SISTEMA DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA ASSISTIVA ACIONADO POR SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS

Vitor Azevedo Guimarães
Graduando do curso de Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia – MG. E-mail: vitorazvdo@hotmail.com
Nayara Nascimento Moraes
Doutoranda em Engenharia Biomédica pela Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: nayaranascimento@gmail.com
Eduardo Lázaro Martins Naves
Professor doutor da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: eduardonaves@yahoo.com.br
Pierre Pino
Professor da Université Paul Verlaine de Metz - França
Adriano Alves Pereira
Professor doutor da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: a.alves.pereira@uol.com.br
Adriano Oliveira Andrade
Professor doutor da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: aoandrade@yahoo.com.br
Alcimar Barbosa Soares
Professor doutor da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: alcimar.soares@gmail.com
Guy Bourhis
Professor da Université Paul Verlaine de Metz - França

RESUMO
Neste trabalho é apresentada uma interface homem-computador (HCI) controlada através do registro de um sinal eletromiográfico em tempo real. A ferramenta desenvolvida foi projetada para controlar um sistema de comunicação assistiva baseada em um sistema de varredura automática e cliques simples. Alguns testes foram realizados e os resultados mostraram que o sistema de comunicação assistiva em questão tem grande potencial para o auxílio de usuários que não conseguem se comunicar devido a disfunções motoras graves e perda da fala.

PALAVRAS-CHAVE: Eletromiografia, Interface Homem Máquina, Comunicação Assistiva.

ASSISTIVE COMMUNICATION SYSTEM TRIGGERED BY ELECTROMYOGRAM SIGNALS

ABSTRACT
We present a human computer interface (HCI) based in on-line electromyogram (EMG) from the muscle contraction. The designed tool was designed to control an assistive communication system (ACS) based on automatic scanning and single clicks. Tests were performed and results showed that the developed method is a good alternative to extend the

ACS utilization for users unable to communicate due to severe motor dysfunction and loss of speech.

KEYWORDS: Electromyography, Human-Computer Interface, Assistive Communication.

SISTEMA DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA ASSISTIVA ACIONADO POR SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS

INTRODUÇÃO

Estudos integrando conhecimentos com base nas ciências cognitivas, inteligência artificial e processamento de dados têm sido realizados a fim de desenvolver alternativas para que pessoas portadoras de disfunções motoras severas possam se comunicar interagindo com a sociedade e diminuindo assim sua dependência. [1] Um exemplo destas disfunções motoras graves é a Esclerose Lateral Amiotrófica, uma doença que acomete o sistema nervoso e causa a perda da função locomotora e da fala do paciente. Outra "deficiência" mais conhecida é a Tetraplegia ou Quadriplegia, uma paralisia devido a uma lesão na medula espinhal que afeta os membros superiores e inferiores, além da musculatura do tronco. Para que pacientes portadores destas "desabilidades" possam desenvolver atividades básicas de comunicação ou interação com computadores, a comunicação alternativa assistiva é uma ferramenta essencial que auxilia nestas tarefas. Ao longo dos anos o desenvolvimento de sistemas auxiliares à comunicação de pessoas portadoras de disfunções motoras tem sido investigado por pesquisadores de diversos centros de pesquisa [2], [3], [4]. Contudo, a produção e implementação destes sistemas geralmente é um processo altamente complexo, por envolver concepção de hardware dedicado, processamento de dados em tempo real, implementação de interfaces amigáveis para o simples controle do sistema pelo usuário, e desenvolvimento de ferramentas para a tradução de ações dos pacientes em comandos a serem interpretados pelos sistemas computacionais. Porém, mesmo com vários estudos e sistemas de comunicação alternativa assistiva desenvolvidos até o momento, a utilização de muitos destes é limitada a grandes centros de pesquisa, devido à dificuldade de uso ou alto custo. Em Outubro de 2006, foi consolidada uma cooperação científica entre a Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) da Universidade Federal de Uberlândia e a Universidade Paul Verlaine de Metz, da França. Especificamente, pesquisadores do LASC (Laboratoire d'Automatique humaine et de Sciences Comportementales) interagiram com pesquisadores do Biolab (Laboratório de Engenharia Biomédica). Foram abordadas então, duas sub-áreas da Engenharia Biomédica: Processamento de sinais biológicos e Engenharia de Reabilitação, sendo que a equipe brasileira possui experiência na primeira área e, o grupo francês na segunda. Portanto, estas duas áreas de conhecimento foram integradas de modo que foi desenvolvido pela equipe francesa um software de comunicação alternativa baseado em escaneamento automático capaz de ser acionado por comandos simples do tipo ON/OFF. Nesta pesquisa foram utilizados sinais de EMG para acionar funções oferecidas pelo software, especificamente, sinais provenientes de um músculo facial próximo a sobrancelha, já que estudos realizados, relatam que em várias doenças onde há degeneração muscular, os músculos próximos aos olhos são os últimos a serem afetados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi dividido em duas etapas distintas de forma que estas se integrassem ao final do mesmo para que fosse concretizado o desenvolvimento de uma ferramenta de comunicação auxiliar.

