

Realidade Aumentada aplicada ao Futebol de Robôs

Rafael Lima Silva[†], Marcelo Bernardes Vieira[†], Luis Antonio Dourado Junior* e Rodrigo Luis de Souza da Silva[†]

[†]*Departamento de Ciência da Computação*

Universidade Federal de Juiz de Fora - Juiz de Fora - Brasil

Email: rafael.lsilva86@gmail.com, marcelo.bernardes@ufff.edu.br, rodrigoluis@ice.ufff.br

**Instituto de Artes e Design*

Universidade Federal de Juiz de Fora - Juiz de Fora - Brasil

Email: luisdourado@gmail.com

Abstract—This paper proposes a system to improve the entertainment of an Augmented Reality Robot Soccer environment. Basically, several markers will be placed around the Robot Soccer field. The markers will be used to orient the right positioning of virtual bleachers, stadium screen and other virtual objects around the real robot soccer field. The system aims to attract the attention of students and society about the scientific topics covered in this project.

Keywords-Augmented Reality; robot soccer; virtual stadium;

I. INTRODUÇÃO

Uma vasta gama de novas tecnologias são desenvolvidas através de pesquisas em corporações e universidades, e começam como projetos aparentemente focados em outros fins. O Futebol de Robôs se enquadra nesta descrição, pois parte de uma ideia destinada a competição e entretenimento com o intuito de fomentar bases multidisciplinares de grande interesse científico e tecnológico, sobretudo para a computação e engenharia. Atuando no desenvolvimento desta tecnologia, seja criando robôs mais eficientes para o jogo, algoritmos melhores para detecção dos robôs ou de inteligência artificial para criar táticas para as partidas, os pesquisadores contribuem na geração de conhecimento nestas áreas e promovem este conhecimento para o público de forma atrativa.

A Realidade Aumentada (RA) também se define como uma destas tecnologias e tem despertado grande interesse atualmente, sobretudo nas áreas de publicidade e propaganda por seu potencial de imersão e interatividade. Aplicações nesta área envolvem pesquisas em educação, pedagogia, e principalmente em computação gráfica.

A fusão de métodos computacionais e de engenharia com o futebol de robôs facilita a disseminação de conhecimento em ambas as áreas, despertando maior interesse dos estudantes para o futuro ingresso nestes cursos.

O principal objetivo deste trabalho é implementar um sistema de RA destinado ao entretenimento para promover e atrair maior atenção à competição de Futebol de Robôs realizada na Universidade Federal de Juiz de Fora.

O sistema proposto irá adicionar elementos virtuais no campo de jogo com o intuito de criar ao redor deste campo real um ambiente virtual voltado ao entretenimento,

semelhante ao visto em jogos eletrônicos de futebol, que será exibido para os espectadores durante as partidas.

Com a colaboração da Faculdade de Arte da UFJF, um modelo de estádio virtual (arquibancadas), será inserido através de técnicas de RA com animações, replays, sons de torcida e outros efeitos característicos das transmissões esportivas.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Existem na literatura várias referências importantes a respeito do uso de realidade aumentada direcionada ao entretenimento, à educação e também em aplicações em jogos. A fusão entre robótica e esta tecnologia também possui referências importantes, onde são estudados muitos aspectos relevantes para este projeto.

Em [1] foi proposto o uso da realidade aumentada como interface na interação homem máquina. O uso de personagens virtuais pode oferecer uma interface expressiva para o usuário. Sendo barata e de fácil adaptação e personalização, esta solução torna-se uma alternativa interessante na interação homem-máquina. Este trabalho utiliza o ARTToolKit [2] em sua implementação e propõe a adição de elementos para refinar a compreensão das expressões e aumentar as possibilidades de interação com o usuário.

O trabalho desenvolvido em [3] insere figuras cartunescas em um robô de limpeza utilizando RA, demonstrando poder de expressão e a facilidade intuitiva de compreensão na interação entre o usuário e o robô. A grande vantagem do visual cartunesco é que com simples imagens de fácil criação e aplicação se adquire um enorme poder de expressão.

