

ARK multi-utilizador

Pedro Pereira

Nuno Matos

Luís Grave

Centro de Computação Gráfica (CCG)

R. Teixeira de Pascoais, 596

4800-073 Guimarães

{Pedro.Pereira, Nuno.Matos, Luis.Grave}@ccg.pt

Adérito Marcos

Centro de Computação Gráfica (CCG)

R. Teixeira de Pascoais, 596

4800-073 Guimarães

Aderito.Marcos@ccg.pt

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Sistemas de Informação

Campus de Azurém

4800-058 Guimarães

marcos@dsi.uminho.pt

Abstract

This paper present a monitor based prototype for visualization and interaction of an Augmented Reality (AR) system. It had been recently developed at CCG and demonstrated on the conference SIACG2002 at Guimarães, Portugal.

ARK – augmented reality kiosk - is a set-up based in the prototypes developed in the European project Virtual Showcases where direct interaction has been added. A normal monitor and a half-silvered mirror constitute the usual set-up of the kiosk

By integrating a half-silvered mirror and a black virtual hand, our solution solves the occlusion problem that normally occurs when a user interacts with a virtual environment displayed by a monitor or other projection system. Conceived with low monetary resources this portable solution can be deployed in different application contexts as for instance culture heritage. In this paper it will presented an extension of the solution to a multi-user platform for a Portuguese museum.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Reality, Augmented Environments, Visualization, Interaction, multi-user, half-silvered mirror

1. INTRODUÇÃO

Ao contrário da Realidade Virtual (RV), a Realidade Aumentada (RA) não cria um ambiente totalmente artificial. Esta consiste na geração de imagens tridimensionais por computador que são projectadas no mundo real, adicionando assim informação virtual à percepção humana. O potencial aplicacional desta tecnologia estende-se a diversas áreas, desde a indústria ao turismo.

No que diz respeito à área do património e herança cultural em particular, estas tecnologias são actualmente utilizadas na preservação e disseminação de informação histórica e cultural. Considerando a título de exemplo um artefacto arqueológico fragmentado ou deteriorado, é possível com recurso à RA gerar virtualmente a

imagem correspondente na sua totalidade, projectando a mesma sobre o objecto real. Deste modo, o utilizador tem a possibilidade de visualizar o artefacto na sua forma original.

Em termos tecnológicos existem duas abordagens possíveis para criar um ambiente de realidade aumentada: um capacete (see-through Head-Mounted Display) ou um sistema de projecção [Aliaga 1997].

No protótipo *Augmented Reality Kiosk* – ARK, apresentado neste artigo, o sistema de projecção utilizado baseia-se num monitor, tornando esta solução acessível quando comparada com outros sistemas de projecção. Este trabalho surge no contexto do projecto europeu *VirtualShowcases* (www.virtualshowcases.com) que consiste no desenvolvimento de um novo tipo de sistema de visualização aumentada para utilização em ambientes museológicos.

O ARK assume presentemente a forma de um posto mono-utilizador, o qual disponibiliza uma componente de interacção em tempo real. No entanto, esta solução torna-se insuficiente em cenários em que se regista uma grande afluência de público. Perante este facto, o CCG encontra-se a investigar soluções que permitam estender a utilização do ARK para ambientes multi-utilizador.

No que se refere à estrutura do presente artigo, está dividida em três capítulos principais. O primeiro descreve os trabalhos em que se regista uma relação com o ARK, seguindo-se a apresentação do “ARK”, seu *setup* e solução encontrada para resolver o problema do efeito de oclusão que é comum em sistemas de projecção desta natureza. No capítulo “*Augmented Room*” apresenta-se a evolução do ARK para um sistema multi-utilizador.

2. PROJECTOS RELACIONADOS

Como já foi mencionado, o protótipo ARK põe em prática alguns dos princípios da tecnologia da solução inicial *Virtualshowcase*, adicionando a componente de interacção directa de objectos reais e virtuais através de uma solução de baixo custo.

