

Fotogrametria Digital na Medição da Expansibilidade Pulmonar

Marília Menezes de Oliveira, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Pernambuco, e-mail: lila_eb@yahoo.com.br, home-page: <http://www.ufpe.br/eb>

Daniel Carneiro da Silva, Departamento de Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco, e-mail: danielcs@ufpe.br, home page: <http://www.ufpe.br/>

Introdução

Fotogrametria é a ciência e tecnologia de se reconstruir o espaço tridimensional, a partir de imagens bidimensionais, advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas. A fotogrametria pode fornecer às práticas médicas um meio não-invasivo e sem dor para obter medidas espaciais relacionadas ao corpo humano [3]. Neste trabalho a fotogrametria digital foi aplicada para se obter o volume da expansibilidade pulmonar, cuja avaliação com mais precisão é de interesse em fisioterapia, mas que usa normalmente para esta tarefa o processo da cirtometria.

Para a confiabilidade e precisão das medições fotogramétricas são fatores importantes: a geometria da rede (sendo usada a chamada configuração normal); os tipos de alvos (forma, tamanho, cor, material, disposição); e a iluminação do ambiente [1]. O processo de medida de uma superfície passa pelas etapas de um sistema de calibração prévio da câmara, aquisição das imagens a partir de posições diferentes, medição dos pontos correspondentes da imagem e a geração do modelo em 3D [2].

Objetivos

O objetivo é o desenvolvimento de sistema de aquisição de imagens para medição tridimensional do tronco e o uso de softwares para tratamento e processamento das imagens em medições de volume da expansibilidade pulmonar de uma pessoa.

Materiais e Métodos

As imagens foram obtidas com uma câmara fotográfica digital modelo Power Shot A300 da Canon com 2048x1536 *pixels*. Um reticulado impresso em transparência é projetado com um retro-projetor sobre o paciente a ser estudado. A pessoa fica posicionada em frente a uma grade de metal, com hastes e esferas nas pontas, utilizadas para definir um sistema de coordenadas para o objeto. A câmara fica posicionada sobre

uma barra horizontal de metal, sobre um tripé.

Para que possa ser originado um modelo estereoscópico, são adquiridas um par de imagens com uma sobreposição, da área de interesse do objeto maior do que 60%; e, com os eixos ópticos das câmaras aproximadamente paralelos entre si e perpendiculares ao plano em que se desenvolve o objeto em estudo.

Previamente é necessária a calibração da câmara, a fim de determinar seus parâmetros geométricos e também conhecer as aberrações do sistema óptico. Também é necessária a calibração da grade para definir mais precisamente o sistema de referências.

As distâncias médias usadas entre as posições da câmara e distâncias médias câmara-corpo foram de no caso da pessoa de frente 32,03cm e 154,52cm respectivamente; e, no caso da pessoa de costas 62,88 cm e 198,31cm respectivamente. Para a distância de 154,52cm, encontrou-se o tamanho médio do *pixel* equivalente a 1,266*pixels*/mm ($1\text{pixel} = 0,79\text{mm} \times 0,79\text{mm}$).

Para o processamento das imagens foram usados dois módulos de um *software* de fotogrametria, o *3DMapper*, que faz a transformação das medidas realizadas sobre cada imagem em informações tridimensionais. Com o módulo *StereoMaker*, através da orientação interna e da orientação externa, foi feita a reconstrução da posição e da forma do par de imagens estereoscópicas. São também geradas imagens epipolares que serão utilizadas pelo módulo *StereoMapper*, onde são feitas as medições e são obtidas as coordenadas tridimensionais dos cantos da malha que está projetada sobre o tronco. A partir desses pontos medidos, foi usado o *software Surfer 7.0* para gerar uma rede regular de pontos, e para criar um modelo 3D em perspectiva (Figura 1) ou um modelo em curvas de níveis do objeto em estudo. O volume é calculado por este programa através da regra

trapezoidal, definida a seguir: pelo modelo dos coeficientes $\{1,2,2,2,\dots,2,2,1\}$

$$A_i = \frac{\Delta x}{2} [G_{i,1} + 2G_{i,2} + 2G_{i,3} + \dots + 2G_{i,nCol-1} + G_{i,nCol}]$$

$$Volume \approx \frac{\Delta y}{2} [A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{nCol-1} + 2A_{nCol}]$$

