *Comparison of Classifiers for use in a Learning by Demonstration System for a Situated Agent*. To appear in Workshop on Case-Based Reasoning for Computer Games at the 8th International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR 2009, Seattle, USA, July 20-23, 2009. Disponível em: <<http://sce.carleton.ca/~mfloyd/publications/conference/2009/Floyd09-ICCBR-Games.pdf>> Acesso em 02 jul 2010
- [6] CMUnited. *CMUnited RoboCup-98 Simulator Team*. 1998. Disponível em: <<http://www.cs.cmu.edu/~robosoccer/simulator/CMUnited98-sim.html>> Acesso em 02 jul 2010
- [7] Youtube. *RoboCup 1998 Soccer Simulation Final*. 2009. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=OoB9TYvu_G8> Acesso em 02 jul 2010
- [8] Youtube. *RoboCup 2010 Soccer Simulation 2D Final*. 2010. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=BVWkndHk3AE>> Acesso em 02 jul 2010
- [9] Corten, E. et. al.. *Soccer Server Manual*. Technical Report, Robocup Federation, 1999. Disponível em: <<http://people.dsv.su.se/~johank/RoboCup/manual/ver5.1release/browsable/main.html>> Acesso em 02 jul 2010
- [10] White T.; Pagurek B.; Deugo D. Collective Intelligence and Priority Routing in Networks - In *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Industrial & Engineering Application of Artificial Intelligence & Expert Systems (IEA/AIE 2002)*, Cairns, Australia, June 17-20 2002. Disponível em: <<http://www.sce.carleton.ca/netmanage/papers/Collective%20Intelligence%20and%20Priority%20Routing%20in%20Networks.pdf>> Acesso em 02 jul 2010
- [11] White T.; Pagurek B.; and Deugo D.. Biologically-inspired Agents for Priority Routing in Networks - In *Proceedings of the Fifteenth International FLAIRS Conference (FLAIRS 2002)*, Pensacola Florida, May 14-16 2002. Disponível em: <<http://www.sce.carleton.ca/netmanage/papers/Biologically-inspired%20Agents%20for%20Priority%20Routing%20in%20Networks.pdf>> Acesso em 02 jul 2010
- [12] Bai, K. S. A. et.al.. *WrightEagle2009 2D Soccer Simulation Description Paper*. Hefei, Anhui Province, China, 2009. Disponível em: <http://www.wrighteagle.org/en/robocup/2D/tdp/WrightEagle2009_2D_Soccer_Simulation_Team_Description_Paper.pdf> Acesso em 02 jul 2010
- [13] Luke, Sean et. al.. Co-Evolving Soccer Softbot Team Coordination with Genetic Programming. In: *Proceedings of The First International Workshop on RoboCup*, IJCAI-97, Nagoya, Japan. Springer-Verlag, 1997.
- [14] Akiyama, Hidehisa et. al.. *The RoboCup Soccer Simulator*. 2010. Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/sserver>> Acesso em 02 jul 2010
- [15] Vale, Alberto. *A Robótica e a Inteligência Artificial*. Instituto Superior Técnico, ISR, 2003. Disponível em: <http://users.isr.ist.utl.pt/~vale/presentations/epo_pres/robots_epo.pdf> Acesso em 02 jul 2010
- [16] Sugumaran, Vijayan. *Application of Agents and Intelligent Information Technologies*. Idea Group Inc., USA, 2007.

Gallinari, Daniel Bruno é aluno da disciplina de pós-graduação IA009 – Introdução à Teoria de Agentes, oferecida pela Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC), UNICAMP no primeiro semestre do ano de 2010. Nasceu em Campinas - SP, no distrito de Barão Geraldo, aos 4 dias de setembro de 1987. cursou em Campinas o ensino fundamental e médio e ingressou em 2005 no curso de Tecnologia em Informática, na UNICAMP, o qual concluiu em 2009. Atualmente, está direcionando seus estudos às áreas de inteligência artificial, Jogos Digitais e Agentes de Software.

Atua como Desenvolvedor de Softwares desde o ano de 2007, tendo trabalhado desde então como Desenvolvedor Web (Campinas), Estagiário em Análise de Sistemas, Consultor em Tecnologia da Informação e Bolsista CNPq.