

CYBERMED: REALIDADE VIRTUAL PARA ENSINO MÉDICO

L.S.Machado*, S.F.Campos**, I.L.L.Cunha* e R.M.Moraes***

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil

*Departamento de Informática

**Departamento de Matemática

***Departamento de Estatística

e-mail: liliane@di.ufpb.br

Abstract: Training is an effective way to acquire learning. In the last years, realistic training has been proposed and offered by the use of virtual reality systems. This work presents the CyberMed: a virtual reality system for education in medicine. The system incorporates several features to bring the user to the realism of a situation and allow to practice a procedure. The innovation of the system relies on the use of conventional hardware, what allows the use of realistic environments for training by all medical society.

Palavras-chave: treinamento médico, realidade virtual, visualização, modelagem tridimensional, sistemas interativos.

Introdução

A Realidade Virtual (RV) é uma área de pesquisa recente que reúne conhecimentos de várias áreas como eletrônica, computação, robótica, física, psicologia, dentre outras. O objetivo da RV é oferecer sistemas de tempo-real que integrem aspectos de imersão e interatividade para simular ambientes realistas. Para isso são utilizados equipamentos específicos que estimulam os sentidos, explorando os sistemas visual, tátil, auditivo e olfativo humanos [1].

As aplicações de RV para área médica são divididas em três grandes grupos: planejamento, assistência e treinamento. Os sistemas de planejamento permitem o estudo de um caso específico e geralmente utilizam imagens de ressonância magnética ou tomografia computadorizada do paciente para gerar uma réplica virtual da situação real. Os sistemas para assistência, por sua vez, são utilizados para dar suporte a um procedimento real, adicionando e sobrepondo elementos virtuais a uma situação real. Por fim, os sistemas de treinamento objetivam a incorporação de habilidades específicas e utilizam ambientes virtuais visando preparar o usuário para realizar um determinado procedimento, podendo simular situações genéricas (desassociadas das peculiaridades de um paciente específico) com alto grau de realismo [2].

Um dos grandes desafios dos sistemas de RV para treinamento em medicina é oferecer sistemas que

reproduzam exatamente aquilo que o médico vê e sente na realidade. Esses sistemas devem fornecer uma visualização realista com imagens estereoscópicas, processamento dos movimentos e alterações feitas pelo usuário em tempo-real de modo semelhante àquelas sentidas durante a manipulação de um tecido real [3]. Apesar dos avanços tecnológicos, a obtenção de um alto nível de realismo muitas vezes implica em sistemas computacionais de alto custo, impossibilitando sua disseminação.

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema baseado em RV para apoiar a educação e a prática médica: o CyberMed. Como principal motivação encontra-se a necessidade de redução de custos de sistemas para simulação em medicina aliado ao uso de componentes convencionais, tornando essa tecnologia acessível. Pretende-se, com sistemas dessa natureza, aprimorar em um futuro próximo os métodos convencionais de treinamento de procedimentos, oferecendo uma maneira realista e financeiramente viável de treinamento através de simulação, dispensando o uso de modelos plásticos, cobaias ou mesmo cadáveres.

Trabalhos Correlatos

Atualmente a RV tem sido utilizada com resultados significativos em diversas aplicações médicas. Entretanto, por se tratar de uma tecnologia recente, alguns sistemas médicos ainda são desenvolvidos apenas para verificar a viabilidade do uso da RV e observar suas vantagens de utilização em relação aos métodos tradicionais de treinamento [2].

Aplicações da RV para treinamento já podem ser encontradas, por exemplo, para a simulação de cirurgia ocular [4,5] e geralmente utilizam visualização estereoscópica para a observação das estruturas do olho e podem permitir a manipulação destas com dispositivos hápticos (oferecem sensação de toque e de força resultante do contato). Outros exemplos de aplicações são os simuladores de exame detecção de tumores [6], endoscopia [7], laparoscopia [8], artroscopia [9] e coleta de medula óssea [10]. Tais sistemas utilizam diferentes conceitos e técnicas que podem ser agrupados de acordo com sua finalidade. Estes conceitos são: detecção de colisão, retorno de força, custo financeiro, desempenho

computacional, reconstrução volumétrica, avaliação e ergonomia, dentre outros. Apesar dos avanços tecnológicos, a obtenção de um alto nível de realismo muitas vezes implica em sistemas de alto custo, uma vez que esses sistemas envolvem o uso de dispositivos de interação específicos, visualização e modelos realistas com rotinas de processamento sendo executadas simultaneamente e em tempo-real, dentre outros fatores.