Em [4] os autores fazem um estudo do nível de realismo desejável para que um personagem seja expressivo em uma ferramenta de educação e os benefícios da realidade aumentada para esta expressividade. Através de uma aplicação denominada “AR History Game” que combina entretenimento e educação, os autores fazem uma análise numérica da expressividade do personagem virtual. Concluiu-se que os personagens em realidade aumentada geralmente são mais interessantes se houver interação com os objetos reais na cena. Efeitos de áudio também geram, segundo os autores, um resultado mais expressivo.

Alguns autores propõem jogos baseados na interação entre robôs e elementos virtuais através de realidade aumentada utilizando uma plataforma conhecida como tabletop [5][6].

Em [7], efeitos de raios, explosões, entre outros são projetados sobre os robôs em uma mesa, de acordo com sua posição e ângulo obtida através do uso de fotossensores. No jogo há diversos tipos de interação entre elementos reais e virtuais.

Finalmente em [8] foi proposto um trabalho que associa futebol de robôs no contexto de Realidade Aumentada para ensino de robótica. Neste trabalho os robôs são reais, mas o ambiente é virtual. O sistema proposto é composto por um monitor de LCD posicionado na horizontal, sendo usado como campo para a partida de futebol de robôs. Sobre o monitor são posicionadas câmeras fixas. As câmeras são utilizadas para rastrear os marcadores fiduciais colocados sobre os robôs.

III. PLATAFORMA UTILIZADA

O SudaRA - Suporte ao Desenvolvimento de Aplicações em Realidade Aumentada - é um *framework open source* desenvolvido em C++ e baseado no ARToolKit para o desenvolvimento de aplicações de RA [9]. Este *framework* fornece recursos de suporte a modelos 3D, som, rede, entre outros, que amplia o uso do ARtoolkit para diversas aplicações.

Buscando viabilizar o melhor suporte aos elementos virtuais e expandir as possibilidades de recursos empregados no projeto, a implementação deste projeto foi migrada do ARToolKit para este *framework*.

Este *framework* possui suporte a modelos virtuais em diversos formatos. Os modelos virtuais utilizados neste projeto possuem extensão *obj* e foi adicionado ao *framework* um novo leitor para este tipo de formato.

IV. SISTEMA PROPOSTO

Neste seção será realizada uma descrição do sistema implementado e detalhes de seu desenvolvimento, e dos elementos virtuais adicionados, bem como das possibilidades do sistema, que foi apelidado de GCG ARStadium.

A. Marcadores

Devido a natureza do projeto foi necessário possibilitar a movimentação da câmera pelo campo para melhor registrar a partida e simular de maneira coerente a transmissão televisada de partidas de futebol reais.

Para corroborar esta necessidade, foi preciso introduzir a abordagem de multi marcadores ao projeto possibilitando uma movimentação mais livre da câmera pelo campo. Com o uso destes marcadores os objetos virtuais puderam ser alinhados ao campo em diversas posições.

Foram utilizados sete marcadores para cobrir todo o campo nas linhas de fundo e em uma lateral, para possibilitar o movimento da câmera e obter uma filmagem semelhante à vista em transmissões televisivas de partidas de futebol real.

O posicionamento dos marcadores ao redor do campo visa a melhor cobertura para a detecção correta dos padrões, sabendo que ao menos um destes marcadores deve estar visível para a câmera, mas sem causar uma poluição visual que poderia prejudicar o acompanhamento da partida por parte dos participantes ou ainda interferir no sistema de rastreamento dos robôs.

Após uma primeira bateria de testes de movimentação de câmera, foi decidido que os marcadores ocupariam as posições conforme a Figura 1.



Figura 1. Disposição dos Marcadores

B. Miniatura

Com a intenção de facilitar a fase de testes inicial, foi necessário projetar e construir uma miniatura do campo real que é utilizado nas partidas.

Feita em madeira e com uma escala de 1:10 em relação ao campo de futebol de robôs oficial, esta miniatura foi importante para comprovar a viabilidade da proposta de multi marcadores do projeto e definir a disposição dos marcadores.

A Figura 2 mostra o aspecto da miniatura e a disposição dos marcadores.

