

# *An augmented reality approach to building virtual scenes*

Santos, W.M.V.; Souza, G.F.A.; Costa, R. M.; Soares, F. A. A. M. N.; Galdino, L.O.; Salvini, R.; Soares, A. S.  
Instituto de Informática/Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil

Goiânia, Brasil

{wisllay.vitrio, guifas3000}@gmail.com; {ronaldocosta, fabrizio, leandroluis, rogeriosalvini, anderson}@inf.ufg.br

**Abstract** — *This article aims to present an alternative approach to building virtual sets, using augmented reality techniques. It starts with an introduction of the main proposal, addressing the themes of RPG (Role Playing Game) and augmented reality, and how these can be related through the use of markers. Followed by a review of studies related to augmented reality in the context of current computing. Finally we present the application of principles developed to meet the proposal and a description of the tests performed. To finalize alternative applications are described for augmented reality approach presented.*

**Keywords** — *RPG, Augmented Reality*

## I. INTRODUÇÃO

RPG - *Role-Playing Game* é um gênero de jogo onde o jogador interpreta um personagem em um mundo e história de fantasia. Um jogo de RPG baseia-se em um ambiente colaborativo, amparado pela imaginação dos jogadores e controlado por um sistema de regras pré-definido. Existem basicamente dois tipos, o RPG de mesa e o RPG eletrônico, este último surgiu com o intuito de facilitar o processo do jogo original de mesa. Apesar disso o RPG de mesa ainda é muito jogado por pessoas de todas as idades ao redor do mundo.

Essa modalidade possui alguns detalhes que a tornam um tanto complicada de ser jogado. Os jogadores precisam usar a imaginação para decidir suas ações no jogo, além de controlar uma série de papéis (fichas de personagem, dados de monstros, *status* do jogo, descrições de cenário) e dados numéricos como atributos de personagem, cálculos para computação de danos em batalhas, cálculos de probabilidades de ações, situações e etc. Como exemplificado na Figura 1.



Figura 1: Exemplo de uma mesa de RPG.

Todos estes artefatos tornam complexa a execução do jogo, levando muitos jogadores a deixar de dar a devida atenção à parte imaginativa, e consequentemente tornando o processo menos divertido. Neste trabalho é proposta a aplicação da Realidade Aumentada para auxiliar este processo.

A Realidade Aumentada combina uma visão composta por cenas reais com objetos virtuais [1]. Normalmente utiliza-se uma câmera, ou outro dispositivo, para capturar o ambiente real, e então, com a ajuda de um computador são desenhados objetos virtuais sobre a imagem capturada, de forma a fazê-los parecer parte da cena.

A Realidade Aumentada faz parte de um conceito maior chamado Realidade Misturada [2], que consiste na apresentação simultânea de objetos virtuais e reais ao usuário.

Na área de ferramentas direcionadas ao auxílio de jogos de RPG usando realidade aumentada existem algumas alternativas como por exemplo o RARPG, SurfaceScape e o IRTaktiks.

A ferramenta RARPG [3] foi desenvolvida em 2011, pelos alunos da Universidade de Mackenzie-SP, foi criada como uma alternativa de baixo custo para a manipulação de fichas utilizadas pelos jogadores virtualmente, fazendo uso de um projetor e uma câmera infra-vermelho capaz de reconhecer a distancia dos objetos capturados.

O SurfaceScapes [4] é uma ferramenta que foi criada para interagir com o Microsoft Surface [5], permitindo transformar o equipamento em um sistema interativo para a prática de RPG, onde os jogadores utilizam objetos reais para manipular os elementos virtuais do jogo.

O IRTaktiks [6] faz uso de superfícies multitoque para elaboração de um jogo de RPG tático, onde os jogadores podem controlar até oito unidade táticas e definir estratégias através de comandos de toque.

Um ponto em comum entre todas as soluções citadas é a necessidade de utilizarem equipamentos pouco usuais para a maioria das pessoas, como projetores, câmera infravermelho e superfícies sensíveis ao toque. Neste sentido, a abordagem aqui apresentada pretende auxiliar, propondo uma forma de utilizar equipamentos comuns, de fácil aquisição e baixo custo para a prática de RPG utilizando realidade aumentada.

Utilizando os conceitos vistos, é proposta uma maneira de construir e visualizar cenários virtuais em cenas reais, através de marcadores inseridos no ambiente real que representem os objetos virtuais.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

Tanto o RARPG, como as plataformas SurfaceScape e IRTaktiks, necessitam de equipamentos específicos, alguns de difícil acesso, custos consideráveis e complexidade de construção, que podem dificultar a prática do RPG de mesa.

