

Usando Realidade Aumentada em um Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais

Roberto S. Wataya¹, José A. Valente², Claudio Kirner³, Tereza G. Kirner³

¹Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP

²Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

³Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

¹ rsussumu@uol.com.br, ² jvalente@unicamp.br, ³ {[ckirner](mailto:ckirner@unifei.br), [tgkirner](mailto:tgkirner@unifei.br)}@unifei.br

Abstract

This paper presents and discusses the utilization of the Collaborative Authoring System with Augmented Reality (SACRA) in the development of the 3D Perception System for Blind People (SP3D-DV). The system was used as a learning environment with interaction which is suitable for blind people.

1. Introdução

A realidade aumentada é uma área do conhecimento que vem se expandindo significativamente, levando a inúmeras possibilidades de investigação científica. Sistemas de realidade aumentada para simulações e procedimentos em engenharia, medicina e educação têm sido objeto de pesquisa em todo o mundo [1] [2] [4]. No Brasil, várias pesquisas sobre realidade aumentada vêm sendo conduzidas ([6], [7], [9], [10], [12]), destacando-se aplicações educacionais e para portadores de necessidades especiais ([5], [8], [11], [15], [16]).

Recentemente, verifica-se, no Brasil, um aumento do número de Pessoas com Necessidades Especiais Visuais (PNEV's) nas escolas e em cursos de inclusão digital. Para atender a essa população, têm sido usadas aplicações computacionais, nas quais o professor define e implementa um pequeno roteiro, utilizando recursos de software, por onde o aluno cego inicializará sua preparação para utilizar a informática e, a partir daí, para utilizar procedimentos na educação e no campo profissional.

De um modo geral, as preocupações dos educadores estão amparadas por iniciativas governamentais, no que se refere à inclusão das Pessoas com Necessidades Especiais. Nota-se o surgimento de mecanismos que complementam a educação dessas pessoas, inclusive prestando assistência técnica e financeira à formação

de professores para o atendimento educacional especializado. Além disso ocorre a formação de gestores, educadores e demais profissionais da escola para a educação inclusiva. Percebe-se, assim, a preocupação com iniciativas de educação inclusiva.

O ensino, como procedimento real e eficaz para a população de PNEV's, baseia-se em aspectos sonoros e táteis, passíveis de serem simulados em um sistema de realidade aumentada. Neste contexto, sistemas de realidade aumentada podem apresentar e simular objetos e quadros pictóricos de interesse, permitindo sua exploração e estudo.

O uso de ferramentas educacionais baseadas em realidade aumentada pode contribuir para uma nova maneira de aprendizagem, na qual objetos e imagens tridimensionais, exploração interativa e informações táteis e sonoras se combinam a fim de oferecer um ensino mais efetivo. A incorporação de tais recursos às ferramentas, possibilita melhor preparo das PNEV's e, conseqüentemente, maior qualificação desses indivíduos para o mercado de trabalho e para a sociedade.

Ambientes de simulação para o ensino de perspectiva e representação tridimensional (3D) para PNEV's, baseados em realidade aumentada, facilitam a análise, de forma realista, de aplicações específicas, como, por exemplo, a percepção de quadros em baixo relevo e a construção de maquetes equivalentes. No sentido inverso, ao entender a representação espacial (perspectiva e profundidade), o cego poderá, a partir de uma maquete, construir um quadro em baixo relevo que seja percebido tanto pelo tato quanto pelos não PNEV's. Dessa forma, esses ambientes baseados em realidade aumentada podem oferecer uma visualização 3D de modelos confeccionados a partir de quadros reais para uma interação baseada no tato.

Dado o exposto, este trabalho tem como objetivo construir e testar um Sistema de Desenvolvimento de Percepção em 3D para Deficientes Visuais (SP3D-

DV), utilizando a realidade aumentada para deficientes visuais, que facilite a leitura e a produção de representações 2D e 3D, através de som e tato.

O artigo apresenta, na seção 2, a estrutura do SP3D-SV e suas características. Na seção 3, enfoca a percepção artística dos DV. Na seção 4, apresenta a utilização dos SP3D-DV e, por fim, na seção 5, destaca as conclusões do trabalho.

2. Estrutura do Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais-SP3D-DV

O SP3D-DV foi desenvolvido com a utilização da ferramenta Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada (SACRA).

