

Introdução

A utilização da tecnologia computacional e eletrônica em sistemas de instrumentação biomédica possibilita avanços significativos para a medicina e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos. No caso de portadores de deficiências motoras, tem-se obtido bons resultados na recuperação de movimentos com a utilização e apoio de uso de tecnologias assistivas. No entanto, os custos elevados destas tecnologias ainda atrapalham uma maior difusão das mesmas.

Em função desses apontamentos, o objetivo deste projeto é criar um sistema de baixo custo que visa acompanhar a movimentação do paciente em exames biomecânicos e abstrair variáveis associadas a esse movimento. Deste modo pretende-se dar ao profissional de saúde mais informações sobre o tratamento efetuado e auxiliar na recuperação e/ou reabilitação do paciente.

Descrição do Projeto

O sistema pode ser dividido em duas etapas: videogrametria e modelagem virtual.

Através da videogrametria medimos a angulação entre membros do corpo humano. Para isto, colocam-se marcadores coloridos no paciente, que deve movimentar o braço enquanto é feita a captação das imagens por webcams de baixo custo, conforme figura 1. O processamento do vídeo é feito em tempo real pelo programa desenvolvido com o apoio da biblioteca Opencv (Open Source Computer Vision Library). Como pode-se observar na figura 2, o programa possui rotinas de subtração de fundo estático, detecção dos marcadores, utilizando diversos filtros(gaussiano, HSV), conversão binária e *thresholding*.



Figura 1 – Marcadores e webcam

Uma vez detectados os marcadores, pode-se calcular a angulação entre eles, e os resultados são colocados em um banco de dados para análises posteriores e cálculos das demais variáveis de interesse associadas ao movimento.

A modelagem virtual consiste na reprodução simultânea do movimento do paciente através de um modelo virtual, facilitando a observação do profissional que acompanha o exame, fazendo-o se ater a detalhes a serem avaliados. Para a construção do modelo utilizou-se os softwares de modelagem MakeHuman(TM) e Blender. O resultado pode ser visto na figura 3. Os ângulos obtidos no processamento são enviados por sockets para o Blender. Todas as ferramentas computacionais empregadas no sistema são gratuitas e ele é implementado na plataforma livre Linux.

