

Um Atlas 3D Háptico para o Estudo de Anatomia

**Silvano Maneck Malfatti¹² Luciane Machado Fraga¹² Paulo Ferreira Rosa¹
Jauvane Cavalcante de Oliveira² Selan Rodrigues dos Santos³**

¹Instituto Militar de Engenharia - Seção de Engenharia de Computação SE/8, Praça General Tibúrcio, 80
22290-270 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) – Laboratório ACiMA, Av. Getúlio Vargas,
333 25651-075 Petrópolis, RJ, Brasil

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Departamento de Informática e Matemática Aplicada,
Campus Universitário, s/n 59072-970 Natal, RN, Brasil

Abstract. *Advances in Virtual Reality have supported the development of real world based simulations through Virtual Environments (VE). The use of multimodal VEs enables users to simultaneously visualize and touch virtual objects. This work presents a Virtual 3D Human Anatomy Atlas that allows users to interactively visualize, touch, and manipulate the organs from the several human body systems.*

Resumo. *Avanços na área de Realidade Virtual têm oferecido cada vez mais recursos para a realização de simulações do mundo real através de ambientes virtuais. Tal tecnologia já permite não só a visualização, mas também a sensação de toque em objetos virtuais. Este trabalho descreve um Atlas virtual 3D de anatomia que permite de forma interativa a visualização, manipulação e sensação de toque dos vários órgãos e sistemas do corpo humano.*

1. Introdução

A Realidade Virtual (RV) trouxe a possibilidade de estimular as capacidades sensoriais humanas através de simulações do mundo real em ambientes virtuais. Nesses mundos sintéticos os usuários podem navegar, interagir e manipular objetos.

A ciência médica é uma das áreas que tem se beneficiado dos avanços na área de RV. O surgimento de novos dispositivos e o constante aumento do poder de processamento dos computadores pessoais têm possibilitado o desenvolvimento de novas ferramentas destinadas à modernização de atividades como diagnose, terapia, treinamento e educação de médicos e estudantes.

Atualmente a educação médica tem utilizado algumas aplicações de RV para o ensino de anatomia. Os chamados atlas virtuais apresentam uma série de vantagens em termos de custo e mobilidade em relação aos métodos de estudo tradicionais como livros e cadáveres.

No caso dos livros, quanto maior for a complexidade e detalhamento do conteúdo apresentado, maior será o seu custo e volume [1]. Outro problema encontrado pelos aprendizes quando realizam o estudo de estruturas impressas em papel é que estas apresentam leves distorções tendo em vista que um plano é utilizado para representar estruturas com largura, altura e profundidade. Segundo Monteiro [2], o estudo através de livros não possui praticidade, por exigir o avanço e retrocesso das páginas para que as imagens possam ser visualizadas em ângulos diferentes.

Para compensar essas deficiências, estudos podem ser realizados através de cadáveres. No entanto, este recurso é bastante escasso e quando oferecido possui um tempo de utilização limitado tendo em vista que os estudantes não têm acesso ao material fora da universidade.

Os atlas virtuais surgiram com a finalidade de permitir que modelos virtuais de órgãos pudessem ser visualizados tridimensionalmente e manipulados pelo usuário da mesma forma como se fossem objetos reais. Além disso, estas aplicações possibilitam a observação da estrutura interna de órgãos através da utilização de recursos de semi-transparência, facilitando a análise por parte de médicos e estudantes. Outra vantagem é que não apresentam limitação do tempo de utilização se comparados aos recursos tradicionais de ensino na área médica.

Este trabalho apresenta um Atlas virtual 3D denominado **AVIDHa** (Atlas Virtual Interativo Distribuído Háptico) que permite a visualização, manipulação e a sensação de toque dos órgãos e sistemas que compõe o corpo humano.

2. Trabalhos Relacionados

Um dos primeiros esforços em direção ao desenvolvimento de um Atlas de anatomia humana foi a criação de CD-ROMs compostos por diversas fotografias digitalizadas e não imersivas [1]. Posteriormente, desenvolveu-se uma base de imagens bastante detalhada chamada *Visible Human* [3] composta por fotografias tiradas de fatias milimétricas obtidas através do corte de um corpo humano congelado.

A partir deste conjunto de imagens de cortes bidimensionais é possível empregar algoritmos de reconstrução de imagens para extrair a anatomia 3D correspondente [5]. Os modelos 3D obtidos a partir do *Visible Human* passaram a servir como base para várias aplicações, pois permitem a utilização de diversos recursos gráficos como, por exemplo, passear por dentro das estruturas e aplicar efeitos como transparência para possibilitar a visualização de órgãos internos.

Um dos trabalhos recentes para visualização e estudo de anatomia é o AnatomI 3D [2], que insere novos recursos como visualização estereoscópica permitindo assim a imersão de várias pessoas durante o estudo da anatomia.

Apesar de apresentarem diversos recursos gráficos, são poucas as aplicações que oferecem a possibilidade do estudante sentir as estruturas que estão sendo exploradas. Dentre os softwares que oferecem esse recurso é possível citar o simulador proposto por Paolis [4]. Através deste simulador o estudante utiliza um dispositivo do tipo *Phantom Omni* para interagir e sentir os órgãos virtuais. Um dos grandes desafios neste tipo de aplicação é a utilização de modelos bem detalhados, tendo em vista o grande consumo de processamento gerado pelas operações de colisão e deformação das malhas.

3. O AVIDHa

O software denominado AVIDHa é um atlas 3D destinado ao estudo da anatomia humana que oferece além de diversos recursos gráficos a possibilidade do estudante sentir as estruturas durante a exploração.

