

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

AQUISIÇÃO DE SINAIS BIOLÓGICOS EM UM AMBIENTE
INTELIGENTE ASSITIVO

Bolsista: Gabriel Reis e Silva, CNPq.

MANAUS
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-E/0019/2013
AQUISIÇÃO DE SINAIS BIOLÓGICOS EM UM AMBIENTE
INTELIGENTE ASSITIVO

Bolsista: Gabriel Reis e Silva, CNPq.
Orientador: Prof. Dr. Vicente Ferreira de Lucena Junior

MANAUS
2014

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao CETELI e aos seus autores. Parte deste relatório poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida no CETELI/UFAM.

RESUMO

O objetivo deste projeto é cooperar na investigação da coleta de sinais biológicos a serem utilizados em um sistema de controle de uma cadeira de rodas implementado pelo CETELI. Os sinais biológicos são sinais produzidos por qualquer ser vivo que regem o controle de seus complexos sistemas que compõem um todo, os mais relevantes para estudo são aqueles relacionados ao sistema nervoso e estão fortemente relacionados à região cerebral. Estes sinais podem ser medidos através de sensores especiais altamente sensíveis dispostos em pontos específicos onde o sinal encontra-se mais presente. A estratégia adotada para a coleta dos sinais foi inicialmente o estudo teórico de problemas relacionados e dispositivos capazes de auxiliar na coleta e interpretação destes. Adotou-se um dos dispositivos estudados e iniciou-se novas pesquisas de aplicações e funcionamento deste dispositivo. Com os sinais coletados em laboratórios foram propostos testes para o acoplamento destes sinais com os controles de uma cadeira de rodas. Após as primeiras pesquisas encontraram-se vários projetos relacionados com a obtenção de sinais biológicos sendo em sua maioria de sinais nervosos. Dentre os mais relevantes à aplicação proposta destacaram-se aqueles que se auxiliaram de capacetes para a obtenção do sinal. Foi estudado o capacete chamado Emotiv EPOC da Emotiv System, usado em diversos projetos de controle por possuir resultados precisos e por ser de fácil utilização e aprendizado. Com o capacete disponível iniciaram-se testes de seus funcionamentos assim como das diversas aplicações disponíveis no software do aparelho. E então foram propostas ideias para o uso dos sinais obtidos para serem usados no controle de uma cadeira de rodas. Os diversos estudos e testes mostraram um constante desenvolvimento das tecnologias empregadas para a obtenção de sinais biológicos. Em paralelo com esses avanços, várias aplicações de cunho social são desenvolvidas afim de propor a integração para aqueles que sofrem de alguma deficiência. O Emotiv EPOC é uma ferramenta de grande auxílio para esses projetos e propõe uma interface amigável para aqueles que buscam desenvolver projetos utilizando-o.

ABSTRACT

Biological signals acquisition to be interpreted aiming to support a control system of a wheelchair implemented by CETELI. Biological signals are signals produced by any living being governing the control of their complex systems that make up a whole, the most relevant to the study are those related to the nervous system and are strongly related to brain region. These signals can be measured through special sensors arranged at specific points where the signal is more present. The strategy adopted for the collection of signals was initially the theoretical study of related problems and devices able to assist in the collection and interpretation of these. Was adopted one of the devices studied and initiated new applications research and operation of this device. With the signals collected in laboratory, new tests for the coupling of these signals to the controls a wheel chair were proposed. After the first research, several projects related to obtaining biological signals being mostly nerve signal were found. Among the most relevant to the proposed application stood out those who used special helmets for obtaining the signal. Emotiv EPOC helmet called Emotiv System was studied, used in many control projects by having accurate results and be easy to use and learn. Supplied with the helmet, started its test runs as well as the various applications available in the device software. Then ideas have been proposed for use of the signals for use in controlling a wheelchair. The various studies and tests have shown a steady development employed in order to obtain biological signals technologies. In parallel with these developments, several applications of a social nature are developed in order to propose the integration for those who suffer from a disability. The Emotiv EPOC is a tool of great help for these projects and offers a friendly interface for those seeking to develop projects using it.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Aquisição de Sinais Biológicos.....	9
2.1 Emotiv EPROC Headset Kit.....	10
3. MÉTODOS UTILIZADOS.....	13
3.1 Apresentação do Problema.....	13
3.2 Levantamento do Requisitos.....	13
3.3 Hardware e Software.....	13
3.4 Implementação.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	17
6. FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
7. CRONOGRAMA EXECUTADO.....	20

