

## Desenvolvimento de Sistema de Rastreamento Óptico para Monitoramento dos Movimentos da Mão aplicado à Calibração de Sensor Fotônico de Miografia de Força

Bruna A. Mattos\*, Eric Fujiwara

### Resumo

Neste projeto, foi desenvolvido um sistema de rastreamento óptico para identificação das posturas da mão baseado em marcadores. Imagens obtidas por câmera digital foram processadas através de rotinas em MATLAB, viabilizando a estimativa dos ângulos das juntas da mão com erros  $< 7^\circ$ . A técnica foi posteriormente integrada a um sensor de fibra óptica para medição de sinais de miografia de força, proporcionando uma metodologia de calibração simples e viável.

### Palavras-chave:

Interação homem-robô, miografia de força, rastreamento óptico

### Introdução

O desenvolvimento de interfaces para monitoramento dos movimentos da mão figura como um aspecto primordial em aplicações de teleoperação, reabilitação motora, reconhecimento de gestos e realidade virtual<sup>1</sup>. Dentre as diferentes tecnologias disponíveis (como sensores de luva e eletromiografia de superfície), o rastreamento óptico destaca-se por seu baixo custo e ao fato de ser não-invasivo<sup>1</sup>. Neste contexto, o objetivo deste projeto é o desenvolvimento de um sistema baseado em câmera externa para monitoramento dos movimentos e posições da mão. A abordagem adotada foi o uso de marcadores, que possibilitaram a identificação das juntas da mão, suas limitações, e, conseqüentemente, seu posicionamento<sup>2</sup>.

### Resultados e Discussão

O projeto consiste num sistema de monitoramento da mão através de rastreamento óptico. A extração de características foi efetuada por meio de marcadores circulares de alto contraste, inseridos na superfície lateral das falanges e das juntas, de modo que os pontos de referência sejam identificados automaticamente para cada frame de aquisição. O aparato experimental consiste de uma câmera fixa conectada ao computador para aquisição e processamento de imagens pelo software MATLAB.

A identificação de marcadores foi baseada no filtro Canny, permitindo detectar os centróides de cada marcador, e conseqüentemente, as posições (em relação ao referencial da câmera) das respectivas falanges e juntas em um frame. Em seguida, utilizou-se a silhueta da mão para detectar o centro da palma e as pontas dos dedos. Aplicando essas informações em um processo recursivo, foi possível identificar os marcadores pertencentes a cada dedo. Uma vez classificados, estabeleceu-se uma conexão entre os marcadores de frames consecutivos. Essa relação foi determinada através de uma função que compara as distâncias entre um marcador e todos os outros do frame antecedente. Logo, o marcador é relacionado ao que possui a menor distância.

Para o cálculo do ângulo de uma junta (Figura 1) são necessários três marcadores: o da própria junta e os das duas falanges que a compõe. O ângulo então pode ser

determinado pela Lei dos Cossenos. O ângulo relativo é dado pela diferença angular entre dois frames, sendo que a metodologia permitiu identificar deslocamentos angulares com erros absolutos  $< 7^\circ$ . Finalmente, foi realizada a correlação entre ângulos e intensidades luminosas medidas através do sensor de fibra óptica FMG<sup>3</sup>, proporcionando a calibração do mesmo (Figura 2).

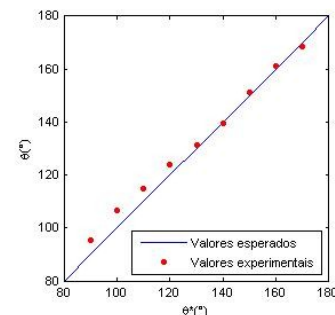


Figura 1. Relação entre ângulos nominais ( $\theta^*$ ) e experimentais ( $\theta$ ).

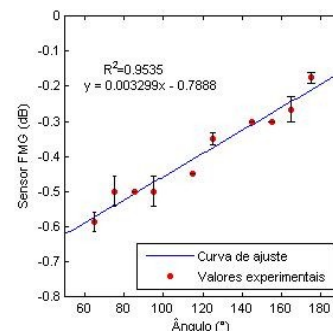


Figura 2. Calibração do sensor FMG.

### Conclusão

O sistema de rastreamento óptico proporcionou uma medição simples e relativamente precisa dos ângulos das juntas da mão, com perspectivas para aplicações na calibração de interfaces homem-robô.

### Agradecimentos

CNPq/PIBIC, processo nº 2014/25080-0 FAPESP e CAPES.

<sup>1</sup>Dipietro, L. et al. *IEEE Trans. Syst. Man Cy. C.* **2008**, 38, 461.

<sup>2</sup>Lee, J.; Kunii, T. L. M. *IEEE Comput. Graph.* **1995**, 15, 77.

<sup>3</sup>Fujiwara, E. et al. *Proc. SPIE.* **2015**, 9634, 96343Z.