Com o objetivo de ser acessível e de fácil uso, o programa foi construído para usar uma *webcam* na captura de vídeos do mundo real. Isto torna o processo acessível a qualquer pessoa tendo em vista que este tipo de equipamento pode ser facilmente adquirido e instalado.

Marcadores de papel ou material similar foram definidos e identificados pela câmera. Estes marcadores representam objetos e personagens que são projetados na tela do computador em tempo real, permitindo a criação de cenários a partir de objetos definidos pelo usuário.

### A. Biblioteca ARToolKit

Foi utilizada a biblioteca ARToolKit [7], que usa algoritmos de visão computacional para capturar, encontrar e calcular a posição dos marcadores na imagem real da câmera. Através dos dados calculados por este módulo o programa é capaz de desenhar os objetos virtuais sobre a imagem real dos marcadores, transformando-os em inclinação, escala e ângulo de visão conforme o marcador é movimentado pelo usuário no mundo real.

A biblioteca ARToolKit é um biblioteca *open-source*, ou seja, de código aberto, e é licenciada pela GPL (GNU *General Public License*), portanto pode ser facilmente ser estendida e modificada para atender os propósitos e especificidades de uma aplicação. É uma biblioteca rápida o suficiente para aplicações de Realidade Aumentada em tempo real e possui distribuições para as principais plataformas. Por estes motivos, foi escolhida para ser utilizada neste projeto.

### B. Biblioteca GLM e OpenGL

A aplicação desenvolvida reconhece padrões chamados de marcadores, na imagem real e no lugar destes marcadores, projeta em tela objeto 3D. Estes objetos que são projetados podem ser customizados ou até mesmo adicionados pelo usuário.

Para que esta operação seja possível, é utilizado a biblioteca GLM [8], responsável por ler um arquivo que represente um objeto 3D e, através de funções da OpenGL, projetá-lo, renderizando-o na tela da aplicação.

A GLM fornece funções para a leitura de objetos com a extensão OBJ. A grande maioria dos programas de modelagem 3D podem exportar objetos nesse formato.

### Arquivos OBJ e MTL

São arquivos que representam objetos 3D e suas características. Arquivos OBJ definem os vértices, arestas, coordenadas de textura, faces, etc. e uma referência para o arquivo de extensão MTL.

Arquivos MTL definem características visuais de renderização, tais como iluminação, cor, difusão de luz e texturas.

A aplicação proposta pode resumida no seguinte processo:

- 1.1. Capturar a Imagem.
- 1.2. Procurar Marcadores.
  - 1.2.1. A imagem é convertida para o modo monocromático e o contorno do marcador é identificado.
- 1.3. Identificação dos marcadores.
  - 1.3.1. Posição e orientação do marcador em relação à câmera é identificada e calculada com base na borda do marcador.
  - 1.3.2. A posição e orientação é convertida para um par representado por  $T_i = \{P_i, R_i\}$ , onde P representa a posição e R a Orientação.
  - 1.3.3. Com base no conteúdo do marcador é identificado o objeto a ser projetado.
- 1.4. Projeção dos marcadores.
  - 1.4.1. Utilizando o par identificado  $T_i = \{P_i, R_i\}$ , o objeto 3D equivalente é alinhado ao marcador.
  - 1.4.2. Objetos 3D são renderizados no *frame* do vídeo.
- 1.5. A imagem é projetada em tempo real.

A Figura 2 exemplifica o processo descrito.



Figura 2: Processo de captura e identificação de marcadores.

Primeiramente a câmera captura a imagem, a qual é transmitida para a aplicação. A imagem capturada então é binarizada usando um *threshold*, que permite destacar os marcadores, de tal forma que uma varredura seja capaz de identificar os marcadores presentes.

Os marcadores encontrados são identificados pelo seus quatro cantos, que são então usados para calcular a orientação e a posição no plano tridimensional, que é representada por uma matriz de transformação linear.

Os marcadores capturados são comparados com os marcadores conhecidos e então identificados. Cada marcador identificado é relacionado com um objeto tridimensional que é

ajustado de acordo com a matriz de transformação obtida na fase de posicionamento. Finalmente o objeto posicionado é renderizado pela biblioteca gráfica na imagem resultante que é então exibida no monitor.

### Calibragem

O primeiro passo para permitir que os marcadores sejam identificados é a calibragem da câmera. Esta fase é fundamental para garantir que a detecção seja feita de maneira eficiente.

Para tal finalidade o ARToolkit possui um aplicativo para calibração da câmera usando uma imagem que contem uma malha de pontos como visto na Figura 3a [7]. Essa malha é então capturada pela câmera e o usuário marca os pontos de cima para baixo e da esquerda para a direita para que o programa possa identificar os parâmetros de distorção da câmera.