1. INTRODUÇÃO

Para implementar o conceito de Ambientes Inteligentes (tradução livre do inglês Ambient Intelligence ou Aml) se faz necessário envolver uma grande quantidade de tecnologias e áreas do conhecimento relacionadas à eletrônica e ao desenvolvimento de software [1]. De acordo com [2], para se obter as características desejáveis aos Ambientes Inteligentes é necessário o domínio de tecnologias tais como novos materiais, sistemas microeletrônicos, tecnologias de sensores, comunicação sem fios, interfaces de comunicação inteligentes, softwares adaptativos, sistemas embarcados, agentes de software, etc [3].

De fato, o cenário tecnológico atual tem permitido que equipamentos cada vez menores tenham cada vez mais poder de processamento e de intercomunicação, e com isso, novas aplicações podem ser propostas [4]. Sensores e atuadores podem ser conectados em redes sem fio a custo mais baixo hoje em dia, tornando possível obter grande quantidade de dados a respeito de um determinado ambiente ou processo, e agir sobre eles [5, 6]. E isso deve acontecer sem a intervenção direta dos usuários humanos destes sistemas. No entanto, para que um cenário de Aml possa se tornar realidade, não basta apenas coletar dados. É preciso dotar o sistema de inteligência computacional para que o mesmo possa processar tais dados de forma a inferir no contexto dos mesmos e ainda levar em consideração a perspectiva do usuário humano [7, 8]. Com isso, é possível tornar o ambiente reativo e adaptável às necessidades dos usuários.

Diversos sistemas que usam os conceitos e abordagens de Ambientes Inteligentes procuram resolver problemas relacionados à saúde do ser humano que interage com esses sistemas. Nasce assim o conceito de Healthcare, ou seja, sistemas eletrônicos e computacionais, ubíquos e pervasivos, que oferecem soluções para pessoas com necessidades especiais. Essas necessidades podem vir de deficiências físicas ou mesmo devido ao envelhecimento. Um exemplo será apresentado no parágrafo seguinte.

Em [9] é construído um framework para um sistema de Healthcare usando Smartphone que possuem sensores sem fio conectados ao corpo do paciente, permitindo que seus sinais vitais sejam monitorados por uma Body Sensor Network (BSN). O sistema detecta os sinais vitais do paciente e os envia para um servidor, que os processa e, em seguida, os repassa a um centro de saúde especializado. O objetivo desse trabalho foi garantir a segurança nas transmissões, usando uma rede BSN. Essa abordagem permite que seja possível acompanhar

pacientes hipertensos na própria residência e monitorar eventos que ocorram nos dispositivos e nos sensores usando um celular ou pela Web.

O problema a ser tratado neste projeto de pesquisa envolve a coleta e o tratamento de sinais biológicos para viabilizar a identificação de novos serviços e aplicações de ambiente inteligentes com foco na saúde e bem estar de pessoas com mobilidade reduzida. Para tanto, será necessário estudar as tecnologias de sensoriamento biológico e acionamento automáticos, além de técnicas e tecnologias que permitem aprimorar os serviços oferecidos. O resultado será a proposição de novas abordagens teóricas e práticas para aquisição de sinais que viabilize a construção de aplicações para sistemas de ambiente inteligentes.

Os estudos se concentrarão principalmente em sistemas de aquisição modernos e no desenvolvimento de software para aplicações de inteligência artificial. Especificamente focará na proposição de sistemas que colem sinais biológicos, converta os mesmos em sinais eletrônicos que possam ser utilizados no controle e comando de aplicações inteligentes.

São objetivos específicos deste projeto:

- a) Modelar e construir um ambiente dotado de tecnologias de base que sirva para coletar sinais biológicos.
- b) Identificar esses sinais e propor mecanismos de acionamento que os utilizem como comando.
- c) Analisar teórica e experimentalmente os métodos investigados e os serviços propostos, seus modelos e suas aplicações, de forma a avaliar sua viabilidade e encontrar alternativas melhor apropriadas para as aplicações desejadas.
- d) Implementar protótipos dos serviços para comprovar a viabilidade das propostas formuladas.
- e) Avaliar os protótipos desenvolvidos e eventualmente implementar correções, ajustes e melhorias nos produtos gerados.

