

SISTEMA DE RECONHECIMENTO DE PADRÕES NEURONAIS UTILIZANDO REDES NEURAIS PARA CONTROLE DE BRAÇO ROBÓTICO

Raphael Silva do Rosário¹; Fabiana Cristina Bertoni²

1. Bolsista Fapesb, Graduando em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: phaoso@gmail.com

2. Departamento de Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: fcbertoni@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Eletroencefalograma, Redes Neurais Artificiais, Braço Robótico

INTRODUÇÃO

A Robótica tem como idéia básica a integração sinérgica da mecânica, eletrônica e computação, para produção de máquinas e sistemas que possam atuar automaticamente em diversas áreas de forma eficiente (Newton, 2002). Robôs de busca e inspeção geralmente atuam em locais perigosos e/ou de difícil acesso, que requerem capacidade de ultrapassar obstáculos e manipular objetos. Uma alternativa de melhor controle desses robôs ou dispositivos robóticos é uma Interface Computador-Cérebro (ICC).

ICC é um sistema de comunicação e controle baseado na atividade neural gerada pelo cérebro com dispositivos computacionais (Azevedo, 2005). Uma ICC é composta por um dispositivo de captação e tratamento dos sinais cerebrais, um módulo de extração de características dos sinais, um módulo de reconhecimento de padrões, uma interface de controle e o controlador do dispositivo.

O projeto anterior gerou um módulo de extração de características e um módulo de reconhecimento de padrões para sinais eletroencefalográficos (EEG) relacionados a intenção de movimento das mãos utilizando Redes Neurais Artificiais (RNA). Tal projeto obteve um sistema com eficiência superior 80% na classificação dos sinais apresentados. Desta forma o presente projeto propõe a melhora desta eficiência, através de uma análise ou substituição dos métodos até agora usados; a criação de uma interface de controle, com o objetivo adaptar os sinais classificados em comandos.

MATERIAIS E MÉTODOS

No primeiro ano da pesquisa, após o estudo de técnicas de processamento de sinais, o estudo métodos de extração de características e modelos de RNA, conseguiu-se criar um sistema que apresentou uma eficiência superior a 81,43%, o que já foi considerado um resultado relativamente bom, quando comparado a outros resultados disponíveis na literatura. Este segundo ano de pesquisa foi focado no estudo e na melhoria das técnicas de extração de características dos sinais EEG e na otimização do reconhecedor de padrões, visando melhorar ainda mais a eficiência do sistema desenvolvido. Fez se então a opção de avaliar o sistema para sinais da mão esquerda e direita de um novo banco de dados, atestando desta forma a aplicabilidade do sistema em sinais de pessoas diferentes.

O método desenvolvido por Pfurtscheller e Lopes da Silva (1999) foi aplicado aos três conjuntos de dados, de forma a comprovar a legitimidade dos sinais contidos no novo banco de dados. Estes novos sinais EEG foram obtidos de um banco de dados disponível online fornecido pelo Laboratório de Informática Biomédica e pelo Laboratório de Interfaces Computador-Cérebro da Universidade de Graz, na Áustria, o qual está disponível em: <http://www.bbci.de/competition>. O primeiro conjunto foi chamado de conjunto A, contém 140 sinais que foram obtidos a uma frequência de amostragem de 250Hz, e sem realimentação via

feedback. O segundo conjunto foi chamado de conjunto B, contém 160 sinais obtidos a uma frequência de amostragem de 250Hz, com realimentação via feedback. O terceiro conjunto foi chamado de conjunto C, contém 140 sinais obtidos a uma frequência de amostragem de 128Hz, com realimentação via feedback.

Como dito anteriormente, o sistema visa atuar como controle de um braço robótico. O sistema desenvolvido trabalha na classificação de dois tipos de sinais, mão esquerda e mão direita, que geram dois tipos de comandos no sistema de controle. Os comandos escolhidos foram o de abrir e fechar a mão robótica, sendo relacionados aos sinais EEG da mão direita e da mão esquerda, respectivamente.