Pode-se dizer que atualmente um simulador típico para medicina consiste de um sistema de visualização monoscópico ou estereoscópico, um computador equipado com um dispositivo para interação e um modelo físico [11]. Uma vez que sistemas de RV têm como base a interação e a imersão em ambientes realistas, ela é capaz de oferecer uma forma de treinamento que não se limita a imitar a realidade do treinamento convencional, mas que pode reproduzir o procedimento real oferecendo treinamento. Para isso, devem ser utilizados objetos tridimensionais que reproduzam a área ou o objeto do estudo (ou até mesmo o ambiente do treinamento) além de dispositivos de interação capazes de receber e enviar informações relativas à manipulação desses objetos. Uma vez que exista manipulação tridimensional, é recomendável que a mesma aconteça com a apresentação e visualização dos objetos [12].

O Sistema CyberMed

O CyberMed é um sistema baseado em RV cujo objetivo é apoiar o ensino e treinamento médico através de explorações interativas do corpo humano e da simulação realista de procedimentos médicos em um ambiente virtual imersivo. O sistema CyberMed é desenvolvido sobre a plataforma VirtWall [13], um muro virtual baseado em ferramentas de domínio público e equipamentos de baixo-custo. Esta característica é importante para viabilizar economicamente o uso do CyberMed.

Como principais características, o CyberMed aborda: visualização tridimensional, uso de modelos realistas, interação espacial com sensação de toque, deformação interativa das estruturas tocadas, compartilhamento visual e supervisão/avaliação das ações do usuário.

Para a visualização foram implementadas três opções diferenciadas: uma de visualização monoscópica e duas de visualização estereoscópica (onde é possível observar as imagens em três dimensões), e as imagens podem ser vistas em um monitor de vídeo convencional ou no muro virtual da plataforma VirtWall. O efeito estereoscópico das imagens é obtido pelos métodos de anaglifo e de luz polarizada [2] e pode ser observado com o auxílio de óculos especiais, compostos por filtros coloridos ou polarizadores. Em todos os casos a visualização do sistema pode ser compartilhada entre várias pessoas, permitindo a discussão e troca de opiniões sobre o tema estudado no sistema.

A interação com o sistema é realizada por dispositivos convencionais de entrada, como *mouse*,

teclado e *joystick*. Para que haja compatibilidade entre os processos visuais e motores do usuário, a manipulação é espacial oferecendo controles de translação e rotação e *zoom* para os objetos, habilitando o usuário a movimentar e posicionar os objetos da forma desejada. Em alguns casos, a sensação de toque durante a interação pode ser necessária, como por exemplo durante a inserção de uma agulha ou o corte de um tecido, para aumentar o realismo da simulação. Os dispositivos de interação conhecidos como hápticos [10,12] são capazes de executar esta tarefa, oferecendo retorno de força e sensação de toque ao usuário. Então, durante o processo de modelagem dos objetos, são adicionadas a estes características relacionadas às suas propriedades físicas. Estes dados são necessários para o processamento em tempo-real da intensidade do retorno de força quando do toque (colisão) do dispositivo háptico com os objetos virtuais.

Visando múltiplas aplicações é possível ainda utilizar objetos virtuais, correspondentes às estruturas da anatomia humana, provenientes de imagens de tomografia computadorizada, ressonância magnética ou outros exames médicos. Esses objetos, resultantes da reconstrução tridimensional, tem o seu aspecto realista ligado, primeiramente, a uma segmentação precisa da imagem bidimensional médica e, em seguida, a uma representação apropriada da superfície do órgão segmentado. O objeto tridimensional obtido é definido por uma malha poligonal formada de poliedros cujos pontos tem associado uma estrutura de dados que caracterizam sua dependência e interdependência entre seus vizinhos. Esta característica é responsável pela habilitação do acesso aos pontos em sua vizinhança quando necessário [14]. Esse acesso aos pontos vizinhos permite a inserção da deformação dos objetos durante a interação do usuário com o sistema.

Na modelagem dos objetos do sistema com características de deformação interativa, são utilizadas técnicas de computação gráfica categorizadas entre métodos puramente geométricos (modelos não-físicos) e métodos baseados em princípios físicos [15]. Os modelos não-físicos utilizam na sua construção apenas aparatos geométricos. Estes apresentam baixo custo computacional e sua implementação é simplificada, objetivando apenas suaves deformações e não simulando as modificações dos mecanismos internos do objeto. Os modelos baseados em princípios físicos, por sua vez, são utilizados para simulações mais realistas e complexas e utilizam sistemas computacionais dedicados e modelos com propriedades físico-mecânicas bem definidas. Como consequência apresentam alto custo computacional [14,15].

