



Desenvolvimento de um sistema para acionamento de um protótipo de cadeira de rodas com Interface Cérebro Computador

Paulo Cezar Kretikouski Roque¹

Laboratório de Sistemas Embarcados, Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, Limeira, SP

Talía Simões dos Santos Ximenes²

Laboratório de Sistemas Embarcados, Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, Limeira, SP

Resumo. Sistemas que utilizam controle por Interface Cérebro-Computador utilizam a atividade cerebral como comandos para um sistema. O sinal proveniente da atividade cerebral é traduzida em comandos por meio de características encontradas. A atividade cerebral é registrada usando eletroencefalografia (EEG). Um sistema de comunicação direta com o cérebro através do EEG tem suas limitações, porém, é uma opção de custo mais baixo e mais simples se comparado a outros métodos. O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema para fazer com que um protótipo de cadeira de rodas ande para frente, para trás, para direita e para esquerda, utilizando EEG. Para isso, foi utilizado o capacete Emotiv Epoc para obtenção da EEG, arduino para controle dos motores e comunicação bluetooth entre a base de processamento e o protótipo.

Palavras-chave. Eletroencefalograma; Emotiv Epoc; Interface Cérebro-Computador.

1 Introdução

A Interface Cérebro Computador (ICC) permite conectar atividade cerebral e comandos para uma máquina ou software. Essa forma de comunicação independe de movimentos motores (movimentos musculares), pois trabalha diretamente com paradigmas encontrados na atividade cerebral. Por ter a atividade cerebral como forma de controle, possui uma abertura para aplicações para pessoas que não possuem o movimento dos membros.

Geralmente uma ICC é dividida em aquisição de sinais, pré-processamento, classificação e aplicação. A aquisição se relaciona a equipamentos que possam captar atividade cerebral para posteriormente serem usados como comandos para o controle. O pré-processamento é feito para minimizar interferência de ruídos no sinal. A classificação

¹paulo.roque@pos.ft.unicamp.br

²talia@ft.unicamp.br

é necessária para avaliar o sinal e identificar o padrão da atividade cerebral. A aplicação é estabelecida de acordo com a finalidade do sistema, no caso deste trabalho, uma cadeira de rodas. A Figura 1 mostra um esquemático do sistema.

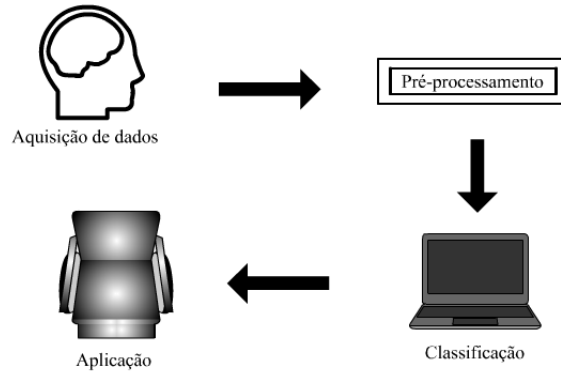


Figura 1: Sistema desenvolvido que utiliza ICC.

A aquisição dos sinais pode ser feita por métodos invasivos ou não-invasivos. Métodos invasivos são métodos que colocam sensores diretos na superfície do córtex. Estes métodos possuem um sinal de ótima qualidade, porém, é necessário cirurgia e riscos como a biocompatibilidade dos eletrodos. Por todos estes motivos, não é um método muito usado e possui um elevado custo [1]. Métodos não-invasivos, como a Eletroencefalografia (EEG), obtêm o sinal através do couro cabeludo, o que afeta a qualidade do sinal obtido. Apesar de um sinal ruidoso, não ser necessária a cirurgia elimina riscos e seu custo diminui em comparação aos métodos invasivos [1]. O pré-processamento utiliza técnicas como filtragem para lidar com estes ruídos no sinal bruto.

