

Interface Cérebro Computador: Uma nova fronteira para a Interação Homem-Máquina

Autor

Ian Dos Reis

Sistemas de Informação, ESPM-SP

Orientador

Dr. Humberto Sandmann

ESPM-SP

Resumo

Diversas pesquisas na área de interfaces homem-máquina (HCI) buscam aprimoramentos do uso de melhores técnicas a fim de facilitar as interações do homem com a tecnologia a sua volta. Nesse contexto, existe uma variedade de interfaces que interagem diretamente com o sistema nervoso humano, que integram a área de estudo de Interface Cérebro-Computador (BCI) e proporciona novas possibilidades para o desenvolvimento da área de HCI.

Através do estudo sobre o estado-da-arte na área de BCI, este trabalho objetivou-se na investigação das funcionalidades e compreensão do tratamento de sinais biológicos: a) passando pela captação e processamento de sinais dos músculos (EMG - Eletromiografia) de forma evasiva através do dispositivo BCI; b) desenvolvendo uma interação a partir do processamento de sinais feito pelo Myo; c) preparando possíveis cenários e arquiteturas para uma interação; d) conjecturando um protótipo para exemplificar o potencial da interação criada.

Ao final da pesquisa, foi obtido um discernimento maior da área de estudo sobre as interações BCI, além das diversas aplicações multidisciplinares. Permitiu, ainda, a prototipação de uma aplicação, em Android, utilizando-se da interação homem-máquina em um caso de automação residencial. E, por fim, foi vislumbrado a continuidade da pesquisa, ampliando para o estudo de processamento de sinais além de expandir a aplicação a outros dispositivos: e.g.: a prototipação de um braço mecânico.

Palavras Chave: Interação Homem-Máquina. Brain Computer Interface (BCI). Electromyography (EMG). Human Computer Interface (HCI). Myo Armband.

Introdução

A interação entre humanos e máquinas é objeto de constante pesquisa e inovação uma vez que existe o pressuposto de que quanto mais intuitiva e amigável esta for mais produtivo será o desenvolvimento do trabalho (Hewett et al., 2014). Ao longo de anos de estudos e testes, uma nova área acabou sendo estabelecida para tratar esse assunto em específico, esta área é conhecida como Interface Homem-Máquina (HCI - *Human Computer Interface*) (Green;Paul, 2008).

Nesse contexto, a área de estudo HCI se propõem a desenvolver ou melhorar a segurança, a utilidade efetiva e a usabilidade a todo o ambiente que utiliza ou é afetado pelo uso da tecnologia computacional. Inovações na área de HCI geram novos modelos de negócios, como, por exemplo, a inovação do mouse, que possibilitou uma maior produtividade no trabalho.

Além destas formas de interação Homem-Máquina, existem técnicas que trabalham com sinais capturados pelo sistema nervoso central por sensores específicos. Nessa abordagem, os sinais biológicos são coletadas do sistema nervoso central, SNC, e então processados, os dispositivos que fazem essa tarefa são chamadas de interfaces brain computer interface, BCI. Atualmente, junto com os avanços nos estudos da neurociência, essas interfaces apresentam aprimoramentos significativos que agora se colocam como uma nova fronteira de implementação para as áreas de HCI.

A excentricidade da área do BCI condiz com sua forma de apreensão de sinais biológicos do sistema nervoso, de forma redutível os BCIs fazem a aquisição, pré-processamento e classificação dos sinais biológicos, para que então, sistemas de alto nível possam executar tarefas com comandos determinísticos para máquinas. Na fase de aquisição dos sinais, existem duas formas para a captura de sinais, podendo utilizar sensores invasivos ou evasivos.

A técnica é dita invasiva quando os sensores de captura invadem de alguma forma o corpo humano para obter os sinais, por outro lado, é dita evasiva quando o sensor de captura obtém os sinais através da superfície de uma área de

interesse. Adicionalmente, os sinais adquiridos são nomeados em relação com a área de qual os sinais são extraídos.

Quando os sinais são capturados diretamente do sistema nervoso central (cérebro), estes sinais são sinais de um eletroencefalograma (EEG). Quando os sinais são obtidos do sistema cardíaco, estes sinais são sinais de um eletrocardiograma (ECG). Quando os sinais são obtidos do sistema somático, vindos basicamente dos músculos, estes sinais são sinais de um eletromiografia (EMG) (Mark F. Bear et al., 2002)

Nesta pesquisa, foi desenvolvida uma investigação que vislumbra a aquisição de sinais do sistema biológico através de um equipamento BCI. Que através do processamento de sinais trabalha com os sinais capturados do sistema somático, de forma evasiva no antebraço, por questões de acessibilidade e praticidade para o estudo.

