



Ponta Grossa - PR
de 26 a 28 de Setembro de 2012

III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO EM REALIDADE AUMENTADA COM O ARTOOLKIT

Lucas Matias Adams – adams.lucass@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Avenida Brasil, 4232, CEP 85884-000, Caixa Postal 271,
Medianeira, PR.

Thiago Baronio Trevisan – thibtrevisan@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Avenida Brasil, 4232, CEP 85884-000, Caixa Postal 271,
Medianeira, PR.

Pedro Luiz de Paula Filho – plpf2004@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Avenida Brasil, 4232, CEP 85884-000, Caixa Postal 271,
Medianeira, PR.

Hamilton Pereira da Silva – hamilton.pereiradasilva@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Avenida Brasil, 4232, CEP 85884-000, Caixa Postal 271,
Medianeira, PR.

Resumo: *O uso da tecnologia de Realidade Aumentada possibilita que tenhamos uma interação homem-maquina de forma mais realística e amigável, pois com ela podemos inserir objetos virtuais no mundo real.*

Este trabalho mostra o estudo realizado para testar o funcionamento da Realidade Aumentada juntamente com a ferramenta ARToolKit, que é uma biblioteca bastante indicada para o desenvolvimento deste tipo de aplicação e também conhecida como uma das principais no desenvolvimento de aplicações em Realidade Aumentada.

Jogos sempre fascinaram as pessoas, despertando o interesse e a curiosidade sobre o assunto, e devido a sua fácil implementação, para este trabalho resolveu-se realizar um Jogo da velha em Realidade Aumentada.

Palavras-chave: *OpenGL, Reconhecimento de padrões, Visão computacional.*

1 INTRODUÇÃO

Realidade aumentada (RA) é uma tecnologia que permite que o mundo virtual seja misturado ao real, possibilitando maior interação e abrindo uma nova dimensão na maneira como as tarefas são executadas. A interação da RA é obtida por meio de técnicas de visão computacional e de computação gráfica, resultando na sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados por computador, em imagens do ambiente real captadas por algum dispositivo tecnológico (KIRNER & SISCOOTTO, 2007).

Uma das principais vantagens da RA é a interatividade homem-máquina, como por exemplo, no uso em operações médicas, onde se aumenta a precisão em incisões, evitando erros que poderiam ser fatais (CERIBELLI, 2010).

A RA é uma tecnologia dependente de processamento em tempo real e, por isso, é influenciada pela evolução da computação, tanto do ponto de vista do *hardware* quanto do *software*. Além disso, pelo fato de ter sido criada há vários anos, suas definições acabaram sendo modernizadas, em função de fatores mais recentes, como a multiplicidade de plataforma e a viabilização de programas capazes de tratar elementos multissensoriais. O que antes se restringia a computadores de grande porte e aplicações de computação gráfica, foi atualmente expandido para microcomputadores, plataformas móveis e internet, envolvendo aplicações gráficas, sonoras, gestuais e de reação de tato e força (KIRNER & KIRNER, 2011), com isso as aplicações em RA estão se tornando cada vez mais viáveis e frequentes em nossa vida cotidiana.

A RA tem sido usada nas mais diversas áreas como educação, virtualização, jogos, soluções médicas, treinamentos, publicidade entre outros. Do ponto de vista teórico, a RA é parte dos estudos da realidade virtual, partindo desse pressuposto, tudo é possível e a criatividade é o limite para inventar aplicações úteis ou não tão úteis assim.

Sobre educação pode-se descrever o trabalho de RODRIGUES *et al.* (2010), onde a RA foi utilizada para a criação de uma aplicação que pudesse auxiliar os acadêmicos do curso de arquitetura no estudo de sistemas estruturais, para o seu desenvolvimento foi adotada a IDE Microsoft Visual Studio.NET 2003 juntamente com as bibliotecas ARToolKit, OpenGL e a linguagem C.

Jogos são ótimas ferramentas de aprendizagem, com elas é possível despertar o interesse do aluno, segundo ZORZAL (2008) a forma lúcida e descontraída de um jogo faz com que ele se torne um excelente instrumento de aprendizado, incentivando seus usuários aos processos de pesquisa, construção de habilidades e de estratégias. No trabalho de ALMEIDA & ALVES (2011), a RA foi utilizada para a criação de um jogo de tabuleiro virtual voltado para o público infantil. Este jogo foi desenvolvido na IDE *Eclipse*, utilizando a linguagem Java juntamente com *toolkitNyARToolKit*, um *toolkit* Java para o ARToolKit.