Visando oferecer uma avaliação de treinamentos realizados, o CyberMed integra também uma ferramenta de avaliação do usuário. Esta ferramenta é responsável pela supervisão das atividades do usuário, coletando informações relacionadas às suas ações durante a sua interação com o sistema. Durante a realização do treinamento simulado a ferramenta de avaliação captura informações e compara o modelo

gerado por essas informações com modelos previamente definidos. Estes modelos prévios descrevem padrões de conhecimento de um especialista sobre os modos de realização do procedimento em questão [16].

Resultados

O sistema CyberMed tem sido utilizado com sucesso na visualização interativa de estruturas do corpo humano. Para isso, foram modelados objetos tridimensionais morfologicamente semelhantes à bacia, cabeça e coração humanos. Cada um desses objetos é composto por camadas externas e internas que apresentam detalhes da estrutura real. Cada camada foi detalhada através de malhas triangulares, como mostrado na Figura 1. Detalhes dos objetos virtuais podem ser adicionados ou removidos durante a utilização do sistema oferecendo uma dissecação parcial em tempo real. Do mesmo modo, o sistema apresenta ainda a possibilidade de observar as camadas que compõem um objeto virtual com semi-transparência, evidenciando as conexões e posicionamento de cada uma em relação à estrutura como um todo, de acordo com a Figura 2.

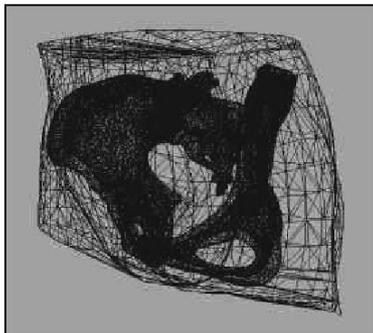


Figura 1: Modelo da bacia descrito através de uma malha triangular em suas três camadas: pele, ossos e medula óssea



Figura 2: Modelo completo da cabeça, mostrado em semi-transparência, com as camadas: pele, musculatura, crânio e cérebro

O sistema oferece ainda um conjunto de menus onde o usuário pode variar o nível de semi-transparência, escolher as camadas visíveis ou não do modelo e requisitar uma descrição sobre a estrutura observada. Neste caso, uma nova janela gráfica apresentará um texto explicativo sobre o modelo e particularidades sobre cada camada. A Figura 3 mostra usuários utilizando o sistema para estudo da região pélvica.

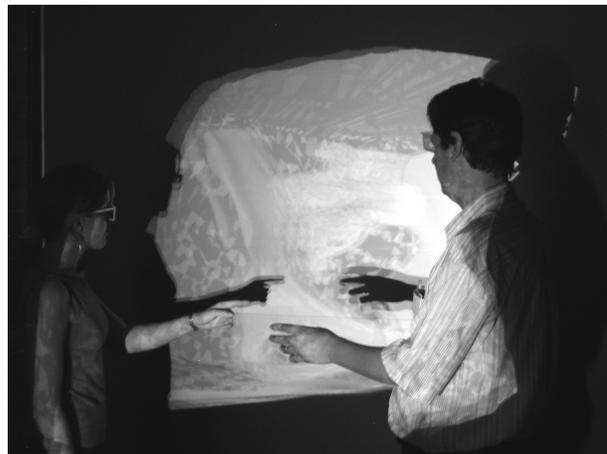


Figura 3: Estudo da região pélvica no CyberMed

Apesar de várias pessoas poderem compartilhar a visualização, o controle da aplicação é restrita a uma delas, sendo esta responsável pelo controle interativo da aplicação, como acontece nos sistemas imersivos tradicionais. Os dispositivos utilizados para interação são convencionais - *mouse*, *joystick* e teclado - dispensando a necessidade do usuário de familiarização com equipamentos específicos. No caso do *joystick*, este oferece ao usuário a sensação de toque, permitindo-lhe identificar os tecidos e suas propriedades. Para isso, o CyberMed disponibiliza um módulo de calibração de propriedades, no qual um especialista da área médica calibra as propriedades dos tecidos de cada modelo. Isto não pode ser realizado automaticamente, devido ao fato de que valores numéricos relacionados à elasticidade, densidade e resistência de certos tecidos são desconhecidos em diversos tecidos vivos. Neste sentido, a literatura aponta para valores coletados de cobaias ou cadáveres humanos, o que segundo pesquisas [17] oferece diferenças em relação à organismos vivos.

