

ICM Space Game - Um jogo virtual controlado pela imaginação de movimentos.

Jhoanyn V. F. Calvinho¹, Cleison D. Silva¹, Bruno Merlin¹, Tiago M. Wanzeler²

¹Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE) - UFPA

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODERNA) - UFPA

jhon.fantin13@gmail.com, cleisond@gmail.com

bruno.merlin@gmail.com, twanzeler@ufpa.br

Resumo. *O trabalho desenvolvido consiste em programar um jogo virtual controlado por uma Interface Cérebro-Máquina baseada em imagética motora. O objetivo do ICM Space Game é propor aos usuários uma alternativa aos controles físicos. A atividade elétrica cerebral é registrada através de sinais de Eletroencefalograma, com 7 eletrodos posicionados sobre o couro cabeludo dos usuários. No total, 8 voluntários participaram dos experimentos. A programação da ICM foi realizada em software específico para Interface Cérebro-Máquina e o jogo é implementado na linguagem python. Os resultados são apresentados em dois momentos, no primeiro momento a programação do ICM Space game, enquanto no segundo momento, os resultados com base na acurácia do sistema.*

Abstract. *The work consists of programming a virtual control game developed by a Brain-Machine Interface based on motor imagery. The purpose of the ICM Space Game is to offer users an alternative to physical controls. Brain electrical is recorded through Electroencephalic Activity graphs, with 7 electrodes positioned on the users' scalp. In total, 8 volunteers participated in the experiments. The Brain-Machine Interface programming was carried out in specific software for Brain-Machine Interface and the game is implemented in the python language. The results are presented in two moments, in the first moment the programming of the ICM Space game, while in the second moment, the results based on the accuracy of the signals.*

1. Introdução

Uma Interface Cérebro-Máquina (ICM) baseada na imaginação de movimentos ou imagética motora (IM) possibilita o controle de dispositivos eletrônicos sem a necessidade da movimentação muscular de seus usuários. As ICM's são programadas para a tradução da atividade elétrica cerebral que no caso da IM, pode ser modulada pela ato de imaginar os movimentos musculares, em sinais de comandos. As ICM's podem auxiliar os usuários na participação de tarefas rotineiras, como o ato de se locomover [Silva 2017].

A atividade elétrica cerebral pode ser coletada através de técnicas não invasivas com o posicionamento dos sensores sobre o couro cabeludo, como o Eletroencefalograma

(EEG)[Vaz 2016]. O baixo custo comparado a outras técnicas de coleta de sinais, a boa resolução temporal e a portabilidade de equipamentos são qualidades que posicionam o EEG entre as técnicas mais referenciadas na literatura [Bernardi 2018]. A tarefa de imaginar os movimentos musculares é capaz de gerar, na atividade elétrica cerebral, um comportamento semelhante ao ato de realizar o movimento muscular [VIEIRA 2018].

Uma cadeia de processamentos dos sinais de EEG bastante utilizada pela comunidade científica, inicia pela coleta dos sinais de EEG, onde um protocolo de coleta de sinais é convencionalmente adotado para associar a imagética motora com o sinal de EEG [Lopes 2018]. Após esta etapa são realizadas as etapas de filtragem para a limpeza de sinais indesejados, como o ruído advindo da rede elétrica, no banco de dados de EEG. Após a etapa de filtragem são implementadas as etapas de: extração de características voltada para a identificação da imaginação de movimentos no sinal de EEG e classificação dos sinais de EEG, onde a intenção do usuário é classificada pela ICM com base no sinal coletado [Vaz 2016]. Por fim, é possível a geração de um comando para o controle, neste caso, do ICM Space Game. Dentre os jogos aplicados a ICM's estão disponíveis diversos gêneros e abordagens. Os jogos baseados em imagética motora costumam ser a maioria dos projetos, isso devido ao controle em tempo real do usuário e a liberdade em programar jogos de ação, estratégia e até mesmo realidade virtual [Marshall et al. 2013].

