

LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS DOS SINAIS ELETROMIGRÁFICOS DE SUPERFÍCIE DURANTE A MOVIMENTAÇÃO DOS DEDOS DA MÃO

Eli Fellipe Valadão Belo¹; Alessandro Pereira da Silva²; Leandro Lazzareschi³

1. Estudante do curso de Engenharia Elétrica; e-mail: elifellipe6@gmail.com
2. Professor da Universidade Mogi das Cruzes; e-mail: alessandrops@umc.br
3. Professor da Universidade Mogi das Cruzes; e-mail: leandrolazzareschi@umc.br

Área de conhecimento: **Processamento de sinais biológicos**

Palavras chaves: Sinais eletromiográficos de superfície; processamento de sinais biológicos; tecnologias assistivas.

INTRODUÇÃO

Pessoas portadoras de algum tipo de deficiência enfrentam problemas na integração da sociedade, pois tarefas simples, como abrir uma porta, na realidade podem se tornar complexas quando estes indivíduos tentam realizá-las (ORTOLAN,2002). No entanto, com pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos, estão aparecendo novas possibilidades para que estes superem suas limitações. A engenharia de reabilitação vem se modernizando cada vez mais, trazendo mais benefícios e recursos para a reabilitação humana, melhorando os métodos para a reabilitação, e então a qualidade de vida (FAVIEIRO, 2009).

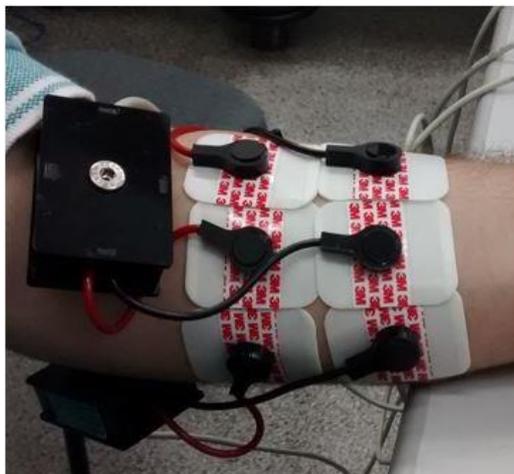
Embora exista no mercado próteses disponíveis como a *Hero arm (Open bionics)* e a *i-limb quantum (Touch bionics)*, com boa mobilidade, diversas posições para funcionamento e proporcionar movimentos funcionais ao usuário, estas precisam de aprimoramentos no controle e desenvolvimento para que tenham a mobilidade similar de um membro fisiológico. Esse aprimoramento pode ser expressado em sistemas de treinamento baseados em modelos matemáticos implementados em sistemas virtuais.

OBJETIVO

Este estudo visa desenvolver um sistema computadorizado baseado em modelos matemáticos para realizar o levantamento de características dos movimentos dos dedos da mão a partir de sinais mioelétricos do antebraço.

METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo serão adotados métodos para captar e processar o sinal de eletromiografia de superfície (SEMG) que permitam a extração de características do sinal durante a flexão dos dedos da mão. Com os métodos propostos será realizado um teste piloto para verificar a eficiência destes métodos. A aquisição dos sinais para testes será feita utilizando um eletromiógrafo modelo SAS2000V12-WF (EMG System®) para captar e salvar o sinal. Para a coleta dos sinais, serão utilizados eletrodos de superfície descartáveis para EMG. Após a preparação, serão posicionados, na região anterior do antebraço esquerdo, três canais para a coleta, um par de eletrodo para cada um, com um eletrodo de referência posicionado no cotovelo como recomendado pelo SENIAM (*Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles*) (Figura 1).

Figura 1: Posição dos eletrodos

Serão desenvolvidos códigos de programação na linguagem Python para processar e analisar o sinal adquirido. Os códigos utilizarão funções para tarefas específicas como utilizar a transformada de Fourier para identificar componentes elétricas no sinal, filtrar o sinal, realizar a decomposição do sinal filtrado com o algoritmo do CEEMDAN, extrair as frequências e amplitudes instantâneas do sinal decomposto com a transformada de Hilbert, extrair as médias, assimetrias e curtoses das frequências e amplitudes durante a flexão dos dedos e por fim extrair a variância dos sinais e a correlação cruzada entre os canais. Os códigos a serem desenvolvidos utilizarão algumas bibliotecas como *Numpy*, *Scipy* e *Matplotlib*, por exemplo.