Brain Computer Interface (BCI)

A capacidade de processamento dos computadores modernos e a nossa compreensão do cérebro humano são duas áreas que crescem conjuntamente gerando a impressão de que a cada dia a ficção científica possa ser transformada em realidade. Na atualidade, há uma grande variedade de estudos para o desenvolvimento de novas tecnologias, considerando o potencial de manipular computadores ou máquinas através do “pensamento” humano e o poder de trabalhar uma ação sem essa ser fisicamente executada (Hewett et al., 2014).

Os estudos do encéfalo são tão antigos quanto a própria ciência, mas quando os pesquisadores perceberam que a melhor abordagem para o entendimento da função do encéfalo vinha com a interdisciplinaridade, conseguiram então produzir uma nova perspectiva de estudo para o órgão mais complexo do corpo humano (Mark F. Bear et al., 2002)

Graças aos estudos de Huxley, neurocientistas desenvolveram um novo campo de estudo a neurociência computacional. Essa área da neurociência que tem por objetivo o apreendimento das funções cerebrais em termos de processamento da informação que são produzidos no sistema nervoso (Patricia S. Churchland et al., 1993).

Com o desenvolvimento dessa nova área da neurociência, foram surgindo outras ramificações de pesquisas, como a simulação dos comportamentos neurais

biológicos em algoritmos computacionais, com o destaque das contribuições de dois cientistas:

1. Wilfrid Rall, neurocientista considerado um dos fundadores da neurociência computacional, por ter iniciado a modelagem computacional biofisicamente realista de neurônios e dendritos, utilizando a teoria do cabo (cable theory) para construir o primeiro modelo multicompartmental de um dendrito (W. Rall, 1962), e a modelagem compartimental passiva e ativa do neurônio (W. Rall, 1964);
2. David Marr, um neurocientista e psicólogo que integrou os resultados da psicologia, inteligência artificial (AI - Artificial Intelligence) e neurofisiologia para novos modelos de processamento visual, centrou-se nas interações entre neurônios, sugerindo abordagens computacionais ao estudo de como os grupos funcionais de neurônios no hipocampo e neocórtex interagem, armazenam, processam e transmitem informação (Dawson; Michael, 1998).

Com os avanços dos estudos na área da neurociência computacional, os modelos neurais propostos por Wilfrid Rall, David Marr, e outros neurocientistas, procuraram aproximar o processamento dos computadores ao “processamento” realizado pelo cérebro. Buscando uma mimetização computacional humana muito similar a realizada pelo sistema nervoso central (SNC).

A fim, de criar modelos em computador que reproduzem as propriedades comportamentais do encéfalo, ajudam os neurocientistas a compreender como características de estudo específicas se desenvolverem sem a utilização de um método invasivo (Mark F. Bear et al., 2002).

As informações providas por estes modelos são normalmente discutidas como uma “disciplina tecnológica que trata dos sistemas de processamento de informação paralelos, distribuídos e adaptáveis, autonomamente desenvolvendo capacidades de processamento da informação como respostas ao ambiente da informação.” (R. Hecht-Nielsen, 1990)

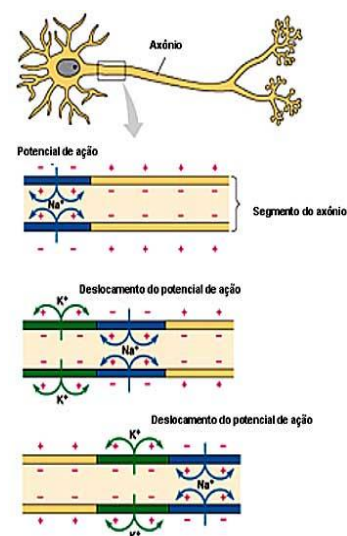


Figura 1 - Propagação do impulso nervoso, desencadeado pelo potencial de ação.

Fonte: Só Biologia (goo.gl/PNCAij).

Uma das aplicações do BCI, é a de permitir que pessoas que possuem alguma restrição de movimentação muscular, possa de alguma forma atenuar sua restrição de interação, por exemplo. Assim, o desenvolvimento do BCI pode ser considerado

uma forma de melhoria para a qualidade de vida dessas pessoas, existindo dessa forma um potencial vasto mercado.

O estudo da Interação com o sistema somático (EMG)

Ao longo da história, na busca pela compreensão do funcionamento do sistema nervoso central (SNC), houve a descoberta de que existem células especialistas para este sistema, essas possuem a característica de receber e transmitir estímulos elétricos e são conhecidas como neurônios. Para realizar o estudo da estrutura das células nervosas, os pesquisadores tiveram que vencer vários obstáculos.