3.1. Recursos gráficos

Através de uma interface intuitiva, o AVIDHa permite a exploração de estruturas anatômicas tridimensionais em alta definição que apresentam texturas foto-realísticas de modo a simular as características encontradas nas estruturas reais do corpo humano.

Em termos de visualização, o AVIDHa permite a observação individual através de monitores convencionais bem como o estudo em grupo através uma tela de projeção com renderização estéreo.

No modo estéreo são geradas duas imagens para o mesmo modelo, uma para cada olho do observador de forma que seja possível a percepção de objetos tridimensionais com noção de profundidade. Neste modo de visualização há necessidade de dispositivos especiais de exibição, como o uso de óculos que empregam filtragem de imagem para garantir que cada olho receba a renderização correspondente.

Durante a interação com o AVIDHa, o usuário pode manipular as estruturas de forma independente, aplicar transparência e planos de corte para que estruturas internas possam ser exploradas. Outro recurso importante é a possibilidade do usuário obter *screenshots* dos órgãos visualizados. Isso permite que o observador possa arquivar imagens que julgar interessante e utilizá-las posteriormente em trabalhos futuros que vier a realizar.

3.2. Dispositivos de interação com o usuário

No AVIDaH o usuário pode movimentar-se pelo ambiente e interagir com os objetos tridimensionais do corpo humano a partir de dispositivos convencionais como mouse, teclado como também através dispositivos um pouco mais sofisticados como *Mouse 3D*, *joystick* e *Phantom Omni* (Figura 1).

Para a navegação no ambiente pode-se utilizar o teclado, *joystick* e o *Mouse 3D*, se instalados. A navegação permite que o usuário desloque-se livremente pelo ambiente 3D para examinar as estruturas visualizadas, podendo inclusive mover-se através das mesmas, haja visto que não há colisão entre os modelos e a câmera; ou permanecer parado enquanto seleciona um objeto para examiná-lo em detalhes, girando-o ou aplicando planos de corte para investigar seu interior.

De modo a permitir que o usuário pudesse tocar alguns dos órgãos e sentir a textura e densidade de seus tecidos, foi incorporada a interação háptica. A sensação de toque somente é obtida através da utilização do dispositivo háptico Phantom Omni, o qual é representado visualmente através de uma esfera 3D que simboliza a ponta do dedo do usuário (Figura 1). Além de ter a sensação de estar tocando os órgãos, o usuário também recebe retorno visual dos objetos que se deformam de acordo com as características de seus tecidos e a força exercida sobre eles através do dispositivo háptico.

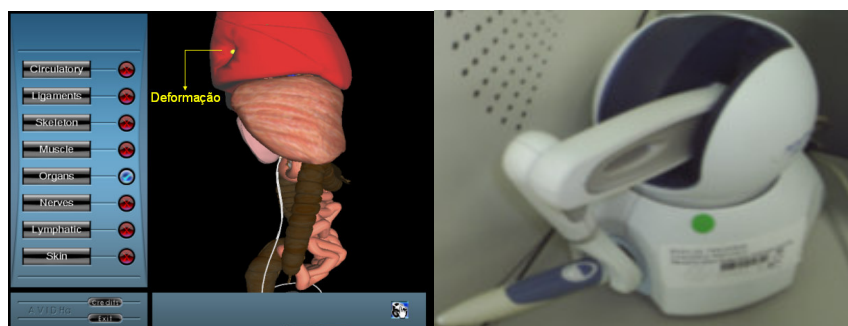


Figura 1 – Deformação do pulmão a partir da interação háptica com dispositivo Phantom Omni.

Para que fosse possível realizar os cálculos de colisão em modelos tão complexos sem perder o desempenho necessário, foi utilizada uma placa de aceleração física *PhysX* que se encarrega de fazer os testes necessários sem sobrecarregar o processador. Vale ressaltar que o uso da aceleração de cálculos físicos com hardware dedicado habilita o AVIDHa a manipular modelos compostos por milhares de polígonos, aumentando a precisão das colisões, a taxa de renderização de força e a suavização da deformação. Este é o principal aspecto que diferencia nossa proposta do simulador proposto por Paolis [4].

4. Conclusões e trabalhos futuros

O presente trabalho encontra-se em desenvolvimento, mas os testes preliminares com o protótipo mostraram resultados satisfatórios de realismo e desempenho. Como trabalhos futuros será implementado o módulo de rede que permitirá o estudo dirigido através de uma arquitetura cliente/servidor onde um mediador (provavelmente um especialista em anatomia) conduzirá o estudo e compartilhará os seus conhecimentos com os observadores.

Atualmente a calibração dos tecidos quanto à deformação é feita via código com base em descrições encontradas em outros atlas e livros, porém pretende-se desenvolver um editor no qual o médico poderá utilizar sua experiência para calibrar as estruturas antes que elas sejam importadas para o programa.

6. Referências Bibliográficas

- [1] Burdea, G. C., Coiffet, P. Virtual Reality Technology. Wiley-Interscience, second edition, 2003.
- [2] Monteiro, S. B., Valdek, M. C. O., Cunha, I. L. L., Moraes, M. R., Machado, L. S., AnatomI 3D: Um Atlas Digital Baseado em Realidade Virtual para Ensino da Medicina. In Proceedings of Symposium on Virtual Reality (SVR'2006), Belém. pp. 3-14.
- [3] National Library of Medicine. The Visible Human Project. Disponível em http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html. Acessado em 27/03/2008.
- [4] Paolis, L. T., Blasi, E., Mauro, A., Aloísio, G. A Force Feedback Virtual Simulator for Education and Training. In Proceedings of IEEE International Conference on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces and Measurement Systems (VECIMS 2007), Ostuni – Italy.
- [5] Hansen, C. D e Johnson, C. R. Visualization Handbook, first edition, Academic Press, 2004.