2.1. Descrição do SACRA

O SACRA é uma ferramenta de software construída a partir da biblioteca ARToolKit [13], que prevê a utilização de dispositivos de baixo custo, como a webcam. A interação do usuário no SACRA é realizada por meio do uso de marcadores (placas de papel quadradas contendo um símbolo), que atuam como interface tangível de realidade aumentada. Além disso, essa interface disponibiliza técnicas de interação, a partir de propriedades dos marcadores, como visibilidade, posição e orientação [14].

O SACRA permite a interação com objetos virtuais associados a marcadores e a pontos cadastrados em relação a um referencial, dado por um marcador de referência. A interação com objetos virtuais é realizada por marcadores com funções especializadas, denominados marcadores de ação. O SACRA usa marcadores de ações e de referência, conforme a listagem apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Marcadores do Sistema SACRA

1	Inspeção
2	Controle
3	Cópia
4	Transporte
5	Apagador
6	Status
7	Rastro
8	Bloqueio
9	Ref1_remota
n	Refn

Para o funcionamento do SACRA, é necessário que esses marcadores estejam devidamente cadastrados e seguindo uma ordem estabelecida pelas suas ações. O cadastramento dos marcadores de referência só é possível após o cadastro do marcador de bloqueio (oitavo marcador).

Os marcadores apresentam comportamentos que estão associados aos possíveis estados identificáveis do sistema de rastreamento. Nesse caso, é possível identificar: a presença do marcador na cena; a distância do marcador em relação a outros marcadores ou objetos virtuais e a orientação do marcador e o seu ângulo de rotação. Esses comportamentos podem ser utilizados em conjunto, ampliando o tipo de interação, como aliar a detecção da distância e da rotação.

No SACRA, os pontos cadastrados são posições extraídas das transformações relativas entre um determinado marcador de referência visível na cena e o marcador de inspeção, denominado INSPECTOR. O marcador de referência é denominado REF.

O SACRA usa teclas com funções para autoria e execução da aplicações, como é definido no Quadro 2.

Quadro 2. Teclas de funções do Sistema SACRA

Tecla	Função
a	Ativa a visualização de todos os objetos virtuais.
A	Desativa a visualização de todos os objetos virtuais.
c	Limpa o rastro.
d	Difusão.
l	Desativa o envio de objetos bloqueados aos usuários remotos.
L	Ativa o envio de objetos bloqueados aos usuários remotos.
p	Desativa ou ativa a persistência.
r	Ativa a criação de rastro.
s	Desativa a visualização do suporte.
S	Ativa a visualização do suporte.
t	Ativa a visualização do rastro.
T	Desativa a visualização do rastro.
x	Diminui a distância do ponto de comparação em relação ao centro do marcador.
X	Aumenta a distância do ponto de comparação em relação ao centro do marcador.
+	Aumenta o raio de atuação do ponto de colisão.
-	Diminui o raio de atuação do ponto de colisão.

2.2. Estruturação do SDP3D-DV

O Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais tem como meta viabilizar um sistema participativo, possibilitando ampla interação entre cego, objeto real, objeto virtual e sistema.

O sistema deve proporcionar situações de aprendizagem e possibilitar a interação com novos objetos, permitindo às PNEV's a apreensão de conceitos até então desconhecidos.

Para atender às necessidades dos cegos congênitos, a estrutura desenvolvida é de um sistema modular, adaptativo, interativo, aberto e flexível, que permite a utilização do sistema tátil com o sistema multimídia, possibilitando uma interação em tempo real.

O SDP3D-DV pode tornar acessível aos deficientes visuais a apreciação das artes pictóricas, em museus e outras instituições similares, através de uma nova rede de conceitos com o sistema tátil, onde o imaginário e a memória visual buscam o reconhecimento para apreciação dos referidos artefatos artísticos.

O uso de realidade aumentada com o SACRA, na construção do SDP3D-DV, teve como base as necessidades, o conhecimento e o armazenamento de “memórias visuais”, que são capturados e construídos por meio do tato.

As memórias visuais são importantes, pois com elas são feitas as comparações e analogias que auxiliam a compreensão das informações, principalmente nas artes pictóricas.

A interação homem-computador, no caso das PNEV's, é facilitada pelo acesso dessas pessoas às tecnologias assistivas, por meio do sistema SACRA. A câmera captura as informações visuais de um ambiente externo, que consiste da arena onde as pessoas atuarão. As informações são codificadas pelo sistema, que retorna informações visuais e sonoras, o que garante a interação entre o sistema e as PNEV's.

