

ANÁLISE QUANTITATIVA DOS MOVIMENTOS ARTICULARES DA TRAPEZIO-METACARPIANA

Xavier, Yuri Reno, pyloto85@hotmail.com
Barroso, Patrícia Neto, recuperarte@terra.com.br
Tavares, Alessandra Antunes, tavares_ale@hotmail.com
Pinotti, Marcos Barbosa, pinotti@ufmg.demec.br

Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - Belo Horizonte - MG

Resumo: OBJETIVO: Este projeto visa desenvolver e avaliar um sistema de medição óptico, baseado em técnicas bidimensionais para a mensuração de padrões angulares articulares em níveis dinâmicos e estáticos. Pretende-se ainda, propor a utilização da medição 2D em ambiente clínico. **METODOLOGIA:** Neste estudo utilizou-se um desenho experimental de caso único, que permitiu a mensuração sistemática entre as angulações executadas pela articulação trapézio-metacarpiana (ATM) da participante e baseou-se na metodologia de captura de imagens tridimensionais desenvolvida por Barroso et al. (2006) que posicionou marcadores de referência por meio da técnica de palpação e referências anatômicas. Logo após fotografou-se a participante para iniciar a coleta. O programa em desenvolvimento para análise de imagens de pacientes localiza os pontos reflexivos nas imagens, usando um software de matemática computacional. Por meio da conversão da imagem digitalizada obtida para matrizes de pontos RGB (vermelho, verde e azul) foi possível realizar uma varredura em busca dos marcadores reflexivos pertencentes ao indivíduo analisado. Realizou-se uma seleção dos pontos e o desenvolvimento de uma matriz bidimensional com as posições dos pontos escolhidos. A partir desta, cálculos matemáticos apropriados podem ser realizados para se obter os ângulos necessários para a análise do movimento do indivíduo. Ao final destes procedimentos, gera-se um gráfico bidimensional com os pontos selecionados, as linhas desenhadas (vetores) e o valor do ângulo entre as linhas. **CONCLUSÃO:** Obteve-se, por meio do monitoramento geométrico bidimensional de partes do corpo humano, desenvolver modelos que possam ser utilizados na compreensão dos movimentos articulares permitindo a importante utilização deste recurso em ambiente clínico.

Palavras-chave: mão, articulação trapézio-metacarpiana, medição, ângulos

1. INTRODUÇÃO

A mão é um órgão essencial para a interação do homem com o mundo físico. Sem a capacidade de executar os movimentos básicos da mão, como os movimentos de oposição e contra-oposição em relação a um dos outros dedos, o indivíduo fica impossibilitado de executar tarefas das mais simples às mais complexas de forma eficiente e sem o auxílio de algum outro mecanismo. Dentre os movimentos mais realizados pela mão, particularmente pelo polegar estão os movimentos de pinça envolvendo a articulação trapezio-metacarpiana (ATM). O conhecimento e a mensuração com exatidão da angulação funcional das articulações da mão e do polegar permite que as intervenções clínicas, cirúrgicas ou reabilitacionais, incluindo indicações de órteses para os membros superiores, sejam cada vez mais assertivas. Um importante recurso disponibilizado pela bioengenharia é o monitoramento geométrico bidimensional (2D) de partes do corpo humano que permite a avaliação e análise quantitativa do comportamento motor humano possibilitando o desenvolvimento de modelos que possam ser utilizados na compreensão dos movimentos articulares.

2. METODOLOGIA:

2.1. Posicionamento dos Marcadores Passivo-Reflexivos:

Os marcadores passivo-reflexivos, denominados “clusters”, tem a função de refletir a luz incidida de forma a destacar sua posição na foto. Eles foram constituídos por 1 esfera de 2 mm de diâmetro revestida de material reflexivo colada sobre um retângulo de Feltro, sob o qual foram fixadas fitas adesivas dupla face para que os clusters fossem fixados na pele dos pacientes segundo Barroso et al. (2006).

Foram utilizados três clusters nas seguintes posições: trapézio, 1° metacarpo e 2° metacarpo.

2.2. Posicionamento e Número de Câmeras utilizadas:

Foram utilizadas duas câmeras digitais Sony modelo DSC-T9 sendo uma posicionada com o plano da lente paralelo ao plano no qual se obtêm o ângulo de abdução do polegar Fig. (1), e a outra posicionada com o plano da lente paralelo ao plano no qual se obtêm o ângulo de flexão do polegar Fig. (2).