Para avaliar os métodos propostos foi realizado um teste piloto por meio da coleta dos dados mioelétricos de um dos autores deste estudo. Para tanto, o procedimento de aquisição do sinal utilizado foi a flexão do quinto dedo por um breve momento repetidamente durante 10 segundos, seguido da flexão do quarto dedo e assim por diante até o primeiro dedo. Após o período de flexão do primeiro dedo, todos os dedos foram flexionados simultaneamente por um breve momento repetidamente durante 10 segundos. Após a conclusão da captação, o sinal foi gravado em um arquivo de texto.

RESULTADOS / DISCUSSÃO

Após o processamento e análise do sinal, foi possível identificar algumas características durante os movimentos, como o comportamento da correlação entre os canais e a variância dos sinais durante os movimentos dos dedos. Para verificar a existência destas características encontradas durante os movimentos, foi implementada uma lógica simples, em que caso a correlação dos canais e a variância estejam em uma faixa específica, próxima a média de cada movimento, um vetor recebe o valor "1", e caso contrário recebe o valor "0". A tabela 1 representa a quantidade de pontos que foram identificados corretamente e a porcentagem de acerto.

Tabela 1: Eficácia das identificações dos movimentos

Dedos	Quantidade de eventos positivos	Verdadeiros positivos	Porcentagem de acerto
1º dedo	5933	3371	56.82%
2º dedo	5222	344	6.59%
3ºdedo	6459	3387	52.44%
4º dedo	3998	396	9.90%
5º dedo	2956	1	0.03%
Todos os dedos	7913	253	3.20%

A tabela 1 mostra que os vetores de identificação não foram capazes de identificar a flexão dos dedos durante todo o período da flexão muscular.

A tabela 2 indica quantas ativações foram identificadas por pelo menos 1 ponto.

Tabela 2: Flexões identificadas

Dedos	Total de flexões	Flexões identificadas
1º dedo	12	12
2º dedo	14	12
3ºdedo	14	14
4º dedo	14	14
5º dedo	11	1
Todos os dedos	11	9

A tabela 2 demonstra que as características extraídas do sinal para a identificação dos movimentos estão presentes na maioria das contrações musculares.

Conforme as tabelas 1 e 2 não foi possível extrair informações que indicassem os movimentos do quinto dedo utilizando a variância e correlação. Com os dados adquiridos foi possível observar que a correlação entre os canais e suas variabilidades durante a flexão dos dedos se comportavam de forma diferente, isto porque a posição de cada canal captava melhor o sinal de alguns músculos do que outros, e em alguns casos, todos conseguiam captar os sinais do mesmo músculo, como no caso do 1º dedo, em que a correlação entre os canais eram altas. Além da correlação a variância também indicava o tipo de movimento, já que alguns músculos, por estarem mais próximos a superfície, continham uma amplitude de oscilação maior, fazendo a variância do sinal ser alta.

Utilizando estas informações foi possível identificar a presença dos movimentos de praticamente todas as ativações (com exceção do quinto dedo), como demonstrado anteriormente, porém não foi possível identificar os movimentos durante toda a contração muscular, isto porque o sinal pode ter apresentado característica oscilatória e não manteve as mesmas características de variância e correlação durante todo o tempo da contração.

CONCLUSÃO

O presente estudo foi capaz de processar e analisar o sinal SEMG utilizando o método proposto, e identificar características relevantes do sinal durante a realização dos movimentos utilizando o método proposto. Apesar do sucesso na extração de algumas características do sinal, não foi possível realizar a identificação precisa dos movimentos, principalmente na classificação do quinto dedo. Dessa forma, seria importante a continuação deste tipo de estudo para a extrair mais características do sinal e identificar com acurácia os movimentos de flexão dos dedos das mãos. Os estudos realizados para interpretação de sinais oriundos da eletromiografia de superfície são importantes para o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias assistivas, como próteses e interfaces que ajudem na

reabilitação de pacientes, logo este estudo contribui com o desenvolvimento da base de um sistema que interprete os sinais SEMG para a utilização em tecnologias assistivas.

REFERÊNCIAS

FAVIEIRO, Gabriela Winkler. Controle de uma Prótese Experimental do Segmento Mão-Braço por Sinais Mioelétricos e Redes Neurais Artificiais. 111 p. Trabalho de Diplomação - Engenharia da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

ORTOLAN, Rodrigo Lício. Estudo e Avaliação de Técnicas de Processamento do Sinal Mioelétrico para o Controle de Sistemas de Reabilitação. 133 p. Dissertação(Mestrado) - Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia da Universidade de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2002.

SENIAM. *Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles*. Disponível em <http://www.seniam.org/>. Acesso em: 16 de Novembro de 2018.