A fim de atingir os objetivos estabelecidos para este projeto de pesquisa, foram adotados caminhos e estratégias que auxiliaram no estudo. À princípio foi feita uma revisão bibliográfica consistente, pesquisando e estudando vários artigos, filtrando aqueles que teriam mais chance de ajudar no projeto. Fez-se a implementação de protótipos de coleta de sinais e processamento dos mesmos. Então implementar um sistema de acionamentos simplificado de aplicações de ambientes inteligentes, baseado nos sinais coletados, em laboratório. Em seguida a implementação de um sistema de acionamento da cadeira de rodas sob a plataforma de AmI

desenvolvida nas etapas anteriores. Teste de funcionalidade e prova de conceito da implementação realizada. Por fim, propor novos modelos, arquiteturas e serviços para ambientes inteligentes que possam ser construídos utilizando os resultados obtidos nos itens anteriores.

O enfoque será dado em soluções inovadoras que façam uso de novas tecnologias no âmbito de auxiliar a comunidades de pessoas com deficiência locomotiva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aquisição de Sinais Biológicos

O grande crescimento tecnológico somando ao crescimento do conhecimento científico o funcionamento do corpo humano, possibilitou um grande desenvolvimento de equipamentos e técnicas focadas na obtenção de sinais biológicos. Esses sinais podem ser de cunho mecânico, como o movimento de algum membro, ou até nervoso, podendo prever emoções, desejos e intenções do usuário. Com os equipamentos se tornando cada vez mais precisos e refinados, a criação de jogos, próteses mecânicas e até carros controlados pelo sistema nervoso já está sendo desenvolvida. Dentre os demais projetos que utilizam a aquisição de sinais biológicos os de cunho social se sobressaem sobre os demais em questões de investimentos e desenvolvimento.

O artigo escrito por Fernandes, Wanderley Fialho [10] descreve um sistema de aquisições de sinais biológicos criado à partir de um dispositivo chamado Spider8. Este dispositivo desenvolvido pela HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik) é um sistema eletrônico capaz de realizar medições de variáveis elétricas e processá-las em um computador. O autor do artigo tinha como objetivo transformar esse dispositivo em um sistema de captura e interpretação de sinais biológicos, por auxílio de sensores instalados, para ser usado no Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ.

O artigo mostra o desenvolvimento de sistemas de aquisição de sinais biológicos para o uso na Engenharia Biomédica, acentuando a importância desses equipamentos. O tipo de aquisição proposto no artigo foi a mecânica. Coletando dados a partir de movimentos. O uso de dispositivos não voltados diretamente para esse fim também acentua a gama de possibilidades de sistemas para tal uso.

O artigo de Doswald, Alistair [11] por sua vez utiliza equipamentos mais sofisticados para realizar a captura do sinal biológico. Ele propõe o uso de sensores elétricos extremamente

sensíveis no braço e no pescoço afim de medir os sinais nervosos e assim fazer o controle de um robô. O artigo mostra a precisão de equipamentos especializados para esse fim ao mesmo tempo que tenta sobrepor à relatividade do funcionamento do metabolismo humano em cada indivíduo.

Este último descreve o principal problema quanto à medição de sinais nervosos. Cada ser um conjunto de sinais nervosos que demonstram uma determinada intenção. Os cientistas por sua vez buscam encontrar um padrão para esses sinais de maneira que possam determinar com precisão uma determinada ação em qualquer pessoa. Porventura o padrão também pode variar com o equipamento utilizado e com a forma de medição. Por isto, antes de serem realizados teste é necessária a criação de um banco de dados de respostas à uma ação ou criar executar testes afim de conhecer o perfil do usuário.

2.1 Emotiv EPROC Headset Kit

O dispositivo usado para a aquisição de sinais usado no sistema foi Emotiv EPOC Headset mostrado na figura 1. O headset possui 14 eletrodos dispostos em regiões estratégicas com o propósito de medir sinais biológicos a partir de mais dois eletrodos de referência. O headset sincroniza, filtra e digitaliza a uma frequência de 128Hz e transmite para o computador através de um receptor sem fio conectado à porta USB. Além da sensibilidade à sinal nervoso, o headset também possui sensores que possibilitam captar movimentos da cabeça, tal como movimentos predeterminados como piscar um olho ou levantar as sobrancelhas. Essa característica agrega valores ao capacete uma vez que permite a captura de mais de um tipo de sinal.

