

O Estudo e Uso das Aplicações com Realidade Aumentada

Study and Use of Augmented Reality Applications

Wendel Caon, Gabriel Abrantes, Juliana Padilha

Universidade Presidente Antonio Carlos
 Rua Lincoln Rodrigues da Costa, 165
 Ubá - MG, 36500-000 - Brasil.
 {wendel.caon, abrantestc, padilha.ju}@gmail.com

Abstract: *Although augmented reality has not reached its full potential, it has become increasingly present. However, to use such technology, the user is subject to the sensitivity of the equipment developed to process images in real time, and to their exhibition mode, so that they become interactive and open to constant innovations. This article aims at promoting and motivating interest in the development of new technologies with the application of augmented reality as a way to promote human-machine interaction.*

Key words: *Augmented reality. Virtual reality. ARToolKit.*

Resumo: A realidade aumentada torna-se cada vez mais presente, mesmo assim não atingiu nem uma fração do seu potencial desejado. Contudo, para utilizar essa evolução, o usuário dessa tecnologia se sujeita à sensibilidade dos equipamentos desenvolvidos com o objetivo de processar as imagens em tempo real e à forma de exibição destas, a fim de que se tornem uma ferramenta interativa, que possa ter aberturas para as inovações que surgem a todo instante. Este artigo tem o intuito de divulgar e motivar o interesse do desenvolvimento de novas tecnologias com a aplicação da realidade aumentada, como uma alternativa facilitadora de interação entre homem e máquina.

Palavras Chaves: Aumentada, Realidade Virtual, ARToolKit.





Introdução

Em busca de uma melhor relação do ambiente gráfico, o homem adquire conhecimentos especializados quanto às imagens e aprende a virtualizá-las de forma a buscar uma melhor ideia de unir o meio virtual e o real. Através do uso de interfaces tecnológicas, promove a relação entre os ambientes, a fim de levar resultados desejáveis aos olhos humanos. Seja essa relação estabelecida por intermédio de jogos, desenvolvimento de projetos arquitetônicos a fim de acelerar o processo e reduzir o gasto com materiais não recicláveis, confecção de maquetes virtuais, projetos usados na industrialização de peças, treinamentos e capacitações ou cenários para novos ambientes, ou seja, o homem se utiliza desses recursos tecnológicos para agilizar o seu cotidiano e minimizar as perdas de processos que possam ser de custo financeiro e/ou de tempo elevados.

A realidade aumentada (RA) é uma ferramenta que permite tornar a imagem no ambiente por meio de modelos predefinidos, sejam eles do mundo real ou idealizado pelo homem. Por meio de um holograma, o uso da RA sobrepõe o mundo virtual com objetos reais. Segundo Kirner (2007), “RA consiste numa interface avançada de computador, que promove em tempo real a exibição de elementos virtuais sobre a visualização de determinadas cenas do mundo real”. Estas imagens poderão ser vistas por intermédio de equipamentos e seus sensores elaborados para tolerar tal tecnologia, como os celulares, *webcams*, óculos especiais e monitores, os quais fazem parte dessa imensa rede tecnológica, utilizando-se de um objeto impresso e codificado por um computador que em um ambiente de comum ou privado acesso possa ser visto e aplicado diretamente pelo usuário final (VALÉRIO, 2002).

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é relatado o surgimento da RA junto a suas origens; nas subseções 2.1 a cronologia; 2.2 o poder da RA; 2.3 o seu funcionamento; 2.4 e suas subseções trazem a forma de utilização bem como as aplicações atuais, futuras e específicas; 3 o gerenciamento e a produção da RA; 3.1 a especificação de um *software* responsável para a implementação da RA; 3.1.1 o funcionamento do *software*; e na seção 4 é apresentada a conclusão.

Realidade Aumentada e sua Origem

As primeiras aplicações com o uso de Realidade Virtual (RV) surgiu pelas mãos do pioneiro Ivan Sutherland na década de 60, com o desenvolvimento do *SketchPad*. Em 1968, o seu trabalho he-



ad-mounted displays introduzia a ideia de RA com um aparelho em forma de capacete (Figura1) onde a imagem é projetada a fim de mergulhar o espectador em um ambiente simulado dando as primeiras sensações de ambiente em três dimensões (3D) (KIRNER, 2007).