O *setup* original *Virtualshowcase* é construído com base num material transparente (tal como o vidro), laminado com uma folha de prata semi-transparente. As faces laterais do *showcase* simultaneamente, transmitem a imagem dos objectos reais, assim como reflectir as imagens geradas pelo computador. Os objectos reais podem ser sobrepostos com suplementos virtuais, visualizados por imagens 3D ou 2D (estereoscópico ou monoscópico) reflectidas pelo *showcase* virtual (figura 1) [Bimber et al. 2001] [Bimber et al. 2002] [Bimber et al. 2002b].

A restrição deste sistema, no que concerne à interacção, implica que os utilizadores tenham um papel de observadores passivos perante a cena visualizada.

No projecto ARCADE, sistemas de grande projecção como a Mesa Virtual, foram usados em diferentes cenários na área da indústria automóvel e aeronáutica, no desenho e planeamento dos mesmos, possibilitando ao utilizador a interacção com os objectos em modo imersivo [Encarnação et al. 1999].

Este é um sistema de modelação 3D, desenvolvido no Fraunhofer Institute for Computer Graphics em Darmstadt, que visa integrar tecnologia de Realidade Virtual como por exemplo 6D-input, 3D-output e reconhecimento de gestos 3D, numa arquitectura CAD. A combinação destas técnicas permite uma modelação eficiente e precisa num Ambiente Virtual. [Amicis 2001]

Estes sistema, baseado em video tracking, torna-se limitado pelo facto de não acompanhar na totalidade os movimentos do utilizador. Por outro lado, o recurso à Mesa Virtual da BARCO™, impede que o sistema seja facilmente transportável e implica avultados investimentos.

3. ARK

A solução ARK é apresentada sob a forma de quiosque, onde está instalado um Monitor de 21” invertido e um vidro semi-espelhado. Este último reflecte as imagens projectadas a partir do monitor e ao mesmo tempo é suficientemente transparente para que o utilizador consiga visualizar objectos reais que se localizam no interior do quiosque. A estrutura é de madeira com revestimento negro opaco para reduzir o nível de reflexão da luminosidade exterior, permitindo assim uma maior nitidez da imagem projectada.

A interacção ocorre directamente no interior do quiosque utilizando uma *CyberGlove* como se observa na figura um.

O efeito de realidade aumentada é gerada através da sobreposição do objecto virtual (na superfície espelhada) com o objecto real (debaixo do espelho). O grau de visualização dos objectos reais é controlado através de iluminação artificial, que ilumina apenas os objectos reais debaixo da superfície espelhada.

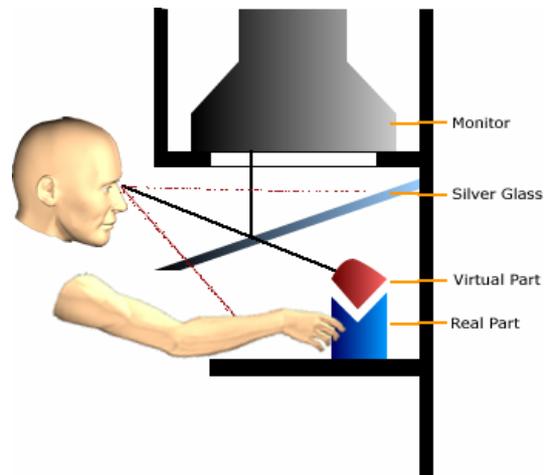


Figura 1: estrutura funcional interação do ARK

O ARK é por isso um sistema adaptável a vários tipos de cenários de utilização, facilitando a representação de cenários mistos (real e virtual) ou puramente virtuais.

O efeito de oclusão pode ocorrer quando a projecção dos objectos virtuais é ocultada por um objecto real ou vice versa [Wloka 1995] [Berger 1997] [Breen et al. 1996] [Balcisoy et al. 2000]. Vejamos um caso simples: uma imagem tridimensional está a ser projectada numa parede e pretendendo-se manipular um objecto 3D interactivamente com a mão. Ao colocar a mão dentro da área de projecção, o objecto virtual é escondido pela mão, mesmo quando o objecto se deva localizar logicamente em frente da mão. Estamos perante o chamado efeito de oclusão.

