
Progressos no posicionamento Tático do time iBots Baseado em Características Heterogêneas para a Categoria de Simulação 2D da RoboCup

Progress in the Tactical Positioning of the iBots Team Based on Heterogeneous Characteristics for the 2D Simulation Category of RoboCup

Eric Jonai Costa Souza¹, Erick Santos Marçal¹, Tanilson Dias dos Santos¹ e Alexandre Tadeu Rossini da Silva¹

¹ Universidade Federal do Tocantins, Ciência da Computação, Tocantins, Brasil

Data de recebimento do manuscrito: 30/08/2023

Data de aceitação do manuscrito: 12/09/2023

Data de publicação: 16/10/2023

Resumo— O futebol de robôs consiste na aplicação da inteligência artificial com objetivos e regras semelhantes ao futebol tradicional. Nesta pesquisa é abordado o progresso atingido no desenvolvimento tático para a equipe iBots/UFT de futebol de Robôs na categoria de Simulação 2D da RoboCup. A proposta do trabalho é mostrar as aproximações para buscar a melhoria do desempenho da equipe com base na análise de dados obtida por meio do agente treinador. Com posse desses dados, é possível configurar o agente treinador para efetuar intervenções no jogo, quando possível e necessário, a fim de efetuar substituição de jogadores, modificar a formação de jogo, ou simplesmente mudar o comportamento do time para que seja mais defensivo ou ofensivo.

Palavras-chave—Futebol, robôs, inteligência artificial, Robocup

Abstract— *Robot soccer consists of applying artificial intelligence with objectives and rules similar to traditional soccer. In this research, we address the progress achieved in the tactical development for the iBots/UFT team of Robot Soccer in the 2D Simulation category of RoboCup. The proposal of the work is to show the approaches to seek the improvement of the team's performance based on data analysis obtained through the trainer agent. With possession of this data, it is possible to configure the trainer agent to make interventions in the game, when possible and necessary, in order to make player substitutions, modify the game formation, or simply change the team's behavior so that it is more defensive or offensive.*

Keywords—*Soccer, robots, artificial intelligence, robocup*

I. INTRODUÇÃO

O futebol de robôs é um problema científico padrão, como um dia foi o xadrez [1], que envolve diversos desafios tecnológicos. A padronização de problemas é importante pois permite aos pesquisadores mover esforços conjuntos e contribuir para o progresso da ciência.

No futebol de robôs existem diferentes ligas com objetivos próprios que contam com robôs de características heterogêneas, incluindo robôs humanóides em categorias de robôs físicos e simulados. A categoria de simulação pode ser bidimensional ou tridimensional, chamadas respectivamente de *Simulation league 2D* e *Simulation league 3D*. A

Simulation league 2D, que é tratada neste trabalho, é um ambiente estocástico e parcialmente observável (quando não é possível informar aos agentes envolvidos todas as informações disponíveis) para instaurar a tomada de decisões de 22 agentes em campo (11 jogadores de cada equipe) e dois agentes treinadores online (um por equipe). O jogo ocorre no ambiente criado pela *Robot Cup Initiative*, ou **RoboCup**, e impõe diversas condições para ser fidedigno ao desafio, isto é, produzir maior realismo e complexidade da simulação, dentre elas está a inserção de ruído [2] na informação recebida pelos agentes, campo visual e recepção de informações limitadas, etc. Como aproximação para lidar com estes problemas, aplica-se outras áreas de conhecimento como processamento de imagem, visão computacional, realidade virtual, comunicação multiagente, aplicação de inteligência artificial em ambientes dinâmicos e caóticos e aplicações teóricas do futebol [3].

Dados de contato: Eric Jonai Costa Souza, eric.jonai@mail.uft.edu.br

Neste artigo serão apresentados os resultados preliminares do desenvolvimento de táticas aplicáveis para a tomada de decisão de todos os agentes em campo no futebol de robôs bidimensional, mas com ênfase no treinador. O desenvolvimento partiu do time de base fornecido e documentado pela equipe vencedora do torneio internacional de 2022 [4], HELIOS. O time Helios Base [5] vem pré-programado com funções de movimentação, interpretação e análise do modelo de mundo, depuração e uma inteligência artificial satisfatória, além da implementação do protocolo UDP utilizado para a comunicação entre o time e o servidor.