O processo de interação do cego congênito com o SDP3D-DV acontece quando ele, munido de uma placa de identificação (marcador) no dorso da mão direita, “toca” um objeto real que tem sua posição na arena previamente marcada. Ocorre então a colisão dos pontos, gerando no monitor uma imagem virtual associada ao objeto tocado e ativando o sistema sonoro, que vai descrever o objeto real tocado.

3. Percepção dos Deficientes Visuais

O mundo dos deficientes visuais possui características específicas, pois os sistemas auditivo, olfativo, gustativo e tátil são muito importantes para

suas experiências sensoriais. Em termos qualitativos, é muito diferente do mundo dos videntes, pois é um mundo de sons, temperaturas, cheiros e texturas, pelo qual as informações trafegam [3]. Nesse contexto de domínios sensoriais, a quantidade e qualidade de informações que esses indivíduos recebem é significativamente essencial. Tendo em vista o aprimoramento de tais habilidades, foi criada uma Oficina de Aprendizagem sobre o Sistema SDP3D-DV, com instrutor humano, para atendimento de PNEV's [15].

Inicialmente, todos os participantes tiveram contato com o quadro de captação 3D (Figura 1), sem nenhuma explicação prévia, fazendo-se, em seguida e individualmente, a “leitura e descrição” de cada objeto que compõe o quadro.

A seguir, foram abordados conceitos de ponto de fuga em diferentes situações, como em profundidade das linhas de convergência 3D para o ponto de fuga, conforme mostra a Figura 2.

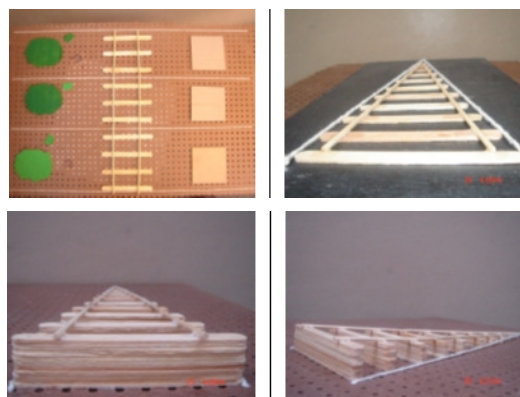


Figura 1. Imagens de um contexto que contém: árvores, trilho de trem e casas

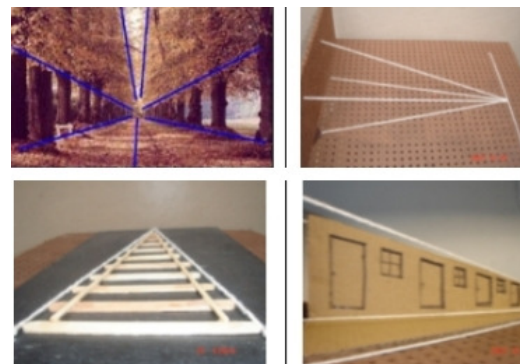


Figura 2. Seqüência de fotos e imagens que se completam para conceituar ponto de fuga

Finalmente, foram tratadas as questões de perspectiva e representações 3D, adotando-se simbologias apropriadas de baixo relevo e distância, de acordo com a Figura 3. Com isto, gerou-se um ambiente propício para a utilização do SDP3D-DV.

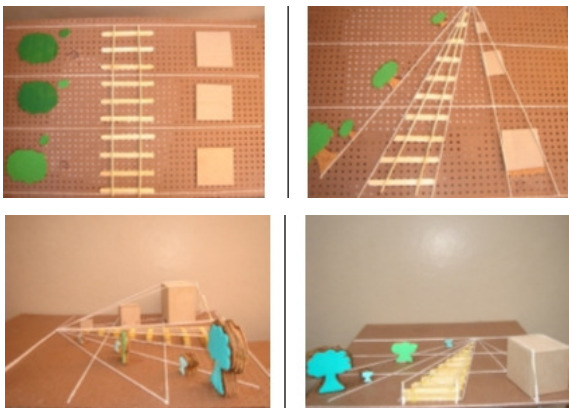


Figura 3. Abordagem completa de perspectiva e representações 3D com baixo relevo

4. Utilização do Sistema SP3D-DV

Para a utilização do Sistema SP3D-DV, criou-se um cenário na forma de um quadro de captação, cuja representação da linha de trem apresenta característica em profundidade, ou seja, a linha de trem está em perspectiva e, nesta condição, sua representação é uma ilusão que a nossa percepção cria, para que seja possível entender a profundidade.