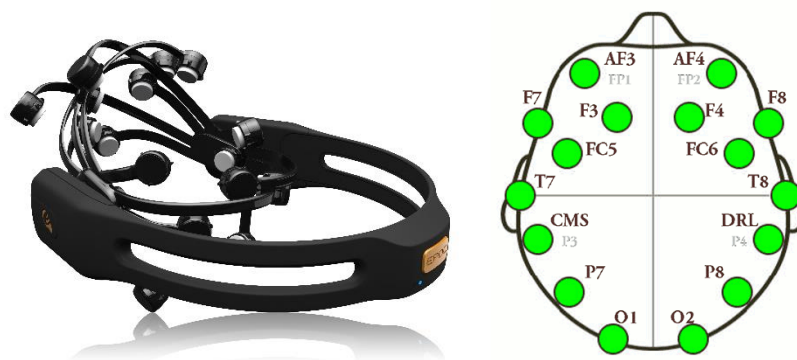


Figura 1.Emotiv EPROC Headset (esquerda) e a localização do eletrodos na cabeça (direita).
FONTE: Retirado de <<http://emotiv.com/about/media>> Acesso em: 1 novembro 2013.

O kit do EPROC Headset produzido pela Emotiv contém um EPROC Headset, um USB Transceiver, 16 sensores, uma solução salina, um carregador USB e um CD de instalação do software de desenvolvimento para Windows.

O Emotiv SDK, disponível no site do produto, é um software desenvolvido pela Emotiv com diversas ferramentas que utilizam o processamento dos sinais transmitidos pelo aparelho, o software recomenda que o usuário cadastre para que seja possível guardar os dados do usuário, visto que muitos dos sinais coletados são referentes somente ao próprio usuário.

Uma das ferramentas principais do SDK é o Emotiv Control Panel mostrado na figura 2, que ajuda o usuário a configurar o capacete para ser usado de maneira mais apropriada, mostrando os eletrodos com mais ruído e o que estão corretamente posicionados. Além dessa ferramenta, possui também outras para teste do aparelho já em execução.

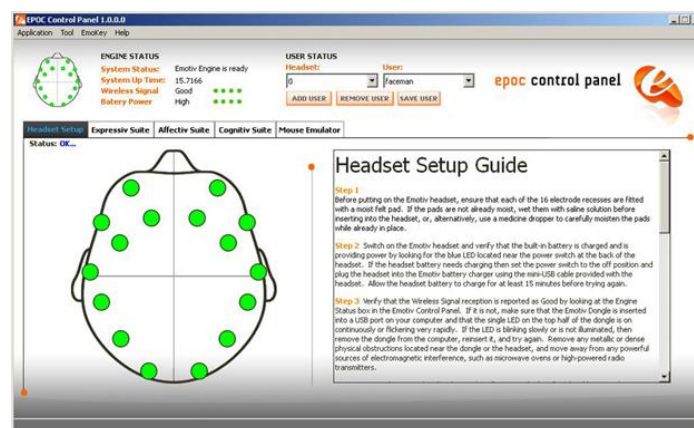


Figura 2. EPROC Control Panel.

FONTE: Retirado de

<http://www.smartdevicecentral.com/slide/The+Emotiv+EPROC+Meeting+the+Future+Head+On/248749_248750_2_0.aspx> Acesso em: 3 novembro 2013.

Uma destas é o Affectiv Suite que tem como função medir mudanças no humor do usuário. Ele detecta características da onda cerebral que são comuns para todo ser humano, não precisando de um treinamento específico. Porventura, afim de melhorar o desempenho, dados pessoais são coletados. A interface mostra os níveis de compromisso, tédio, excitação, frustração e meditação do usuário em tempo real.

Outra ferramenta é a Cognitiv Suite, que avalia as atividades das ondas cerebrais do usuário para discernir intenções de executar ações físicas em um objeto virtual. A interface mostra um cubo flutuando no centro, o usuário tem a opção de escolher quatro ações para serem

monitoradas, por exemplo, erguer o cubo, abaixá-lo, movê-lo para a direita ou esquerda, girá-lo, entre outras. Cada ação escolhida é tratada individualmente, sendo necessário que o usuário passe 8 segundos se concentrando na ação para que possa efetivamente ser usada.

