

Desenvolvimento e Avaliação de um Simulador de Procedimentos Médicos Invasivos Baseado em Realidade Virtual para Treinamento de Transplante de Medula Óssea

Liliane dos Santos Machado e Marcelo Knörich Zuffo

Laboratório de Sistemas Integráveis
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
Escola Politécnica – Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, 158 – Trav. 3 – CEP 05508-900 – São Paulo/SP – Brasil
{liliane,mkzuffo}@lsi.usp.br

Resumo: Simuladores de realidade virtual podem ser uma ferramenta poderosa no treinamento de procedimentos médicos invasivos. Neste trabalho estamos interessados na avaliação de simuladores de procedimentos médicos voltados à oncologia, no caso o transplante de medula óssea. Um simulador foi proposto e implementado utilizando realidade virtual e apresentamos uma avaliação preliminar do referido sistema. Esta avaliação baseou-se no uso de um questionário e análise das respostas fornecidas por um médico especialista.

1. Introdução

Recentemente, simuladores baseados no estado-da-arte da realidade virtual para o treinamento de procedimentos médicos em oncologia pediátrica foram propostos e desenvolvidos [MACHADO 2000, MACHADO 2001b]. Sistemas como esse, voltados para o treinamento de práticas médicas, têm sido alvo de investigação em todo mundo com relativo sucesso na melhoria da prática médica de procedimentos invasivos. Esses sistemas são voltados principalmente para o planejamento cirúrgico, treinamento e educação médica. Com um simulador que utiliza realidade virtual, um médico pode aprender e praticar novas técnicas, planejar procedimentos complexos utilizando corpos humanos virtuais ou estudar de forma tridimensional e interativa a anatomia humana. Outra importante vantagem dos simuladores é sua disponibilidade, pois a qualquer momento podem permitir a prática de uma mesma técnica diversas vezes até a incorporação do conhecimento pelo médico.

Neste trabalho, apresentamos características do desenvolvimento e uma avaliação médica preliminar realizada por um especialista médico do Simulador de Coleta de Medula Óssea baseado em realidade virtual por nós desenvolvido.

2. O Simulador de Coleta de Medula Óssea Pediátrico

Desde 1999 desenvolvemos um simulador de coleta de medula óssea (etapa presente e essencial ao transplante da mesma) voltado à pediatria [MACHADO 2001b, MACHADO 2000]. Para o desenvolvimento da aplicação foram fundamentais o suporte e a interação com a comunidade médica em todas as etapas do projeto.

Neste trabalho pioneiro foi proposta a pesquisa e desenvolvimento de um sistema que demonstrasse a potencialidade da realidade virtual aplicada em sistemas de treinamento médico em oncologia pediátrica. O sistema desenvolvido é um sistema de realidade virtual semi-imersivo que possibilita ao usuário treinar e compartilhar com um

especialista todas as etapas envolvidas no procedimento de coleta de medula óssea através de simulação [MACHADO 2001a]. A arquitetura do sistema final possui três módulos básicos (fig.1) responsáveis por cada etapa da simulação, são eles:

- **Módulo de Estudo da Anatomia:** permite ao usuário estudar a anatomia da região de interesse. Interação disponível com três graus de liberdade: rotação em x e y mais translação em z (*zoom*). A visualização neste e nos demais módulos permite ajustes de ativação e de paralaxe para estereoscopia.
- **Módulo de Localização:** permite ao usuário definir a região a ser inserida a agulha para a coleta da medula óssea. Neste módulo o usuário manipula o dispositivo háptico, representado por um dedo na visualização, para tocar o paciente virtual e sentir a crista ilíaca (local correto de inserção da agulha) através das sensações táteis recebidas. A visualização é estereoscópica.
- **Módulo de Coleta:** responsável pela simulação do procedimento de coleta da medula óssea. O usuário manipula a agulha virtual (dispositivo háptico) e insere-a no interior do corpo virtual percebendo a transição entre as camadas de tecido até o momento de identificação de chegada no interior da medula óssea. Uma vez trespassada a superfície de um tecido o dispositivo háptico retorna a resistência relativa à densidade do tecido.

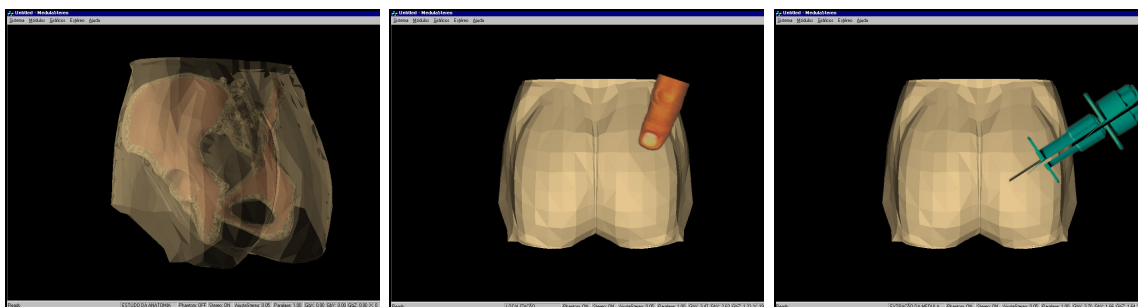


Figura 1. Módulos do sistema de coleta de medula óssea em execução: Observação, Localização e Coleta.