Considerações Finais

Este artigo apresenta o sistema CyberMed, um sistema para ensino e treinamento para a área médica baseado em realidade virtual. Esse sistema já se encontra em uso para estudos da anatomia humana. Como vantagens o CyberMed apresenta baixo custo, uma vez que é totalmente baseado no uso de ferramentas de programação de domínio público e utiliza dispositivos convencionais. Isto permite a difusão deste tipo de tecnologia para ensino, uma vez que em muitos casos seria inviável economicamente o uso de sistemas comerciais similares. Aliado a essa

característica encontram-se as vantagens no uso de sistemas baseados em RV para o ensino médico, sendo que propiciam treinamento e aprendizado realista independente da disponibilidade de cobaias e sem desgaste dos modelos utilizados.

Encontram-se em fase de modelagem novos objetos virtuais representando estruturas do corpo humano e, espera-se em um curto espaço de tempo disponibilizar modelos da anatomia humana completa. Ao mesmo tempo, objetos baseados em dados reais de exames médicos estão sendo construídos para caracterizar problemas específicos de interesse de estudo.

Referências

- [1] Roseblum, L., Burdea, G. and Tachi, "VR Reborn", *CG&Applications*, 18(6):21-23, 1998.
- [2] Netto, A.V., Machado, L.S., Oliveira, M.C.F., *Realidade Virtual*. Florianópolis: Visual Books, 2002.
- [3] Satava, R., "Medicine 2001: The King is Dead", *VR Conference Proceedings*, 2000. Online: <http://www.csun.edu/cod/conf/1994/proceedings/Me d~1.html>. Acesso em setembro de 2002.
- [4] Schill, M. et al., "EyeSi - A Simulator for Intra-Ocular Surgery", *LNCC 1679*, Springer, 1999.
- [5] Mayr, H., "Virtual Eye Muscle Surgery Based Upon Biomechanical Models", *Studies in Health Technology and Informatics 81:305-311*, IOS Press, 2001.
- [6] Burdea, G. et al., "Virtual Reality Training for the Diagnosis of Prostate Cancer", *Proc. VR Annual Int. Conf.*, 1999, pp. 190-197, 1999.
- [7] Bro-Nielsen, M. et al., "PreOp™ Endoscopic Simulator: A PC-Based Immersive Training System for Bronchoscopy", *Studies in Health Technology and Informatics 62:76-82*, IOS Press, 1999.
- [8] Oppenheimer, P. et al., "Laparoscopic Surgical Simulator and Port Placement Study", *Studies in Health Technology and Informatics 70:233-235*, IOS Press, 2000.
- [9] Trowbridge, T., Hollands, R., "Virtual Arthroscopy Knee Surgery Simulator", *Virtual Reality in Medicine and Biology Group*. Online: <http://www.shef.ac.uk/~vrmbg/arthro1.html>. Acesso em outubro de 2003.
- [10] Machado, L.S. and Zuffo, M.K., "Development and Evaluation of a Simulator of Invasive Procedures in Pediatric Bone Marrow Transplant", *Studies in Health Tech. In Informatics 94:193-195*, 2003.
- [11] Sorid, D. and Moore, S.K., "The Virtual Surgeon", *IEEE Spectrum*, 37(7):26-31, 2000.
- [12] Burdea, G. and Coiffet, P., *Virtual Reality Technology*, Nova Iorque: Wiley, 2003.
- [13] Moraes, R.M., Machado, L.S., Souza, A.C.M., "VirtWall: A Concept of Low-Cost Virtual Wall for Immersion in Virtual Reality", *Proc. Simp. on VR*, pp. 383-385, 2003.
- [14] Basdogan, C. e Ho, C., "Force Reflecting Deformable Objects fo Virtual Environments", Em *Siggraph'99 Course Notes 38*, ACM, 1999.
- [15] Gibson, S.F.F. e Mirtich, B., "A Survey of Deformable Modeling in Computer Graphics", *Mitsubishi Electric Research Laboratory*, 1997.
- [16] Moraes, R.M. e Machado, L.S., "Online Training Evaluation in Virtual Reality Simulators Using Gaussian Mixture Models", *Studies in Health Tech. In Informatics 94:42-45*, 2003.
- [16] Holton, L., "Force Models for Needle Insertion Created From Measured Needle Puncture Data", *Studies in Health Tech. In Informatics 81:180-186*, 2001.