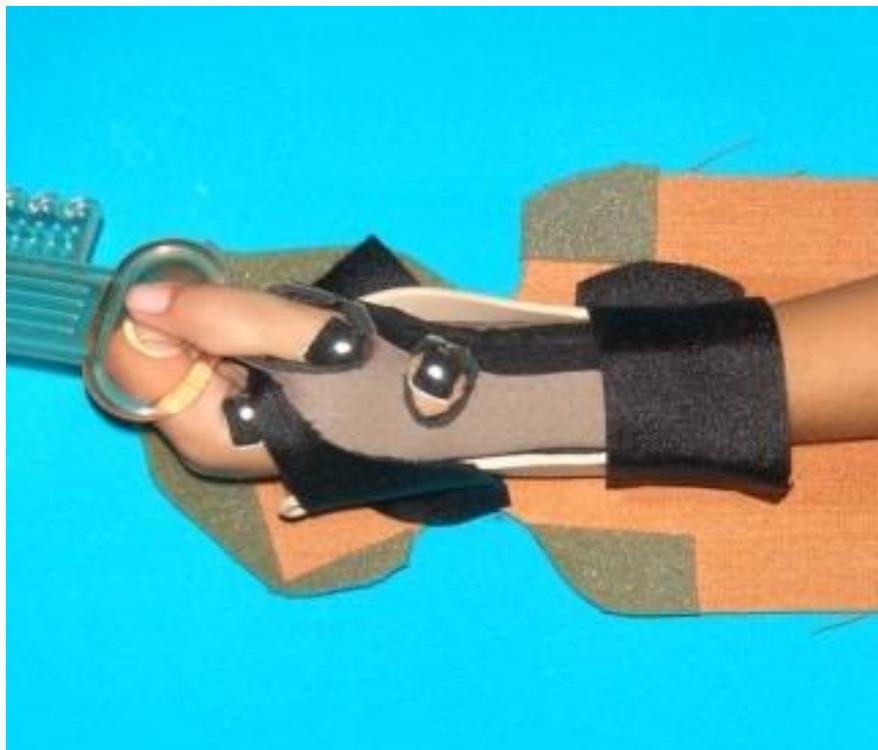


Figura 1. Fotografia digital de uma criança realizando pinça lateral com os clusters em suas devidas posições, vista do ângulo de abdução (vista superior).

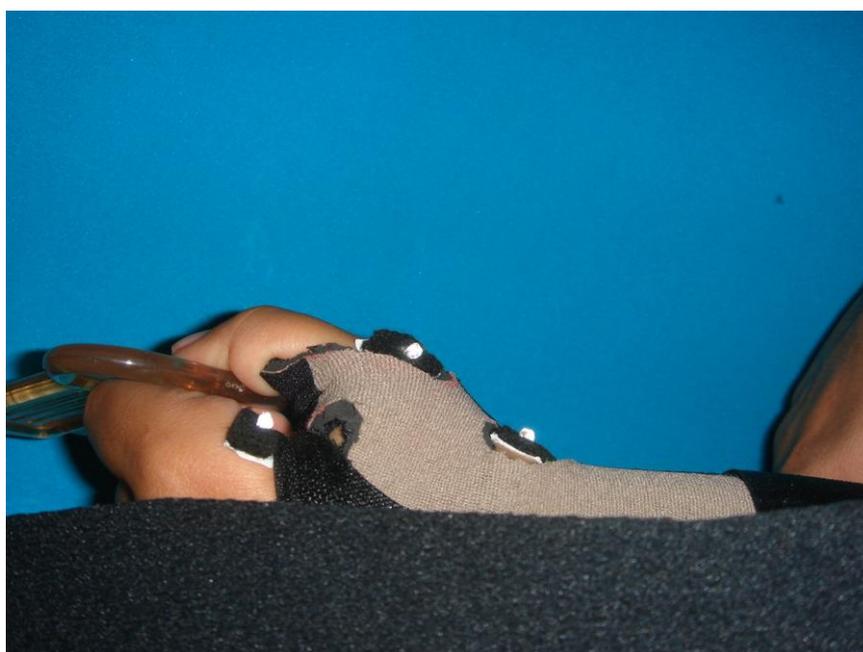


Figura 2. Fotografia digital de uma criança realizando pinça lateral com os clusters em suas devidas posições, vista do ângulo de flexão (vista lateral).