Neste trabalho, é proposto um jogo de aventura controlado através de um EEG baseado na imagética motora de dois tipos de movimentos musculares. O jogo é ambientado no espaço sideral, onde o usuário assume o controle de uma aeronave com o objetivo de desviar dos obstáculos, asteroides, apenas com o "pensamento". A nave é capaz de realizar dois tipos de movimentações, para a direita ou para a esquerda da tela. Essas movimentações são associadas a duas classes de imaginação de movimento: imagética motora da mão direita e da mão esquerda, respectivamente.

2. Materiais e métodos

Na aquisição de sinais de EEG, uma placa de coleta de sinais da empresa OPENBCI é utilizada. A placa, Cython, é capaz de registrar até 8 sinais de EEG e 3 sinais de acelerômetro a uma frequência de 250 *Hz* por segundo. Para auxiliar e agilizar do posicionamento dos eletrodos que fazem a conexão da placa ao escalpo do usuário, é utilizado um capacete (Ultra Mark IV) fornecido como complemento da placa Cython. O capacete segue o padrão internacional (10-10) de posicionamento de eletrodos.

Neste trabalho, são registrados 7 sinais de EEG posicionados, como segue: Fc1; Fc2; C3; Cz; C4; Cp1 e Cp2. A posição dos eletrodos é realizada em área central do cérebro onde espera-se que os fenômenos de imagética motora sejam capturados com maior intensidade. Para realizar a associação da imaginação de movimentos com o sinal de EEG, faz-se necessário a adoção de um protocolo de coleta de sinais com tempos pré-definidos. O protocolo é executado por um tempo aproximado de 8 minutos, com 20 tentativas de imaginação de movimento da mão direita e 20 tentativas da mão esquerda.

O protocolo é composto por um tempo de 2 segundos para a fixação de uma cruz onde a dica de qual tarefa de imagética motora será exibida, após este tempo o usuário possui 1 segundo de espera pela dica e 1,25 segundos para a exibição da dica, após este tempo a dica é exibida por um total de 4 segundos. Geralmente, para a classificação dos sinais de EEG é selecionada uma janela de aproximadamente 2 segundos entre a exibição

da dica e o tempo para a imagética motora, esta janela é a parte do sinal que será recortada e processada para a geração do comando. Após a coleta dos sinais, o sinal passa por um fluxo de processamento. O processamento inicia com a etapa de filtragem temporal nas bandas entre 8 Hz a 30 Hz na intenção de remover sinais indesejados. Após esta etapa o algoritmo de padrões espaciais comuns (CSP) é acionado, com o objetivo de extrair as características do sinal para que por fim a Análise do Discriminante Linear (LDA) possa classificar a intenção do usuário. Esta etapa é processada em um software dedicado a ICM's, OpenVibe [Renard et al. 2010].

3. Procedimentos experimentais

As coletas de sinais de EEG são realizadas com 8 voluntários, os voluntários são posicionados de forma confortável de frente para a tela de um computador em uma sala vazia. O capacete é posicionado sobre o escalpo e são repassadas orientações básicas sobre a coleta de dados aos usuários. O tempo para o posicionamento do capacete é variado, para os voluntários deste experimento o tempo médio de ajuste é de 20 minutos.

Os 8 usuários são divididos em 2 grupos, *A* e *B*. Cada usuário realiza 6 sessões de coleta de sinais de EEG. A primeira sessão de coleta é comum a todos os 8 usuários e é necessária para o ajuste dos algoritmos da ICM. Na primeira coleta o protocolo convencional é executado, sempre com tempo aproximado de 8 minutos. A partir da segunda coleta que os grupos realizam atividades diferentes. O grupo *A* realiza 3 sessões de coleta de sinais com o auxílio do protocolo convencional, enquanto que o grupo *B* realiza 3 coletas de sinais, no entanto, com o auxílio do ICM Space Game. Ao final das 3 coletas ambos os grupos realizam uma nova sessão de coleta (4^o sessão) novamente com o uso do protocolo convencional, para a validação de dados e medição da acurácia de classificação. Após a finalização das coletas utilizadas no experimento, os usuários do grupo *A* são convidados a participar de uma partida do ICM Space Game a fim de comparar os métodos disponíveis.