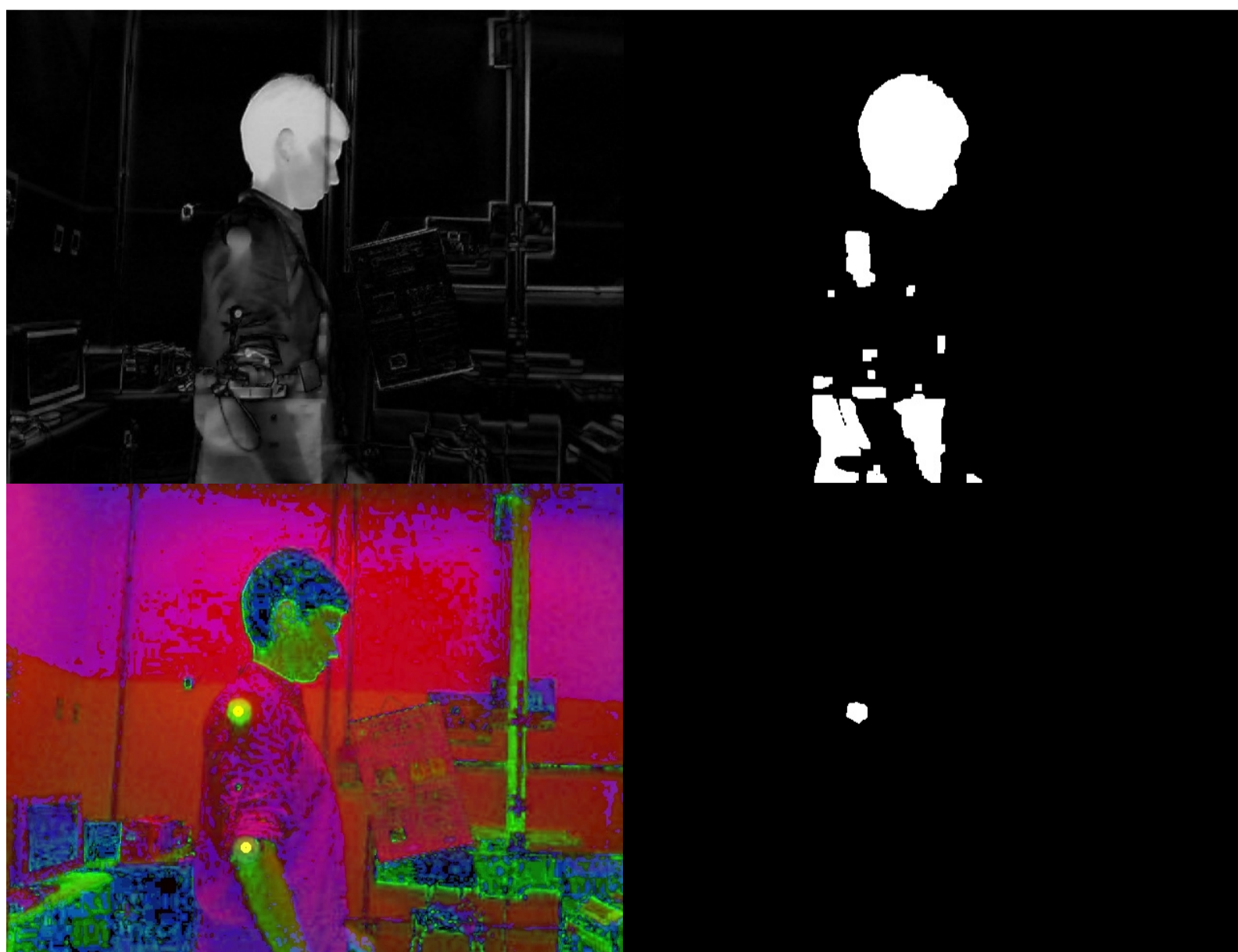


Figura 2 – Aplicação de filtros no processamento de imagens

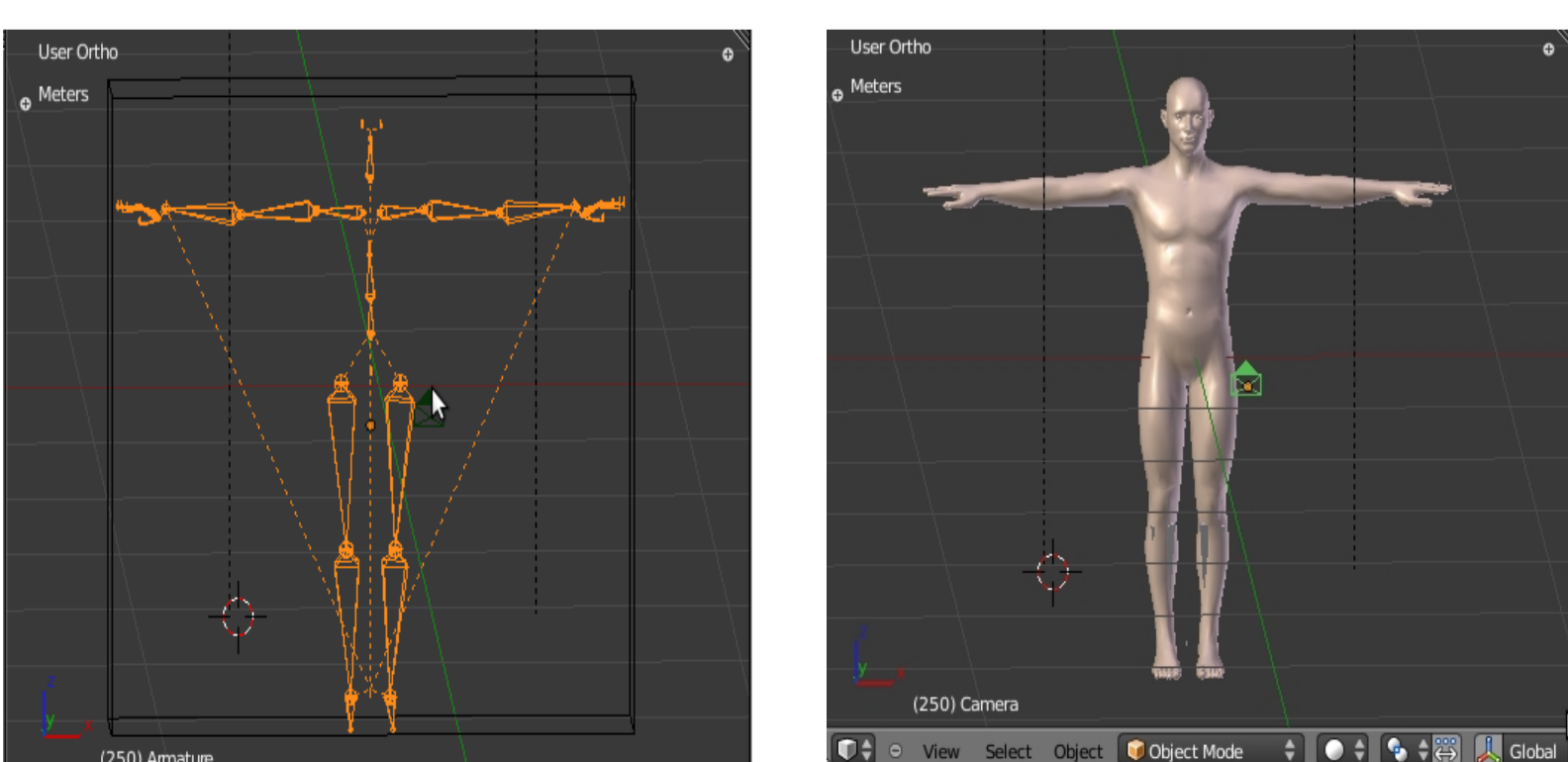


Figura 3 – Modelo virtual: Estrutura óssea e textura humana

Simulação 3D

A fim de se obter maior precisão de cálculos e melhor aproximação com a realidade, pode-se usar o sistema desenvolvido com duas câmeras, captando e simulando três dimensões. Uma câmera deve estar na posição frontal e a outra na lateral, permitindo a captura de duas rotações. Por exemplo, no caso do segmento mão-braço, permite calcular a adução/abdução e flexão/extensão. O modelo virtual também acompanha os dois movimentos, como pode ser visto na figura 4.



Figura 4 – Ensaio com duas câmeras e modelagem tridimensional

Ensaio e Resultados

Foram feitos diversos ensaios para verificar o sistema e analisar os resultados. Primeiramente, realizou-se ensaios com cada câmera separadamente e depois com as duas simultaneamente. Para verificação mais precisa do sistema, foi feita a calibração estática com o goniômetro, variando de acordo com angulações pré-determinadas. Os resultados obtidos estão na tabela 1. Para cada inclinação foram avaliados 20 