II. METODOLOGIA

Este trabalho dá continuidade à pesquisa desenvolvida pela equipe iBots/UFT desde sua criação [6–14]. O primeiro passo para a realização deste trabalho foi efetuar a atualização do código do iBots para o do código fonte do time Helios Base na versão mais recente 2023.3, para então iniciar a exploração das características heterogêneas dos jogadores, formações e do efeito observado na aplicação de diferentes estratégias inteligentes na mudança de comportamento dos agentes. As análises efetuadas aqui mostram como pequenas interações em partes da definição do código podem causar grande impacto devido à característica estocástica do futebol de robôs.

O desenvolvimento deste trabalho iniciou com uma revisão da literatura, estudo das principais estratégias utilizadas por times de futebol de robôs de todo mundo, em particular com o estudo de estratégias utilizadas na liga de simulação 2D. Na sequência foram analisadas as características heterogêneas dos jogadores, para então observar como o posicionamento inicial era definido. Foi possível identificar que a principal característica levada em conta para a definição do posicionamento tático inicial de cada agente era a velocidade. Os experimentos iniciais foram de tentar verificar o que ocorria quando essa característica era substituída por outras como estamina, precisão, alcance da área de chute, entre outras. A hipótese inicial é de que se for possível identificar qual é o melhor conjunto de características heterogêneas para cada posição, este conjunto permitirá melhorar o time ao posicionar os jogadores com as melhores características em cada posição. O próximo passo da pesquisa será efetuar uma série de experimentos testando diferentes características de cada jogador em diferentes posições e com uma formação definida.

A proposta geral da pesquisa é analisar os dados obtidos desse conjunto de experimentos para implementar a inteligência do agente treinador para elaboração de estratégias, escalção de jogo, modificação de esquema tático e outras interações permitidas de acordo com as regras da liga de simulação 2D e mensurar o impacto na qualidade do jogo.

A partir deste momento, o Helios Base se transforma no time iBots/UFT, assumindo o papel de referência. Embora não herde características do código fonte antigo da equipe, tendo recebido as últimas atualizações ao longo da última década [14], o iBots/UFT é o time autoral descrito nesta pesquisa, marcando uma nova fase de desenvolvimento e aprimoramento.

III. FORMAÇÃO

A escolha da formação inicial foi feita de forma analítica considerando o futebol comum, 4-4-2 implica na presença de dois jogadores no ataque, enquanto os outros permanecem em funções intermediárias ou defensivas, esta formação é uma das mais tradicionais e populares no futebol. Essa formação oferece equilíbrio entre solidez defensiva e presença ofensiva, sendo amplamente utilizada por equipes ao redor do mundo, e se apresenta como uma solução viável para a formação inicial do time iBots/UFT.

IV. SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DOS JOGADORES

Por padrão, o time base seleciona os jogadores mais rápidos e atribui às posições entendidas como prioritárias. Os jogadores centrais, respectivamente o centro avançado e os zagueiros, recebem as características de maior valor, seguidos dos laterais e volantes. Enquanto a ordem dos jogadores foi preservada nas alterações, a alteração das características lhes seria atribuída foi refeita para outros valores de heterogeneidade, isto é, com o objetivo analítico, outros índices de jogadores seriam atribuídos de forma ponderada. Os atributos considerados foram o custo de estamina por passo, alcance do chute e velocidade, com o propósito de controle.

V. EXECUÇÃO E ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES

Para obter resultados mais elaborados, o time iBots/UFT jogará diversas partidas contra o Agent2D. A apresentação de resultados mais positivos, tanto no placar quanto na estamina final dos agentes, representa um marco de avanço na qualidade geral do time, esta medição será crucial para definir o limiar de melhoria obtida, pois o time iBots/UFT nasce como uma variação do Helios Base. Os jogos apresentarão a diversidade intermitente entre as características heterogêneas dos jogadores somada à formação escolhida e a análise dos resultados obtidos entre diversas partidas mostrará quais atributos se mostraram melhores para a qualidade do time. As características observadas que possuem efeitos potencialmente positivos serão passadas adiante como modelo para o início do desenvolvimento mais complexo da inteligência artificial dos jogadores.