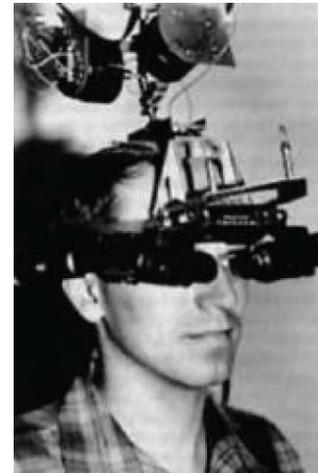


Figura 1: Capacete - Head-Mounted Display
Fonte: Sutherland, 1968

Segundo a definição de Azuma (1997), a RA é como um sistema que combina elementos virtuais com o ambiente real, é interativa, concebida em 3D e tem processamento em tempo real.

A definição de Ronald Azuma sobre a RA é a descrição mais bem aceita. Ela ignora um subconjunto do objetivo inicial da mesma, porém é entendida como uma representação de todo o domínio da RA que é um ambiente que envolve tanto RV como elementos do mundo real, criando um ambiente misto em tempo real. Por exemplo, um usuário da RA pode utilizar óculos translúcidos, e através deles, ele poderia ver o mundo real, bem como imagens geradas por computador projetadas no mundo. Já existem vários sistemas de manipulação da RA disponíveis de forma gratuita. Existem aplicações educacionais, jogos e aplicações de realidade nas mais variadas áreas, como bioengenharia, física e geologia (WIKIPÉDIA, 2010).



Assim a RA é uma tecnologia capaz de unir o mundo físico ao virtual, capaz de fornecer informações que vão muito além do que se pode ver e tocar. De acordo com Albuquerque (1999), acredita-se que um dos mais importantes usos de mundos virtuais não é substituir o mundo real, mas sim completar a visão do usuário desse mundo. Isso significa que a RA na prática nada mais é do que a sobreposição de objetos virtuais em um ambiente real. A conceituação de RA é a mistura do mundo real e virtual em algum ponto da realidade/virtualidade contínua que conecta ambientes reais e virtuais completos (MILGRAM, 1994).

Cronologia

A RV ganha força na década de 90, visto que a computação gráfica interativa em tempo real proporcionou condições de execução por causa do avanço tecnológico da época. Com as vantagens oferecidas na época, o usuário tinha um desconforto ao participar da RV fazendo o uso de equipamentos como, óculos, luvas, capacetes e *mouses* 3D. Essa transição em um ambiente ainda desconhecido era de difícil interação, exigindo muito treinamento. Devido a esses problemas, a RV não se popularizou como uma nova interface para o usuário (KIRNER, 2007).

Ainda na década de 90, com o andar evolutivo da tecnologia, a RA aparece com o conceito de sobreposição de objetos em um ambiente virtual com o físico e o uso de dispositivos tecnológicos. No início do ano de 2000, as aplicações junto aos dispositivos, técnicas computacionais e *softwares* se tornam mais acessíveis por terem melhor índice de custo-benefício. A facilidade em relação ao manuseio da RA por meios de equipamentos que não eram específicos somente para a tecnologia permitiu maior número de interações e maior facilidade na participação (KIRNER, 2007).

A RA se torna uma das possibilidades mais concretas de ser considerada a próxima geração de interface popular, pois são utilizadas em aplicações não restritas e isoladas. Isso ocorre através de dispositivos aplicados em meio externo e interno, ao contrário da RV que faz o uso de equipamentos como projetores, capacetes e monitores e as suas aplicações são realizadas em ambientes restritos e fechados (KIRNER, 2007).

Conforme Benford (1998), Billinghurst (1999) e Kirner (2004), por outro lado, tanto a RV quanto a RA podem ser usadas em aplicações individuais e em aplicações coletivas locais ou remotas, proporcionando experiências colaborativas.



Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica



Ministério
da Educação





O Poder da Realidade Aumentada

A RA possui uma das mais importantes características que é a maneira pela qual se faz possível a transformação do foco de interação. O sistema de interação já não é uma localização precisa, mas sim o ambiente como um todo; interação não mais é uma simples troca “face-monitor”, agora se dissolve no espaço e objetos em volta (WIKIPÉDIA, 2010).