No ARK, as imagens projectadas no espelho ocultam a mão do utilizador. O problema foi solucionado, com a criação uma mão virtual (Figura 2), que sobreposta com mão do utilizador, cria na imagem projectada o efeito



Figura 2: Mão negra e mão real à esquerda, do lado direito o efeito pretendido depois de aplicado o paradigma da “Mão Negra”

de “buraco negro”. Deste modo a máscara gerada elimina partes dos objectos virtuais e torna a mão do utilizador visível. Por outras palavras temos uma mão completamente preta que sobrepõe-se à mão real [Fuhrmann et al. 1999] [Bimber et al. 2002].

Pelo facto do utilizador interagir directamente com o conteúdo virtual/real, a imagem gerada pode ocultar a mão do utilizador quando o objecto virtual se encontra à frente da mesma. Mas com a utilização do paradigma da mão virtual negra, o utilizador visualiza sempre a sua mão no interior do ambiente aumentado, através do buraco deixado pela mão negra. Na figura três é ilustrado o problema da oclusão que ocorria no ARK.



Figura 3: exemplo do efeito de oclusão ocorrido no ARK

A luva utilizada é uma *CyberGlove™* com 22 sensores espalhados pelos dedos da mão que detectam com grande precisão qualquer tipo do movimento em tempo-real.

A complexidade da fase de calibração é uma das limitações actuais do ARK. A sobreposição da mão virtual (mão negra) com a mão do utilizador tem que ser exacta, a qual é difícil conseguir com o tracking flock of bird utilizado. A precisão do sistema de localização está dependente das condições electromagnéticas das instalações, as quais podem alterar os valor de tracking muito facilmente [Redert et al. 1997] [Summers et al. 1999]. Como acção futura será testar um tracking por vídeo no kiosk.

Usando a *CyberGlove*, o utilizador pode manipular ambos os objectos reais e virtuais, criando um maior efeito de realismo e imersão. O campo de acção da mão é limitado (0.76x0.63x0.30metros), sendo o espaço do quiosque suficiente para os propósitos definidos [Grave et al. 2000].

O sistema de *Tracking* utilizado no ARK integra dois sensores de posição espacial: um na *CyberGlove* e outro nos *ShutterGlasses* (óculos-stereo). Ambos os sensores permitem apurar com precisão a localização necessária para projectar os objectos virtuais na cena aumentada de acordo com o posicionamento e orientação da cabeça do utilizador, bem como a posição da mão e dedos. A componente de localização espacial é designado por *Tracking System Ascension Flock of Birds™*. O computador utilizado é um *SGI Octane* e o *Software* de Realidade Virtual é o *Virtual Design2™* da *VRCOM*. Optou-se por este motor de render dado que disponibiliza uma *API (Application Programming Interface)* bastante completa que permite com grande facilidade instalar e usar vários dispositivos de

interacção, assim como definir os respectivos comportamentos em resposta à interacção do utilizador. Neste momento está a ser implementada uma solução para PC usando como base o sistema de realidade virtual Maverik (<http://aig.cs.man.ac.uk/maverik/>).

O ARK revela-se um sistema intuitivo e de fácil aprendizagem, que faz uso de simples metáforas para interacção para manipular os objectos virtuais. Simulando os movimentos de uma tenaz com os dedos indicador e polegar é conseguido o “drag and drop” dos objectos virtuais. O grau de imersão conseguido com o sistema é total.

O ARK permite apresentações completamente virtuais, ou apresentações mistas com a sobreposição de imagens virtuais sobre objectos reais.

Um exemplo concreto da potencial aplicação do kiosk é na área da prototipagem virtual, onde é permitido visualizar e manipular objectos virtuais em fase de criação.

4. AUGMENTED ROOM

O *augmented room* é uma evolução do ARK numa versão multi-utilizador. Este sistema permite no máximo até oito utilizadores podendo quatro deles interagir com os ambientes aumentados, ficando os restantes quatro condicionados ao papel de observadores.