Inicialmente, trabalhou-se com a captação, análise e tratamento do sinal EMG, e posteriormente foram desenvolvidos artifícios computacionais que permitissem a comunicação entre o software utilizado e os comandos para acioná-lo, obtidos através dos sinais de contração muscular

A. EDiTH: Sistema a ser controlado

O sistema a ser controlado por uma contração muscular voluntária é o EdiTH. Este software possui diversas funcionalidades para auxiliar à comunicação de pessoas com disfunções motoras graves e que perderam a fala. O EDiTH baseia-se em um escaneamento automático que executa uma varredura sequencial de linhas e/ou colunas do software (de acordo com cada função específica), e pode ser controlado facilmente pelo usuário através de um sensor *on-off*.

Este sistema foi projetado para ser utilizado em computadores com suporte de multimídia, para além de permitir comunicação através da escrita, reproduzir comandos sonoros pré-estabelecidos que facilitem a comunicação entre o paciente e o ambiente ao seu redor.

Serão explicitadas a seguir, as principais funções de comunicação oferecidas pelo software EdiTH :

- **Comunicação escrita:**

Para realizar a comunicação escrita é utilizado um teclado virtual (ver Figura 1). Para selecionar um caractere no teclado virtual do EDiTH, o usuário deve, primeiramente, selecionar a coluna que contém a letra desejada quando o cursor de escaneamento (em cor azul) passa por tal coluna.

Logo em seguida, a cor do cursor muda para verde e inicia-se um escaneamento por linhas, passando pelas letras que compõem a coluna selecionada anteriormente. Desta forma, o usuário é capaz de selecionar a letra desejada através de dois comandos simples.

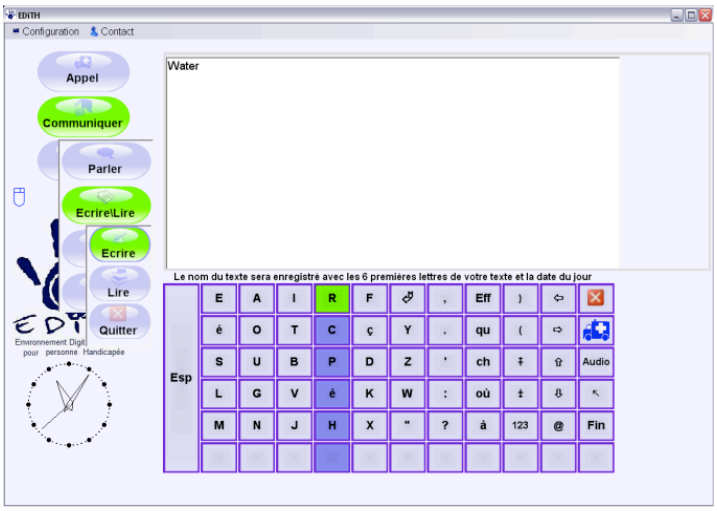

Figura 1 – Teclado Virtual do EDiTH

- **Comunicação oral:**

Para este tipo de comunicação, um conjunto de frases pré-gravadas foi armazenado separadas por tópicos nas funções do EDiTH. Quando o cursor (cor verde) passa sobre o elemento desejado e o usuário o aciona, um sintetizador de voz emite um comando sonoro para que alguém próximo reconheça uma necessidade do usuário.