Muitas pesquisas estão apenas no início, outras em estágios mais avançados, mesmo assim com todas as pesquisas e estudos, é perceptível que a RA é um novo mundo à disposição, que chega aos poucos e invade o ambiente de trabalho, faz uma revolução, influencia o lazer, modifica o mundo real, ora impressiona com a realidade e ora completa o ambiente. Assim, a relação entre o homem e a máquina se completa. É notável que a RA venha com força total para trazer o conforto e praticidade ao ser humano, compartilhando informações e mudando a visão de mundo, invadindo a realidade e tendo a proeza de mudar conceitos bem antigos e enraizados na sociedade.

O paradigma da RA pode introduzir benefícios de grande importância às atividades humanas. Sua utilização auxilia no aumento da percepção, na melhoria da interação e, conseqüentemente, aumenta a produtividade na realização de tarefas do mundo real (GROHS, 2010).

Funcionamento da Realidade Aumentada

O funcionamento da RA é simples e feito através de uma *webcam* conectada a um computador onde são reconhecidas as imagens impressas e codificadas. Estas são interpretadas pelo *software* responsável que projeta um objeto virtual, sobrepondo-o, e os elementos reais fazem com que a imagem (Figura 2) interaja com o mundo real e, neste momento, reduz o limite do real e virtual. Na verdade, existe uma imagem única, a qual passa a ser a verdadeira realidade, para o observador. Essa tecnologia assemelha-se com as cenas vistas antes somente em filmes de ficção científica ou de laboratórios de pesquisa, mas é verdade que a RA está tão presente que passa a fazer parte da nossa vida.



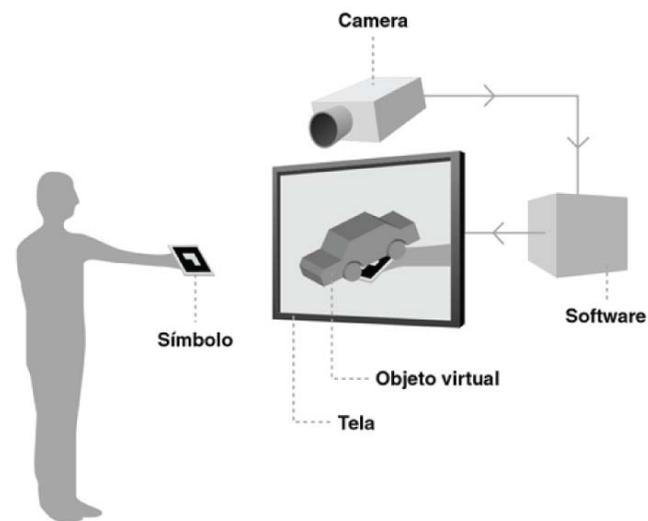


Figura 2: Representação da imagem em Realidade Aumentada.
 Fonte: Junior, 2009



Com diferentes aplicações, a RA já é de constante utilização em jogos e tem o objetivo de fazê-los mais realistas, assim como na medicina para a qual sua aplicação muito direcionada e precisa possibilita que casos e diagnósticos médicos possam ser estudados com maior clareza e maior facilidade de visualização. Na indústria a RA é aplicada em novos projetos e futuras modificações, e na arquitetura minimiza custos em construções, como a confecção de modelos e/ou projetos arquitetônicos virtuais e em publicidade ao proporcionar experiências interativas com o consumidor final, dando destaque a uma marca.

Já existem exemplos aplicados na divulgação de grandes e famosas marcas comerciais. Essas experiências mostram que a RA acerta em cheio o meio promocional, agradando o usuário e fazendo com que haja a interação com a mesma.

O Uso da RA

O conceito de RA é possível graças à integração da computação gráfica, tendo em vista a sua





evolução na *web* e sua aplicação em diversos ambientes, como exemplo, na área de jogos, em que, por meio de cenários elaborados, cria ambientes de grande interação, de forma sutil e agradável, dando a sensação de imersão do jogador no ambiente, sem necessidade de aparelhos que causam desconforto. Em áreas como a medicina, a qual possui maior demanda de recursos em treinamentos, diagnósticos e simulações cirúrgicas, visando permitir que a interação seja em 3D e em tempo real, torna-se inovadora e com aplicações de técnicas e intervenções médicas de alto risco com maior segurança para os pacientes. Em ambientes escolares, estudantes fazem o seu primeiro contato com a informática utilizando novas propostas, como exemplo, as de um livro em que se tenha como objetivo de trabalho, desenvolver um ambiente computacional com simples características de forma tradicional, no qual motive a percepção de crianças, podendo estender suas aplicações a portadores de necessidades especiais, influenciando a sua aprendizagem, através de estímulos visuais, sonoros e táteis (KIRNER, 2006).

