

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA COMPUTAÇÃO
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



ELETROENCEFALOGRAFIA COMO MÉTODO ALTERNATIVO NO USO DE
DISPOSITIVOS MÓVEIS

IURI CESAR CALIMAN

GOIÂNIA
2020

IURI CESAR CALIMAN

ELETROENCEFALOGRAFIA COMO MÉTODO ALTERNATIVO NO USO DE
DISPOSITIVOS MÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Escola de Ciências Exatas e da Computação,
da Pontifícia Universidade Católica de Goiás,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador:
Gustavo Siqueira Vinhal

Banca examinadora:
Rafael Leal Martins
Fernando Gonçalves Abadia

GOIÂNIA
2020

IURI CESAR CALIMAN

ELETROENCEFALOGRAFIA COMO MÉTODO ALTERNATIVO NO USO DE
DISPOSITIVOS MÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela Escola de Ciências Exatas e da Computação, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, em ____/____/____.

Orientador(a): Gustavo Siqueira Vinhal

Banca examinadora:

Fernando Gonçalves Abadia

Rafael Leal Martins

Prof. Me. Nome do coordenador(a) de TCC
Coordenador(a) de Trabalho de Conclusão de
Curso

GOIÂNIA
2020

RESUMO

Com base no funcionamento do cérebro e sua capacidade de gerar correntes elétricas, campos elétricos e assim a produção de ondas captadas fora da caixa craniana pelo EEG *Mindwave*, traduzidas pelo sistema e lidas por um agente inteligente baseado em modelos. Com o auxílio dessas técnicas, exemplificar um sistema de Acessibilidade de auxílio para dispositivos móveis e assim mostrar o poder e simplicidade do uso da Eletroencefalografia como método alternativo no uso de dispositivos móveis.

Palavras-chave: Eletroencefalografia; acessibilidade; computação cognitiva.

ABSTRACT

Based on the functioning of the brain and its ability to generate electric currents, electric fields and the production of waves captured outside the cranial box by EEG Mindwave, translated by the system and read by an intelligent agent based on models. With the aid of these techniques, exemplify a system of accessibility assistance for mobile devices and show the power and simplicity of using Electroencephalography as an alternative method in the use of mobile devices.

Keywords: Electroencephalography; accessibility; cognitive computing.

SÚMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVO	9
3	MÉTODO	10
4	DESENVOLVIMENTO	11
4.1	Computação Cognitiva	11
4.2	Como o cérebro funciona?	11
4.3	Ondas cerebrais	12
4.4	Eletroencefalografia ou Magnetoencefalografia	13
4.5	Sistema hipotético auxiliar de Acessibilidade em dispositivos móveis	13
5	CONCLUSÃO	15
6	REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

Como a computação cognitiva surgiu? “Uma analogia entre neurônios e lógica poderia ser pensada em termos elétricos – como sinais que passam ou deixam de passar através de circuitos. Em função disso, a ciência da computação recorreu às pesquisas sobre neurônios e suas conexões para projetar máquinas ou programas cada vez mais parecidos com o cérebro humano” (SARAIVA; ARGIMON, 2007).

De acordo com Russell e Norvig (2013), Inteligência Artificial (IA) é um campo que pretende além de entender como os humanos pensam, criar sistemas capazes de imitar como eles pensam e então agem.

A computação cognitiva, uma das áreas da IA é vista como uma forma de substituir os humanos.

No entanto, ao contrário do temor popular, a computação cognitiva deve ser uma aliada do ser humano, ajudando-o a potencializar sua capacidade. É o que acredita Garry Kasparov, campeão mundial de xadrez derrotado pelo computador *Deep Blue* da IBM (OLHARDIGITAL, 2017).

De acordo com a Lei nº 13.146/2015 proposta pela Advocacia Geral da União (2015) em seu artigo terceiro inciso um, “I – acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de [...] informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, [...], por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”. Portanto uma das definições básicas de Acessibilidade é desfazer das barreiras que excluam pessoas de utilizar um sistema, aumentando o maior número de usuários que sejam capazes de utilizar e interagir com o sistema, ou seja, como a computação cognitiva diz que pode potencializar (de um humano) sua capacidade, ajuda a desfazer essas barreiras.