O processo de abrir e fechar a mão robótica consiste em acionar um motor de passo em sentidos opostos, vide a Figura 3:

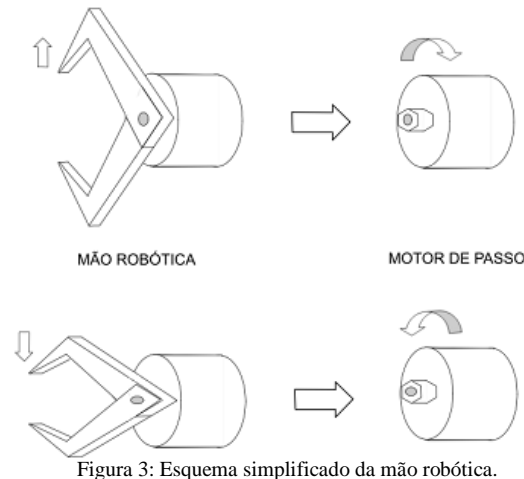


Figura 3: Esquema simplificado da mão robótica.

Motores de passos são dispositivos eletro-mecânicos que podem ser controlados digitalmente através de um hardware específico ou através de softwares. Para se controlar um motor de passo envia-se uma sequência de pulsos digitais num determinado intervalo. Estes pulsos digitais energizam as bobinas do motor e geram o movimento. Para mudar a direção de rotação do motor de passo basta-se inverter a sequência dos pulsos digitais.

Tendo em vista esse processo de controle, foi desenvolvido um sistema que envie os comandos do motor de passo via porta serial. O fluxograma abaixo mostra o funcionamento do sistema.

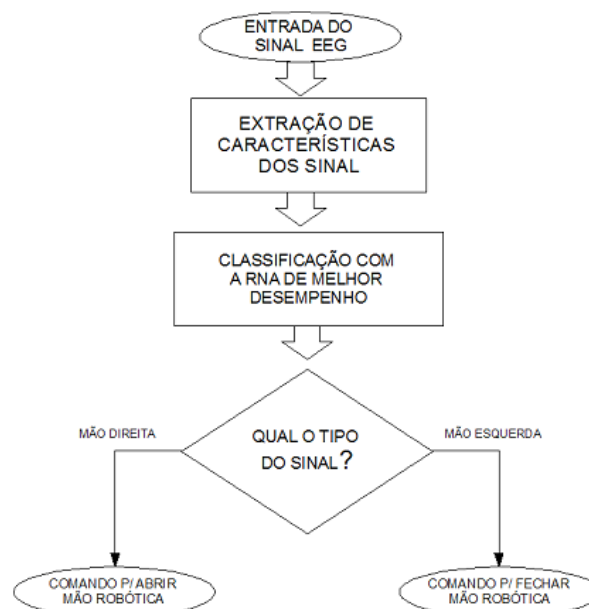


Figura 4: Fluxograma do sistema de controle.

A Figura 5 apresenta o projeto do controlador do motor de passo.

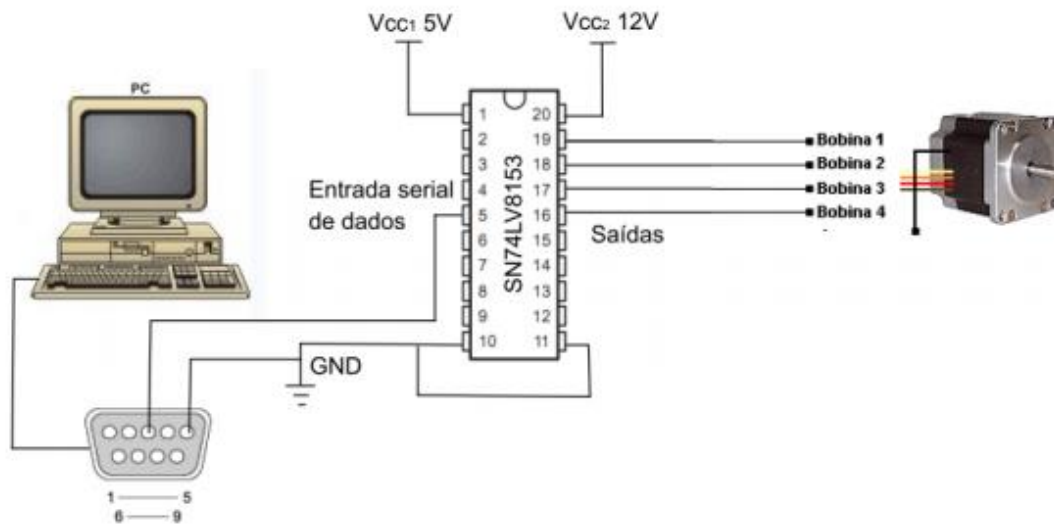


Figura 5: Esquema simplificado do controlador.