Desta maneira, a RA é considerada uma ferramenta de apoio para tarefas complexas em vários ambientes, tais como cirurgias, montagem e manutenção, inserção de informações adicionais no campo de visão, como tabelas, legendas informativas ou instruções durante um procedimento, visualizando objetos escondidos como se fosse um Raio-X virtual, baseando-se em tomografias ou imagens oriundas de ultrassom.

Aplicações Atuais

Apesar de ser uma tecnologia para muitos recente, para outros a RA é idealizada de longa data, com algumas aplicações atuais em prática, das quais podem ser citadas (WIKIPÉDIA, 2010): **a)** dispositivos de navegação em construções, como na manutenção de plantas industriais; **b)** ambientes abertos, como em operações militares ou desastres; **c)** carros ou aeronaves, através de visores dotados de RA integrados ao capacete do usuário; **d)** prospecção em hidrologia, ecologia ou geologia, mostrando informações específicas sobre o terreno ou mapas tridimensionais; **e)** visitação aprimorada, legendas ou textos históricos referentes a objetos ou locais vistos, ruínas ou paisagens reconstruídas; **f)** simulação, tal como de voo ou de mergulho; **g)** colaboração de equipes distribuídas à distância, conferências com participantes reais e virtuais, trabalho em conjunto com modelos 3D simulados; **h)** entretenimento e educação, objetos virtuais em museus e exposições, atrações temáticas em par-



Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica



Ministério
da Educação



ques, como por exemplo, o *Cadbury World*, jogos, tais como *ARQuake* e *The Eye of Judgment*.

Com a entrada do sistema de RA no mercado, poderemos ver janelas virtuais, pôsteres, sinais de trânsito, decorações natalinas, torres de publicidade e outros. Tais elementos devem ser completamente interativos mesmo que seja à distância.

Aplicações Futuras

Diante das aplicações atuais, mencionadas na subseção anterior, nota-se a existência de algumas que ainda estão em fase de projeto e/ou em fase de testes, dentre elas, pode-se citar (WIKIPÉDIA, 2010): **a)** expansão de telas de computador para um ambiente real como janelas de programas, nos quais os ícones se tornam dispositivos virtuais num espaço real podendo ser operados por gestos ou pelos olhos; **b)** óculos que poderiam simular uma centena de monitores convencionais ou janelas de aplicação ao redor do usuário de forma simultânea; **c)** dispositivos virtuais a fim de promover a substituição de monitores tradicionais, painéis de controle em aplicações de objetos 3D que alteram suas formas e aparências, sendo interativa e baseada em tarefas ou necessidades do usuário; **d)** aplicações médias, como telas virtuais pseudo-holográficas, cinema *surround* virtual, permitindo imagens criadas por computadores e interação com sujeitos reais e plateias; **e)** substituição de telas de navegação em carros com inserção de informações diretamente no ambiente.

Dispositivos e aparelhos virtuais se tornam possíveis como, equipamentos produzidos para auxiliar em tarefas orientadas por dados, a saber: relógios, computadores e aparelhos de som, *outdoors* eletrônicos. Tais equipamentos poderiam ser alteradas por dispositivos virtuais que não custariam nada para serem produzidos, exceto pelo custo de produção do *software* (WIKIPÉDIA, 2010).

Desta forma, a RA se acoplará em ambientes variados no cotidiano, levando a público o seu conceito limpo, promovendo a sustentabilidade. Com a redução de equipamentos, que por muitas das vezes se tornam defasados com o passar do tempo, a RA terá como evolução o desenvolvimento de novos aplicativos, diminuindo os custos e promovendo maior interação pública.

Aplicações Específicas

Assim como em algumas áreas de ciências físicas e matemáticas, existem aplicações específicas que podem vir a ser ou não divulgadas em público, como uma aplicação usual comum a todos.



Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica



Ministério
da Educação



Alguns exemplos são citados a seguir (WIKIPÉDIA, 2010): **a)** o *LifeClipper*, um sistema de RA trajável; **b)** *Characteroke*, uma espécie de traje portátil de RA para exibição de informações, por meio do qual o pescoço e cabeça estão ocultados por um fino painel ativo; **c)** *MARISIL*, um telefone centrado em interface do usuário baseado em RA; **d)** *CyberCode*, um sistema de etiquetagem virtual no qual objetos no mundo real são reconhecidos por um computador.

Gerenciamento e Produção da Realidade Aumentada

Existem várias maneiras de desenvolver uma aplicação de RA. Uma das mais simples é composta por um microcomputador com uma *webcam* instalada.

Para que se possa misturar o ambiente real ao virtual, um *software* específico de RA captura as imagens do ambiente real, através de uma *webcam*, e as processa para fazer a sobreposição dos objetos virtuais no cenário real. Além disso, o *software* também gerencia interações dos objetos virtuais e seu posicionamento em tempo real, fazendo com que o usuário tenha a impressão de um ambiente unificado. A figura 3 mostra o modelo desse método, denominado visão por vídeo baseada em monitor e *webcam* (BUCCIOLI, 2010).

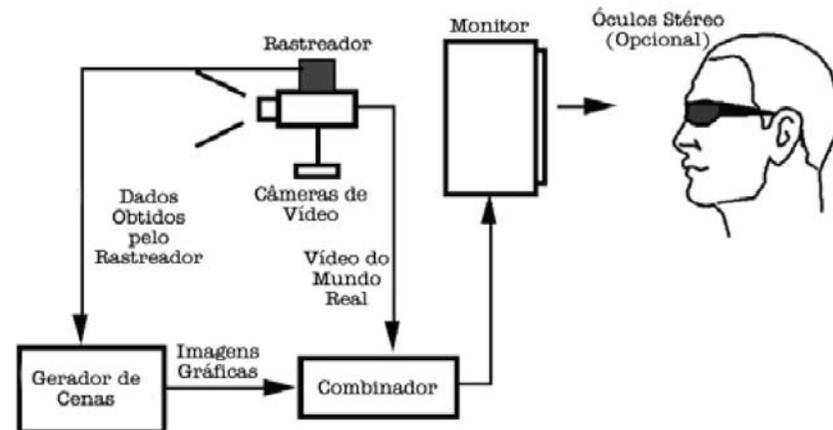


Figura 3: Método de visão por vídeo baseada em monitor e webcam
 Fonte: Buccioli, 2010



Software para Realidade Aumentada

Para o desenvolvimento de aplicações com o uso de imagens holográficas, é necessária a utilização de um *software* que seja específico, como exemplo será utilizado o *ARToolKit*, uma ferramenta apropriada para o desenvolvimento de aplicações com o uso de RA, que opera por meio de técnicas de visão computacional, processamento de imagens e posicionamento espacial (BUCCIOLI, 2010).

No entanto, as maiores dificuldades que ocorrem no desenvolvimento das aplicações com RA, estão na execução em tempo real de uma série de atividades, que envolvem o rastreamento de objetos reais, calibração e posicionamento de objetos virtuais, combinação dos dois ambientes e realização de interação com esses objetos. Nesse contexto, através de técnicas de visão computacional, o *software ARToolKit* permite rapidamente rastrear e calcular a posição das placas de referência (marcadores) em relação à câmera, possibilitando a inserção de objetos virtuais sobre elas e permitindo o seu manuseio com as mãos, movimentando junto os objetos virtuais associados (BUCCIOLI, 2010).

O *ARToolKit* transforma a imagem de vídeo que foi capturada pela câmera em uma imagem de valor binário (em Preto & Branco), em seguida a examina e procura regiões quadradas (símbolos que são equivalentes aos códigos de barras). Após essa etapa, o *ARToolKit* examina as imagens no interior das regiões encontradas denominada de quadrados, a seguir faz a comparação com símbolos que já estão pré-cadastrados (BUCCIOLI, 2010).