Com o intuito de testar o funcionamento da RA, foi desenvolvida uma aplicação de jogo da velha que permite a interação do usuário. Para que fosse possível o desenvolvimento desta aplicação resolveu-se trabalhar com o ARToolKit juntamente com o OpenGL, devido a grande credibilidade que estas ferramentas possuem.

2 REALIDADE AUMENTADA

2.1 ARToolKit

ARToolKit é uma biblioteca de programação multi-plataforma, considerada um kit de ferramenta de RA, sendo bastante utilizada e discutida por desenvolvedores e pesquisadores da comunidade de realidade aumentada. O ARToolKit possui o seu código livre para modificações e uso no desenvolvimento de aplicações não comerciais sob licença GPL. Já a versão proprietária para a comercialização é oferecida pela incorporação ARToolworks

(ARTOOLWORKS, 2012). Essa biblioteca fornece soluções de rastreamento 3D, ou seja, permite a localização de um marcador predefinido, em tempo real (ARTOOLKIT, 2012).

Os objetos virtuais visualizados em aplicações desenvolvidas com o ARToolKit podem ser implementados com OpenGL ou com VRML. A visualização dos objetos virtuais é realizada no momento da inserção de seus respectivos marcadores no campo de captura de vídeo.

Marcador

Os marcadores reconhecidos pelo ARToolKit consistem em figuras geométricas quadradas, que contém, no seu interior, símbolos para identificá-los e distingui-los. Pode-se observar um exemplo de marcador na Figura 1. O marcador é reconhecido pelo programa através de um *bitmap* (mapa de bits) que deve estar previamente carregado no aplicativo. Este arquivo *bitmap* contém um conjunto de exemplos de imagens deste marcador, este conjunto é conhecido como treinamento do marcador.

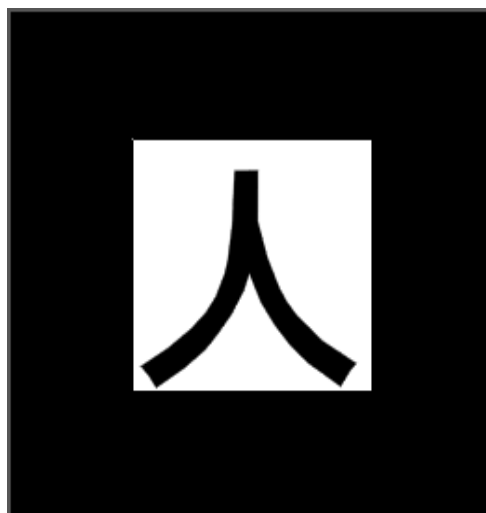


Figura 1 – Exemplo de marcador reconhecido pelo ARToolKit

Utiliza-se uma moldura em branco envolvendo esse quadrado (marcador) para promover o contraste no próprio marcador, viabilizando o seu reconhecimento sobre superfícies de cores escuras. Isto acontece devido ao ARToolKit extrair, de uma imagem limiarizada (em preto e branco), as bordas do quadrado em preto.

Quando um marcador é reconhecido e o mesmo encontra-se cadastrado na aplicação, é apresentado então o objeto virtual que se relaciona com ele.

Para que seja possível trabalhar com outros marcadores é necessário fazer a criação dos *bitmaps* destes. A geração dos *bitmaps* é feita utilizando-se o executável 'mkpatt' que vem a ser um utilitário de configuração do ARToolKit.

Uma vez executado o "mkpatt", será pedido para entrar com o arquivo contendo os parâmetros da câmera, em seguida o programa irá exibir uma janela com a imagem de vídeo. O marcador deve ser enquadrado nesta imagem, de modo a aparecer um retângulo com lados vermelhos, à esquerda e acima, e verdes, à direita e abaixo, nas bordas do marcador, como mostra Figura 2.