Esta função executa normalmente, pedidos rápidos e simples como, por exemplo, expressar a sensação de fome do usuário. Em um hospital pode ser de grande auxílio, desempenhando funções como, por exemplo, mostrar uma parte do corpo que está dolorida ou algum desconforto do paciente, e em seguida fazer um pedido de massagem (ver figura 2) ou de reposicionamento no leito.

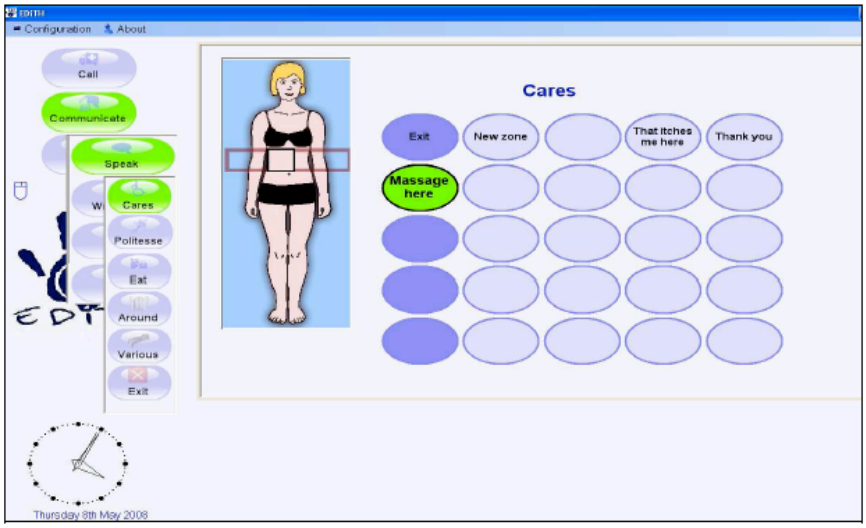

Figura 2 – Sessão de Comunicação Oral: usuário pedindo que alguém lhe faça massagem.

- **Chamar a Enfermeira ou um parente:**

Esta função é disponível em todas as telas e quando acionada emite um sinal semelhante ao de uma buzina, que informa à enfermeira ou a uma pessoa que está cuidando do usuário que ele necessita de algum tipo de ajuda.

- **Leitura de textos:**

Esta função permite que o usuário possa localizar um determinado texto ou um livro em formato de arquivo armazenado no computador, abrir, ler, ir para a página seguinte ou voltar para o anterior, e usar um marcador de texto para, quando der uma pausa, e posteriormente desejar retomar a leitura, voltar na página em que havia parado.

- **Acesso a um ambiente de multimídia:**

O sistema permite ao usuário acesso a arquivos armazenados de música (MP3, WMA e CD) e também de filmes (AVI e MPG), permitindo que ele escolha uma música ou um filme dentre as opções disponíveis e ainda controle o volume do som destas atividades.

- **Escrever e ler e-mails:**

Esta opção é uma das mais utilizadas pelos usuários portadores de disfunções motoras severas, pois permite que eles enviem e leiam mensagens, compensando em partes, a falta de comunicação pela qual o paciente convive.

- **Interface de configuração:**

O usuário não tem controle sobre esta opção. A pessoa responsável pelo paciente pode personalizar a interface operacional do EDiTH, modificando algumas opções de acordo com a necessidade do usuário.

Podem ser feitas alterações nas cores e nas teclas do teclado virtual, adicionar ou remover livros, arquivos de músicas e filmes, ou criar novas opções de frases prontas que são comumente utilizadas pelo usuário, para facilitar a comunicação deste (ver Figura 3).

Figura 3 – Interface de Configurações do EDiTH

A velocidade de varredura dos objetos a serem selecionados, bem como do teclado virtual, também pode ser ajustada em dois modos: um modo padrão fixo, em que se define esta velocidade e ela permanece durante todo o tempo de execução do software, ou um modo adaptativo, onde de acordo com o treinamento do usuário, o cursor passa a se mover mais rapidamente ou de maneira mais lenta [5].

B. Aquisição do Sinal EMG

A fim de selecionar as opções oferecidas pelo sistema EDiTH, contrações musculares voluntárias de um músculo localizado logo acima da sobrancelha foram realizadas e os bio-sinais emitidos por essa ação, desempenharam o papel de um *click* para acionar a opção de interesse.