Outra é o Expressiv Suite, na qual é apresentado a face de um robô que tenta imitar os movimentos faciais do usuário, como levantar as sobrancelhas, piscar e etc. Diferente da Cognitiv e da Affectiv, esta ferramenta utiliza somente os sensores mecânicos para realizar todo o processamento. Também não necessita de treinamento prévio.

A última ferramenta disponível é a Mouse Emulator, mostrado na figura 3, usada para fazer o controle do mouse do computador pela movimentação da cabeça do usuário, testando, por fim os sensores de movimento presentes no capacete.



Figura 3. EPROC Mouse Emulator.

FONTE: Retirado de

<http://www.smartdevicecentral.com/slide/The+Emotiv+EPROC+Meeting+the+Future+Head+On/248749_248750_7_0.aspx> Acesso em: 3 novembro 2013.

. O artigo escrito por Ericka Janet Rechy-Ramirez, Housheng Hu e Klaus McDonald-Maier [12] descreve uma aplicação prática do capacete Emotiv EPROC no controle de uma cadeira de rodas, porém o sinal biológico coletado para o controle foi somente a movimentação da cabeça. Para tanto usaram duas abordagens, na primeira, o usuário escolhia a ação diretamente, para ir para frente, levantava a cabeça, para a esquerda, olhava pra esquerda e assim por diante. Na segunda, o usuário faria somente dois movimentos, para cima e para baixo, o qual eram usados para escolher a ação, quando escolhiam a desejada ficavam parados e a cadeira respondia.

O artigo mostra claramente que o Emotiv EPROC pode ser usado como uma ferramenta de obtenção de sinais biológicos e controle, porém limita-se somente em um dos aspectos do

capacete. O projeto busca averiguar os outros aspectos quanto a efetividade no controle de uma cadeira de rodas.

3. MÉTODOS UTILIZADOS

3.1 Apresentação do Problema

O desafio proposto indicava que inicialmente seria necessário encontrar um meio de obtenção do sinal biológico. Após a definição do meio, seria preciso fazer testes para averiguar o dispositivo assim como aprender sobre seu funcionamento. Logo depois, começaria outra série de testes a fim de encontrar padrões no reconhecimento dos sinais para objetivos predeterminados, como mover a cadeira para a frente, trás e para os lados. Então começaria o processo de desenvolvimento do software responsável pela análise e interpretação desses sinais. Por fim, se faria a implementação, seguido de testes e ajustes.

3.2 Levantamento do Requisitos

Depois de várias pesquisas se decidiu pelo uso do capacete Emotiv EPROC, pois este apresenta diversos sensores para captação de sinais biológicos. No site da empresa, é possível baixar um software para testes e análise dos dados do capacete. Além disso o kit de desenvolvimento apresenta bibliotecas para Java, uma linguagem de programação simples e robusta, escolhida para fazer a implementação do software.

3.3 Hardware e Software

Os passos para a obtenção e interpretação do sinal são descritos no diagrama a seguir:

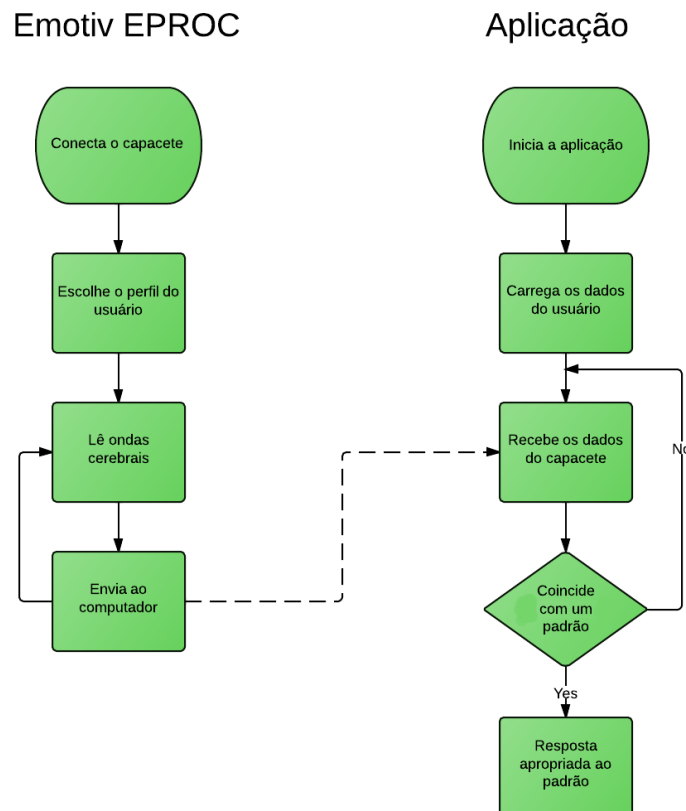


Figura 4. Fluxograma do projeto.