Figura 2 - Marcador reconhecido pelo "mkpatt"

Funcionamento do ARToolKit

Para realizar uma implementação em RA, o programador necessita conhecer as funcionalidades de algumas funções dessa biblioteca e seguir os seguintes passos:

- Iniciar a configuração do vídeo; ler o arquivo de cadastro dos marcadores; ler os parâmetros da câmera.
- Capturar um quadro do vídeo.
- Detectar e identificar os marcadores.
- Calcular a transformação do marcador relativa à câmera.
- Desenhar o objeto virtual referente ao marcador.
- Encerrar a captura de vídeo.

2.2 OpenGL

O OpenGL (*Open Graphics Library*), definida também como uma “interface para *hardware* gráfico”, é uma biblioteca livre, com rotinas gráficas e de modelagem, bidimensional (2D) e tridimensional (3D). Permite criar aplicações interativas e imagens 3D com um alto grau de realismo. Entretanto, a sua principal vantagem é a velocidade, devido a incluir vários algoritmos otimizados, incluindo o desenho de primitivas gráficas, mapeamento de texturas e outros efeitos (COHEN & MANSSOUR, 2006). Ou seja, OpenGL é uma sofisticada API (*Application Programming Interface*) para criação de programas gráficos para diversas plataformas, desde simples computadores pessoais a sofisticadas estações de trabalho.

A especificação OpenGL é gerenciada por um consórcio independente formado em 1992, o ARB (*Architecture Review Board*). Este grupo, constituído por muitas empresas líderes na área, entre as quais estão 3Dlabs, Apple Computer, NVIDIA, e a SUN, são responsáveis pela aprovação de novas funcionalidades, versões e extensões do OpenGL. As frequentes revisões da especificação OpenGL permitem a sua constante evolução e aproveitamento da capacidade do hardware gráfico (OPENGL, 2012).

2.3 DEV-C++

DEV-C++ é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE - *Integrated Development Environment*) para programação nas linguagens C e C++. Ele usa a porta Mingw do GCC (GNU *Compiler Collection*) como seu compilador, porém pode ser utilizado juntamente com o Cygwin (BLOODSHED, 2012). Esta IDE é gratuita, possui seu código aberto e foi desenvolvida em plataforma Delphi, a Figura 3 apresenta sua interface.

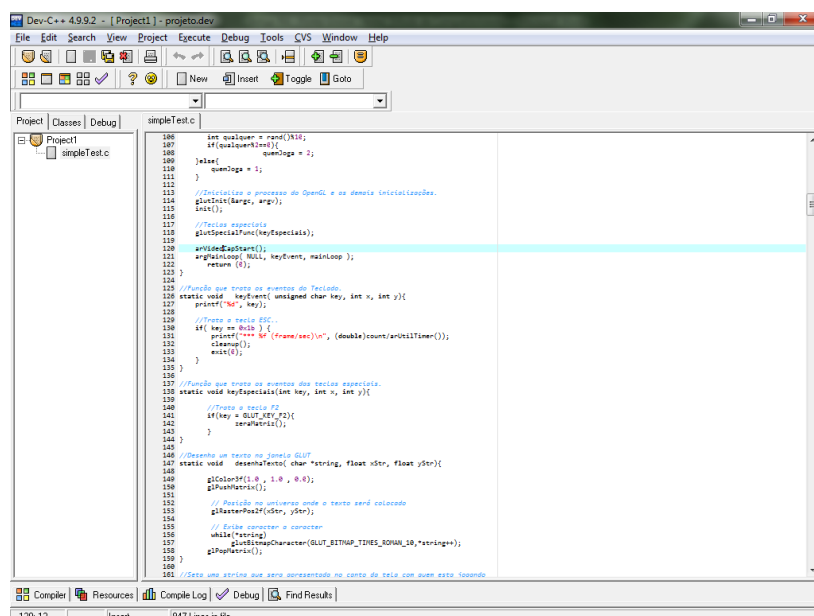


Figura 3 - Código no Dev-C++.

Para a instalação e a configuração das bibliotecas do ARToolKit e do OpenGL no DEV-C++ utilizou-se os instaladores apresentados na Figura 4. Onde o arquivo “artoolkit-2.72.1” refere-se à biblioteca e os componentes do ARToolKit e os arquivos “glaux-1-1mol” e “glut.3.7.6+” referem-se a biblioteca do OpenGL. Em RAJAVO (2012) são descritos os passo-a-passo para configuração do ambiente.




 artoolkit-2.72.1	Dev-C++ Package File	3.803 KB
 glaux-1-1mol	Dev-C++ Package File	68 KB
 glut.3.7.6+	Dev-C++ Package File	105 KB

Figura 4 – Instaladores das bibliotecas para o Dev-C++.