Caso haja alguma similaridade entre o símbolo que foi capturado e o símbolo pré-cadastrado, o *ARToolKit* considera que encontrou um dos marcadores de referência. Então usa o tamanho conhecido do quadrado e a orientação do padrão encontrado, executa o cálculo da posição real da câmera em relação à posição real do marcador. Em seguida a matriz 3x4, que irá conter as coordenadas reais da câmera em relação ao marcador, calculará a posição das coordenadas da câmera virtual. Se essas coordenadas virtuais e reais da câmera forem exatamente as mesmas, o objeto virtual pode ser desenhado precisamente sobre o marcador real (BUCCIOLI, 2010).



Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica



Ministério
da Educação



ARToolkit

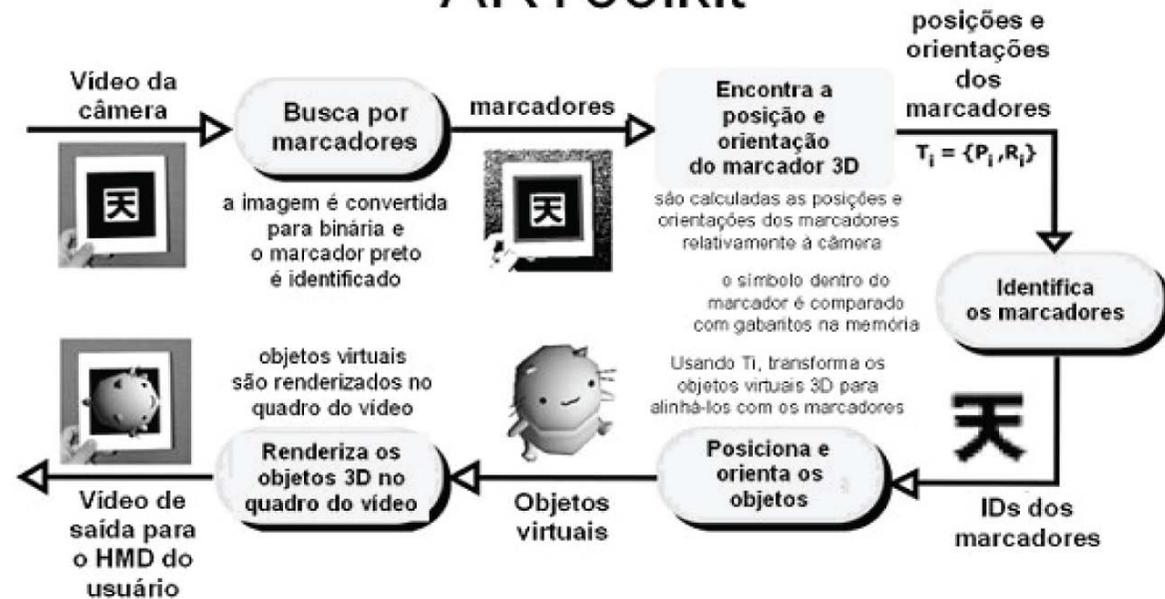


Figura 4: Diagrama que descreve os passos da detecção dos marcadores e o posicionamento de objetos virtuais sobre os marcadores detectados na cena. Traduzido do tutorial dos autores [Kato, Billinghurst and Poupyrev 2000].
Fonte: Cardoso, 2004

O diagrama da Figura 4 ilustra a maneira como todos os passos do processamento de imagens são executados e como se faz para detectar a geometria do marcador, calcular a matriz e depois o posicionamento de um objeto virtual sobre este marcador detectado.

O Funcionamento do ARToolKit

O ARToolKit utiliza-se de técnicas com visão computacional, fazendo o cálculo em uma perspectiva real da câmera em relação a um marcador no mundo real. A figura 5 representa o diagrama da estrutura em funcionamento do software ARToolKit.