O nome *Augmented Room* surge pelo facto de este se assemelhar a uma sala com janelas, bem como por permitir a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada. Ao contrário de uma sala normal, o utilizador visualiza do exterior para o interior.

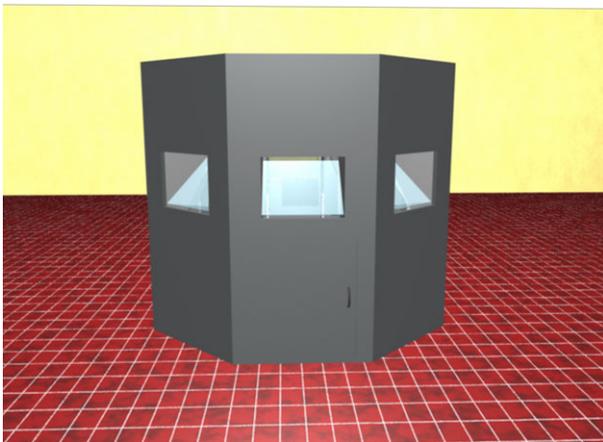


Figura 4: simulação 3D da Augmented Room

Esta “sala” trata-se de uma estrutura em forma octogonal, tendo cada uma das faces uma janela de visualização, através da qual é possível visualizar o seu interior, tal como está ilustrado na figura 4. Tal como no ARK, para visualizar os objectos virtuais em conjunto com os objectos reais, recorreu-se ao vidro semi-espelhado. A possibilidade de regulação do grau

de transparência ou espelhamento também está patente na *Augmented Room*.

As dimensões da estrutura foram projectadas de forma a poder ser exposto uma maquete de uma pira funerária romana no centro da mesma com o objectivo de permitir ao utilizador ver o objecto real e seguidamente visualizar os objectos virtuais. Desta forma a solução estudada prevê a utilização de uma luz central, a qual iluminará com maior ou menor intensidade os objectos reais, diminuindo ou aumentando consequentemente a reflexão das imagens geradas por computador.

Como no ARK, as imagens reflectidas em cada um dos vidros semi-espelhados provêm dos monitores que se encontram na parte superior da estrutura (figuras 6), ou seja, as imagens reflectidas nos vidros são projectadas a partir dos ecrãs dos monitores, não recorrendo deste modo a uma segunda superfície espelhada. Este facto converte-se num problema visto que a falta de uma segunda superfície de reflexão faz com que as imagens reflectidas sejam apresentadas em posição inversa à dos monitores. Para resolver este problema torna-se necessário inverter a imagem do monitor de modo que a reflexão mostre uma imagem e posicionamento correcto da mesma perante os olhos do utilizador. Tome-se como exemplo a palavra “AMBULÂNCIA” colocada de forma invertida na frente do veículo para permitir que a palavra em causa seja bem interpretada no retrovisor do veículo que segue à sua frente. Este paradigma será integrado como solução efectiva no vídeo *stereo* a ser gerado no *Software Alias|Wavefront MAYA 4.5* (figura 7).



Figura 6: simulação 3D da estrutura sem as paredes

Simultaneamente, os vidros encontram-se inclinados com um ângulo aproximado de 45° em relação ao monitor, para que a imagem reflectida esteja em conformidade com a altura e posição do utilizador. Esta inclinação pode ser alterada para se adaptar ao utilizador podendo variar entre os 30° e 55° em relação ao monitor. A distância a que se encontra o vidro do monitor é também ajustável (ver Figura 6).

O princípio de visualização do *Augmented Room* é idêntico ao ARK. Como esta sistema foi idealizado para espaços de exposições ou entretenimento a componente de interacção não é considerada.

Contudo o sistema é aberto o suficiente para acrescentar interacção. Pelo menos quatro dos postos de visualização é permitido utilizar dispositivos de interacção, como seja por exemplo um joystick. Como o sistema alimenta os oito monitores a partir de 4 PC existem algumas limitações de Hardware em termos de conexão de dispositivos de interacção.