A aplicação

A primeira etapa é a captura da imagem, e para tanto existem várias maneiras de desenvolver uma aplicação de RA, sendo que uma das mais simples é composta por um computador ligado a uma webcam. Devido a sua simplicidade, decidiu-se adotar este meio, juntamente com a linguagem C e um marcador. A partir dessa configuração, é feita a captura de vídeo em tempo real.

As imagens são capturadas a uma resolução de 800x600, capturando 20 frames por segundo, configuráveis. Cada frame é processado pelo ARToolKit, onde a imagem é binarizada, ou seja, os pixels são transformados em valores binários (preto e branco). A partir

dessa imagem binária se faz a procura de regiões quadradas e é examinado o seu interior, se este quadrado for um marcador, é feita a comparação com os modelos pré-definidos carregados.

Após a identificação do marcador, o ARToolkit usa o tamanho conhecido do quadrado e a orientação padrão encontrado para calcular a posição real da câmera em relação a posição real do marcador. Uma matriz 3x4 conterá as coordenadas reais da câmera em relação ao marcador. Esta matriz é usada para calcular a posição das coordenadas da câmera virtual. Se as coordenadas virtuais e reais da câmera forem as mesmas, é possível definir ações como disparar filmes no local indicado, ou ainda renderizar objetos OpenGL, como é o caso deste projeto, sobre o marcador.

O ARToolkit também retorna algumas características do marcador como: coordenadas centrais, grau de confiança, distância da webcam e inclinação. A partir dessas, foi possível desenvolver o jogo da velha.

Para iniciar o jogo, o programa faz um sorteio aleatório de qual jogador (xis ou bolinha) irá começar a jogada. Em seguida o jogador posiciona o marcador na tela e a partir de cálculos matemáticos é identificado o quadrante que o marcador se encontra, se este permanecer por mais de 5 segundos no mesmo quadrante é realizada uma jogada naquela posição, fixando o objeto referente ao jogador na tela como mostra a Figura 5. Após a realização da jogada é feita a troca de jogadores, ou seja, se quem estava jogando era xis passa a ser bolinha e vice versa.

Para o controle do jogo também é realizada a jogada em uma matriz de 3x3, onde são atribuídos números aos jogadores. Quando uma jogada é realizada a mesma é cadastrada nesta matriz onde cada quadrante tem uma posição na matriz, se a jogada foi realizada por xis, esta posição recebe 1, se foi realizada por bolinha, esta recebe 2.

Após a realização de uma jogada o programa faz a verificação da matriz para verificar se existe um ganhador, para isto são feitas comparações nas colunas verticais, horizontais e diagonais. Se existir ganhador o programa irá riscar uma linha sobre o ganhador e impedirá a realização de qualquer outra jogada, senão deixará o jogo seguir normalmente até que aja um ganhador.

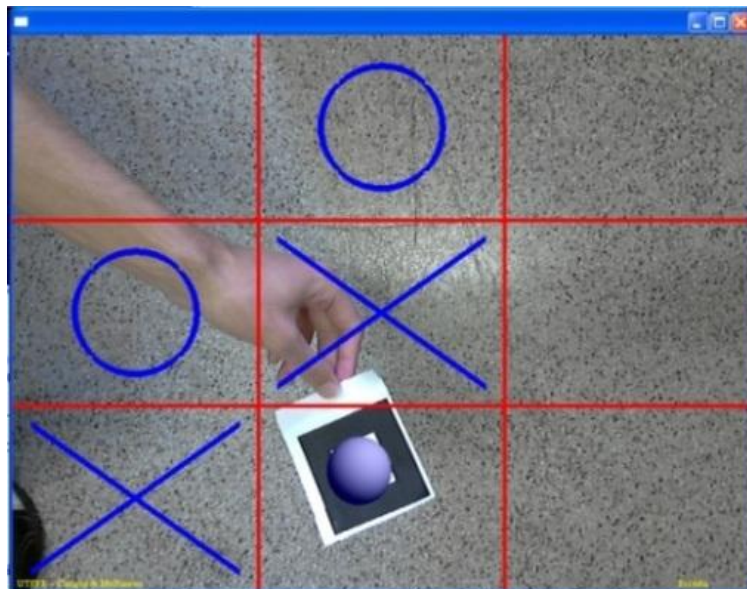


Figura 5 - Jogo da Velha em RA

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desta aplicação pode-se observar a usabilidade e versatilidade destas ferramentas, assim como sua simplicidade neste estudo.