frames. Também avaliou-se a porcentagem de perda dos marcadores. Para isto, foram feitos dois ensaios, cada um com aproximadamente 300 leituras, e o resultado obtido da média dos dois foi de 4,28% de perda. Esta perda ocorre principalmente devido a variações de luz do ambiente.

Inclinação do Goniômetro (graus)	Inclinação Média Obtida (graus)	Erro Médio do Ângulo Lido (graus)
160	158	0,90
120	120	1,44
90,0	88,9	1,44
30,0	31,1	1,59
0,00	1,12	1,86
-30,0	-29,9	1,03
-90,0	-89,6	1,28
-120	-118	1,66

Tabela 1 – Resultados obtidos no ensaio estático com o goniômetro

Conclusão

Os resultados obtidos até o momento são satisfatórios com seu objetivo e o sistema funciona com uma baixa porcentagem de erros. Algumas correções ainda devem ser feitas, após mais ensaios e comparações com ferramentas comerciais. O diferencial deste sistema é seu baixo custo e praticidade, que possibilitam uma melhor inclusão no meio médico. Atualmente a pesquisa está focada no segmento mão-braço, pois são membros mais recorrentes de dependências dos usuários, mas pretende-se adaptar a ferramenta para análise de outros membros do corpo.



Figura 5 – Ensaio com o goniômetro para verificação do sistema