O desenvolvimento constituiu-se de etapas como modelagem das estruturas anatômicas, geração das rotinas de estereoscopia, geração das rotinas de retorno de força, compatibilização entre as bibliotecas dos dispositivos utilizados, programação e configuração das propriedades físicas iniciais, calibragem das forças e avaliação.

A programação foi feita no sistema operacional Windows NT em Visual C++ utilizando rotinas específicas do dispositivo háptico (reação tátil) e OpenGL para a geração das rotinas de visualização. As propriedades táteis sentidas durante a interação do usuário com o sistema são: elasticidade, textura, rigidez e densidade.

3. Avaliação Preliminar

Após a calibragem das propriedades táteis o sistema foi dado como concluído e apto para uma avaliação criteriosa por parte da comunidade médica. Nesse momento foi feita uma avaliação preliminar por um médico especialista em coleta de medula óssea tendo como base questionários de avaliação de sistemas imersivos e simuladores [IJSELSTEIJN 2000, MCCARTHY 1999]. Assim, nove perguntas foram formuladas tendo como resposta uma escala discreta compreendida entre os extremos muito positivo (nota 10) e muito negativo (nota 0) quando aplicável. As perguntas e

respectivas notas fornecidas por um especialista em coleta de medula óssea são apresentadas na Tabela I.

Tabela I

Pergunta	Resposta
Como você considera sua experiência em coleta/transplante de medula óssea?	ESPECIALISTA
Você sentiu-se confortável e envolvido com a simulação?	8
As propriedades táteis estão adequadas?	6
A representação visual está adequada a um treinamento inicial?	10
Quão similar é a visualização em relação à realidade?	8
Você considera importante/ o estudo prévio da anatomia conforme apresentado no sistema?	SIM
Como você classifica o ambiente em Termos de interação?	FÁCIL
Quão similar é a forma de interação/manipulação se comparada com a realidade?	5
Como você classifica o sistema em geral?	7
Avaliação Geral do Sistema	7

Questionário aplicado ao médico que avaliou o sistema e as respostas obtidas.

Nessa avaliação inicial, o sistema mostrou grande potencial e mostrou-se motivador o estudo da técnica de coleta de medula óssea pelo seu uso. O fato de ser possível treinar em um ambiente similar ao da realização do procedimento real, despertou motivação por parte do médico, uma vez que elimina a necessidade do uso de cobaias para treinamento. A baixa satisfação na simulação de toque demonstrou a necessidade de uso de um dispositivo háptico com maior capacidade de retorno de força pois o atualmente utilizado não é capaz de simular toda a resistência e dureza do osso humano. Os modelos visuais utilizados foram considerados muito bons (notas 8 e 10) e o uso de óculos obturadores combinados com um monitor de vídeo convencional apresentou-se como uma opção viável economicamente, confortável e fácil de usar, possibilitando a visualização do treinamento por outras pessoas.

Agradecimentos

Este projeto foi financiado pela FAPESP processo n. 99/01583-0, e pelo projeto FINEP-RECOPE Sub-Rede Modelagem e Visualização, projeto Visualização na Engenharia e Medicina.

Bibliografia

Ijsselsteijn, W. Ridder, H.; Freeman, J.; Avons, S. (2000), Presence: Concept, Determinants and Measurement. Proceedings of SPIE, Human Vision and Electronic Imaging V, 3956-3975.

McCarthy, A.; Harley, P.; Smallwood, R. (1999), Virtual Arthroscopy Training: Do the "Virtual Skills" Developed Match the Real Skills Required? Medicine Meets Virtual Reality. Studies in Health Technology and Informatics (62), pp.221-227, IOSPress.

Machado, L.S.; Mello, A.N.; Lopes, R.D.; Odone Filho, V.; Zuffo, M.K. (2000), A Virtual Reality Simulator for Bone Marrow Harvest for Transplant. Proc. 3th Workshop on Virtual Reality, 25-31, Brasil.

Machado, L. S., Mello, A. N., Lopes, R. D., Odone Filho, V. and Zuffo, M. K. (2001), A Virtual Reality Simulator for Bone Marrow Harvest for Pediatric Transplant. Medicine Meets Virtual Reality, Studies in Health Technology and Informatics (81), 293-297, IOSPress.

Machado, L. S., Zuffo, M. K., Moraes, R. M. and Lopes, R. D. (2001), Modelagem Tátil, Visualização Estereoscópica e Aspectos de Avaliação em um Simulador de Coleta de Medula Óssea para Transplante. Proc. 4th SBC Symposium on Virtual Reality, 23-31, Brasil.