Para usar o sinal como forma de controle, é necessário reconhecer padrões diferentes no sinal de acordo com o processo fisiológico usado. Os padrões são usados para extração de característica e classificação da ICC. Dentre estes padrões pode-se citar o potencial visual evocado (VEP, do inglês *visual evoked potentials*), potencial cortical lento (SCP, do inglês *slow cortical potential*), P300 e ritmos Mu e beta [1].

Os VEP são gerados em resposta a estímulos externos, geralmente estímulos visuais com frequências diferentes, que atuam de forma característica na EEG. Quando apresentado um estímulo visual, a frequência fica sincronizada com o EEG da pessoa [1, 8].

O SCP é um potencial de baixa frequência gerado no córtex cerebral com períodos de oscilação entre 0,5 s e 10,0 s. Muitos trabalhos demonstraram que é possível que uma pessoa consiga controlar seu SCP, porém é preciso um extensivo treinamento [4].

O P300 tem seu nome por ser um potencial positivo que surge após 300 ms, que acontece com estímulos que tem certo grau de novidade ou significância. Tem a vantagem de não ser necessário treinamento, pois trata-se de uma resposta natural do cérebro, mas tem a desvantagem de depender da atenção visual do usuário [1, 4, 8].

Os ritmos Mu e Beta são influenciados por movimentos, sejam eles reais ou imaginários.

Na presença de movimento ou da preparação do mesmo, a potência dos ritmos é reduzida por uma dessincronização na atividade neuronal. No fim do movimento executado, seguido por relaxamento, ocorre o inverso, ou seja, a sincronia da atividade neuronal gerando um aumento dos ritmos Mu e Beta [1, 8].

Quando classificado o padrão no sinal, ele é atribuído a um comando, e o que será feito através do comando faz parte da aplicação. Existem várias aplicações como robôs para auxiliar pessoas com dificuldades motoras [5], sistemas para reabilitação do movimento da mão [3] e controle de cadeiras de rodas [4, 2, 6, 7].

1.1 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema ICC para o acionamento de um protótipo de cadeira de rodas, captando os sinais gerados através do Emotiv Epoc.

Para o acionamento do sistema é preciso fazer um treinamento e um sistema que possa classificar os sinais obtidos pelo Emotiv Epoc. O sistema de classificação analisa os dados obtidos para determinar o comportamento do processo fisiológico usado para controle.

A partir da classificação, haverá ações diferentes para o protótipo da cadeira de rodas, como frente, atrás, esquerda e direita. Verificar se é possível controlar a cadeira através do sistema usando a atividade neural usando um padrão estabelecido, é o foco do trabalho.

2 Emotiv Epoc

Para o desenvolvimento do sistema foi usado o capacete Emotiv Epoc para a aquisição de sinais. O Emotiv Epoc é um capacete que trabalha com EEG, possui 14 sensores para leitura dos sinais e usa comunicação sem fio com a base de processamento. A Figura 2 mostra o capacete, um kit de sensores e o componente USB usado para comunicação sem fio.



Figura 2: Capacete Emotiv Epoc.

Para uso do Emotiv Epoc, é disponibilizado gratuitamente um software chamado *Emotiv Xavier Control Panel* que possui algumas aplicações para trabalhar com o capacete, entre elas uma aplicação para controlar um cubo virtual na tela, como mostrado na Figura

3. Este cubo possui um treinamento para encontrar um padrão e atribuir uma ação para o cubo. Assim o software trabalha com o sinal pré-processado e classifica o sinal.

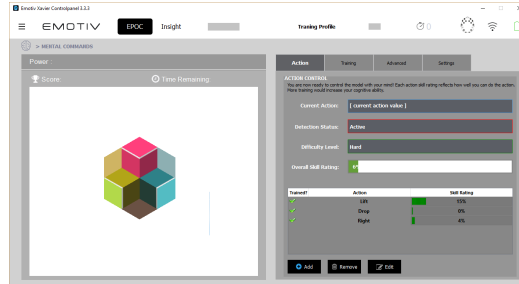


Figura 3: Tela do *Emotiv Xavier Control Panel*.