“Na Teoria do Treinamento, o capítulo sobre a Força Muscular representa um tópico muito importante, pois trata-se de uma capacidade motora fundamental da motricidade humana, devido ao fato de estarmos sujeitos à ação da gravidade. [...] A força expressa a capacidade dos músculos de gerar tensão” (BARBANTI *et al*, 2002, p. 13). A força motora (capacidade de movimentar os membros) em algumas pessoas é muito menor, como explicado nessa citação acima, apesar de ser uma teoria aplicada ao esporte, consegue-se encaixar bem nesse contexto.

A intenção deste trabalho é potencializar a força motora por meio da substituição por impulsos cerebrais. Esses impulsos cerebrais são sinais elétricos ou

químicos, mas será focado nos sinais elétricos, pois quando ocorre a excitação dos neurônios chamada de sinapse, gera uma corrente elétrica, que por sua vez gera um campo elétrico, podendo ser captado fora da caixa craniana (KANDEL *et al*, 2014). Os impulsos utilizados neste trabalho serão captados por um Eletroencefalograma (EEG) não-invasivo chamado de *MindWave Mobile* de uma empresa Californiana, a *NeuroSky*.

Por isso a EEG seria uma grande aliada para as pessoas debilitadas em algum âmbito humano.

Essa técnica é aplicável ao auxílio de pessoas com necessidades especiais, seja ela, auditiva, visual, cognitiva ou física, pois seria difícil um sistema programável tradicional se adaptar e entender a real necessidade dessas pessoas.

No museu Pinacoteca de São Paulo em 2017 houve a ação de um projeto chamado de A Voz da Arte, onde o objetivo era melhorar o entendimento da arte e juntamente inteirar as pessoas com deficiências auditivas ou visuais a essa área. “Um fato interessante é que, a cada resposta dada para um visitante, o Watson aprende novas formas em que a mesma pergunta pode ser feita, melhorando a todo tempo.” (MARTINEZ, B. 2017). Por meio de um aplicativo as pessoas tinham acesso à descrição em áudio das obras e a chats escritos. Mas infelizmente esse projeto ficou ativo somente alguns meses.

É relevante estudar esse tema pois, a utilização da EEG pode melhorar a qualidade de vida das pessoas que possuem necessidades especiais, seja ela, auditiva, visual, cognitiva ou física.

Diante deste contexto, este plano de trabalho pretende responder a seguinte questão de pesquisa:

-Será que a EEG não invasiva pode auxiliar nas questões de acessibilidade em dispositivos móveis?

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Identificar quais são as técnicas de computação cognitiva, focando na técnica de EEG e agentes inteligentes, para que o computador possa entender e facilitar o manuseio de dispositivos móveis, por meio do desenvolvimento da ideia de um aplicativo de auxílio.

Objetivos Específicos

- Aprofundar os conhecimentos das técnicas de computação cognitiva.
- Realizar experimento utilizando estas técnicas.

3. MÉTODO

De acordo com os objetivos desse trabalho, o trabalho será de cunho descritivo e explicativo. Utilizando de técnicas experimentais.

Será feito um estudo dirigido sobre o funcionamento do EEG, o *MindWave Mobile*, e reconhecer o meio de comunicação viável (em requisitos de segurança contra ruídos e interferências) com o dispositivo alvo dos sinais.

Para descrever o fenômeno da ação sináptica, que ocorre no sistema nervoso, será feito um estudo sobre o tema. E após esse estudo o aluno levantará dados em forma tabular das amplitudes dos sinais elétricos gerados pelas ações sinápticas de, pelo menos, dois indivíduos (sob a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde) com o apoio do EEG, mostrando assim que o cérebro é capaz de gerar sinais possíveis de captar externamente, e que cada ser humano tem um comportamento neuronal diferente. Com isso relacionar os sinais sinápticos com a ação do ser humano. Pois assim será possível descrever de acordo com Gil (2007) o fenômeno da ação sináptica.

Após as etapas anteriores, será possível descrever e explicar de que forma as informações neuronais serão passadas ao dispositivo, ativando ações no receptor.

Será definido em cima da revisão bibliográfica a técnica apropriada de Inteligência Artificial para tratamento das percepções e ações. Com isso mostrar um sistema hipotético, de como seria um aplicativo auxiliar. Assim conseguir provar que é possível ativar funcionalidades no dispositivo.