VI. RESULTADOS INICIAIS

O resultado observado ao alterar as características foi uma piora significativa na qualidade do time. Ao analisar aproximadamente 100 partidas contra o Agent2D, o time iBots/UFT venceu aproximadamente 18% das vezes, onde cada partida efetuava um lote de experimentos de quais qualidades dos jogadores era valorizada. O lote começa em velocidade, que é o padrão, depois custo de estamina por passo, valorizando o menor custo primeiro, e, por fim, o alcance do chute.

Não foi observada grande diferença no placar entre os lotes de qualidades, salvo que a maior parte das vitórias foram alcançadas enquanto se sorteavam os jogadores com base no custo de estamina por passo, mas este valor pode

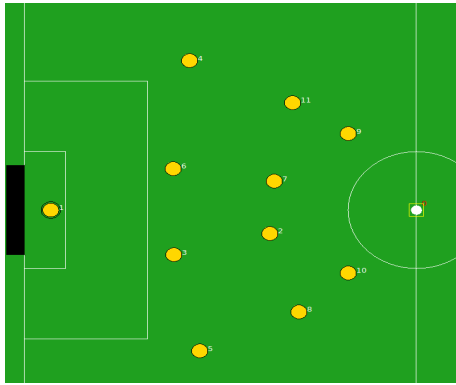


Figura 1: Formação inicial

ser coincidência, considerando o baixo número de análises. Se as características heterogêneas não são responsáveis pela piora na resposta do time, sobra a formação, e, felizmente, um dos papéis aplicáveis ao treinador é checar a condição de cada jogador.

O código fonte do Treinador Online foi alterado para que, quando o juiz apita o término do jogo, ocorra a emissão do quantitativo de estamina dos jogadores. É fácil inspecionar o impacto da formação 4-4-2 escolhida para o time quando se leva em consideração o cansaço dos jogadores. Cada círculo amarelo na Figura 1 é um jogador do time iBots/UFT, no final de uma partida os quatro jogadores mais próximos ao gol sempre terminam com estamina próxima ao máximo, enquanto os jogadores mais a frente normalmente terminam completamente exaustos.

O jogo pune a exaustão, um jogador que esgota a estamina, isto é, atinge nível zero (o início de estamina é fixado em 8.000 para todos os índices heterogêneos), recebe penalidades por parte do simulador: perda de aceleração, aumento no consumo de estamina por passo e perda de precisão no chute. É possível observar em times internacionais, como o Helios2022, a presença de um grande volume de jogadores em posições mais próximas do meio de campo, alcançando até cinco jogadores. Assim, observa-se que é atualmente característica do simulador instigar a maior presença de posições ofensivas, visto que os jogadores na retaguarda apresentam menor esforço e, conseqüentemente, menor rendimento.

O grande impacto negativo da formação e das características heterogêneas foi uma surpresa, mas é importante observar que o processo de desenvolvimento tático é feito por meio de tentativa e erro. Estas alterações estão sujeitas às características intrínsecas de competitividade do simulador e à inteligência artificial linear, isto é, um conjunto de ações fixas implementadas à mão. O desenvolvimento é complexo, mas é satisfatório observar os impactos e adaptar o time para encontrar soluções aos diversos obstáculos encontrados, desenvolvendo maior personalidade e, posteriormente, um time capaz de competir em ligas nacionais e internacionais.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentada uma proposta de melhoria do desempenho da equipe iBots/UFT de futebol de robôs, utilizando o potencial de intervenção do agente treinador. Os resultados mostraram que a formação e as características

heterogêneas escolhidas para o time iBots/UFT apresentaram um impacto negativo no desempenho dos jogadores, pois os deixou mais cansados e menos precisos.