Ao considerar um tempo médio de 20 minutos de ajuste do capacete, os usuários do ICM Space Game executam o experimento em 49 minutos. Os usuários que utilizam o protocolo convencional, por sua vez, executam o experimento em 68 minutos, devido a diferença de tempo em uma partida do ICM Space Game (3 minutos) e a execução do protocolo (8 minutos). Entre as coletas, há um tempo de 1 minutos para a conferência das conexões.

4. Resultados

O desenvolvimento de um jogo, ICM Space Game, aplicado a uma ICM baseada em IM é o principal resultado deste trabalho, o jogo foi desenvolvido na linguagem Python e ajustado para uma ICM baseada em IM. Portanto o tempo de processamento dos sinais e as configurações do jogo são voltadas para imagética motora, com isso, torna-se possível alterar os parâmetros do jogo, velocidade dos movimentos da nave e asteroides, para a adequação a diversos usuários da ICM. O ICM Space Game recebe comandos da ICM a cada 2 segundos, esses comandos são organizados em um buffer com 20 classificações. Dentro deste buffer, é excluída a classificação mais antiga e realizada uma conferência das classificações entre imaginação da mão esquerda ou direita mais frequentes. Este comando é reconhecido pelo ICM Space Game em questão de milissegundos.

Os 8 usuários conseguiram controlar o ICM Space Game de forma satisfatória, obtendo no melhor dos casos, acurácia, total de acertos pelo total de itens, acima de 70% a cada comando de desviar a nave dos asteroides correto. Uma figura da tela inicial do jogo e de um usuário no momento da realização do experimento pode ser visualizada a seguir. Na imagem o usuário tenta controlar o ICM Space Game para a esquerda, no entanto a classificação da ICM é errada e a nave se locomove na direção do asteroide.



Figura 1. A direita a tela inicial do ICM Space Game. A esquerda um usuário ao participar de uma partida do jogo.

5. Conclusões

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os usuários conseguiram controlar o ICM Space Game apenas com a imagética motora e a ICM proposta. Portanto, o ICM Space Game tem potencial para oferecer uma alternativa aos controles convencionais e, ainda, com melhorias no processamento da ICM, pode substituir o protocolo convencional.

Referências

- Bernardi, G. B. (2018). Ferramenta simplificada para testes de algoritmos de seleção de características e classificação em sinais cerebrais captados com eeg para bcis baseados em imagética motora. Mestrado, Universidade Federal de Itajubá.
- Lopes, T. (2018). Estudo, implementação e comparação de diferentes tipos de pré-processamento aplicados a um sistema interface cérebro-computador. Trabalho de conclusão de curso em engenharia elétrica, Universidade Federal do Pará.
- Marshall, D., Coyle, D., Wilson, S., and Callaghan, M. (2013). Games, gameplay, and bci: The state of the art. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 5(2):82–99.
- Renard, Y., Lotte, F., Gibert, G., Congedo, M., Maby, E., Delannoy, V., Bertrand, O., and Lécuyer, A. (2010). Openvibe: An open-source software platform to design, test, and use brain-computer interfaces in real and virtual environments. *Presence: teleoperators and virtual environments*, 19(1):35–53.
- Silva, C. D. (2017). *Processamento de sinais de EEG para classificação de tarefas motoras em sistemas de interface cérebro-máquina*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Vaz, Y. (2016). Extração de características para a classificação de imagética motora em interfaces cérebro-computador. Mestrado, Universidade de São Paulo.
- VIEIRA, J. C. (2018). Interface cérebro-máquina utilizando o eeg humano: Movendo o avatar num ambiente virtual utilizando atividade elétrica do cérebro. Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.