Os sistemas neurais são agrupamentos neurônios que transmitem informações a outros sistemas neurais e também outros sistemas do corpo. Esses sinais são transmitidos através de impulsos elétricos gerados pelos neurônios, são os potenciais elétricos, e por meio químico entre os neurônios. Existem dois modelos de neurônios capazes de gerar e conduzir potenciais de ação, elas incluem tanto células nervosas quanto células musculares, ambos possuem uma membrana excitável.

O meio químico no qual os neurônios existem são condutores de eletricidade, logo, os elétrons transportados pelo axônio acabam vazando para o meio extracelular salino. No citosol da superfície da membrana há uma carga elétrica negativa comparando-se a carga externa. Esta diferença de carga elétrica é chamada de potencial de repouso. O potencial de ação é simplesmente a inversão dessa condição, e por um milissegundo o potencial elétrico da membrana se torna positivo (Mark F. Bear et al., 2002)

A partir da descoberta do potencial de ação, cientistas começaram a elaborar técnicas para a captação dos estímulos transmitidos pelo neurônio, de modo a monitorar a atividade elétrica das membranas excitáveis do sistema nervoso. Seu objetivo principal é analisar a velocidade de condução elétrica e o estado das unidades motoras para detectar lesões do sistema nervoso periférico e muscular localizando a lesão dentro da unidade motora (UM), e, também, quantificar tal lesão. O potencial de ação da unidade motora (PAUM) é a somação temporal e espacial dos potenciais de ação individuais de todas as fibras de uma UM.

A eletromiografia (EMG) é a técnica que monitora essas membranas, representando a medida dos potenciais de ação do sarcoma, como efeito de voltagem em função do tempo (W. Rall, 1964). Logo, o EMG é um somatório algébrico dos potenciais elétricos gerados nas fibras musculares, durante os diferentes categorias de contração, detectados sob a área de trabalho dos eletrodos aplicados em uma área do corpo humano.

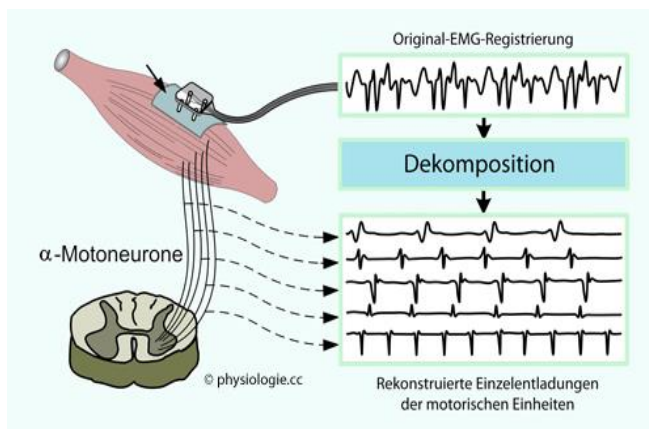


Figura 2 - Visualização da técnica de coleta do EMG.

Fonte: Adaptado de De Luca et al. 1982^a (goo.gl/xBZpLi).

Na aquisição do sinal de EMG, a amplitude do PAUM deriva de diversos fatores como a taxa de disparo, características da membrana da fibra muscular, diâmetro da fibra muscular, distância entre a fibra muscular ativa e o local de detecção do sinal EMG, a área de superfície de captação dos eletrodos e a extensão em que os eletrodos estão distribuídos sobre o músculo, ou seja, o local de posicionamento dos eletrodos.

Após a aquisição de dados, são necessários importantes procedimentos para o tratamento do sinal. O sinal EMG captado no corpo humano é um sinal analógico (um sinal contínuo no tempo), que é convertido para um sinal digital para poder ser registrado pelo computador. No EMG, quando a frequência do ruído difere da frequência do sinal de interesse, seu uso possibilita a limpeza do sinal. Isto é, o sinal coletado, ou sinal bruto, é submetido a um processo de filtragem específico e de grande valia, já que este minimiza a probabilidade de ruídos no sinal tratado.

O primeiro filtro passado chama-se filtro de rejeição de banda (Band Stop), no qual, os sinais coletados nas frequências próximas de 60Hz (frequência em média elétrica) são removidos. Outro filtro utilizado é o delimitador de banda chamado “filtro passa-banda” (Band Pass) que delimita o espectro de frequência a

amplitude desejada como, por exemplo, 20-250Hz, banda de operação natural dos neurônios.

