

Plataforma de testes para desenvolvimento de próteses robóticas para pacientes de baixa renda

Marcela T. de Oliveira, Andreane S. da Roza, Rafael V. de Carvalho, Sofia C. Santos, Yago R. dos Santos, Natalia C. Fernandes, Ricardo C. Carrano, Flávio L. Seixas

¹MidiaCom – Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156, sala 408 - São Domingos - Niterói - RJ

{marcelatuler, andreaneroza, rafaelvaz, sofiacorrea,}@id.uff.br
{yagorezende, nataliacf, ricardocarrano, flavio_seixas}@id.uff.br

Abstract. *This article describes the project and building of an electromechanical arm, including parts printed by a 3D printer, and servomotors activated by myoelectrics signals processing. The main motivation is to help the low income population that does not have some of the upper limbs. The myoelectric sensor is fixed to the skin, immediately above the corresponding muscle of the arm. The myoelectric sensor allows to detect a muscular stimuli related to an individual hand movement. The idea is reproducing the hand movement in the electro-mechanical arm. Our first experiments showed promising results, reproducing some hand movements in the electromechanical arm.*

Resumo. *Este artigo descreve o projeto e a construção de um braço eletromecânico, incluindo peças impressas por uma impressora 3D e servomotores ativados pelo processamento de sinais mioelétricos. A principal motivação é ajudar a população de baixa renda que não possui algum dos membros superiores. O sensor mioelétrico é fixado na pele, imediatamente acima do músculo correspondente no braço. O sensor mioelétrico permite detectar um estímulo muscular relacionado a um movimento individual da mão. A idéia é reproduzir o movimento da mão no braço eletromecânico. Nossos primeiros experimentos mostraram os resultados desejados, reproduzindo os movimentos da mão no braço robótico.*

1. Introdução

Com aproximadamente 40.000 amputações/ano no Brasil [dos Reis et al. 2012] e considerando que a maioria das pessoas afetadas não têm as condições financeiras necessárias para pagar por uma prótese, fica evidente a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias que tornem a aquisição de próteses mais democrática. Com o objetivo de desenvolver próteses de baixo custo, foi gerada uma plataforma para testar as técnicas necessárias de captação e interpretação de sinais mioelétricos. Para isso, foi utilizado o projeto de código aberto InMoov [Langevin 2014], o qual foi base para o desenvolvimento de um braço robótico que recebe os sinais medidos nos músculos pelos sensores e reproduz os movimentos intencionados.

2. Detalhamento do projeto

2.1. Montagem eletro/eletrônica

A Figura 1 ilustra como os componentes foram conectados. Os miosensores são posicionados no braço do usuário [Moore et al. 2006] e conectados a interface elétrica. Os servomotores também são conectados na interface elétrica e encaixam-se dentro do braço eletromecânico. A interface elétrica é conectada a uma placa Arduino. Um código de processamento de sinal foi desenvolvido em linguagem C e carregado no Arduino.

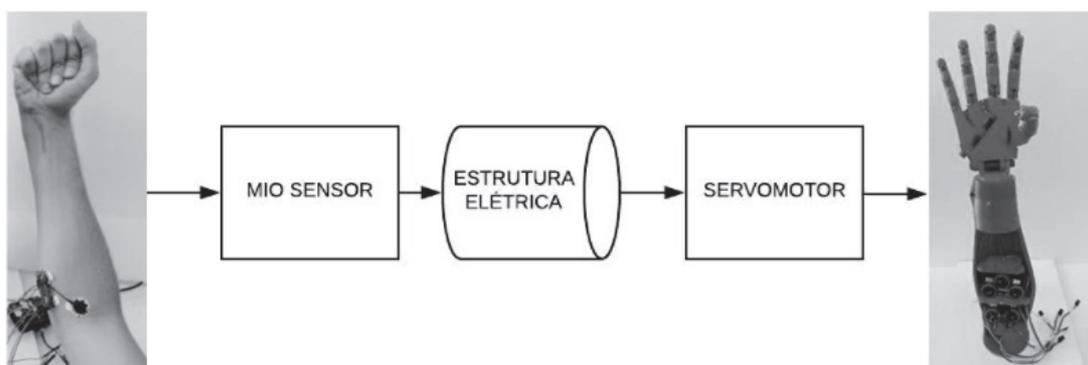


Figura 1. Montagem eletro eletrônica do braço robótico.

