

Sistema de monitoração da posição dos dedos durante a manipulação de objetos visando o controle do movimento de preensão de tetraplégicos

Maria Claudia F. Castro¹; Eugênio C. Carrara²; Alberto Cliquet Jr.¹

¹ Departamento de Engenharia Biomédica - FEEC / UNICAMP

Caixa Postal 6040 - CEP 13081-970 - Campinas - SP

E-mail: mclaudia@deb.fee.unicamp.br

² Centro de Engenharia Biomédica - UNICAMP

Resumo - Para o controle artificial da preensão de tetraplégicos, um dos parâmetros relevantes para a caracterização do movimento é a posição dos dedos em cada instante. Propõe-se no presente trabalho a implementação de um sistema capaz de monitorar este parâmetro durante a manipulação de objetos. O transdutor, propriamente dito, corresponde a uma luva de lycra dotada de um sensor de deslocamento localizado sobre a articulação de interesse, constituindo uma alternativa prática e de baixo custo. Os testes preliminares de calibração mostraram a potencialidade do transdutor como fornecedor do "feedback" de posição mas, também, a necessidade de otimização do sistema visando sua aplicação clínica.

Abstract - Finger position is a very important parameter for artificial grasp control of a tetraplegic. This work suggests a system for monitoring this parameter during object manipulation. The transducer is composed by a lycra glove with a displacement sensor attached to the joint position. It is a low cost system, being easy to use and cosmetically acceptable. Preliminary tests have shown the transducer potential as a position feedback supplier, but also the need for design improvements towards clinical application.

Introdução

O movimento de preensão pode ser descrito em função de dois parâmetros: as forças exercidas sobre os objetos (Castro & Cliquet Jr.¹) e a posição dos dedos ao longo do tempo. Antes do contato, nenhuma força é exercida, sendo o sinal de realimentação de posição a variável capaz de fornecer informações sobre o movimento. Depois do contato, o sinal de realimentação de força é mais importante, e a posição pode ou não ser uma informação relevante, dependendo da complacência do objeto. Para um objeto maleável, como um copo de plástico, a realimentação da posição dos dedos continua sendo um parâmetro de interesse, para impedir danos ao objeto. Para um objeto rígido a posição dos dedos torna-se praticamente constante independentemente da força estabelecida, não fornecendo nenhuma informação representativa (Crago, Nakai e Chizeck²; Lemay et. al.³).

Um sistema de controle baseado na estimulação elétrica neuromuscular que utilize força exercida e posição dos dedos como informações representativas do movimento, pode restaurar e controlar a preensão de tetraplégicos sob muitas condições.

Metodologia

O dispositivo aqui apresentado compõe-se de uma luva comercial de lycra com um sensor de deslocamento posicionado na região articular de

interesse. No caso, o sensor foi posicionado na região correspondente à falange medial do indicador, mas pretende-se utilizar o sistema para a avaliação do movimento de outras articulações dos dedos. A luva foi a alternativa encontrada a fim de se atender aos requisitos estéticos e cosméticos. De pequena espessura e extremamente flexível, esta não oferece resistência ao movimento dos dedos. Além disso, sua perfeita aderência ao contorno da mão proporciona um correto posicionamento do sensor.

Quanto a esse último, optou-se pela utilização de strain-gauge comercial (KFG-5-350-C1-23-Kyowa) que foi colado a uma superfície elástica a qual foi posteriormente costurada à luva sobre a região da articulação a ser monitorada.

O sistema eletrônico baseou-se na utilização do strain-gauge na configuração em ponte e amplificação diferencial. Entram ainda na constituição do sistema, um conversor A/D e um software desenvolvido em linguagem C possibilitando assim a aplicação prática do dispositivo.

Resultados

O processo de calibração do transdutor baseou-se na aquisição dos valores de tensão de saída do dispositivo durante a preensão de objetos cilíndricos de diferentes diâmetros. Esse procedimento foi repetido para verificar a

repetibilidade do sistema. O gráfico da Figura 1 mostra a curva média obtida em quatro testes.