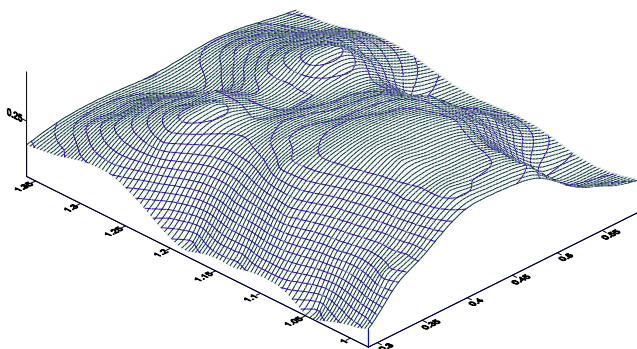


Figura 1: Modelo em 3D, a partir da rede de dados criada pelo Surfer 7.0, para o cálculo do volume.

O processo foi executado em pares fotográficos do tronco com pulmões cheios (inspirando) e vazios (expirando). A partir do módulo das diferenças obtidas entre estas superfícies de respiração, encontra-se o volume da expansibilidade pulmonar de uma pessoa.

Resultados e Discussão

Foram obtidos três grupos de pares de imagens inspirando e expirando, tanto com o tronco de frente como de dorso. Deste modo, para cada grupo (frente e dorso) foram obtidas 12 imagens e um total de 24 imagens. As imagens foram processadas (orientação interna e externa, medição das coordenadas) e os volumes calculados para cada grupo. As tabelas 1 e 2 mostram os resultados para tronco de frente e de dorso.

Conjuntos dos pares de imagens – distância câmara-câmara	Volume (cm ³) Regra Trapezoidal
1º conjunto – inspirando: 31,63cm; expirando: 30,59cm	1164,05
2º conjunto – inspirando: 30,77cm; expirando: 33,24cm	3842,15
3º conjunto – inspirando: 32,56cm; expirando: 33,42cm	1909,44

Tabela 1: Volumes das imagens com o objeto de frente.

Conjuntos dos pares de imagens – distância câmara-câmara	Volume (cm ³) Regra Trapezoidal
1º conjunto – inspirando: 65,5cm; expirando: 67,6cm	2960,42
2º conjunto – inspirando: 61,5cm; expirando: 62,3cm	1448,12
3º conjunto – inspirando: 60,6cm; expirando: 59,6cm	3181,02

Tabela 2: Volumes das imagens com o objeto de dorso.

Os valores finais dos volumes obtidos com os diferentes grupos de imagens testados variaram muito, entre 1164cm³ e 3842cm³ sendo que a pessoa fotografada era a mesma. Essas variações podem ser devido ao movimento involuntário da pessoa entre as tomadas das fotografias e nos próximos testes serão tomados cuidados especiais para evitar este problema.

Comentários Finais

O trabalho mostra os resultados preliminares de medição em 3D do tronco humano com vistas à avaliação da expansibilidade pulmonar pela fisioterapia. Normalmente, os fisioterapeutas utilizam o método da cirtometria, que é uma dedução do volume a partir de uma medida linear (o que não é matematicamente correto para uma figura não regular como o perímetro do tórax).

O processo necessita de aperfeiçoamentos como: obter fotos de 360° do corpo, tomadas simultâneas com várias câmaras, para evitar o problema de movimentos da pessoa. Também é necessário automatizar o processo de medição por meio de correlação de imagens e realizar análises estatísticas da precisão e exatidão do método.

Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq/UFPE

Referências bibliográficas

- [1] Silva, D. C., 1991. Otimização de precisão em fotogrametria terrestre e a curta-distância. Curitiba.
- [2] D'Apuzzo, N., 2002. Surface measurement and tracking of human body parts from multi-image video sequences. Zurich, Switzerland.
- [3] Mitchell, H. L., Newton, I., 2002. Medical photogrammetric measurement: overview and prospects. University of Newcastle, Australia.