2.3. Calibração do Sistema:

As fotos foram coletadas com zoom variável, de forma que todos os clusters fossem estivessem presentes na imagem fig. (1).

2.4. Ordem das coletas:

Para o início da coleta os clusters foram fixados em seus devidos lugares, item 2.1. Uma órtese com furos nas posições específicas dos clusters foi então posicionada na mão da criança.

Uma mesa de aço de 50 cm x 50 cm x 45 cm foi colocada juntamente com uma cadeira de plástico infantil de forma a acomodar a criança, sentada em uma cadeira de cerca de 25 cm de altura, e com o braço a ser utilizado na coleta apoiado sobre a mesa. Foi utilizado um tripé para câmera digital com cerca de 55 cm de altura apoiado sobre a mesa e com a câmera com a lente paralela ao plano de abdução da criança Fig. (1). Outro tripé de plástico de cerca de 5 cm de altura foi utilizado para captar as fotos com a lente paralela ao plano de flexão da criança Fig. (2).

Durante a coleta a criança teve que segurar objetos previamente determinados para que as devidas pinças fossem realizadas. Os objetos utilizados tinham, respectivamente, a forma de uma chave, um lápis e uma garrafa, sendo as respectivas pinças realizadas: lateral, trípode e cilíndrica, além de fotos com a mão da criança livre, ou seja, sem estar segurando nenhum objeto ou realizando alguma pinça.

A coleta foi realizada obtendo quatro fotos de cada pinça realizada pela criança e quatro fotos com a mão livre, sem segurar nenhum objeto, tanto para o ângulo de abdução quanto para o ângulo de flexão. Foram obtidas fotos para a criança utilizando a órtese e para a criança sem a órtese, mantendo-se os clusters em suas posições iniciais ao quando a órtese era retirada, totalizando 64 fotos para cada criança.

2.5. Tratamento dos Dados:

As fotos foram analisadas em um programa computacional criado especificamente para análise das imagens com os clusters. O programa teve como objetivo detectar os círculos formados pelos reflexos dos clusters e estimar os ângulos de abdução e flexão da criança. Para isso a imagem em RGB era varrida vertical e horizontalmente para detecção dos pixels que apresentassem a cor branca, aproximadamente (256, 256, 256) para as matrizes RGB da imagem, sendo essa imagem convertida em uma imagem preto e branco Fig. (3), onde os pixels pretos indicam que naquela posição não foi detectado nenhum ponto branco da imagem original e os pontos brancos indicavam a presença de pixels brancos na imagem original, e em matrizes com a posição vertical e horizontal dos pixels detectados. A utilização de uma imagem RGB foi primeiramente justificada pela prerrogativa de ser viável a utilização de clusters coloridos ao invés de clusters reflexivos, que nada são mais do que clusters brancos quando da luz refletida, sendo que os clusters coloridos poderão ser, em trabalhos futuros, utilizados para análises mais complexas nas quais sejam necessárias a presença de um maior número de clusters. Para esse trabalho em específico, o uso da imagem RGB em uma varredura inicial para detecção dos pontos não apresenta nenhuma vantagem em relação à varredura da mesma imagem em preto e branco, sendo até um fator de aumento da complexidade computacional e aumento do tempo de processamento das imagens.