No cenário específico da pira funerária acima referido está-se a desenvolver um jogo virtual interactivo onde os utilizadores podem reconstruir o cenário virtual da "Pira Funerária" com base na apresentação que vêm previamente (figura 7).

Esta apresentação consiste numa recriação do cortejo fúnebre romano onde objectos arqueológicos são apresentados dentro da *Augmented Room*, em stereo activo. Como o cortejo fúnebre é um processo composto por diferentes acções foi desenvolvido um vídeo em stereo activo. Como tal não é possível apresentar uma sobreposição dos objectos virtuais sobre o reais neste caso concreto.

Este sistema pode no entanto suportar cenários de realidade aumentada.

A interacção em grupo também é estimulada pela participação em simultâneo de dois utilizadores, onde um está a interagir e o outro está a dar dicas e estratégias para o jogo.

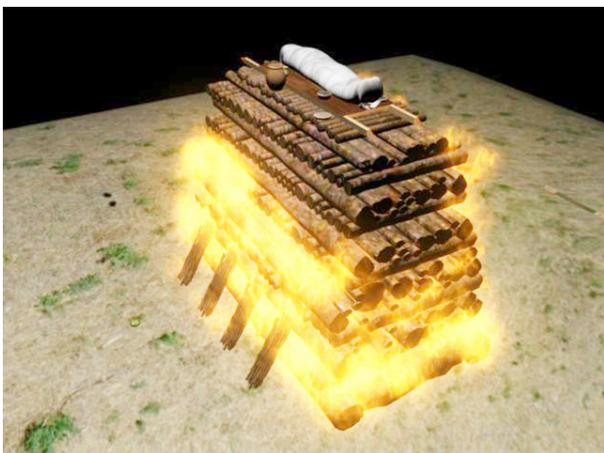


Figura 7: Primeira apresentação para a *Augmented Room*.

O processamento das imagens é efectuado em oito pontos distintos, de forma a garantir a visualização correcta da cena a partir dos oito pontos de visualização possíveis. Os utilizadores têm a sensação de estar a espreitar para dentro de uma sala escura onde se está a ver um ambiente aumentado.

É ainda de referir que para que a imersão seja mais acentuada prevê-se recorrer à visualização em *stereo* activo, dando desta forma a sensação de profundidade.

Num sistema multi-utilizador com vários pontos de vista distintos, é necessário obter a localização da cabeça do utilizador [Redert et al. 1997]. Numa fase posterior, será incluído no sistema um dispositivo para obter o posicionamento do observador. A evolução do ARK para a *Augmented Room*, é um avanço significativo pois instancia-se um sistema mono-utilizador para um sistema multi-utilizador.

5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

A aplicabilidade da RA na área da disseminação do património e herança cultural é já uma realidade podendo vir a ser ajustada a vários cenários histórico-culturais meramente virtuais ou aumentados (objectos virtuais sobrepostos aos objectos reais).

Neste tipo de sistemas tanto a componente lúdica como a educativa podem ser exploradas de forma a cativar os utilizadores pelo modo de visualização e interacção com o sistema.

As soluções apresentadas no artigo ainda se encontram em fase de prototipagem, mas já é possível vislumbrar a mais valia que este tipo de soluções pode trazer. No entanto, para garantir o seu sucesso junto das instituições museológicas é necessário que estas sejam atractivas economicamente a nível de concretização e manutenção, passando sempre por um sistema multi-utilizador.

O trabalho futuro a realizar-se no ARK passa pela implementação de um novo sistema de localização. Contudo o maior desafio com que a equipa CCG se depara é sem dúvida a implementação do primeiro protótipo da *Augmented Room* num museu português. Ainda neste contexto desenvolver algum trabalho de pesquisa no sentido de aperfeiçoar a *Augmented Room* para ambientes de multi-utilizador com possibilidade de interacção em grupo.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Regulamento de Bolsas da Associação CCG/ZGDV – Centro de Computação Gráfica e também ao consórcio do VirtualShowcases, os quais financiaram a realização dos trabalhos descritos neste artigo

7. REFERÊNCIAS

- [Amicis 2001] De Amicis R., Fiorentino M., Stork A.; »Parametric Interaction for CAD application in Virtual Reality Environment «; In *Proc. of 12th International ADM Conference on Design Tools and Methods in Industrial Engineering, Rimini, Italy, 5.-7. September 2001.*
- [Aliaga 1997] Aliaga, D.G., "Virtual Objects in the Real World", in *Communications of the ACM (CACM)*, Vol. 40. No. 3., March 1997, pp. 49-54.