O CI SN74LV8153 é um conversor serial-paralelo que tem a função de transformar a sequência de bits fornecidos pelo sistema de controle, através da porta serial, nos pulsos digitais que controlam o motor de passo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A comprovação da validade dos sinais, o sistema de reconhecimento foi submetido a testes com os novos dados. A seguir é apresentada a matriz confusão do resultado da melhor rede, para o conjunto de dados C. Os dados apresentados horizontalmente são os resultados do classificador e os dados apresentados verticalmente são os padrões de referência.

CONJUNTO C	MÃO DIREITA	MÃO ESQUERDA	RUÍDO	SAIDA INVÁLIDA
MÃO DIREITA	36	11	1	2
MÃO ESQUERDA	15	34	1	0
RUÍDO	0	0	40	0

De maneira semelhante ao conjunto C, os conjuntos A e B também foram classificados pelo sistema. A matriz confusão do resultado da melhor rede para os conjuntos A e B, respectivamente.

CONJUNTO A	MÃO DIREITA	MÃO ESQUERDA	RUÍDO	SAIDA INVÁLIDA
MÃO DIREITA	37	13	0	2
MÃO ESQUERDA	11	36	0	0
RUÍDO	0	0	41	0

A melhor rede foi a que continha três neurônios na segunda camada e apresentou uma taxa de 78,57% de acerto no total dos 140 sinais usados nos testes. A sensibilidade apresentada pelo classificador foi de 72% para os sinais da mão direita, 68% para os sinais da mão esquerda e 100% para os sinais de ruído.

CONJUNTO B	MÃO DIREITA	MÃO ESQUERDA	RUÍDO	SAÍDA INVÁLIDA
MÃO DIREITA	40	5	0	3
MÃO ESQUERDA	4	48	0	0
RUÍDO	0	0	60	0

A melhor rede continha dez neurônios na segunda camada e apresentou uma taxa de 92,50% de acerto no total dos 160 sinais usados nos testes. A sensibilidade apresentada pelo classificador foi de 83,33% para os sinais da mão direita, 92,31% para os sinais da mão esquerda e 100% para os sinais de ruído.

Pode-se notar também que o sistema obteve uma melhor taxa de acerto para os conjuntos de sinais B e C. Isto pode ser atribuído ao fato de que em ambos os conjuntos o método de obtenção dos sinais foi realizado com realimentação via *feedback*, o que deve aumentar as suas diferenças no momento da aquisição.

Após o estudo de técnicas de processamento de sinais, de métodos de extração de características e de modelos de RNA, conseguiu-se criar um sistema que apresenta uma precisão de até 92,50% na classificação dos sinais EEG. Esta eficiência é um resultado relativamente bom, quando comparado a outros resultados disponíveis na literatura, o que nos comprova a aplicabilidade de RNA como método de classificação e da TWD na extração de características dos padrões neuronais usados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, A. P. 2005. *Estudo do Sinal Eléctroencefalográfico (EEG) Aplicado à Interfaces Cérebro Computador com uma Abordagem de Reconhecimento de Padrões*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo.
- NEWTON, C.B. 2002. *Robotics, Mechatronics, and Artificial Intelligence: Experimental Circuit Blocks for Designers*, Burlington: Newnes.
- PFURTSCHELLER, G. Data set: BCI - experiment. Disponível em <http://www.bbc.de/competition>. Acesso em 14 jul. de 2010.
- PFURTSCHELLER, G., LOPES DA SILVA, F.H. 1999. Event-Related EEG/MEG Synchronization and Desynchronization: Basic Principles” *Clinical Neurophysiology*, v. 110, p. 1842-1857.