Uma vez que o sinal foi obtido e tratado ele passa pelo processo de quantificação da densidade do espectro de sinal coletado. Duas formas comumente utilizadas para obtenção desse valor são a integral do sinal EMG (iEMG) o RMS. O iEMG é calculada através de uma integral a área, no espectro de frequência, preenchida por um sinal EMG. Outro tratamento implementado é a utilização do algoritmo da transformada rápida de Fourier (FFT), podendo gerar os valores de frequência mediana e frequência média, já que este possui uma grande precisão para análises envolvendo fadiga muscular.

A eletromiografia apresenta inúmeras aplicações, notadamente na clínica médica, para diagnóstico de doenças neuromusculares; na reabilitação, na reeducação da ação muscular (“biofeedback” eletromiográfico); na anatomia, com o intuito de revelar a ação muscular em determinados movimentos; e na biomecânica no sentido de servir como ferramenta indicadora de alguns fenômenos.

No desenvolvimento desta pesquisa, o EMG é utilizado com a aplicação na área da biomecânica, já que nesta área o registro da atividade eletromiografia nos permite a investigação de quais músculos são utilizados em determinado movimento. Sendo assim uma ferramenta indicadora de fenômenos, tais como, o nível de ativação muscular durante a execução do movimento, e a intensidade e duração da solicitação muscular possibilita a inferências relativas à fadiga muscular, também, para aqueles ainda, que não possuam todo o braço.

O Framework da Interação

Uma das áreas mais interessantes para o desenvolvimento de tecnologia nos últimos anos tem sido a interação por gestos de dispositivos. Ela permite aos usuários interagir com computadores sem a necessidade de tocar em qualquer tipo objeto de entrada, como um teclado ou mouse. Não há dúvidas de que há uma série de dispositivos que realizam estas abordagens, contudo, não são todas as

tecnologias que conseguem ser precisas, sendo fiéis (precisos) aos movimentos humanos.

A Thalmic Labs, empresa criada por três graduados em engenharia da Universidade de Waterloo, desenvolveu uma braçadeira chamada Myo que se utiliza de uma tecnologia inovadora. A partir de impulsos captados no antebraço, o bracelete estima os gestos humanos, como o “fechar a mão”, e os transforma em um código de máquina. Um equipamento implementado usando os estudos da interação BCI e as análises da interação do EMG com o corpo humano.

O Myo, captura a atividade elétrica dos músculos através de um conjunto de sensores de eletromiografia (EMG) que trabalham com uma malha de eletrodos com multicanais de alta-densidade permitindo uma captação mais apurada das contrações musculares, combinado com um giroscópio, acelerômetro e magnetômetro para reconhecer gestos e o movimento do braço para interagir com uma interface ou máquina.

Além disso, o Myo traz consigo inúmeras possibilidades de desenvolvimento por meio dos Softwares Development Kit (SDK) disponibilizados pelos cientistas da Thalmic Labs (Thalmic Labs, 2015). Através desses SDKs é possível que qualquer desenvolvedor possa se aventurar para criar interações utilizando o aparelho.

Quadro 1 - As funcionalidades disponibilizadas para cada SDK					
SDK	Gestos	IMU	EMG	Aplicação Completa	Plataforma
Keyborad Mapper	Sim	Não	Não	Não	Windows/OSX
Myo Script	Sim	Sim	Não	Não	Windows/OSX
Plataform SDK	Sim	Sim	Sim	Sim	Windows/OSX
Unity	Sim	Sim	Não	Sim	Windows/OSX
Android SDK	Sim	Sim	Não	Sim	Android
iOS SDK	Sim	Sim	Sim	Sim	iOS

De modo a ajudar a compreender e projetar como utilizar as aptidões de cada kit de desenvolvimento, ao explorar as características de cada SDK disponibilizado é possível determinar quais são as suas funcionalidades básicas. Dado que, cada SDK oferecido possui suas próprias operações e capacidades, podendo ser diferentes entre si e não apresentar todos os recursos

disponíveis. Assim, o quadro 1 ilustra as possibilidades de desenvolvimento, em suas versões atuais, para a criação de uma interação utilizando o bracelete.

As arquiteturas, ou frameworks, servem como a base do desenvolvimento da comunicação com o bracelete para o projeto. Sendo modelos ou conceitos de informação utilizados para detalhar explicitamente o sistema de coleta e envio de dados, de controle e de execução. E, por questões de boas práticas de desenvolvimento utilizadas na engenharia de software, para poder escolher uma boa técnica de a implementação é necessário conhecer a fundo um problema, de modo a obter a melhor solução a este. No caso, este problema, é poder definir a melhor arquitetura para o desenvolvimento.