C. Elementos virtuais

Alguns elementos virtuais que farão parte da estrutura de entretenimento já foram criados e introduzidos no sistema.

Visando dar suporte futuro à interação entre o sistema principal de futebol de robôs e o sistema deste projeto, foram implementadas as funções dos eventos de modo segmentado para que seja possível adicionar facilmente recursos de comunicação. Desta maneira, será possível ativar as animações, efeitos sonoros e vídeos especiais de acordo com o registro destes eventos no sistema de controle da partida. Por ora estes eventos são acionados por teclado.

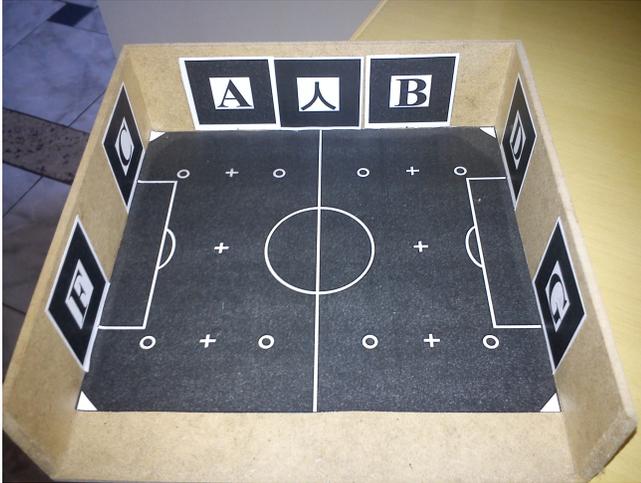


Figura 2. Miniatura

Os elementos virtuais e suas respectivas extensões já idealizados são:

- O estádio virtual que cerca o campo (*obj*)
- Robô personalizado que é exibido em eventos (*obj*)
- Dirigível personalizado que circunda o campo durante a partida (*obj*)
- Telão para exibição de elementos de destaque (*avi*)
- Faixa dinâmicas de propaganda ao redor do campo (*avi*)
- Efeitos sonoros de torcida e comemoração (*wav*)

Foi idealizada a introdução de um telão virtual onde seriam exibidos *replays* de jogadas, e vídeos animados que funcionariam como elementos de destaque à eventos da partida em exibição.

Sua primeira implementação veio através da adaptação de um código obtido em pesquisa. No decorrer do projeto este código foi descartado, e o vídeo foi implementado através dos recursos do SudaRA.

Os vídeos foram projetados sobre o telão virtual de modo a personalizar a aplicação e gerar os efeitos de interatividade com a partida do futebol de robôs.

Para emular as propagandas que são vistas ao redor do campo nas partidas de futebol real, serão criados vídeos curtos que trazem os logos e mensagens a serem exibidas. Serão adicionados ao redor do campo exatamente como visto em transmissões televisivas.

O ARTToolKit fornece suporte a modelos 3d no formato *vrmf* (extensão *vrl*), no entanto este suporte não se dá de maneira intuitiva. Foram testados alguns modelos de estádios 3D que poderiam ser utilizados para este projeto, porém a personalização e criação de modelos próprios se mostrou bastante complicada pelas particularidades do formato.

Os modelos 3D de objetos virtuais que seriam introduzidos deveriam ser atrativos e representativos ao projeto, sendo necessário sua personalização. Com o apoio de colaboradores do curso de Artes da UFJF, que se vincularam

ao GCG - Grupo de Computação Gráfica - para agregar conhecimento em projetos deste grupo, surgiu a proposta de carregar modelos com extensão *.3ds* ao projeto. Para isso foi necessário implementar um leitor para este formato e possibilitar a introdução ao ambiente do sistema. Os modelos virtuais foram desenvolvidos na ferramenta *Blender*, mas o leitor não possibilitava o suporte correto as texturas dos modelos tornando portanto este formato inviável.

Através do SudaRA foi possível utilizar modelos 3D no formato *obj*, também criados através do *Blender*. Este formato se mostrou mais interessante para a aplicação, pois foi possível incorporar a textura aos objetos dando um aspecto muito mais atrativo.

Nas Figuras 3 e 4 são exibidos os modelos já personalizados para este sistema.