O que o cego congênito faz? A Figura 4 representa um usuário cego tocando e, ao mesmo tempo, ativando a colisão dos pontos da linha de trem real com a placa de identificação do objeto. Isso resulta no aparecimento da linha de trem virtual aliada ao recurso sonoro. Aqui foram gravadas as características das funções e a disposição do objeto no modo em perspectiva, que denotam seu comprimento.

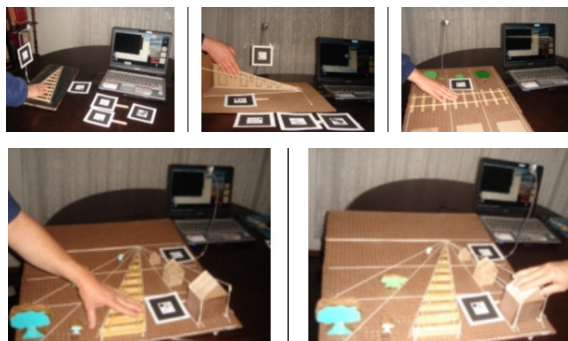


Figura 4. O SDP3D-DV em ação

O que o cego congênito percebe e aprende? Segundo o usuário cego congênito, a vantagem é que ele poderá repetir esse procedimento inúmeras vezes, até assimilar as informações sobre o objeto em estudo. Com este procedimento, ele aprende o conceito de perspectiva, no modo de ilusão ótica para os videntes e ilusão tátil para os cegos congênitos.

As vantagens apresentadas em todas as participações confirmam que o SDP3D-DV permite que usuários cegos congênitos aprendam os conceitos de vários planos de profundidade e perspectiva em quadros 2D, além da possibilidade de ouvirem, quantas vezes forem necessárias, as explicações e descrições dos objetos, através do sistema de percepção com realidade aumentada. Esses procedimentos fazem com que os deficientes visuais tenham autonomia e sintam mais segurança no aprendizado desses conceitos.

5. Conclusão

Um sistema de desenvolvimento de percepção de representações 3D para facilitar a aprendizagem do cego congênito deve ser interativo e precisa oferecer condições para que isso ocorra. Para tanto, é necessário manter o real e o virtual no mesmo contexto, juntamente com o recurso sonoro, que vem complementar as informações conceituais.

Dessa forma, pode-se perceber esse desafio, pois fazer o cego congênito perceber o espaço da representação 3D é permitir que ele ganhe certa autonomia no ambiente, acionando o software para receber os sons em cada posição e situação. A partir daí, o usuário do sistema adquire uma consciência da representação que existe naquele espaço. No SDP3D-DV, o cego congênito também pode ganhar o status de autor, pois, com o domínio do sistema, ele passa, a partir de suas idéias, a gerar maquetes. Também utilizando bloquinhos, ele pode gerar uma maquete para mostrar como seria a organização dos objetos em um espaço arquitetônico. Depois, pode passar essa maquete para a representação 3D, formando um quadro em baixo relevo, que pode ser visto por um vidente.

O SDP3D-DV é adequado para cegos congênitos, pois conjuga os sentidos do tato e do som para o seu aprendizado. É positivo para os surdos, pois possibilita os recursos de imagem, tato e texto. Além disso, usuários não portadores de necessidades especiais também podem beneficiar-se do sistema, usufruindo de todos os recursos multisensoriais aplicados, como imagem, som, tato e texto. É importante destacar o estudo das características materiais dos objetos que compõem as artes pictóricas, além do entendimento do processo envolvido, para que ocorra a interação entre o

vidente e o não vidente. Assim, pode-se converter um quadro a tinta para um quadro 2D, em baixo relevo, viabilizando-se, assim, a percepção do ambiente 3D pelo cego.

O SDP3D-DV oferece uma interface amigável, adequada para a aprendizagem dos cegos congênitos, que estimula e amplia as possibilidades de aplicações, através de inserções de objetos virtuais no mundo real. Esses objetos virtuais são associados a sons que elucidam seus conceitos, características e funções.

A maior dificuldade do usuário cego congênito ocorreu na fase inicial de utilização do sistema, quando ele precisou situar-se no cenário. Por exemplo, quando o marcador colocado nas “costas” da mão direita do usuário saía do campo de visão da *webcam*, o objeto virtual ‘sumia’ e, conseqüentemente, o som também não era executado.