Inicialmente o usuário se conecta ao capacete e então escolhe seu perfil no aplicativo do Emotiv EPROC, pois lá se encontrava primeiramente registrado os padrões de ondas cerebrais para determinadas ações. Com o aplicativo rodando é iniciada a aplicação desenvolvida em java. A aplicação reconhecerá o usuário e carregará os padrões provenientes do programa do Emotiv EPROC. Após o carregamento do registro, a aplicação irá se encontrar em constante estado de atualização, recebendo os dados provenientes do capacete. Caso alguns desses dados coincidirem com os padrões registrados, a aplicação realizará a resposta apropriada para tal padrão. Na aplicação de teste, ao reconhecer um padrão, a aplicação irá mostrar uma janela com respectivo movimento da cadeira, por exemplo “Para Frente”.

3.4 Implementação

Após serem realizadas as revisões bibliográficas, iniciou-se o processo de escolha e compra do material. Houve um atraso considerável na liberação do Emotiv EPROC e sua chegada ao laboratório. Com o capacete em mãos iniciou-se os testes e reconhecimentos primeiramente com o software nativo do SDK, disponível no site da empresa. Logo testaram-

se alguns usuários para averiguar os recursos do software e tentar encontrar padrões de respostas das ondas cerebrais para algumas ações predeterminadas entre os recursos do software.

O software da empresa possui uma aplicação que denuncia os status dos sensores do capacete, onde quase todos encontravam-se muito ruidosos enquanto outros não eram nem reconhecidos. Após várias tentativas descobriu-se que os sensores deveriam ser abundantemente umedecidos pela base salina que vinha no kit. Após o procedimento de umedecimento, os sensores começaram a funcionar corretamente e então iniciou-se de fato os testes.

Iniciou-se as implementações do software em Java para a análise e interpretações dos sinais. Usou-se a biblioteca disponibilizada na empresa no Kit de Desenvolvedor. Junto com a biblioteca, também havia um exemplo de aplicação, usado como base para o software. A partir do exemplo, desenvolveu-se uma aplicação que recebia os sinais coletados do capacete, lia e interpretava o sinal a fim de identificar padrões que foram estabelecidos previamente. Cada padrão correspondia ao conjunto de ondas cerebrais do usuário captada nos sensores quando este desejava que algo, como por exemplo a cadeira, movesse para frente ou para trás. Então a aplicação mostrava um alerta quando algum comando era reconhecido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Emotiv EPROC se mostrou um dispositivo plenamente capaz de cumprir os objetivos propostos. Utilizando o capacete foi possível criar um ambiente dotado de funcionalidades para a coleta de sinais biológicos. Porém a coleta de sinais por meio da Electroencefalografia (EEG) ainda é uma tecnologia a ser muito desenvolvida e longe de ser ideal. O EPROC é um dispositivo altamente desenvolvido e disponível no mercado, mas apresenta ainda muitas dificuldades para seu uso. Inicialmente o capacete exige o uso abusivo do umedecedor a fim de diminuir o ruído presente nos sensores, que ainda é considerável.

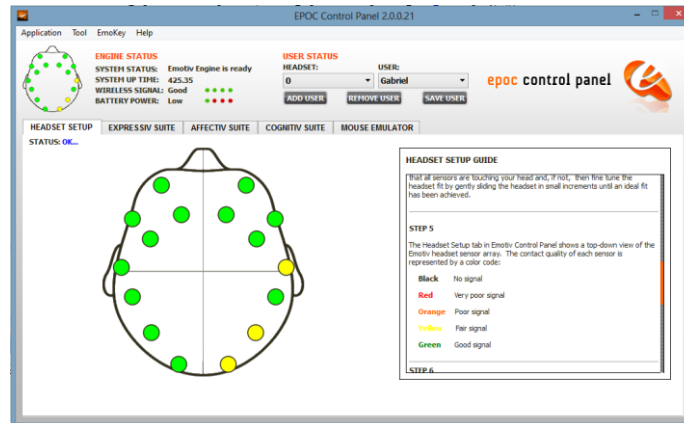


Figura 5. Níveis de ruído dos sensores captados pelo software da empresa. Na legenda: Preto: Não reconhecido; Vermelho: Sinal com muito ruído; Laranja: Sinal com ruído; Amarelo: Sinal com pouco ruído; Verde: Sinal bom (tradução livre).