Como apresentado na quadro 1, existem duas plataformas alvo dos SDKs do Myo. A primeira a plataforma do computador, sendo este Mac (OSX) ou Windows e a segunda sendo a mobile Android ou iOS. Apesar de estas duas plataformas serem o foco principal de desenvolvimento do bracelete, através de estudos e pesquisas de desenvolvimento na área, foi possível identificar algumas alternativas para adicionar ao framework de pesquisa. Dentre estas ferramentas vale destacar as plataformas Raspberry Pi e o Arduino.

Utilizando de metodologias ativas para uma análise para a estrutura de software, foi inferido que, ao obter o conhecimento sobre as vantagens e desvantagens de cada framework é possível obter um nível de solução mais adequada para este o desenvolvimento desta pesquisa. Da mesma forma que, ao alcançar uma sólida compreensão para a implementação de cada interface serviu para nortear a implementação da pesquisa. Seguindo essa lógica, foram exploradas características de cada interface de controle mostrada para a escolher a melhor arquitetura de implementação.

Quadro 2 - Capacidades dos Frameworks trabalhados e pesquisados				
Capacidades	Arquiteturas em Níveis			
	Raspberry Pi	Computador	Android	Mobile
Mobilidade	Médio	Nenhum	Alto	Alto
Suporte de Desenvolvimento	Baixo	Alto	Alto	Nenhum
Capacidade de Desenvolvimento	Alto	Alto	Alto	Médio
Integração IoT	Alto	Médio	Alto	Alto
Usabilidade	Médio	Baixo	Alto	Médio
Objetivo	Adequado	Pouco Adequado	Mais Adequado	Adequado

Após levantar os pontos positivos e negativos a respeito de cada um dos frameworks, foi necessário escolher um para realizar o desenvolvimento da interação homem-máquina. Sem dúvida todas apresentaram alguma vantagem para uma forma de utilização que traria grandes benefícios para a interação criada. No entanto, de modo a escolher uma para realizar o desenvolvimento com o foco da utilização de um dispositivo IoT, a arquitetura mais interessante para explorar essa área é a provida pela plataforma Mobile, a ultima coluna da tabela 2.

Realizar a conexão do Myo a um dispositivo mobile, interfere diretamente com o dia a dia das pessoas, o que traz uma grande vantagem para a interação. Já que, utilizando o bracelete com a interface Android, a interação BCI estará mais acessível para todas as pessoas, garantindo mais utilidades para o Myo ao explorar sua funcionalidade com as aplicações mobile, afinal possuir um smartphone na atualidade, tornou-se essencial para estabelecer as necessidades básicas de comunicação humanas, quanto para aumentar o nível de interações e possibilidades tecnológicas pelo dispositivo. Além de conseguir representar o potencial de um Computador na palma da mão. Utilizando da vantagem do dispositivo mobile estar presente no dia a dia de muitos.

Assim, tanto o Myo quanto a plataforma mobile estão livres para trazer a maior mobilidade para o usuário. Com a escolha do framework de trabalho para conceber a interação, é dado o enfoque em como ocorre a comunicação entre as interfaces para realizar o processamento dos dados. A plataforma serve como ponte da comunicação realizando a interpretação dos dados do bracelete através do SDK do Myo, com o outro lado da comunicação habitualmente utilizado pelo HCI como meio de interação com o usuário, um protótipo desenvolvido através da plataforma Arduino. Pronta para realizar a execução de uma ação de acordo com as informações enviadas pelo dispositivo mobile.

O Dispositivo BCI

O Myo é um dispositivo que apresenta grande parte do seu poder através da transformação de uma interação com o usuário, utilizando-se de técnicas de processamento de sinais para criar uma interação BCI. Sem dúvida a forma como

ocorre essa transformação é intrigante, por mais que pareça simples, essa interação é extremamente complexa, necessitando de uma grande quantidade de técnicas para realizar tal procedimento.

Por mais que pareçam indênticas as maneiras como os indivíduos praticam um mesmo gesto, por exemplo um punho, sobre um olhar microscópico, existe mais complexidade e variedade do que um olho humano pode atentar ao reparar uma gesticulação. Para reduzir os impactos de comportamento de sinais, os cientistas utilizam uma grande quantidade de dados eletromiográficos coletados, de modo a realizar manutenção do algoritmo utilizado para identificar um gesto e conseguir minimizar as diferenças na interpretação do EMG.

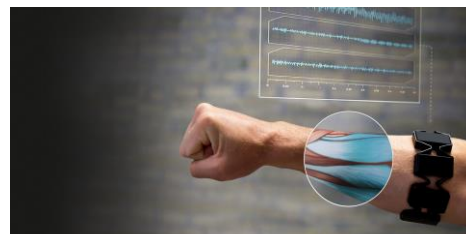


Figura 3 - Identificação de um gesto através do Myo

Fonte: Thalmic Labs
(<https://goo.gl/gxaspJ>).