Figura 3. Estádio.

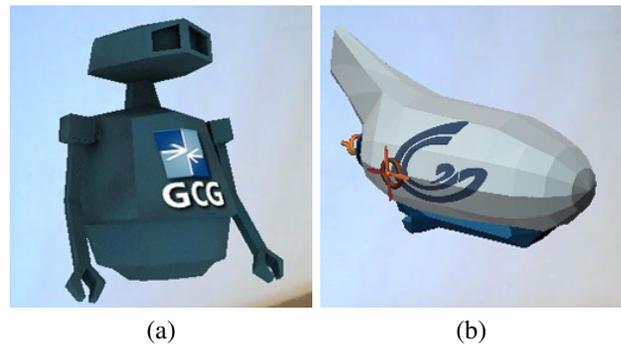


Figura 4. Elementos animados

D. Efeitos Sonoros

Foram introduzidos alguns efeitos sonoros com a ideia de aumentar a imersão no ambiente do jogo. Como visto em [4] os efeitos de áudio contribuem significativamente neste aspecto.

Um som de torcida foi utilizado como som ambiente para ser executado continuamente durante o decorrer do jogo.

Uma outra faixa de áudio emula uma torcida eufórica para comemorações e eventos durante partida.

V. RESULTADOS

Os testes foram realizados em condições de iluminação simples, sem qualquer ajuste prévio.

Foram testados com uma câmera de alta resolução *Basler Scout* e com câmera VGA simples de notebook. Em ambos os casos foi obtido um resultado satisfatório em relação à detecção dos marcadores.

Com marcadores de 22cm (no campo real) a câmera pôde se posicionar em condição de registrar toda a partida e o movimento dos robôs sem perder a imagem dos marcadores.

A. Miniatura

Os testes iniciais com telão e dirigível foram executados sobre a miniatura. O resultado apresentado na Figura 5 mostra o alinhamento em relação ao campo e a dimensão relativa dos modelos.

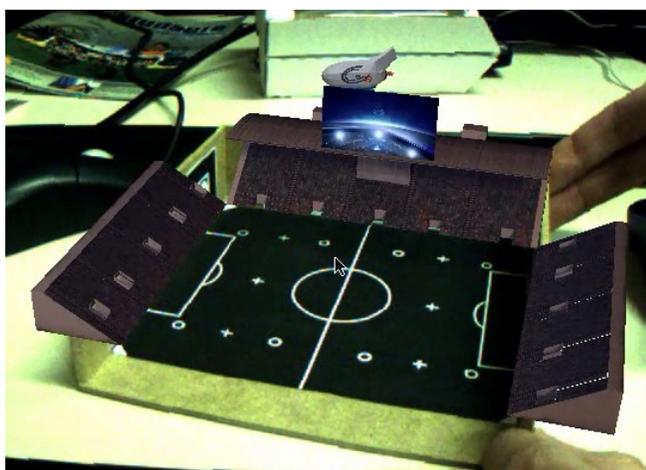


Figura 5. Resultados iniciais projetos sobre a miniatura do campo.

B. Campo Real

Após a execução dos testes iniciais na miniatura, uma nova bateria de testes foi executada no campo real. Para esta etapa os marcadores foram distribuídos conforme a Figura 6. A projeção dos elementos virtuais sobre os marcadores fiduciais pode ser visto na Figura 7.

VI. CONCLUSÃO

Este projeto propõe a utilização de Realidade Aumentada para adição de entretenimento virtual em partidas de futebol de Robôs. O sistema é composto por múltiplos marcadores que possibilitam uma movimentação mais ampla da câmera sobre o campo. O objetivo deste sistema é tornar mais atrativas a exibição das partidas de futebol de robôs atraindo a atenção de alunos do ensino médio e alunos dos períodos iniciais dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica.