### Marcadores

Os marcadores utilizados pela aplicação seguem um padrão como o mostrado na Figura 3b[7]. Por possuírem apenas as cores preta e branca, podem ser identificados através da técnica de binarização onde as bordas pretas serão destacadas e reconhecidas durante o rastreamento da imagem. A sua forma definida de quadrado permite que a partir dos seus cantos, uma matriz de transformação seja calculada para determinar a sua orientação e posicionamento em relação ao plano tridimensional.

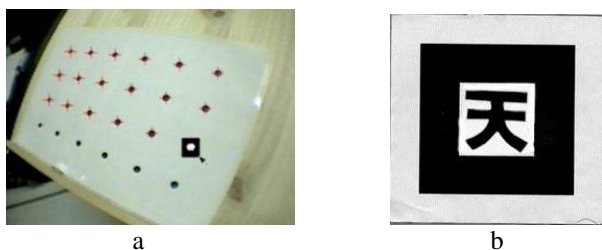


Figura 3: (a) Padrão de calibragem em execução. (b) Exemplo de marcador usado pelo ARToolkit.

A parte interior do marcador é chamada de padrão e serve para identificá-lo, o que é feito pelo ARToolkit a partir de um *bitmap* que representará o padrão e será comparado com os padrões armazenados em arquivos carregados durante a execução. Os padrões então são identificados com um determinado grau de confiabilidade.

### Detecção de Distâncias

Dada a posição do marcador e a sua matriz de transformação é possível desenhar um objeto com a rotação e translação apropriados, mas ainda é necessário saber a

profundidade do marcador para que o objeto tridimensional correspondente seja renderizado com uma escala apropriada.

Como uma câmera comum não é capaz de identificar a distância do marcador capturado assim é necessário informar a aplicação o tamanho real deste, de modo que a distância seja calculada a partir da diferença de escala entre o objeto real e o objeto capturado pela câmera.

Esse efeito pode ser visto na Figura 4, onde dois marcadores de tamanhos diferentes atribuídos ao mesmo modelo tridimensional produzem efeitos de transformação distintos relacionados aos seus respectivos tamanhos, garantindo que o objeto seja renderizado com um mesmo tamanho em ambos os casos.

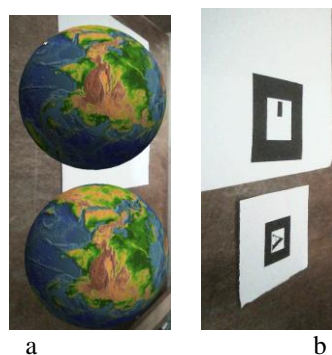


Figura 4: Objetos renderizados do mesmo tamanho (a) marcadores de tamanhos distintos a uma mesma distância da câmera (b)

Os testes foram realizados em uma sala com iluminação artificial em um computador com Processador Intel Pentium Core 2 Duo Ultra Low Voltage e memória RAM de 4GB DDR3 com webcam embutida USB 2.0 HD (1280 x 720), 1.3 MP.

Vários testes foram realizados, sendo que os melhores resultados foram obtidos em um ambiente controlado, uma sala com iluminação artificial com os marcadores posicionados a uma distância máxima de 3 metros da câmera, conforme exemplificado pela figura 5.

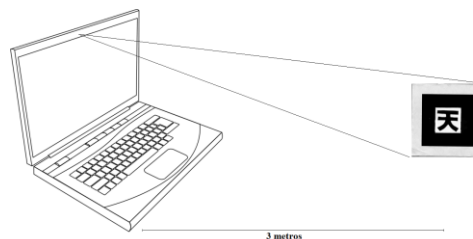


Figura 5: Distância adequada para o reconhecimento.

## III. RESULTADOS

A aplicação desenvolvida foi testada com diversos marcadores, adicionados pelo usuário e alguns criados por ele, de diferentes tamanhos, também foram utilizados vários

objetos, com e sem textura, com diferentes cores e tamanhos. O programa foi executado em ambientes com diferentes tipos de iluminação e com marcadores em diferentes distâncias em relação à câmera.

A aplicação conseguiu identificar os padrões em todos os casos onde a iluminação do ambiente e o posicionamento do marcador em relação a câmera era adequada (3 metros de distância).

Em casos onde a iluminação não era adequada (iluminação em ambiente aberto com luz do sol ou em ambientes com baixa iluminação) apresentou identificação inadequada, porém, considerando uma avaliação geral, pode-se dizer que foi capaz de reconhecer os padrões em vários casos reais, com exceção dos casos descritos a seguir.

