

## Processamento de sinais de miografia de força utilizando redes neurais artificiais.

Caio Simão Villela\*, Eric Fujiwara

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo a aplicação de técnicas de extração de features e classificação por redes neurais artificiais a partir dos sinais de miografia de força adquiridos com sensores de fibra óptica. Os transdutores são acoplados ao antebraço do usuário, permitindo correlacionar intensidade luminosa com a postura da mão. Finalmente, os sinais são processados em relação aos features temporais, resultando em taxas de acerto de 97% e 92,5% para 5 e 9 posturas, respectivamente.

### Palavras-chave:

Miografia de Força, Redes Neurais Artificiais, Interface Humano-Robô.

### Introdução

A miografia de força (FMG) é contrapartida mecânica da eletromiografia de superfície (sEMG), onde os gestos ou intenções de movimento da mão são decodificados a partir das forças exercidas pelos músculos do antebraço do usuário durante contrações.

Os sensores desenvolvidos na FEM/Unicamp fazem uso de transdutores de fibra óptica, conciliando as vantagens intrínsecas dos sensores fotônicos (imunidade à interferência eletromagnética, alta sensibilidade, leveza e flexibilidade, etc.) com a robustez e versatilidade apresentada pela FMG frente à sEMG.

Assim sendo, o trabalho produzido teve como objetivo o processamento dos sinais FMG obtidos a partir dos sensores citados para a determinação de diferentes gestos produzidos pelos usuários.

### Resultados e Discussão

A pesquisa se deu em três etapas: (i) condicionamento de sinais; (ii) segmentação temporal e extração de "features"; e (iii) treinamento e validação das redes neurais artificiais para classificação de posturas.

Inicialmente, os sinais de FMG foram obtidos com sensores instalados no antebraço. Foram avaliadas 9 posturas estáticas da mão, e os padrões apresentados nos sinais de FMG variam conforme a postura executada pelo usuário.

Os sinais foram então janelados por postura e a informação contida nas formas de onda foram reduzidas a um conjunto de valores escalares que descrevem seu comportamento temporal ("features"), sendo eles a média absoluta (MAV), variância (VAR), desvio padrão (STD) e valor eficaz (RMS) (Fig. 1).

Os features extraídos foram então organizados em uma matriz de entrada ("input") para o treinamento de redes neurais artificiais (RNA). Matrizes de confusão foram empregadas para determinar a eficiência das redes neurais desenvolvidas. A taxa de acerto para o primeiro conjunto de dados treinado (5 posturas) foi de 97,0%, enquanto para o segundo (9 posturas) foi de 92,5% (Fig. 2).

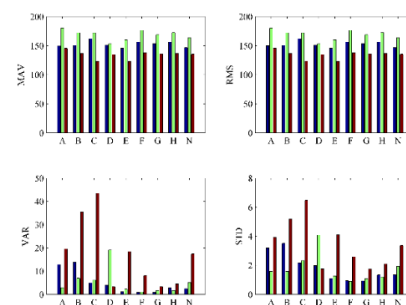


Figura 1. Valores médios dos features referentes a cada postura. As cores representam os dados obtidos por cada transdutor.

		Confusion Matrix									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Output Class	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	7	8	0
	9	0	0	0	1	0	0	0	0	7	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		0%	0%	100%	14.3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
		0%	0%	0%	0%	0%	100%	13.3%	0%	0%	0%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
		0%	0%	0%	0%	0%	13.3%	100%	0%	0%	0%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Figura 2. Matriz de confusão referente à rede neural ótima. Os valores na diagonal principal representam as predições corretas realizadas pela RNA para cada postura.

### Conclusões

A metodologia de extração de features e classificação por RNA foi aplicada com sucesso aos sinais de FMG obtidos por sensor de fibra óptica, resultando em uma alternativa não-invasiva e de baixo custo para monitoramento de gestos em aplicações de robótica e reabilitação.

### Agradecimentos

CNPq/PIBIC, FAPESP Proc. 2017/25666-2, e CAPES.

<sup>1</sup> Craelius, W. *Science*. **2002**, 295, 1018.

<sup>2</sup> Fujiwara, E. e Suzuki, C. K. *J. Sensor*. **2018**, 2018, 1.

<sup>3</sup> Tenore, F. V. *et al. IEEE Trans. Biomed. Eng.* **2009**, 56, 1427.