Como trabalhos futuros, espera-se melhorar o potencial do time ao realizar mais experimentos, testando modificações na formação, nas características heterogêneas dos jogadores e na exploração de outras técnicas de inteligência artificial, como aprendizado por reforço, para tornar o time mais flexível e adaptável às situações do jogo.

É esperado que este trabalho contribua para o avanço da pesquisa na área de futebol de robôs e inteligência artificial, bem como para o desenvolvimento da equipe iBots/UFT.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins - PIBIC/UFT.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Verle, "Deep blue x kasparov: a revanche," *Revista FAMECOS*, vol. 5, no. 9, pp. 7–14, 1998.
- [2] M. Chen, K. Dorer, E. Foroughi, F. Heintz, Z. Huang, S. Kapetanakis, and K. Kostiadis, "Robocup soccer server," *The RoboCup Federation*, 2003. [Online]. Available: http://labss2.fuit.stuba.sk/TeamProject/2007/team16is-si/dokumenty/manual_soccer_server.pdf
- [3] A. T. Rossini, "Análise de conceitos táticos do futebol por meio de simulação computacional," Ph.D. dissertation, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, 2015. [Online]. Available: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2576.pdf>
- [4] Robocup. (2022) Final rankings of soccer simulation 2d league 2022. [Online]. Available: <https://ssim.robocup.org/soccer-simulation-2d/2d-competition/2022-2/final-rankings/>
- [5] H. Akiyama and T. Nakashima, "Helios base: An open source package for the robocup soccer 2d simulation," pp. 528–535, 2014.
- [6] H. G. Silva, "Futebol de robôs: Comportamento social cooperativo," 2009.
- [7] G. B. Ferreira, "Uso dinâmico de esquemas táticos com redes neurais perceptron de múltiplas camadas na equipe ibots de futebol de robôs simulados," Master's thesis, Universidade Federal do Tocantins, nov 2010.
- [8] A. T. R. da Silva, H. G. da Silva, E. Gonçalves Santos, G. B. Ferreira, T. D. dos Santos, and V. S. Silva, "ibots 2010: Descrição do time," *Latin American Robotics Competition*, 2010. [Online]. Available: https://www.academia.edu/7314467/iBots_2011_Descri%C3%A7%C3%A3o_do_Time
- [9] A. T. R. da Silva, G. B. Ferreira, T. D. dos Santos, V. S. Silva, E. G. Santos, H. G. da Silva, C. A. d. S. P. Rodrigues, and T. d. S. Arruda, "ibots 2011: Descrição do time," *Competição Brasileira de Robótica*, 2011.
- [10] T. D. dos Santos, "Jogadas coletivas por meio de comunicação multi-agente para a equipe ibots da categoria de simulação 2d da robocup," 2011. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/266854453_Jogadas_Coletivas_por_meio_de_Comunicacao_Multi-Agente_para_a_equipe_iBots_da_Categoria_de_Simulacao_2D_da_RoboCup
- [11] A. T. R. Silva, C. A. d. S. P. Rodrigues, V. P. Jardim, R. A. Nascimento, V. S. Silva, and H. B. Rodrigues, "ibots 2012: Descrição do time," *Latin American Robotics Competition*, 2012.
- [12] V. S. da Silva, "Sistema de aprendizado por reforço para aprimoramento de passes na equipe ibots de futebol de robôs simulados 2d," 2012.
- [13] A. T. R. Silva, T. D. Santos, L. A. V. Carvalho, H. B. Rodrigues, and N. S. Marques, "ibots 2015: Descrição do time," *Sistema Olimpo*, p. 4, 06 2015. [Online]. Available: <http://sistemaolimp.org/midias/uploads/4998cf93bf2767f5952db96180b0d7db.pdf>

- [14] A. T. R. Silva and T. D. Santos, "ibots 2016: Descrição do time," *Sistema Olimpo*, p. 4, 06 2016. [Online]. Available: <http://sistemaolimp.org/midias/uploads/7d810636380b83b5ba09b3f3f1104947.pdf>