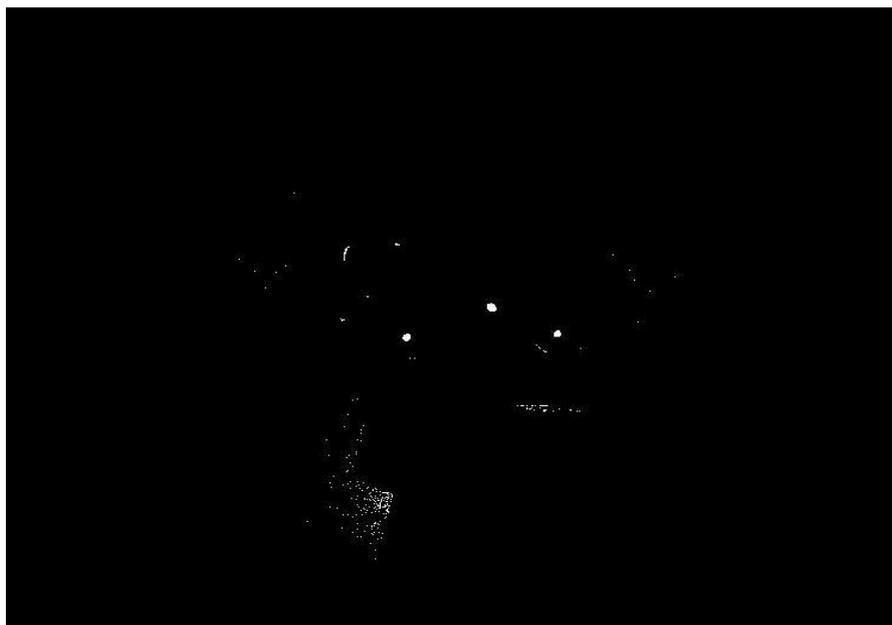


Figura 3. Resultado obtido pelo programa pela análise da fig. (2), onde os pontos brancos representam os pontos candidatos a círculo do cluster.

Após a varredura da imagem original, a imagem em preto e branco gerada foi varrida para seleção dos candidatos a círculos. Nessa seleção foi investigada a possibilidade da figura formada pelos pixels brancos ser ou não o reflexo de um dos clusters. Portanto condicionais foram estabelecidos: a figura deveria ter o um erro entre o comprimento dos diâmetros verticais, distância entre a maior e a menor posição para pixels brancos detectados na vertical, e horizontais, distância entre a maior e a menor posição para pixels brancos detectados na horizontal, menor que 35%; nas arestas de um retângulo dentro do qual estava a forma detectada, sendo esse retângulo de altura igual ao diâmetro vertical da figura, e comprimento igual ao diâmetro horizontal, não poderia haver pixels brancos. Após essa seleção, os candidatos a circunferências aprovados ainda foram selecionados quanto ao número de pixels brancos presentes na figura, sendo rejeitados aqueles que fossem no mínimo 5 vezes maiores o número de pixels das outras formas aprovadas. O resultado era a seleção das três formas que representavam as circunferências dos três clusters. Após essa seleção (Santos, Reginaldo J., 2004) mostra que, os pontos médios dos diâmetros verticais e dos diâmetros horizontais, que representam a posição do centro de cada círculo, podem ser utilizados para, através de geometria analítica, estimar os ângulos de abdução e flexão de cada participante Fig. (4).



Figura 4. Resultado obtido pelo programa pela análise da fig. (2), onde as retas azuis representam o ângulo estimado.

3. RESULTADOS

Os ângulos estimados foram utilizados para realizar uma comparação entre as pinças realizadas com e sem a órtese.

Como exemplo, apresentamos os resultados obtidos através de um piloto realizado em uma criança portadora de paralisia cerebral Tab. (1), para qual foi verificado que a órtese ampliou o ângulo que a criança realizava durante a preensão dos objetos.

Tabela 1. Resultado do programa de análise de ângulos em imagens apresentando a média dos ângulos obtidos para cada pinça realizada pelo participante tanto para o ângulo de abdução quanto para o ângulo de flexão, e a diferença entre esses ângulos para o candidato com e sem órtese.

Pinça \ Ângulo	Participante Abdução (°)	Diferença (°)	Participante Flexão (°)	Diferença (°)
Cilíndrica Órtese	40,47	9,87	40,52	16,41
Cilíndrica	30,60		24,11	
Lateral Órtese	37,64	11,05	32,71	15,25
Lateral	26,59		17,46	
Livre Órtese	32,94	10,73	38,36	14,79
Livre	22,21		23,57	
Tripude Órtese	38,11	9,58	34,05	19,73
Tripude	28,53		14,32	

Portanto o sistema de análise de imagens digitais se mostrou como uma boa alternativa para análises clínicas, onde muita das vezes é inviável a presença de um sistema de medições tridimensionais ou que haja a necessidade de um sistema que possa analisar uma grande quantidade de imagens em um tempo reduzido e com o benefício de se medir pontos em pacientes através de uma técnica não invasiva.