3 Sistema Desenvolvido

Como dito na seção 2, o software *Emotiv Xavier Control Panel* controla um cubo através da classificação dos sinais, portanto foi criado um programa em Python para analisar o movimento do cubo. Após determinado o movimento do cubo, o programa envia o comando para um microcontrolador Arduino Uno para movimentar o protótipo. Um esquema da comunicação sem fio é mostrado na Figura 4.

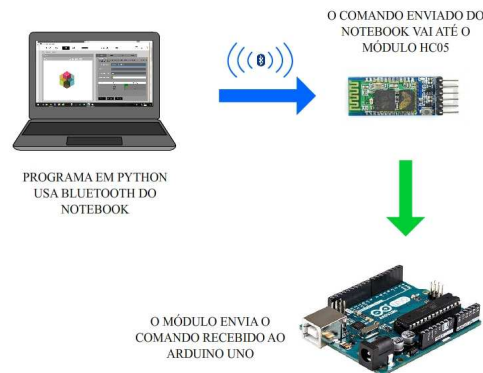


Figura 4: Comunicação Bluetooth.

O protótipo da cadeira de rodas possui dois motores DC que são controlados por uma ponte H que foi ligada ao Arduino. Uma foto do protótipo é mostrada na Figura 5 e a movimentação dos motores para cada comando é mostrado na Figura 6.

3.1 Acionamento do Protótipo

Obter um resultado definido pelo sistema de classificação não é possível pois, é usado o *Emotiv Xavier Control Panel* como sistema de classificação. Portanto ficou definido

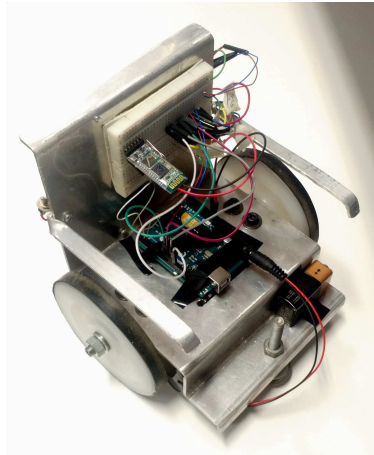


Figura 5: Protótipo da cadeira de rodas.

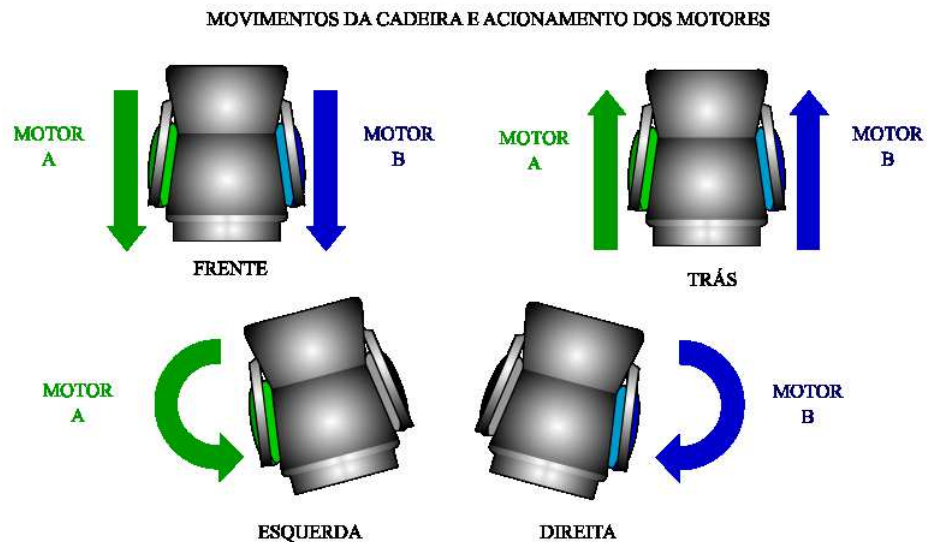


Figura 6: Esquema de movimentação dos motores.

que seria avaliado pela dificuldade com que alguém possa controlar o sistema. Foi feito um treinamento para controlar um movimento apenas. Caso fosse possível controlar, aumentava mais um movimento a cada etapa.