- [Balcisoy et al. 2000] Balcisoy, S., Torre R., Fua, P., Thalmann, D., "Interaction Between Real and Virtual Humans: Playing Checkers", In *Proc. Eurographics Workshop on Virtual Environments*, Amsterdam, Netherlands, 2000.
- [Bimber et al. 2001] Bimber, O., Fröhlich, B., Schmalstieg, D., and Encarnação, L.M., "The Virtual Showcase", In *IEEE Computer Graphics & Applications*, vol. 21, no.6, pp. 48-55, 2001. New York: IEEE Computer Society Press ISSN: 0272-1716.
- [Bimber et al. 2002] Bimber, O. and Fröhlich, B. "Occlusion Shadows: Using Projected Light to Generate Realistic Occlusion Effects for View-Dependent Optical See-Through Displays", In proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'02), 2002.
- [Bimber et al. 2002b] Bimber, O., Gatesy, S.M., Witmer, L.M., Raskar, R. and Encarnação, L.M. "Merging Fossil Specimens with Computer-Generated Information", in *IEEE Computer*, September, pp. 45-50, 2002.
- [Berger 1997] M.-O. Berger, "Resolving Occlusion in Augmented Reality: A Contour-Based Approach Without 3D Reconstruction", In *Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1997*.
- [Breen et al. 1996] Breen D., Whitaker R.T., Rose E., Tuceryan M., "Interactive and Automatic Object Placement for Augmented Reality", in *Computer Graphics Forum (Proceedings of EUROGRAPHICS'96)*, 15(3):C11-C22, 1996.
- [Encarnação et al. 1999] L. M. Encarnação, A. Stork, D. Schmalstieg, R. Barton III, "The Virtual Table - A Future CAD Workspace", in *Proceedings of Computer Technology Solutions conference (former Autofact)*, Michigan, Detroit, USA, September 13-19, 1999.
- [Fuhrmann et al. 1999] Fuhrmann, A., Hesina, G., Faure, F., Gervantz M.; Occlusion in collaborative augmented environments; *Computer & Graphics*, Vol. 23, N. 6; December 1999 (ISSN 0097-8493).
- [Grave et al. 2000] Grave L., Silva A. F., Escaleira C., Marcos A., "Ambientes Virtuais de Treino para Montagem de Cablagens Eléctricas", in *Proc. of 1º Workshop de Sistemas Multimédia Cooperativos e Distribuídos, COOPMEDIA 2000*, vol. 1, pp. 87-96. Portugal, Coimbra, 2000.
- [Kindratenko 1999] V. Kindratenko. *Calibration of electromagnetic tracking devices*. *Virtual Reality: Research, Development, and Applications*, 4:139--150, 1999
- [Redert et al. 1997] A. Redert, J.J. van Klaveren and E.A. Hendriks, "Accurate 3D eye Tracking for multi viewpoint systems," *Proceedings IWSNHC3DI*, 224-228, Rhodes, Greece, 5-9 September 1997.
- [Summers et al. 1999] Summers V., Booth K., Calvert T., Graham E., MacKenzie C.L., ; "Calibration for augmented reality experimental testbeds", in *Proc. of the 1999 Symposium on Interactive 3D Graphics, 1999*, Pages 155 - 162.
- [Wloka 1995] Wloka, M. M., Anderson B., „Resolving Occlusion in Augmented Reality”, in *Proc. of 1995 Symposium on Interactive 3D Graphics*, Monterey, Association for Computing Machinery: 5-12.