4. CONSIDERAÇÕES

Para o programa de análise de imagens digitais foi considerado que o ângulo de abdução obtido pela intersecção das retas que ligam o primeiro metacarpo ao trapézio e o segundo metacarpo ao trapézio, se dá por meio desse ponto de intersecção no trapézio. É sabido, porém, que o movimento do metacarpo no trapézio é constituído de rotação e translação, movimento selar, e não simplesmente de rotação em torno de um ponto fixo, como foi considerado. Portanto um erro intrínseco ao cálculo dos ângulos de abdução do polegar se deve a tal consideração realizada.

Outra possível fonte de erros pode ser devida à distorção presente nas imagens obtidas de câmeras fotográficas. Essa distorção remete ao fato de haver uma mudança nos comprimentos obtidos na foto e nos comprimentos reais dos objetos ao longo da imagem, ou seja, principalmente nas laterais da imagem e em objetos em profundidade ocorre uma mudança na medida dos objetos, sendo os mais próximos do centro da imagem e mais próximos da lente da câmera os de maiores medidas. Esse erro não pode ser quantificado, mas foi qualitativamente deduzido que, devido ao ângulo de abdução estar em um plano paralelo ao plano da imagem, esse erro é minimizado.

5. REFERÊNCIAS

- Barroso et al., 2006, "Quantitative analysis of thumb range of motion during prehension", Technology and Medical Sciences International, Dundee, Escócia.
- Cerveri, De Momi, Marchente, Lopomo, Julho 2008, "In Vivo Validation of a Realistic Kinematic Model for the Trapezio-Metacarpal Joint Using a Optoelectronic System", Annuals of Biomedical Engineering, Vol. 36, No. 7, pp.1268-1280.
- Gonzales, Woods and Eddins, 2003, "Digital Image Processing Using Matlab", Ed. Prentice Hall.
- Gilat, Amos, 2008, "Matlab com aplicações em engenharia", Segunda edição, Ed. Bookman Companhia Editora, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Santos, Reginaldo J., 2004, "Um Curso de Geometria Analítica e Álgebra Linear", Ed. Imprensa Universitária da UFMG, Minas Gerais, Brasil.
- WILTON, J. Casting, "Splinting and Physical and Occupational Therapy of Hand Deformity and Dysfunction in Cerebral Palsy", hand Clin, 2004 may.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

Xavier, YuriReno,pyloto85@hotmail.com

Barroso,PatríciaNeto,recuperarte@terra.com.br

Tavares,AlessandraAntunes,tavares_ale@hotmail.com

Pinotti, Marcos Barbosa,pinotti@ufmg.demec.br



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

QUANTITATIVE ANALYSIS OF MOVEMENTS OF THE JOINT TRAPEZIUM-METACARPAL

Xavier, Yuri Reno, pyloto85@hotmail.com
Barroso, Patrícia Neto, recuperarte@terra.com.br
Tavares, Alessandra Antunes, tavares_ale@hotmail.com
Pinotti, Marcos Barbosa, pinotti@ufmg.demec.br

Federal University of Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - Belo Horizonte - MG

Abstract: *OBJECTIVE: This project aims to develop and evaluate an optical measurement system, based on two-dimensional techniques for the measurement of angular joint patterns in static and dynamic levels. The aim is also to propose the use of 2D measurements in the clinical setting. METHODS: This study used an experimental design of a single case, allowing the systematic measurement of the angle performed by the Trapezium-Metacarpal Joint (TMJ) based on the method of capturing three-dimensional images developed by Barroso et al. (2006), methodology based on anatomical references. Soon after photographed the participant to start collecting. The development program for image analysis of patients finds the reflex points in the images, using software for computational mathematics. By converting the scanned image obtained for arrays of dots RGB (red, green and blue) were able to do a scan in search of the reflective markers belonging to the individual analyzed. There was a selection of points and the development of an array with the positions of points chosen. From this, appropriate mathematical calculations can be performed to obtain the necessary angle for the analysis of movement of the individual. At the end of the following would create a two dimensional graph with the selected points, the lines drawn (vector) and the value of the angle between the lines. CONCLUSION: It is hoped that by monitoring two-dimensional geometry of human body parts and develop models that can be used in the understanding of joint motion allowing the use of this important resource in the clinical setting.*

Keywords: *hand, trapezium-metacarpal joint, measuring, angles*