Dois voluntários participaram do treinamento. Para o treinamento de um dos voluntários, cada movimento era associado a sentimentos bons (como andar de bicicleta ou tocar algum instrumento) e ruins (como comidas ou experiências que o voluntário não goste). Para o outro voluntário cada movimento era associado ao movimento das mãos.

4 Resultados e Discussão

A dificuldade aumenta muito a cada movimento que é adicionado, pois é preciso ter um sinal claramente diferente de outro para classificar.

O voluntário associado aos sentimentos teve um bom resultado quando foi trabalhado apenas um movimento. Quando foi passado a dois, não foi possível controlar totalmente a cadeira. Foram treinados o movimento para frente e para a direita, e era necessário que o voluntário fizesse um percurso em torno do laboratório, porém não foi possível fazer o caminho inteiro.

O segundo voluntário teve um bom resultado ao controlar com o movimento das mãos, porém foi um teste diferente onde ele devia apenas girar a cadeira para a direita ou para a esquerda. O controle foi até para dois movimentos, pois para um terceiro movimento teria de ter o movimento de outro membro.

Os resultados eram totalmente práticos, e nos dois casos, foi possível somente controlar até 2 movimentos.

A Figura 7 mostra um teste feito pelo autor do trabalho em cima da mesa para observar o funcionamento.



Figura 7: Teste feito com o programa e o protótipo.

A Figura 8 mostra a cadeira se movimentando para a direita.

5 Conclusões

Os testes feitos neste trabalho foram testes iniciais para observar se o sistema respondia bem aos comandos e se era possível acionar o protótipo. O controle de uma ICC, como essa depende de muito treinamento, então não seria possível controlar a cadeira tão rápido, principalmente para o controle de quatro movimentos.

Para a continuação do trabalho ainda serão feitos mais treinamentos e testes para observar a taxa de acerto para cada número de movimentos.



Figura 8: Cadeira se movimentando para a direita.

Referências

- [1] A. F. Barbosa, Um sistema inteligente de classificação de sinais de EEG para Interface Cérebro-Computador, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação, UFRN, (2012).
- [2] P. F. Diez, Sandra M. T. Müller, V. A. Mut, E. Laciari, E. Avila, T. F. Bastos-Filho and M. Sarcinelli-Filho, Commanding a robotic wheelchair with a high-frequency steady-state visual evoked potential based brain-computer interface, Elsevier, Medical Engineering & Physics, vol. 35, 1155-1164, (2012).
- [3] K. George, A. Iniguez, H. Donze and S. Kizhakkumthala, Design, Implementation and Evaluation of a Brain-Computer Interface Controlled Mechanical Arm for Rehabilitation, IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1326-1328, (2014).
- [4] G. G. Gentiletti, J. G. Gebhart, R. C. Acevedo, O. Y. ñez-Su rez and V. Medoma-Bañuelos, Command of Simulated wheelchair on a virtual environment using a brain-computer interface, Elsevier Masson, vol. 30, 218-225, (2009).
- [5] W. Jang, S. Lee and D. Lee, Development BCI for Individuals with Severely Disability using EMOTIV EEG Headset and Robot, IEEE, International Winter Workshop on, 1-3, (2014).
- [6] R. Leeb, D. Friedman, G. R. Müller-Putz, R. Scherer, M. Slater and G. Pfurtscheller, Self-Paced (Asynchronous) BCI Control of a Wheelchair in Virtual Environments: A Case Study with a Tetraplegic, Hindawi Publishing Corporation, Computational Intelligence and Neuroscience, (2007), DOI:10.1155/2007/79642.
- [7] A. C. Lopes; G. Pires and U. Nunes, Assisted navigation for a brain-actuated intelligent wheelchair, Elsevier, Robotics and Autonomous Systems, vol. 61, 245-258, (2012).
- [8] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, T. M. Vaughan, Brain-computer interfaces for communication and control, ELSEVIER, Clinical Neurophysiology, vol. 113, 767-791, (2002).