Figura 4 – Usuário acionando o sistema EdiTH através de sinais EMG

Para a captação destes sinais, foi utilizado no músculo evidenciado (ver Figura 4), um sensor de EMG específico desenvolvido no Laboratório de Engenharia Biomédica, que permite captar superficialmente sinais de amplitudes muito baixas, o que, normalmente, não é possível ser feito com sensores convencionais, já que são desenvolvidos para captar a ação de músculos maiores. Outro eletrodo, o de referência, foi posicionado superficialmente logo acima da clavícula.

Para a aquisição e tratamento do sinal obtido, foi utilizado um aparelho de eletromiografia que desempenha as funções de filtragem de ruídos e amplificação do sinal para que este possa, então, ser analisado. Este aparelho permite a comunicação com um PC através de dados enviados a uma porta USB do computador, para que se seja possível manipular ações a serem executadas de acordo com a interpretação da faixa de amplitude do sinal coletado. Para isso, foi utilizado o software LABVIEW, onde foram especificadas certas funções lógicas que permitiam, através de um gráfico de tensão pelo tempo, analisar o sinal.

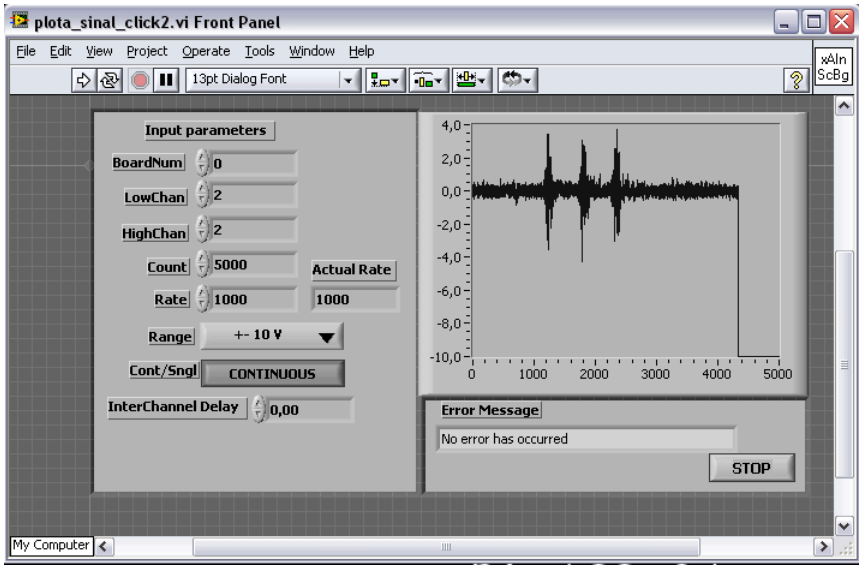

Figura 5 – Sinal EMG plotado no software LABVIEW

Neste software, foi fixado um limiar de amplitude de tensão de 2V, para que, quando realizada uma contração muscular, se o bio-sinal obtido ultrapassasse este limiar de

voltagem, um comando de acionamento (*click)* seria enviado ao sistema EDiTH para acionar uma de suas funções. Para que este sistema funcione, o LABVIEW e o EDiTH, devem ser executados simultaneamente.

RESULTADOS

Foram realizados experimentos deste sistema em que o usuário era uma pessoa não portadora de disfunções motoras, que escreveu por várias vezes a palavra "*water"* (água, em inglês). Inicialmente escolhemos nas configurações do EDiTH, o modo adaptativo para a velocidade da varredura, sendo assim, de acordo com que o usuário iria escolhendo as opções de maneira correta, o cursor se movia com maior velocidade. Obtivemos, assim, os seguintes resultados:

Tabela 1: Resultados obtidos com o tempo de varredura adaptativo.

Experimento	Tempo de escrita da palavra *water* (s)
1	26,10
2	22,67
3	30,09
4	22,23
5	21,52
6	19,93
Média	**23,75**

Posteriormente, com o usuário já adaptado ao sistema, fixamos o tempo de varredura em 800ms, e o tempo médio para escrever a mesma palavra, foi reduzido.

Tabela 2: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas.

Experimento	Tempo de escrita da palavra *water* (s)
1	21,68
2	20,97
3	24,10
4	20,51
5	20,53
6	20,23
Média	**21,33**

Deve-se levar em consideração, que em alguns experimentos (em ambos as situações), o usuário errou a coluna em que estava à letra desejada e, então, teve que esperar o escaneamento resetar e passar novamente pela coluna em que estava a letra desejada, aumentando o tempo de escrita da palavra em questão.