Além da capacidade de entendimento da gesticulação humana através da coleta e processamento de sinais do EMG, o Myo utiliza de uma combinação de sensores espaciais, para poder medir com precisão os movimentos realizados pelo do braço do usuário.

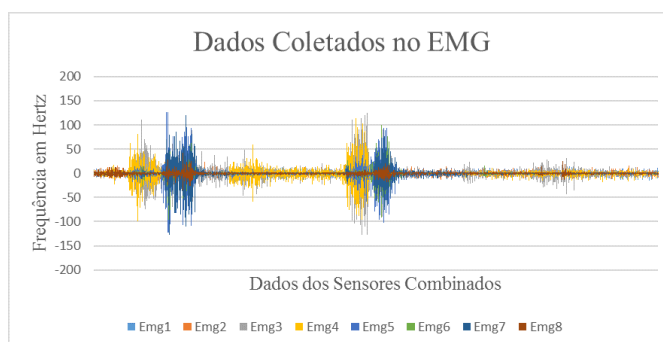


Figura 4 - Ilustração da aquisição dos 8 canais de EMG no longo de um período de tempo pelo aparelho.

Utilizando-se de uma unidade de medição inercial (IMU) para determinar a posição espacial do bracelete em relação a Terra. Com tal característica, é elaborada a mimificação dos movimentos por meio de uma interface gráfica criada para ilustrar e aumentar imersão da experiência produzida pelo bracelete ao usuário.

Por fim, o bracelete possui a capacidade de realizar uma comunicação wireless para transmitir dados coletados à uma interface intermediária, que realizará o processamento destes dados. Essa transmissão é feita através de uma tecnologia de comunicação sem fio, o Bluetooth, mais especificamente o Bluetooth Smart.

Uma tecnologia criada para funcionar no mundo todo, razão pela qual se fez necessária a adoção de uma frequência de rádio aberta e aceita em praticamente qualquer lugar do planeta. O Bluetooth possibilita a troca de dados a curtas distâncias (Kevin Townsend, 2014)

Para realizar o processamento de sinais biológicos a braçadeira Myo possui sensores eletromiográficos (EMG) que capturam os sinais elétricos provindos pelo corpo humano. Mais especificamente em 8 módulos de sensores separados para ler as atividades musculares e estimar o gesto que o usuário realizou. Através da biomecânica utilizada pelo dispositivo BCI, o registro da atividade eletromiográfica permite a investigação de quais músculos são utilizados em determinado movimento, o nível de ativação muscular durante a execução de um movimento, a intensidade e de duração da solicitação muscular, inferindo no modo ao qual o aparelho detecta uma pose decifrando a coleta do EMG.

Uma unidade de medição inercial (IMU) funciona através da detecção de aceleração linear usando um ou mais acelerômetros e a taxa de rotação usando um ou mais giroscópios. Os acelerômetros medem a aceleração ao longo dos eixos especificados, enquanto os giroscópios medem a aceleração sobre os eixos. Alguns módulos de

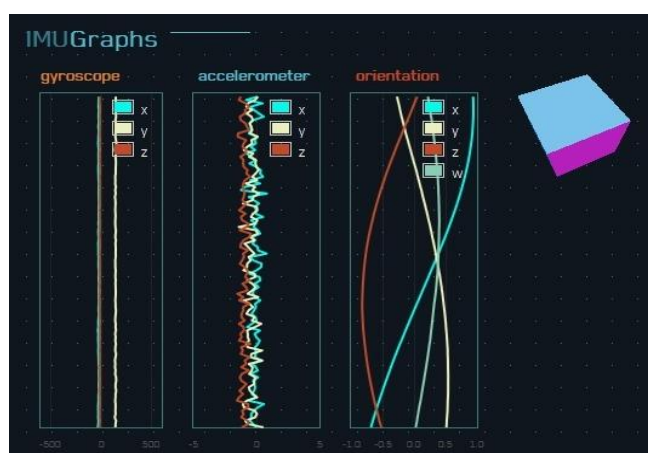


Figura 5 - Ilustração da coleta de dados responsável pela representação espacial do bracelete (cubo), através do IMU.

IMU também incluem um magnetômetro comumente usados como referência de título. As configurações típicas contêm um acelerômetro, giroscópio e magnetômetro por eixo para cada um dos três eixos do dispositivo: roll (Φ), pitch (θ) e yaw (ψ) (Sparkfun, 2017). Por meio dessa unidade, é possível realizar uma representação espacial do bracelete, e, conseqüentemente, a movimentação do braço do usuário durante a realização de um movimento.