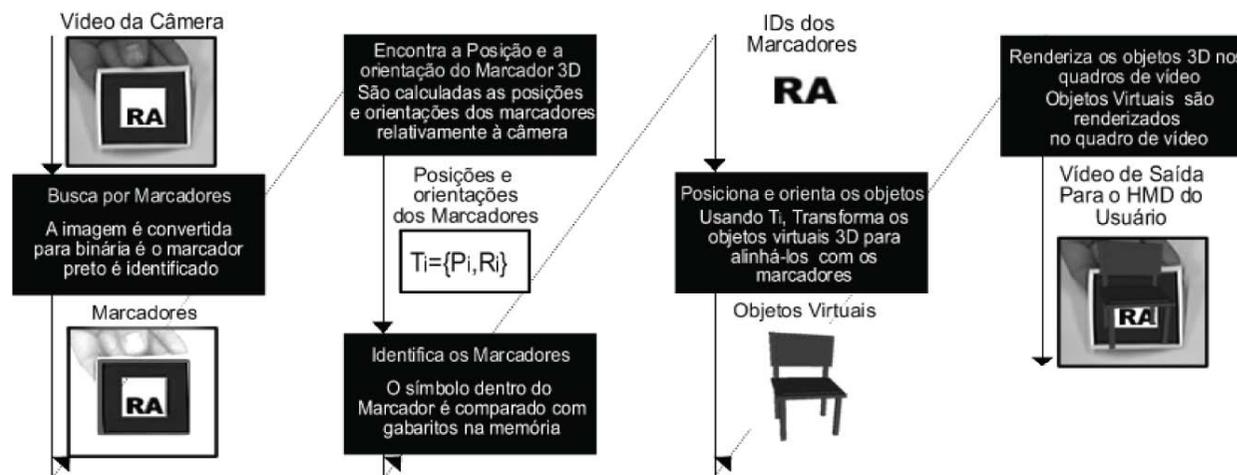


Figura 5: Diagrama de funcionamento do ARToolKit.

Fonte: Buccioli, 2010

Ainda na figura 5, pode-se notar que há vários passos ilustrados, que é mostram o funcionamento do ARToolKit. Os detalhes desses passos podem ser vistos com clareza a seguir na Figura 6, onde se observa que no primeiro passo é mostrada a imagem de vídeo capturada (Figura 6a), na sequência ela é transformada em uma imagem binária, baseada no valor do limiar de intensidade (Figura 6b). Logo em seguida, após o ARToolKit ter encontrado todos os quadrados da imagem binária, será encontrado também alguns que não irão corresponder com os marcadores de referência. Para cada quadrado a ser identificado como referência, é capturada a imagem dele e é comparada com algum gabarito interno, e a partir deste ponto, caso haja alguma similaridade, então o ARToolKit considera que encontrou um dos marcadores de referência.

O ARToolKit usa a dimensão do quadrado como orientação-padrão encontrada, para calcular as posições da câmera, em relação a posição real do marcador, a matriz 3x4, que contém as coordenadas reais, é usada para o cálculo da posição das coordenadas, comparando-as com as imagens virtuais e reais, e se estas forem iguais, o modelo de computação gráfico pode ser desenhado (Figura 6c). A API OpenGL é usada para calcular as coordenadas virtuais da câmera e desenhando as imagens virtuais (CARDOSO, 2004).



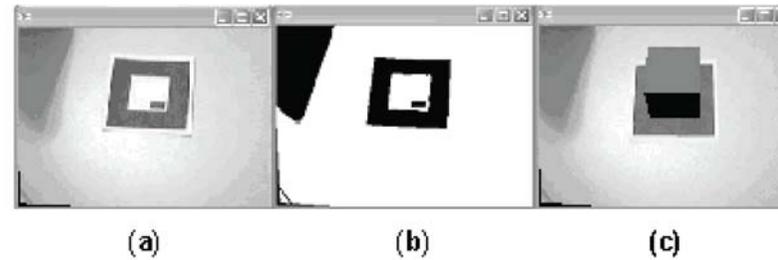


Figura 5: Resultado da execução do programa mostrando (a) a imagem da cena com um marcador; (b) a imagem limiarizada e (c) o cubo virtual sobreposto ao marcador.
 Fonte: Cardoso, 2004



O *ARToolKit* possui o código livre para modificações e o uso no desenvolvimento de aplicações não comerciais sob licença GPL, GNU(2010), contém uma biblioteca de programação em multi-plataforma, sendo muito utilizada por desenvolvedores e pesquisadores. Existe uma versão proprietária para a comercialização, oferecida pela incorporação *ARToolworks* (ARTOOLSWORKS, 2010).