DISCUSSÃO

O sistema de comunicação alternativa assistiva acionado por sinais EMG mencionado neste trabalho, possibilita, através de uma interação homem-computador que pessoas portadoras de disfunções motoras graves e que não conseguem se expressar de forma oral, possam se comunicar utilizando artifícios computacionais programados para desempenhar funções de escrita e fala.

Resultados demonstraram que, apesar de ser um processo lento devido ao tempo de espera do escaneamento e devido a erros que comumente ocorrem durante a execução do sistema pelo usuário, a ferramenta aqui apresentada é bastante interessante para auxiliar pacientes que, às vezes, não conseguem se comunicar de maneira alguma.

Em outro trabalho, no qual também foram realizados experimentos em que se escrevia a palavra "*water"*, porém acionando um teclado virtual por meio de navegação horizontal e vertical (sem escaneamento) através da captação de sinais Eletrooculográficos (EOG), levou-se em média 24,7 segundos para escrever tal palavra [6].

Já em outra pesquisa desenvolvida, o sinal EOG foi utilizado como comando *on-off*, em que, assim como neste plano, o sinal captado acionava o mesmo sistema de escaneamento e escrevia a mesma palavra através de um limiar de amplitude de tensão. Com o mesmo tempo de varredura (800ms), foi gasto em média 7,63 segundos por caractere [7]. Porém, deve-se considerar que na frase escrita neste outro trabalho (cinco palavras e 57 caracteres) a chance de ocorrerem erros na seleção das colunas ou linhas é maior, aumentando o tempo médio final de escrita.

Dados evidenciados neste plano mostraram que os softwares baseados em escaneamento automático, atualmente, são mais rápidos que os sistemas que utilizam navegação horizontal e vertical em um teclado virtual com posterior acionamento de uma tecla através de um comando, como por exemplo, uma piscada voluntária.

Além disso, em contrapartida a outros sistemas de comunicação assistivos comerciais, o sistema apresentado neste trabalho é um sistema bastante simples, barato, e facilmente implementado, pois se necessita apenas de um computador com os devidos softwares (EDiTH e LABVIEW) instalados, um sensor de eletromiografia e um eletrodo de referência conectados a um aparelho que realiza a aquisição dos sinais EMG.

Portanto, o desejo da equipe que trabalha neste projeto é de que, após a realização de mais testes com diversas pessoas portadoras de disfunções graves, este sistema seja implementando para auxiliar a todos que necessitam de um suporte que facilite a comunicação deles com a sociedade.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o apoio da CAPES através do projeto CAPES/COFECUB n° 627/2009.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TIDE. Commission of the European Communities, Technology Initiative for the Disabled and Elderly People, Workplan, 1994.
2. ALM, N., ARNOTT, J.L., NEWELL, A.F. Prediction and conversational momentum in an augmentative communication system, Communications of the ACM, vol.35, n°5, pp.47-57, 1992.

3. ANGELO, J. Factors affecting the use of a single switch with assistive technology devices, Journal of Rehabilitation Research and Development, vol.37, n°5, sept-oct 2000.

4. BOURHIS, G., ANDRE J.M., YVROUD E. Désigneur polyvalent pour grands handicapés moteurs présentant des troubles de la communication verbale, Innovation Technologique en Biologie et Médecine, n°4, vol.7, p.474-481, 1986.

5. GHEDIRA, S., PINO, P., BOURHIS G. Conception and experimentation of a communication device with adaptative scanning, ACM Transactions on Accessible Computing, special issue on Augmentative and Alternative Communication, vol.1, no. 3, pp. article n°14, 2009.

6. USAKLI A. B., GURKAN S., ALOISE F. *et al.*, On the use of electrooculogram for efficient human computer interfaces, Computational Intelligence and Neuroscience, Article ID 135629, 5 pages, 2009.

7. NAVES, E.L.M., ANDRADE, A.O., SOARES, A.B., PEREIRA, A.A., PINO, P., BOURHIS, G. Interface EOG pour la contrôle d'une aide à la communication. In: Congrès HANDICAP 2010. Anais do HANDICAP Congrès 2010, Paris, França, 2010.