Todos os sinais coletados pelo bracelete são enviados através de uma comunicação wireless para um dispositivo mobile, onde os dados são processados e traduzidos em comandos para operar outro dispositivo, geralmente, um sistema eletromecânico. O processamento dos dados é feito sobre as mudanças ocorridas tanto no espectro de potencial de ação no sinal do EMG quanto sua movimentação espacial através da utilização de um Quaternion. Há inúmeras possibilidades de

fazer a conexão com o Myo, dando uma grande gama de opções para trabalhar na interação homem-máquina nessa iniciação científica.

Com o resultado da integração dos dados do bracelete uma interface gráfica foi desenvolvida para apresentar os dados coletados e assim auxiliar nas tomadas de decisões. Essas interações representadas acabam por gerar um alto nível comunicação com o dispositivo, quebrando a barreira de uma interação. No próximo tópico é explorada essa gama de possibilidades, justificando a escolha de desenvolvimento da interação em si com o dispositivo.

O Resultado do sistema de Interação

Este projeto iniciou fazendo algo simples em resposta a uma pose, a fim de, demonstrar a capacidade da interação BCI provida pelo Myo. Para tanto, foi construído um protótipo através da plataforma Arduino, apesar de ter implementado e avaliado outras alternativas (tabela 2), para acender uma led correspondendo a um gesto captado pelo Myo. Por mais simples que pareça ser esse processo, ele é de grande importância para uma automação pois demonstra conhecimento de todo o processo, sendo que novas funcionalidades poderiam ser obtidas no futuro.

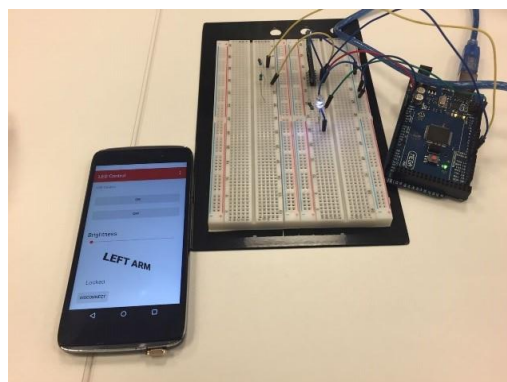


Figura 6 - Protótipo desenvolvido para testes da interação.

Graças facilidade de desenvolvimento de atuação, o Arduino é utilizado em milhares de projetos e aplicações diferentes. Desde a construção de instrumentos científicos de baixo custo, na comprovação de princípios de química e física, até em curso de introdução com a programação e robótica. Tornando-se em uma ferramenta chave para apreender coisas novas (Arduino, 2017)

A principal finalidade do Arduino em um sistema é facilitar a prototipagem, implementação ou emulação do controle de serviços interativos, ao nível doméstico, comercial ou móvel. Com ele é possível enviar ou receber informações de quase qualquer sistema eletrônico, tornando-o aplicável em diversas situações, tais como: identificar a aproximação de uma pessoa, variar a

intensidade da luz do recinto, abrir as janelas de um escritório de acordo com a energia da luz do sol e temperatura ambiente, entre outras.

Utilizando o Arduino foi elaborado um protótipo para atuar na interação do Myo em nível doméstico, aqui, concentrada apenas na automação de uma lâmpada. Essa automação, elimina a interação habitual com um interruptor, executando-a apenas com um gesto, traz um novo nível de controle e comodidade para a vida das pessoas. A figura 6 ilustra uma das primeiras prototipações do sistema integrado.

A interação e os estudos com o dispositivo Myo evoluíram gradativamente ao longo do projeto. Assim, próximo ao término do projeto, foi possível implementar um módulo IoT com o intuito de exemplificar a capacidade de desenvolvimento praticada, assimilando a um experimento real para a comunicação de uma interação BCI. Deste modo, o módulo concebido e apresentado neste projeto serviu como base para uma prova de conceito elaborado na disciplina do curso de Sistemas de Informação, o qual, apresentou maior completude de funcionalidade em um cenário real.

Na figura 7, o aplicativo instalado no dispositivo móvel - ao centro - processa os sinais adquiridos pelo Myo - à esquerda - e, então, transmite um comando de execução ao Arduino - à direita. O Arduino, logo quando recebe o comando a ser executado, apaga ou acende o led na placa central. Esse simples exemplo elucida o total funcionamento do sistema proposto, permitindo a execução de ações através do reconhecimento de gestos do usuário numa simples automação do led.