Após atestar um nível de ruído reduzido, foi possível começar os teste no software da empresa. As aplicações que não exigiam o uso do EEG foram comprovadas altamente precisas, com apenas poucos atrasos. Porém na aplicação que o usava foi encontrado grande dificuldade no seu uso. No teste Cognitiv Suite, depois de serem configuradas as ações, elas não eram repetidas tão facilmente com o uso do capacete e exigia um foco muito grande por parte do usuário.

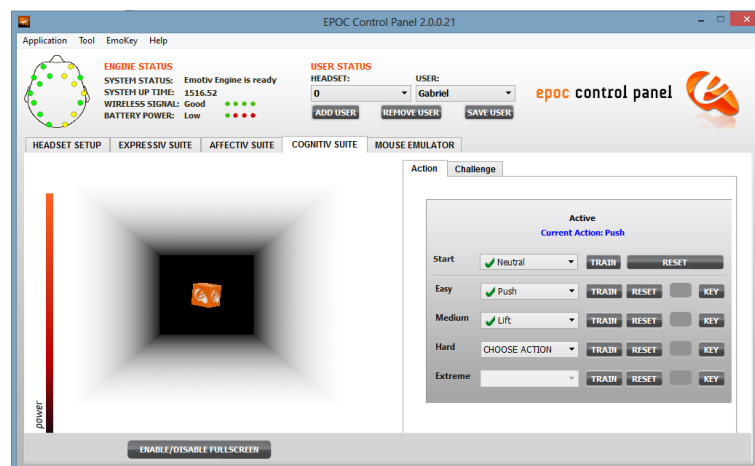


Figura 6. Cognitive Suite. Uso da ação Push (empurrar) por meio de EEG.

Para a aplicação proposta seria possível o uso de qualquer dos sinais biológicos captados pelo capacete, que são: movimentos da cabeça, expressões faciais ou EEG. Porém movimentos da cabeça e expressões poderiam ser muito inconvenientes para o usuário afim de realizar cada movimento desejado, então escolheu-se o uso do EEG.

Depois de testes exaltivos começou o desenvolvimento do software. O exemplo em java da empresa disponibilizava algumas ações captadas pelo EEG semelhante ao do software da empresa, porém é necessário este aplicativo aberto para carregar o usuário e os padrões registrados da ação. Com os dados disponíveis foi possível implementar um software capaz de detectar os padrões das ações com alguns ajustes para facilitar o mesmo e então responder de acordo com o padrão proposto. Para teste foi desenvolvido uma janela mostrando a ação quando esta era reconhecida.

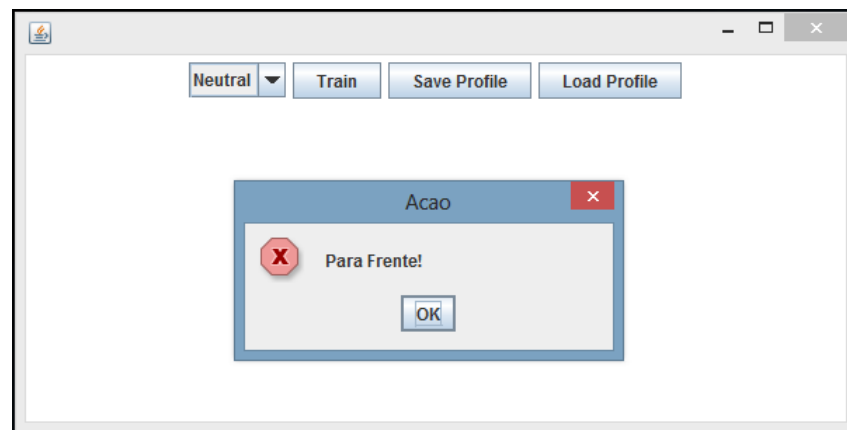


Figura 7. Aplicativo desenvolvido. Padrão reconhecido: Push. Ação correspondente: mover a cadeira para frente.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A obtenção de sinal biológicos é uma realidade nos dias de hoje. O crescente desenvolvimento de tecnologias para a captação desses sinais vem possibilitando a implementação de ferramentas cada vez mais sofisticadas e precisas tornando a inclusão social para deficientes uma verdade próxima.