Conclusão

A utilização da RA como uma fonte de tecnologia disponível é a certeza de aperfeiçoar os processos públicos, privados e comerciais, de forma que se possa ter maior abrangência, atingindo maior área de atuação e mostrar todo o seu potencial. Essa tecnologia disponibiliza uma grande interação com o meio ambiente, levando seu conceito de sustentabilidade, promovendo a redução da poluição visual e ambiental, diminuindo custos desnecessários. Desta forma os *softwares* podem ser atualizados e renovados constantemente, sendo estes os únicos custos a serem relevados, porém não mais sendo caracterizados como um gasto e sim como investimento, elevando marcas, propagandas, projetos, entre outros.

Por ser uma ferramenta de fácil acesso, de código livre e ter uma licença para uso não comercial disponível, o *ARToolKit* se torna um gancho para a divulgação dessa tecnologia. Com a utilização





de *softwares* como este, é possível ampliar o objetivo de motivação e interesse para o desenvolvimento de novos aplicativos para usuários públicos, industriais e comerciais, divulgando um conceito limpo de ideias inovadoras.

Com o intuito de se tornar uma fonte de inspiração, este trabalho visa divulgar que a RA é uma ferramenta facilitadora de apoio, e que o desenvolvimento de novos aplicativos servirá como forma de promover essa interação entre o homem e a RA, sendo assim, a divulgação desses novos *softwares* aumentará a possibilidade de serem analisados em pesquisas futuras.

Referências

ALBUQUERQUE, A. L. P. *Cenários Virtuais com um Estudo de Sincronismo de Câmera*. Dissertação (Mestrado) - PUC RIO. Departamento de Informática, 1999.

ARTOOLWORKS. Disponível em: <<http://www.artoolworks.com/>>. Acesso em: maio 2010.

BENFORD, S. et. al. Understanding and Constructing Shared Spaces with Mixed Reality Boundaries. *ACM ToCHI*, v.5, N.3, p. 185-223, 1998.

BILLINGHRUST, M.; KATO, H. Collaborative Mixed Reality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MIXED REALITY, ISMR'99, 1999. *Proceedings...* New York: Springer -Verlag, 1999. p. 261-284.

BUCCIOLI, A.; KIRNER, C.; ZORZAL, E. *Desenvolvimento de Jogos em Ambiente de Realidade Aumentada*. Disponível em: <<http://www.realidadeaumentada.com.br/artigos/14534.pdf>>. Acesso em: maio 2010.

CARDOSO, A.; LAMOUNIE Jr, E. (Eds.) *Realidade Virtual: Uma Abordagem Prática*. Livro dos Minicursos do SVR2004, SBC, São Paulo, 2004.

GNU General Public License. Disponível em: <<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>>. Acesso em: maio 2010..



Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica



Ministério
da Educação





GROHS, Emanuel M.; MASTRI, Patrick R. B. Realidade aumentada para informações geográficas. Disponível em: <<http://grv.inf.pucrs.br/projects/aug/aug.pdf>>. Acesso em abril 2010.

JUNIOR, Carlos. 2009. Disponível em: <<http://panmedialab.org/blog/?tag=augmented-reality>>. Acesso em: maio 2010..

KIRNER, C. Mãos Colaborativas em Ambientes de Realidade Misturada. In: WORKSHOP DE REALIDADE AUMENTADA, 1., Piracicaba, SP, 2004. *Anais...* p. 1-4.

KIRNER, C.; SISCOUTO, R. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: KIRNER, C.; SISCOUTO, R. (Orgs.). *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*. 1 ed. Porto Alegre - RS: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2007. v. 1, p. 2-21.

MILGRAM, P. et. al. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, v.2351, p. 282-292, 1994.

NAVINCHANDRA, K. P. et al. Evaluating the Use of Virtual Reality as a Tool for Briefing Clients in Architecture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALIZATION, 4., London, England, 2002. *Proceedings...* IEEE Computer Society, p. 2.

SUTHERLAND, Ivan. 1968. Disponível em: <<http://www.medienkunstnetz.de/works/head-mounted-display>>. Acesso em: maio 2010..

VALERIO NETTO, A.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. *Realidade Virtual Fundamentos e Aplicações*. São Paulo: Editora Visual Books, 2002. 110 p..

WIKIPÉDIA. Realidade aumentada. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Realidade_aumentada>. Acesso em: maio 2010.