Em ambientes mal iluminados apresenta dificuldades ao identificar unicamente o padrão de um marcador em relação a outros, porém a aplicação é capaz de reconhecer a presença de um marcador na imagem. Isso ocorre porque o algoritmo utiliza a técnica de binarização da imagem capturada, uma interferência de luz na imagem, tanto muita luz quanto pouca, afeta consideravelmente a identificação.

Em relação às diferentes distâncias dos marcadores em relação a câmera, a aplicação apresenta uma boa identificação, sendo capaz de identificar marcadores com 8cm de largura até uma distância de 3 metros em relação a câmera.

Foram confeccionados para o teste, marcadores feitos à mão em folhas simples de papel sulfite A4 branco, com os padrões desenhados a caneta esferográfica preta e grafite. É sabido que a tinta usada em canetas e o grafite possuem reflexão da luz o que pode interferir a captura dos marcadores em casos de incidência direta de luz.

Assim, a aplicação foi testada e teve bons resultados de identificação do padrão dos marcadores em ambientes bem iluminados. Já em ambientes mal iluminados o desempenho foi ruim, o programa não foi capaz de reconhecer a presença de um marcador na cena continuamente, fazendo o objeto aparecer e desaparecer da cena várias vezes.

A complexidade do padrão utilizado para o marcador também influencia nos resultados, sendo que padrões mais simples, com poucos detalhes são mais fáceis de detectar do que padrões detalhados e com traços mais finos.

Foram testados também vários marcadores na cena simultaneamente. O programa foi capaz de reconhecer todos com uma velocidade satisfatória de execução, não apresentando perda de quadros mesmo em um computador modesto (Processador Intel Pentium Core 2 Duo Ultra Low Voltage e memória RAM de 4GB DDR3).

#### IV. DISCUSSÃO

Embora tenha sido desenvolvido inicialmente para a criação de cenários virtuais para a prática de RPG, é possível encontrar outras finalidades para a aplicação desenvolvida.

Na construção civil, pode ser utilizado em processos de arquitetura: Maquetes poderiam ser montadas fazendo o uso de

marcadores representando as estruturas como prédios, casas e ruas.

Design de interiores: Modelos tridimensionais de interiores de casas poderiam ser feitos usando marcadores para móveis, paredes e decoração em geral.

Além dessas muitas outras aplicabilidades podem ser encontradas quando adaptadas ao modelo de Realidade Aumentada.

#### V. CONCLUSÃO

O projeto apresentou resultados satisfatórios em relação a detecção de objetos e renderização dos modelos tridimensionais, mostrando a extensibilidade do ARToolkit como framework para aplicações de realidade aumentada.

No caso da aplicação desenvolvida é importante ressaltar que mesmo sendo capaz de detectar vários padrões ao mesmo tempo, é necessário que estes estejam totalmente visíveis e sob iluminação adequada, para permitir que o algoritmo de detecção funcione adequadamente.

A flexibilidade e simplicidade de materiais necessários para utilizar a aplicação permitirá a utilização da aplicação em variados contextos com diversos objetos e padrões de acordo com as necessidades.

A simplicidade dos materiais pode permitir que um arquiteto ou engenheiro crie manualmente um marcador com caneta e papel e o mesmo seja imediatamente integrado a uma maquete virtual com um objeto 3D associado.

#### VI. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com apoio do edital 06 de 2012 da Fundação de Amparo a Pesquisa de Goiás (FAPEG).

#### REFERENCIAS

- [1] Zorzal, E.R, Buccioli, A.A.B, Kirner, C., "Desenvolvimento de Jogos em Ambiente de Realidade Aumentada.", SBGAMES-Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento Digital, WJogos, USP, São Paulo, SP, 2005.
- [2] De Andrade R.F.L., "ARHydra – Uma proposta de visualização e redirecionamento de recursos utilizando Realidade Aumentada", Brasília, 2012.
- [3] Miyazaki, A. K., Rey, G. P., Marengoni, M. "Visão Computacional e Realidade Aumentada aplicadas a jogos de RPG de mesa.", 2011.
- [4] What Lies Beneath... Disponível em <http://www.etc.cmu.edu/projects/surfacescapes>. Último acesso em 27/02/2013.
- [5] Surface by Microsoft, Buy the New Windows Tablet Disponível em <http://www.microsoft.com/Surface>. Último acesso em 27/02/2013.
- [6] Schneider, W.S, Dias Filho, N.C, Mauruto L.H.M., "IRTaktiks – Jogo de RPG Tático para Interfaces Multitoque", Centro Universitário Senac, São Paulo, 2008.
- [7] ARToolkit Home Page. Disponível em <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>. Último acesso em 27/02/2013.
- [8] GLM: an Alias Wavefront OBJ file library. Disponível em <http://devernay.free.fr/hacks/glm>. Último acesso em 27/02/2013.