



Pedro Sampaio Vieira

**Um sistema de modelagem 3D de coluna
vertebral baseado em imagens de raios-x**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Programa de Pós-Graduação em Informática

Rio de Janeiro, agosto de 2009



Pedro Sampaio Vieira

**Um sistema de modelagem 3D de coluna vertebral
baseado em imagens de raios-x**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Marcelo Gattass

Rio de Janeiro, agosto de 2009



Pedro Sampaio Vieira

Um sistema de modelagem 3D de coluna vertebral baseado em imagens de raios-x

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Marcelo Gattass

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Waldemar Celes Filho

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Ítalo de Oliveira Matias

Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento – UCAM-Campos

Prof. Paulo Cezar Pinto Carvalho

IMPA

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador do Centro Técnico Científico da PUC-Rio

Rio de Janeiro , 21 de agosto de 2009

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Pedro Sampaio Vieira

Graduado pela Universidade Candido Mendes – Campos, obtendo o título de bacharel em Ciência da Computação no ano de 2006. Exerce a função de Analista de Sistemas do provedor de internet Censanet, do Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora, Campos dos Goytacazes - RJ. Onde trabalha no desenvolvimento de games educacionais e sistemas gráficos de análise e monitoramento da rede wireless de acesso à internet.

Ficha Catalográfica

Vieira, Pedro Sampaio

Um sistema de modelagem 3D de coluna vertebral baseado em imagens de raio-x / Pedro Sampaio Vieira; orientador: Marcelo Gattass. – 2009.

59 f.: il. (col.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Radiografia digital. 3. Modelagem 3D. 4. Estereoradiografia. 5. Avaliação postural. I. Gattass, Marcelo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais que sempre me incentivaram, me deram força e me apoiaram em todos os momentos difíceis. Ao meu orientador Marcelo Gattass, a que devo grande parte de meu crescimento científico e profissional. Ao Sr. Carlos Mário Mello de Souza, diretor da clínica RAD-MED, que através de seu pensamento incentivador voltado à evolução tecnológica da computação/medicina, forneceu o espaço e acesso ao equipamento para que fosse possível a aquisição das imagens de raios-x. Além de todos os funcionários da clínica, que sempre me atenderam de forma prestativa e atenciosa. Aos pesquisadores do Instituto Superior de Ensino do CENSA, Felipe Sampaio Jorge e Jefferson da Silva, que forneceram a esse trabalho todo o suporte referente à área médica. Ao professor Aristóфанes Corrêa Silva, pela sua importante contribuição em determinadas partes da pesquisa. À fisioterapeuta Luciana Silva, pelo seu auxílio na realização dos exames de raios-X. Ao Censanet, que me deu apoio e forneceu uma flexibilidade importante para que eu pudesse administrar minhas horas de trabalho na empresa, com as horas de pesquisa. E, por fim, aos meus amigos, que me ajudaram por diversas vezes para que esse trabalho fosse concluído.

Resumo

Vieira, Pedro Sampaio; Gattass, Marcelo. **Um sistema de modelagem 3D de coluna vertebral baseado em imagens de raios-x.** Rio de Janeiro, 2009. 59p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Nos dias atuais, pesquisas envolvendo a computação gráfica e a área médica, têm contribuído muito para a evolução tecnológica de exames e diagnósticos. Uma vertente desses trabalhos está relacionada diretamente à reconstrução 3D de estruturas anatômicas do corpo humano, em específico a coluna vertebral. O sedentarismo e a alta dependência dos computadores vêm aumentando e agravando os problemas posturais das pessoas. Por esse motivo, novas técnicas de reconstrução 3D baseada em exames de tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM) e raios-x são desenvolvidas, tornando as avaliações clínicas cada vez mais precisas. Neste trabalho é proposto um sistema de modelagem 3D baseado em radiografias digitais com a finalidade de recriar a coluna vertebral em um ambiente virtual. A recuperação das informações tridimensionais de cada vértebra ajuda a melhorar a avaliação feita atualmente com base apenas em imagens 2D. A técnica utilizada no desenvolvimento do método se baseia na estereoradiografia. E a utilização de radiografias, em relação à TC, reduz consideravelmente o tempo de exposição do paciente à radiação, além de ser mais acessível à população pelo seu menor custo. Os resultados obtidos apresentaram uma boa precisão do sistema. Além do mais, o método proposto atingiu resultados bem próximos aos de pesquisas baseadas em TC e RM, onde os dados de entrada são bem mais “legíveis” do que as imagens de raios-x.

Palavras-chave

Radiografia digital; modelagem 3D; estereoradiografia; avaliação postural.

Abstract

Vieira, Pedro Sampaio; Gattass, Marcelo. **A spine 3D modeling system based on x-ray images**. Rio de Janeiro, 2009. 59p. MSc. Dissertation – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Research involving computer graphics and laboratory exams has contributed much to the quality of the Medical diagnose. One aspect of these researches is directly related to 3D reconstruction of anatomical structures of the human body, especially the spine. The sedentary lifestyle and the high dependence of computers have increased the postural problems of the population. Therefore, new techniques for 3D reconstruction based on Computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI) and x-ray images are required, in order to make the clinical evaluation increasingly accurate. This work proposes a 3D modeling system based on x-ray images that yields a virtual spine model. The recovery of three-dimensional information of each vertebra helps improve the assessment currently made using only 2D images. The technique used here is based on stereo radiographic. The use of x-ray images instead of CT, significantly reduces the exposure time of the patient to radiation, and is more useful to the general population due to its lower cost. The results presented here show good accuracy despite its lower cost. The proposed method has achieved results very close to those based on expensive CT or MRI, where the input image is better than x-ray images.

Palavras-chave

Digital radiographs; 3D modeling; stereoradiographic; postural assesement.

Sumário

1 Introdução	8
2 Trabalhos Relacionados	11
3 Sistema de Modelagem	15
3.1. Aquisição das imagens de raios-x	17
3.2. Recuperação dos pontos 3D	20
3.2.1. Método de recuperação de coordenadas 3D	23
3.3. Posicionamento e rotação das vértebras	30
4 Experimentos Computacionais	33
4.1. Validação da técnica	34
4.2. Recuperação do ponto 3D	36
4.3. Avaliação clínica dos resultados	42
5 Conclusão e Trabalhos Futuros	45
REFERÊNCIAS	48
Apêndice A	
Método automático para determinar pontos chaves	52