Espera-se que os resultados dessa pesquisa possam: promover o avanço nas pesquisas utilizando EEG visando facilitar a acessibilidade das pessoas com necessidades especiais, melhorando a sua qualidade de vida, facilitando o uso de dispositivos móveis, sem precisar utilizar muito da capacidade motora.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Computação Cognitiva

Foi estudado definições e funcionalidades de agentes inteligentes baseados na obra Inteligência Artificial de Stuart Russel e Peter Norvig. Como os agentes se definem na forma da computação: um agente racional age em cima de um ambiente com base no limite imposto pelo programador chamado de medida de desempenho. Há o agente reativo simples, agente reativo baseado em modelo, agente baseado em objetivos, agentes baseados na utilidade.

A abordagem de agente racional é um sistema com inteligência cognitiva computacional com características de operar sob controle autônomo, perceber seu ambiente, persistir por um período prolongado, adaptar-se a mudanças e ser capaz de criar e perseguir metas. Chegando em boas decisões, ou decisões pretendidas. Para um agente criar e perseguir metas, foi estudado sobre atividade cerebral através de sinapses entre os neurônios, pois a atividade do sistema de Acessibilidade em um dispositivo será baseada em pensamentos de um ser humano.

4.2 Como o cérebro funciona?

A parte mais complexa e funcional parte do corpo humano é o cérebro, com grande capacidade elástica (com poder de se adaptar a qualquer situação). Além de sua parte de estruturação, o encéfalo é composto de duas estruturas básicas, o neurônio e a glia. Os neurônios se comunicam através de sinapses, ou seja, trocas de informações químicas e elétricas (quem sustenta essas comunicações são as glias), esse trabalho será focado na parte elétrica da comunicação, com a troca de íons.

“O encéfalo humano possui um enorme número dessas células, da ordem de 10^{11} neurônios [...] Mesmo assim, a complexidade do comportamento humano depende mais da organização dos neurônios em circuitos anatômicos com funções precisas do que da sua variedade” (KANDEL, 2014), esses circuitos anatômicos geram correntes elétricas que com a movimentação dessas correntes, cria-se campos magnéticos que são captados fora da caixa craniana como ondas eletromagnéticas.

O cérebro é composto de dois hemisférios, o esquerdo e o direito, cada um dos hemisférios cerebrais é dividido, anatomicamente, em quatro lobos: Lobo Frontal, Lobo Parietal, Lobo Temporal e Lobo Occipital. (AZEVEDO, 2005).

O neurônio possui dendritos que recebem sinais e excitações e axônios que transmitem, assim um neurônio consegue se comunicar com vários através de sinais sinápticos (correntes elétricas), apoiado pelas glias, produzindo um campo elétrico analisado em forma de ondas cerebrais. “[...]É mais fácil pensar nessas ondas cerebrais como notas musicais – as ondas de baixa frequência são como a batida profunda de um tambor, enquanto as ondas de alta frequência são mais parecidas com uma sutil flauta doce[...].” (BRAINWORKS, [2018], tradução nossa).

Com as informações citadas acima consegue-se perceber como os músculos e nervos recebem esses sinais e assim o cérebro controla o corpo e os pensamentos.

4.3 Ondas cerebrais

As ondas cerebrais são divididas em 5 grupos (SALLES, 2017), nomeadas com letras gregas:

- Ondas Delta (1-3Hz): Quando o humano está em sono profundo este tipo de onda é mais predominante.
- Ondas Theta (4-8Hz): Normalmente relacionado a sensação de acordar após um período de sono.
- Ondas Alpha (9-13Hz): Relacionado ao momento de relaxamento físico, onde o indivíduo se encontra em um estado de calma, fica até mais acentuado com os olhos fechados (FERREIRA, 2008).
- Ondas Beta (14-30Hz): Este tipo de onda é analisado em um indivíduo em um estado de atenção e concentração, por exemplo, um aluno estando envolvido em uma aula.
- Ondas Gamma (31-50Hz): Um ser humano com alta atividade mental, apresentado pelos sentimentos de ansiedade, medo ou pressão.