Com relação aos cegos congênitos, devem ser consideradas as características pessoais ou habilidades e o ‘repertório’ de cada um, ou seja, o banco de informações. Dessa forma, é importante, para o desenvolvimento dos cegos, a realização de intensas buscas sobre: aspectos motivacionais, características pessoais, contexto social e atividades culturais.

Este trabalho abordou as técnicas e as necessidades envolvidas no desenvolvimento de um sistema de suporte à aprendizagem de PNEV’s. Trata-se de um trabalho inovador, na medida em que traz uma contribuição significativa para a inclusão do cego. Isto é apenas o começo, uma vez que novos desdobramentos poderão surgir a partir desse estudo. Em um futuro próximo, a união do real com o virtual, do vidente com o não vidente, do realismo imersivo e da interação, poderão estar embutidos em sistemas dirigidos ao aprendizado das PNEV’s.

6. Referências

- [1] R. AZUMA, “A Survey of Augmented Reality”, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, August 1997, pp. 355-385.
- [2] R. AZUMA et al, “Recent Advances in Augmented Reality”, *IEEE Computer Graphics and Applications*, November/December 2001, pp. 34-47.
- [3] BALLESTERO-ALVAREZ, J. A. *Multisensorialidade no ensino de desenho a cegos*, Dissertação de Mestrado, Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, 2003.
- [4] M. BILLINGHURST, H. KATO, “Collaborative Augmented Reality”, *Communications of the ACM*, Vol. 45, No. 7, July 2002, pp. 64-70.
- [5] C.E. FORTE, C.A. DAINESE, C. KIRNER, “Universalização da Interface de Jogo Pedagógico para

Deficientes Auditivos, Visuais e Não Deficientes através do uso da Realidade Aumentada”, *Anais do III Workshop de Realidade Aumentada*, Rio de Janeiro, 2006, pp.55-58.

[6] C. KIRNER, “Mãos Colaborativas em Ambientes de Realidade Misturada”, *Anais do 1º Workshop de Realidade Aumentada*, Piracicaba, 2004, pp.1-4.

[7] KIRNER, C., R. SISCOUTO (Org.), *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*, Sociedade Brasileira de Computação – SBC, Porto Alegre, 2007.

[8] C. KIRNER, C.A. DAINESE, T.R. GARBIN, T.G. KIRNER, CALONEGO Jr, N., “Ambiente de Realidade Aumentada para o Desenvolvimento Cognitivo da Criança Surda”, *Anais do II Congresso de Pesquisa da UNIMEP*, Piracicaba, 2004.

[9] C. KIRNER, T.G. KIRNER, “Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Simulation Visualization”, In: El Sheikh, A.A.R., Al Ajeeli, A., Abu-Taieh, E.M.O. (Org.), *Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications*, 1st ed., IGI Publishing, Hershey-NY, 2007, pp. 391-419.

[10] C. KIRNER, R. TORI, “Fundamentos de Realidade Aumentada”, In: Kirner; C., R. TORI, R. SISCOUTO (Ed.), *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*, Pré Simpósio SVR 2006, SBC, Belém, 2006, pp.22-38.

[11] F. OLIVEIRA, R. RECCHIA, “Projeto LIRA – Livro Interativo com Realidade Aumentada”, *Anais do I Workshop de Aplicações de Realidade Virtual*, Uberlândia, 2005.

[12] R. SANTIN, C. KIRNER, “Detecção em Tempo Real de Objetos em Vídeo Usando Realidade Aumentada”, *Anais do II Workshop de Realidade Aumentada*, Piracicaba, 2005, pp.25-28.

[13] R. SANTIN, C. KIRNER, “ARToolKit: Conceitos e Ferramenta de Autoria Colaborativa”, In: SISCOUTO, R., R. COSTA, (Org.), *Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica*, SBC, Porto Alegre, 2008, pp. 178-276.

[14] SANTIN, R., *Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada*, Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Metodista de Piracicaba, 2008.

[15] WATAYA, R.S. *Desenvolvimento de Percepção em 3D para Deficientes Visuais: uso de realidade aumentada com o SACRA*, Tese de Doutorado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

[16] E.R. ZORZAL, C. KIRNER, A. CARDOSO, E. LAMOUNIER Jr, M.R. OLIVEIRA, L.F. SILVA, “Ambientes Educacionais Colaborativos com Realidade Aumentada”, *RENTE: Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, 2008, pp. 1-10.