Mediante a utilização de um protótipo IoT e dispondo de uma asserção na disciplina projeto interdisciplinar do curso de Sistemas de Informação. Houve a possibilidade de associar os dois projetos com o intento de congrega o aprendizado em um único plano contemplando a integração de uma interação BCI utilizando o IoT criado na matéria interdisciplinar.

Deste modo, o módulo concebido e apresentado neste projeto serviu como base para uma prova de conceito elaborado na disciplina do curso de sistemas, o qual,

apresentou maior completude e funcionalidade em um cenário real. Visto que, o projeto sucedeu em um produto com valor agregado para a Startup OnHouse, organizada pelo grupo ao qual o iniciando é membro.

Figura 7 - Fluxograma da interação desenvolvida.



Considerações Finais

Este trabalho de iniciação científica se objetivou em estudar as interações entre homem e máquinas. Investigando desde os fundamentos que proveram a concepção das tecnologias atuais até o agraciamento do estado-da-arte, os quais proporcionaram novas contribuições para a interação Homem-Máquina.

Através do aprendizado obtido, áreas de estudo como a do HCI consagraram o entendimento de novos modelos de negócios por meio da busca de técnicas e interações mais fluentes. Tal qual, o aprofundamento da área de estudo provindo pelo BCI, para o desenvolvimento de uma forma de controle no qual pudesse realizar novas funções mediante o estudo da neurociência e modelos de coleta para estímulos nervosos no corpo humano.

Como resultado deste estudo: foi desenvolvido a integração de um sistema envolvendo as plataformas de desenvolvimento distintas; o desenvolvimento de um modelo de comunicação Bluetooth para integrá-las; o incentivo de ensino multidisciplinar o qual expandiu o âmbito de conhecimento tradicional da ciência da computação, por intermédio da neurociência; o know-how de desenvolvimento utilizando o dispositivo BCI trabalhado; a concepção de um módulo da internet das coisas (IOT); que por sua vez promoveram mudanças para a

composição do trabalho. Oportunizando o aprendizado no âmbito da neurociência despertando inúmeras possibilidades de pesquisa para a continuidade da formação acadêmica nessa multidisciplinaridade e novos modelos de negócio.

Ainda, é esperado obter maiores contribuições a partir de uma nova investigação utilizando outros dispositivos BCI, através de uma nova proposta de pesquisa e aquisição de novos equipamentos, que já foi submetida e aprovada. Essa área inova a cada dia no meio acadêmico, encaminhando muitas expectativas no avanço tecnológico e para a medicina. Assim, há uma oportunidade de pesquisa excepcional para a Interação Homem-Máquina, iminente no progresso do estudo utilizando as técnicas apreendidas com a braçadeira.

Assim, as possibilidades ocasionadas pela evolução do estudo, proporcionaram planos para trabalhos futuros, no intuito de evoluir e avançar no âmbito de ensino multidisciplinar proposto pela área de estudo do BCI. Alcançando o discernimento dos processos executados pelo processamento de sinais neurais, com o entendimento do processo biológico que advém do corpo humano. Direcionando-se cada vez mais a complementação das duas áreas de ensino que trabalham as interações humanas com as máquinas.

Referências

- ARDUINO. What is Arduino? 2017. Disponível em: . Acesso em: 26/03/2017.
- BEAR, M. F. et al. Neurociência, desvendando o sistema nervoso. Artmed, n. 2, 2002.
- DAWSON; MICHAEL. Understanding Cognitive Science. Blackwell Publishing, 1998.
- GREEN; PAUL. Iterative Design. Lecture presented in Industrial and Operations Engineering, Human Factors in Computer Systems, University of Michigan, Ann Arbor, MI, n. 436, February 2008.
- HEWETT et al. ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. July 2014.
- LABS, T. Myo Developer. 2015. Downloads SDKs, Firmwares and Other Resources for developing with myo. Disponível em: . Acesso em: 20/02/2017
- RALL, W. Theory of physiological properties of dendrites. Ann. N.Y. Acad. SCI, n. 96, p. 1071 - 1092, 1962.
- RALL, W. Theoretical significance of dendritic trees for neuronal input-output relations. In Neural Theory and Modeling, R.F. Reiss. Stanford Univ. Press, 1964.
- SPARKFUN. Accelerometer, Gyro and IMU Guide. Disponível em: <https://www.sparkfun.com/pages/accel_gyro_guide>. Acesso em: 09/05/2017.
- TOWNSEND, K. Introduction to Bluetooth Low Energy. 2014. Disponível em: . Acesso em: 13/03/2017.
- CHURCHLAND, P. S. et al. What is computational neuroscience? . Computational Neuroscience, MIT Press, p. 46 - 55, 1993. Edited by Eric L. Schwartz