4.4 Eletroencefalografia ou Magnetoencefalografia

A Eletroencefalografia (EEG) analisa a atividade elétrica cerebral, captada através da utilização de eletrodos (que capturam a diferença de potencial) colocados sobre ou próximo ao couro cabeludo. Como cada indivíduo tem sua própria característica de atividade cerebral, é possível achar os padrões básicos de cada onda. (LELIS; FILHO, 2013).

A Magnetoencefalografia (MEG) de forma parecida analisa a atividade cerebral, captada através de uma máquina magnética que envolve a cabeça do indivíduo. (TRINDADE, 2004).

Em relação a tempo de recebimento de sinais os dois métodos trabalham na faixa de milissegundos, uma das diferenças é a localidade da origem do sinal, sendo que a MEG é mais precisa, mas o preço a mobilidade dos equipamentos torna a EEG mais barata e acessível.

Na prática, foi utilizado um eletroencefalograma (EEG) chamado *MindWave*, produzido pela empresa *NeuroSky*, para capturar estímulos e trabalhar com eles, utilizando-os como percepções. O método de comunicação utilizado entre o EEG e o dispositivo móvel é a tecnologia sem fio chamada de *Bluetooth*.

Com a definição do tipo de comunicação, haverá os estudos das percepções que são transmitidas, por possuírem vários formatos de dados possíveis, sendo gráficos ou em pacotes.

4.5 Sistema hipotético auxiliar de Acessibilidade em dispositivos móveis

O EEG *Mindwave*, utilizado como tipo de comunicação acessível com o dispositivo móvel, após captar as ondas ele amplifica e traduz para níveis de frequência em Hz (Hertz) para cada tipo de onda, Delta, Theta, Alpha (nível baixo e alto), Beta (nível baixo e alto) e Gamma (nível baixo e alto), tudo isso transmitido via *Bluetooth* para o dispositivo em um pacote de dados em formato JSON, incluindo também a qualidade do sinal de 0 a 100, nível de atenção do usuário, nível de meditação, - o cálculo desses níveis é feito em cima das ondas Beta e Alpha respectivamente – e capta a intensidade do piscar dos olhos.

Voltando a ideia de agentes inteligentes, esse sistema auxiliar utilizaria a definição de agentes baseados em modelo, que seria, um agente capaz de tomar

decisões com base no estado atual do ambiente, um conjunto de regras e como o próximo estado do ambiente estará após essa ação a ativaria uma ação com base em um limiar de ativação (nível de atenção do indivíduo).

Fixando os objetos como um celular Android e o EEG *Mindwave*, as ações definidas por “ativar a câmera” e “capturar imagem”, agora vem o detalhamento do ambiente que o agente estaria inserido: celular ligado com um sistema operacional Android, nível de sinal *Bluetooth*, qualidade do sinal das ondas, o nível de atenção (limiar aceitável para a ação ocorrer: nível de atenção em 70) e o piscar dos olhos. Sendo definido, enfim um exemplo de função e acontecimento real: com o celular ligado na área *home*, o sinal de comunicação com o EEG estável em 100%, então o usuário atinge o nível 70 de atenção, com isso o agente aciona a funcionalidade de câmera, agora o estado foi atualizado para celular ligado com a tela de câmera, o agente então aguardará a intensidade de sinal de piscar dos olhos e assim capturaria a imagem.

5. CONCLUSÃO

No aprofundamento do conhecimento da Computação Cognitiva que é um campo da Inteligência Artificial, foram identificados os agentes que tentam imitar a lógica do pensamento humano. Com isso, foi estudado sobre dados que podem ser utilizados para atingir a Acessibilidade tratada neste trabalho.

O EEG usado como um canal de comunicação tem seus desafios na resolução e confiabilidade dos dados pela grande quantidade de sinais gerados (AZEVEDO, set. 2005). Com os estudos sobre o processo de EEG, foi visto técnicas de filtragem, como por exemplo o filtro passa-baixa, pois para captação de sinais elétricos pode ocorrer artefatos indesejados mascarado nas ondas, a empresa do dispositivo *MindWave* afirma que o eletrodo (chip que recebe sinais de campo elétrico e envia para um dispositivo) é imune a ruídos.

O dispositivo EEG *MindWave* possui embutido em seu sistema a possibilidade de transmitir informações de ondas através de uma forma de apresentação de dados denominada *JavaScript Object Notation* (JSON), utilizado pela formatação simples de dados para compartilhamento de informações de forma mais rápida, diferente da formatação XML.