Observou-se também um problema com luminosidade, o qual pode interferir diretamente na detecção dos marcadores.

Com este estudo despertou o interesse para continuarmos evoluindo o projeto principal do jogo da velha e também outras ferramentas que possibilitam a RA. No jogo já ocorre o estudo para implementação de *sockets*, que possibilitarão a versão *multiplayer*, a qual permite a participação de vários jogadores na mesma partida, com cada jogador em seu computador.

Também está em estudo a utilização de diferentes marcadores, como por exemplo, a própria mão do jogador, onde o jogador terá a “sensação” de estar segurando e manipulando o objeto.

Agradecimentos

Agradecemos a todos os integrantes do grupo de pesquisa LabSis (Laboratório de Sistemas Inteligentes), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Medianeira, que auxiliaram com seus conhecimentos para o desenvolvimento da aplicação.

Agradecemos aos professores Pedro Luiz de Paula Filho e Hamilton Pereira da Silva pela dedicação e orientação no trabalho realizado, os quais não mediram esforços em nos ajudar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. X.; ALVES, R. J. F. Colossus Arena: protótipo de game usando realidade aumentada. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v.2, n.1, p.47-56, jan/jun. 2011

ARTOOLKIT. **Feature List.** Disponível em: <www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/features.htm>. Acesso em: 25 abr. 2012.

ARTOOLWORKS. **Licensing.** Disponível em: <http://www.artoolworks.com/products/licensing/> Acesso em: 02 jun. 2012.

CERIBELLI, M. **Que tal jogar um game com realidade aumentada.** Entrevista Olhar Digital, 2010. Disponível em: <http://www.olhardigital.com.br/produtos/central_de_videos/que-tal-jogar-um-game-com-realidade-aumentada>. Acesso em: 25 abr. 2012.

COHEN, M.; MANSSOUR, I. H. **OpenGL: uma abordagem prática e objetiva.** 1. ed. São Paulo: Novatec, 2006. v. 1. 486p.

BLOODSHED. **Bloodshed Dev-C++.** Disponível em: <http://www.bloodshed.net/devcpp.html> Acesso em: 02 jun. 2012

OPENGL. **OpenGL.** Disponível em : <http://www.opengl.org> Acesso em 02 jun. 2012.

RODRIGUES, C.S.C.; PINTO, R. A. M.; RODRIGUES, P. F. N. Uma aplicação da realidade aumentada no ensino de modelagem dos sistemas estruturais. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, Passo Fundo, v.2, n.2, p. 81-95, set. 2010.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada:** conceitos, projeto e aplicações. In: IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis – RJ, 2007. Porto Alegre: SBC, 2007. 300p.

KIRNER, C.; KIRNER, T. C. **Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada.** In: XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, Uberlandia: SBC, 2011. 151p.

RAJAVO. **Realidad Aumentada.** Disponível em: <<http://rajavo.blogspot.com.br/2010/10/cofiguracion-artoolkit-con-dev-c.html>> Acesso em: 06 jun. 2012.

ZORZAL, E. R.; Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada. **Revista Novas Tecnologias na Educação.** Rio Grande do Sul, v.6, n.1, jul. 2008.

DEVELOPMENT OF AN AUGMENTED REALITY APPLICATION WITH ARTOOLKIT

Abstract: *The use of augmented reality technology allows that we have a human-machine interaction in a more realistic and friendly way, because we can insert virtual objects with it in the real world.*

This work shows that the study made for verifying the running of augmented reality within the ARToolKit tool, that is a library very popular indicated for development of applications in augmented reality known by been one of the principal in this area.

Games have always fascinated people, calling the attention and curiosity about the subject, and because of its easy implementation, for this work was decided to make the hash mark in augmented reality.

Key-words: *OpenGL, Pattern Recognition, Computer Vision*