O Emotiv EPROC é uma das poucas ferramentas de desenvolvimento que usam a tecnologia de EEG disponíveis no mercado, mesmo sendo necessário vários ajustes na ferramenta ainda possibilita o desenvolvimento de aplicações capazes de revolucionar na área de controle. Certamente dispositivos assim representam um grande avanço tecnológico resultado de muitas pesquisas e ainda se desenvolverão em termos de discricção e precisão.

A aplicação desenvolvida faz o uso de tal tecnologia, porém é possível observar diversas melhorias na mesma. A dependência da aplicação da empresa pode representar um problema, pois limita alguns recursos que poderiam se tornar vitais na expansão dos recursos disponíveis

na aplicação. Outro problema vital está na precisão do sinal, para melhorar este aspecto é necessário mais testes, mas certamente é possível aprimorá-la.

A resposta gerada pela aplicação desenvolvida ainda deve ser desenvolvida para ser acoplada ao controle da cadeira. Uma vez acoplado, novos testes se realizarão visando o conforto e precisão obtido dos usuários. Consequentemente melhorias deverão ser implementadas do projeto.

6. FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] VON HOUTEN, H.: The physical layer of ambient intelligence. VLSI Technology, (VLSI-TSA-Tech). 2005 IEEE VLSI-TSA International Symposium on; pp.: 9-12; 2005.
- [2] IST Advisory Group (ISTAG): Ambient Intelligence: From Vision to Reality, European Commission, 2001.
- [3] Mukherjee, S., Aarts, E., Roovers, R., Widdershoven, F., e Ouwerkerk, M.: Amlware Hardware Technology Drivers of Ambient Intelligence, Philips Research Book Series, Springer, 480 p., 2006.
- [4] BOEKHORST, F.: Ambient intelligence, the next paradigm for consumer electronics: how will it affect silicon?; Solid-State Circuits Conference, Digest of Technical Papers. ICCDCS 2008. 7th International Caribbean Conference on; pp.: 1-5; 2008.
- [5] Moeller, R.; Sleman, A.: Wireless networking sevicees for implementation of ambient intelligence at home; Devices, Circuits and Systems; ICCDCS 2008. 7th International Caribbean Conference on; pp.: 1-5; 2008.
- [6] Pauwels, E.J.; Salah, A.A.; Tavenard, R.: Sensor Networks for Ambient Intelligence; Multimedia Signal Processing, 2007. MMSO, 2007. IEEE, 9th Workshop on; 1-3 Oct. 2007 p.:13-16.
- [7] Lugmayr, A.; Saarinen, T.; Tournut, J.-P.: The Digital Aura – ambient mobile computer systems; Parallel, Distributed, and Network-Based Processing, 2006. PDP 2006. 14th Euromicro Int. Conf. on; pp.:7 pp.; 2006.
- [8] Becker, Martin; Werkman, Ewoud; Anastasopoulos, Michalis; Kleinberger, Thomas: Approaching Ambient Intelligent Home Care Systems, IEEE Volume 23, Issue 2, March-April 2008 pp.:15-18.
- [9] Acampora, G.; Loia, V.; Nappi, M.; Ricciardi, S.: Ambient Intelligence framework for contexto aware adaptive applications; Computer Architecture for Machine Perception; CAMP 2005. Seventh International Workshop on; pp.: 327-332, 2005.
- [10] Fernandes, W. F.: Sistema de Aquisição de Sinais Biológicos Utilizando o Dispositivo SPIDER8, p. 9, 2006.
- [11] Doswald, A.: Using Biosignals to Control the Neo Robot, pg 16-19, 2013.
- [12] Rechy-Ramirez, E. J.; Hu, H.; McDonald-Maier, K.: Head Movements Based Control of an Intelligent Wheelchair in an Indoor Environment, p. 1-6, 2012.