O método utilizado para a captação dos sinais musculares é a eletromiografia, uma técnica que mede a variação de sinais elétricos produzidos na musculatura de acordo com o relaxamento e contração das fibras musculares. Assim, a partir do músculo escolhido, é possível medir a intensidade e duração do estímulo [Kocejko et al. 2017].

O sinal é captado pelo miosensor e enviado para o Arduino através da sua entrada analógica. O Arduino interpreta e processa o sinal através do algoritmo representado na figura 2. Esse algoritmo utiliza como base em parâmetros individuais [Erik Scheme MSc and Kevin Englehart PhD 2011]. Ou seja, cada usuário possui padrões e valores de limiar diferentes do sinal mioelétrico para indicar uma contração e relaxamento muscular. O algoritmo então ativa os servos motores que são responsáveis pela movimentação do braço robótico, através da interface elétrica.

2.2. Algoritmo de Interpretação

O sinal muscular pode apresentar oscilações momentaneas de potencial durante uma atividade, o que poderia causar um acionamento indevido dos servomotores. Para contornar esse problema, foi implementado um filtro passa-baixa via código no Arduino, desprezando esses picos e proporcionando maior precisão na ação desejada. O filtro consiste basicamente no cálculo da média dos valores lidos durante um intervalo de tempo.

Após o filtro, os dados são interpretados de acordo com os parâmetros de acionamento predeterminados. Quando a faixa de valores medidos estiver acima do parâmetro de contração, os servomotores serão acionados, de modo que a mão se feche. Quando a faixa de valores estiver abaixo do parâmetro de relaxamento, os servomotores rotacionam de forma que a mão se abra.

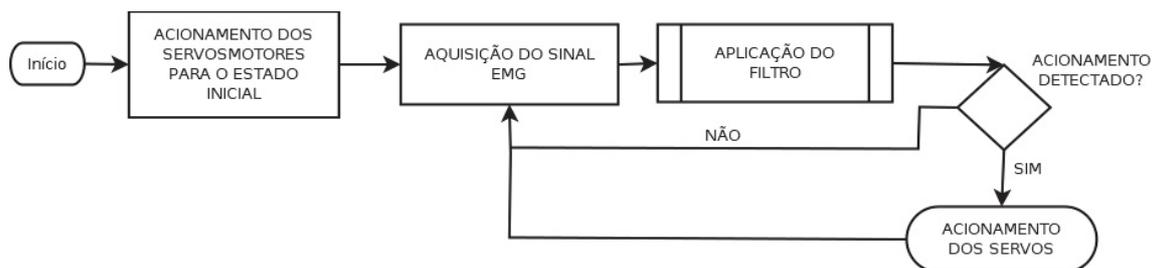


Figura 2. Algoritmo utilizado no projeto.

2.3. Montagem Mecânica

A impressora MakerBot Replicator 2 foi utilizada para a impressão de grande parte das peças do braço robótico, utilizando o material PLA (Ácido polilático). Para a impressão dos próximos protótipos, utilizaremos a GTMax3D Core A1, que possui a melhor relação custo-benefício para as necessidades de impressão requeridas, além de oferecer a vantagem de imprimir também com o material ABS (Acrilonitrila butadieno estireno).

Levando em consideração que os critérios de escolha do material ideal para a construção da prótese são temperatura de fusão, resistência ao impacto, precisão da impressão e vida útil, o ABS tem se apresentado um material superior ao PLA, além de ter maior disponibilidade no mercado [Lunt 1998].

3. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo descreveu o projeto e construção de um braço eletromecânico, com peças impressas por uma impressora 3D e servomotores ativados pelo processamento de sinais mioelétricos. A ideia principal foi reproduzir no braço eletromecânico o movimento da mão através da leitura dos sinais mioelétricos. Ao final, foi possível reproduzir no braço eletromecânico alguns movimentos da mão. A montagem teve um custo inicial total de R\$478,00. Este valor está compatível com o valor de próteses de baixo custo já desenvolvidas, o que evidencia a relevância do projeto [Xavier 2016].

A impressão e mobilidade das peças representou um desafio na operação do braço eletromecânico. Por exemplo, verificou-se que o atrito no fio que conecta um dos dedos é maior em relação aos demais dedos da mão. Esta diferença do atrito foi provavelmente causada pela curvatura acentuada no caminho que a linha percorre. Isto sobrecarregou o servomotor. Além disso, concluiu-se a necessidade de utilizar servomotores mais leves, e com torque maior para a produção de futuras prótese.

Como trabalho futuro, iremos substituir a matéria-prima utilizada na impressão por ABS, de forma que torna o braço eletromecânico mais leve. Pretendemos também aplicar os conhecimentos adquiridos para o desenvolvimento de uma prótese robótica de membro superior, a qual inicialmente oferecerá a configuração de movimento determinada pelo usuário (exemplo, movimento de pinça, gancho ou extensão do indicador), mantendo a captação de um único sinal eletromiográfico [exiii Inc 2006].

Será necessário lidar com novos desafios sobre captação de sinais, principalmente para pessoas com amputações transradiais ou com não formação do membro com suas terminações nervosas. A proposta é o estudo de aproveitamento da atividade de contração muscular de outro músculo disponível para ativação da prótese, com o esforço cognitivo

sustentado pelo usuário. Outro desafio é o reconhecimento de padrões, que aumentam o número de graus de liberdade da prótese. Assim o sinal pode ser captado de locais que não são diretamente relacionados ao movimento desejado e produzi-lo [Edwards et al. 2016]. Pretende-se também implementar códigos de aprendizagem de máquina, com o objetivo de oferecer mais dinamicidade e um comportamento mais semelhante a um braço humano, aumentando as probabilidades de adaptação do usuário à prótese.

Referências

- dos Reis, G., Júnior, A. J. C., and da Silveira Campos, R. (2012). Perfil epidemiológico de amputados de membros superiores e inferiores atendidos em um centro de referência.
- Edwards, A. L., Dawson, M. R., Hebert, J. S., Sherstan, C., Sutton, R. S., Chan, K. M., and Pilarski, P. M. (2016). Application of real-time machine learning to myoelectric prosthesis control: A case series in adaptive switching. *Prosthetics and orthotics international*, 40(5):573–581.
- Erik Scheme MSc, P. and Kevin Englehart PhD, P. (2011). Electromyogram pattern recognition for control of powered upper-limb prostheses: State of the art and challenges for clinical use. *Journal of rehabilitation research and development*, 48(6):643.
- exiii Inc (2006). exiii inc.: Hackberry open source community. Acessado em 24 de Agosto, 2017. pp URL: <http://exiii-hackberry.com>.
- Kocejko, T., Ruminski, J., Przystup, P., Polinski, A., and Wtorek, J. (2017). The role of emg module in hybrid interface of prosthetic arm. In *Human System Interactions (HSI), 2017 10th International Conference on*, pages 36–40. IEEE.
- Langevin, G. (2014). Inmoov-open source 3d printed life-size robot. pp. URL: <http://inmoov.fr>, License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/legalcode>.
- Lunt, J. (1998). Large-scale production, properties and commercial applications of polylactic acid polymers. *Polymer degradation and stability*, 59(1-3):145–152.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., and Agur, A. M. (2006). *Anatomia orientada para a clínica*. Guanabara koogan.
- Xavier, R. T. (2016). Implementação de uma prótese ativa para membro superior de baixo custo.