Os agentes racionais existem para vários tipos de sistemas, divididos em categorias, agentes reativos simples, agentes reativos baseados em modelo, agentes baseados em objetivos e agentes baseados na utilidade.

Para entender os agentes racionais é necessário entender como o encéfalo funciona, tendo também a parte sensorial e atuadora. Os neurônios se assemelham a função de um agente baseado em objetivo que é responsável por perceber a mudança no meio e comandar respostas as percepções.

Este trabalho teve como objetivo identificar quais são as técnicas de computação cognitiva para que o computador possa entender e facilitar o manuseio de dispositivos móveis. As técnicas identificadas e estudadas neste trabalho foram as técnicas do Eletroencefalografia (EEG) e o da Magnetoencefalografia (MEG), combinadas com o agente baseado em objetivos.

O método de captação dos sinais elétricos liberados pelos neurônios utilizado neste trabalho foi o EEG, pois seu custo de uso do EEG é menor do que os outros métodos, tais como a Magnetoencefalografia (MEG), além de que as duas técnicas conseguem um tempo hábil de resposta de no máximo 10^{-2} s.

Após realizar as experiências usando o EEG, foi verificado que o limiar da generalização de formas de tratamento das ondas, ou seja, um sistema que consiga tratar qualquer informação refletida pelos neurônios e cada humano possui características distintas, está não na especialização delas, mas sim na simplicidade do sistema. O que o autor deste trabalho quer dizer com isso é que se pode focar na especialização de descobrir o que cada sinal quer dizer para o corpo, mas focar somente na intenção dela pode facilitar esse limiar, ou seja, se a amplitude de um sinal estiver hipoteticamente em 95mV e alcançar 100, ative por exemplo a reprodução de um vídeo. Isso mostra o poder de simplificar o sistema de acessibilidade para dispositivos móveis.

Para continuidade desta pesquisa, sugiro como trabalho futuro a implementação de um sistema para melhorar o uso de aplicativos de reprodução de vídeos, utilizando dos sinais elétricos liberados pelo cérebro.

6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Anderson Prado. Estudo do sinal eletroencefalográfico (EEG) aplicado a interfaces cérebro computador com uma abordagem de reconhecimento de padrões.

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

B., Valdir. et al. Esporte e Atividade Física. São Paulo, Editora Manole, 2002, p. 13.

Brainworks. What are brainwaves? [20--]. Disponível em: <<https://brainworksneurotherapy.com/what-are-brainwaves>>. Acesso em: nov. 2018.

E. S., Caroline Andréia; I. L. A., Irani. Ciência da computação e ciência cognitiva: um paralelo de semelhanças. Ciências & Cognição. Rio de Janeiro. Vol. 12, 2007.

FERREIRA, André. Uma proposta de interface cérebro-computador para comando de cadeira de rodas. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

(IBM, 2017) IBM Watson muda a forma de ver arte na Pinacoteca. Disponível em <<https://www.ibm.com/blogs/robertoa/2017/05/ibm-watson-muda-forma-de-ver-arte-na-pinacoteca/>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

LELIS, Atahualpa; FILHO, Jarbas. Utilização de ondas cerebrais para controle de componentes eletrônicos. 2013. <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/atahualpa_bastos_lelis_0.pdf>. Acessado em 05/11/2020.

Redação Olhar Digital. Como a computação cognitiva pode potencializar o poder humano. Olhar Digital e IBM, novembro de 2017. Disponível em <https://olhardigital.com.br/alem_da_infra/noticia/como-a-computacao-cognitiva-pode-potencializar-o-poder-humano/72265>. Acesso em: 26 de março de 2018.

R. K., Eric. Princípios de Neurociências. 5. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2014.

R., Stuart; N., Peter. Inteligência Artificial. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2013.

SALLES, Guilherme. Acionamento de dispositivos eletrônicos via ondas cerebrais. Dissertação (Graduação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

TRINDADE, Maria J. G. A Magnetoencefalografia: Aplicações clínicas. Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2002.

V., Sergio; R., Thiago Cesar. Afinal, o que é computação cognitiva? TLCBrazil, setembro de 2016. Disponível em <<https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/tlcbr/entry/mp270?lang=en>>. Acesso em 26 de março de 2018.