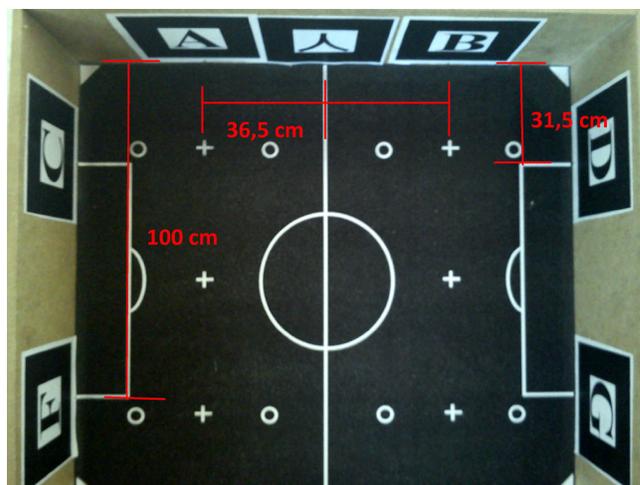


Figura 6. Distribuição dos marcadores.

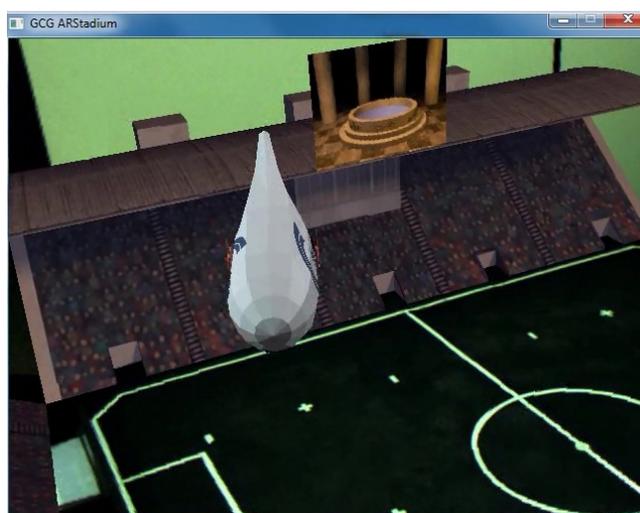


Figura 7. Resultados projetos sobre o campo oficial.

Algumas possibilidades de trabalhos futuros incluem a utilização das características naturais do campo para possibilitar o registro dos elementos virtuais, removendo os marcadores fiduciais necessários neste protótipo.

REFERENCES

- [1] M. Dragone, T. Holz, and G. M. O'Hare, "Mixing robotic realities," in *Proceedings of the 11th international conference on Intelligent user interfaces*, ser. IUI '06. New York, NY, USA: ACM, 2006, pp. 261–263. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1111449.1111504>
- [2] H. Kato, *ARToolKit 2.33 Documentation (Alpha Version)*, Human Interface Technology Laboratory, University of Washington, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/>, 2005.

- [3] J. E. Young, M. Xin, and E. Sharlin, "Robot expressionism through cartooning," in *Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, ser. HRI '07. New York, NY, USA: ACM, 2007, pp. 309–316. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1228716.1228758>
- [4] D. Wagner, M. Billingham, and D. Schmalstieg, "How real should virtual characters be?" in *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology*, ser. ACE '06. New York, NY, USA: ACM, 2006. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1178823.1178891>
- [5] D. Calife, J. a. L. Bernardes, Jr., and R. Tori, "Robot arena: An augmented reality platform for game development," *Comput. Entertain.*, vol. 7, pp. 11:1–11:26, February 2009. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1486508.1486519>
- [6] A. Krzywinski, H. Mi, W. Chen, and M. Sugimoto, "Robotable: a tabletop framework for tangible interaction with robots in a mixed reality," in *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ser. ACE '09. New York, NY, USA: ACM, 2009, pp. 107–114. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1690388.1690407>
- [7] M. KOJIMA, M. SUGIMOTO, A. NAKAMURA, M. TOMITA, M. INAMI, and H. NII, "Augmented coliseum: An augmented game environment with small vehicles," in *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2006, pp. 3–8. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1109723.1110608>
- [8] R. Gerndt and S. Krupop, "Ecobe! mixed reality robot kit - an entry-level system for teaching cooperative robotics," in *Proceeding of the Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*, 2010, pp. 539–548.
- [9] C. H. B. Cunha and S. M. M. Fernandes, "Prototipação de ambientes físicos com realidade aumentada," 2010, p. 4.