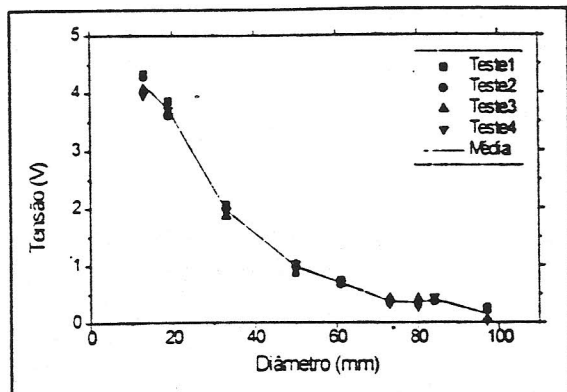


Figura 1 - Curva de calibração do sensor, relacionando a tensão de saída ao diâmetro do objeto.

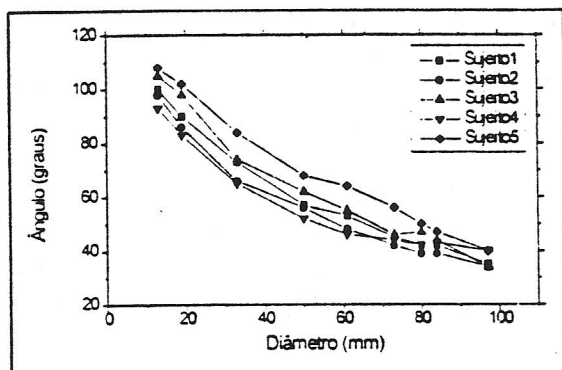


Figura 2 - Variação do ângulo de flexão articular em função do diâmetro do objeto, para diferentes sujeitos.

A segunda etapa do procedimento de calibração baseou-se na obtenção da variação do ângulo articular com relação aos diferentes diâmetros utilizados, mediante a aplicação de um goniômetro sobre a articulação, durante a preensão. O gráfico da Figura 2 mostra que essa relação não é a mesma para todos os sujeitos.

Discussão e Conclusões

No gráfico da Figura 1 evidenciam-se pequenas variações entre os pontos obtidos com objetos de pequeno e grande diâmetros, o que sugere a necessidade de melhorias no circuito elétrico a fim de minimizar essas variações nos extremos do intervalo adotado.

O importante neste caso é a possibilidade de se expressar a relação Tensão X Diâmetro através de uma equação, permitindo a conversão direta e assim o conhecimento da posição do dedo durante aplicações práticas. A curva apresentada pode, então, ser expressa através de um polinômio de ordem quatro com uma adequação em torno de

Por outro lado não obteve-se uma única relação entre o diâmetro do objeto e o ângulo verificado na articulação, o que se deve, principalmente, a variações anatômicas, como por exemplo, as dimensões dos dedos envolvidos na preensão.

Os testes preliminares mostraram a potencialidade do sistema para a aplicação proposta, apresentando repetibilidade desde que corretamente posicionado. Contudo, em função de diferenças anatômicas, torna-se necessário um procedimento de calibração baseado nas características próprias do usuário, retratando uma especificidade do sistema.

Referências Bibliográficas

- ¹ CASTRO, M. C. F. & CLIQUET JR., An Instrumented Glove for Tetraplegics. 1995 *Engineering & Physics in Medicine. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* Queenstown, Nova Zelândia, p.141.1995.
- ² CRAGO, P. E.; NAKAI, P. H.; CHIZECK, H. J. Feedback Regulation of Hand Grasp Opening and Contact Force During Stimulation of Paralyzed Muscle. *IEEE Trans. Biom. Eng.*, v. 38(1), p. 17-28, 1991.
- ³ LEMAY, M. A.; CRAGO, P. E.; KATORGI, M.; CHAPMAN, G. J. Automated Tuning of a Closed-Loop Hand Grasp Neuroprosthesis. *IEEE Trans. Biom. Eng.*, v. 40(7), p. 675-685, 1993.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e à FEEC/UNICAMP pelo apoio financeiro.