

Interfaces cérebro-computador através de Eletroencefalograma

Guilherme Feulo

Grupo de Computação Musical IME/USP

guifeulo@hotmail.com

19 de novembro de 2013

Estrutura

- 1 Interfaces cérebro-computador
- 2 Tipos de interfaces
- 3 Eletroencefalograma
- 4 Classificação de sinais
- 5 Considerações Finais

Interfaces cérebro-computador

Uma interface cérebro computador é um sistema de comunicação que gera sinais de controle utilizando sinais cerebrais, isto é, um sistema que traduz atividade cerebral em comandos para o computador ou outros dispositivos.

Aplicações

■ Bioengenharia

Aplicações

- Bioengenharia
- Medicina Diagnóstica

Aplicações

- Bioengenharia
- Medicina Diagnóstica
- Pesquisas em neurociência

Aplicações

- Bioengenharia
- Medicina Diagnóstica
- Pesquisas em neurociência
- Interação Homem-máquina

Fluxo de Controle

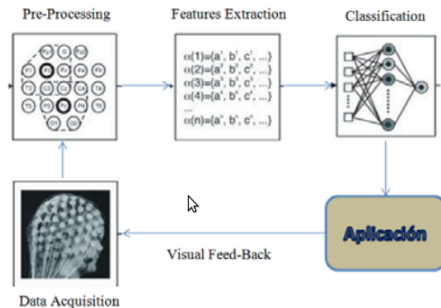


Figura: Fluxo de Controle de uma interface cérebro-computador

Tipos de Interface

As interfaces cérebro computador podem ser classificadas como:

- Síncrono ou Assíncrono

Tipos de Interface

As interfaces cérebro computador podem ser classificadas como:

- Síncrono ou Assíncrono
- Invasivo, Semi-invasivo ou Não-invasivo

Síncrono

Em sistemas Síncronos os sinais cerebrais são obtidos através da resposta a estímulos realizados pelo sistema ao usuário (podem ser visuais, auditivos ou tácteis)

Assíncrono

Neste tipo de sistema é analisada a atividade voluntária do usuário, esta análise é feita mantendo-se uma comunicação em tempo integral com a interface e analisando continuamente os sinais cerebrais e classificando-os periodicamente.

Invasivos

Interfaces invasivas são implantadas diretamente no interior da matéria cinzenta do cérebro. Por estar em contato direto com a matéria cinzenta interfaces invasivas produzem maior qualidade de sinal mas são propensas a formação de cicatrizes causando interferências ou até mesmo perda total do sinal. As principais aplicações de interfaces invasivas estão na construção de próteses, tanto motoras como visuais.

Semi-Invasivos

Interfaces semi-invasivas, são geralmente realizadas através de Eletrocorticografia e onde são implantando eletrodos no interior do crânio porém na parte externa do cérebro. Este tipo de interface apresenta um menor risco cirurgico e também de formação de cicatrizes, porém apresenta uma diminuição na relação sinal ruído se comparada com uma interface invasiva.

Não-Invasivos

Interfaces não-invasivas consistem na captação do sinal cerebral através de exames cerebrais que não envolvem contato direto com o cérebro, como por exemplo: ressonância magnética funcional, magnetoencefalografia ou eletroencefalografia. Embora interfaces deste tipo tenham menor custo, o sinal produzido por elas tem resolução muito baixa se comparada com os outros métodos.

Eletroencefalograma

Eletroencefalografia (EEG) é a forma mais estudada dentre as interfaces não-invasivas, principalmente por ter boa resolução temporal, baixo custo e grande portabilidade.

Eletroencefalograma



Figura: Exemplo de Interface com EEG

Funcionamento

Os sinais do eletroencefalograma são medidos utilizando-se eletrodos, posicionados na superfície do couro cabeludo, sensíveis as mudanças de potencial que ocorrem após a sinápsse. Estes potenciais são criados em áreas de polarização e despolarização locais quando os neurotransmissores são disparados.

Funcionamento

Os sinais do eletroencefalograma são medidos utilizando-se eletrodos, posicionados na superfície do couro cabeludo, sensíveis as mudanças de potencial que ocorrem após a sinápsse. Estes potenciais são criados em áreas de polarização e despolarização locais quando os neurotransmissores são disparados.

Por estarem localizados na superfície do couro cabeludo, o sinal captado pelos eletrodos recebe interferência de sinais musculares do pescoço e face, além de sofrer um espalhamento causado pela reflexão do sinal no crânio.

Posicionamento dos eletrodos

Estes eletrodos são posicionados de acordo do com o Sistema Intercional de posicionamento 10-20, para captar as diferenças de potencial das diferentes áreas do cérebro.

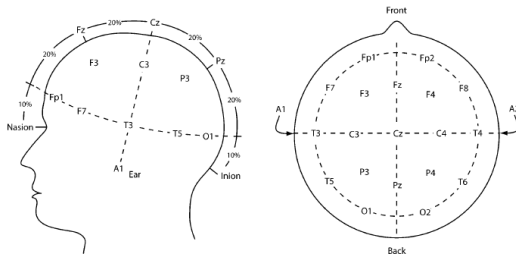


Figura: Sistema de Posicionamento de Eletrodos 10-20

Forma do Sinal

Outra característica das interfaces por eletroencefalograma é a sua natureza oscilatória que possibilita a análise dos dados utilizando-se da teoria de processamento de sinais.

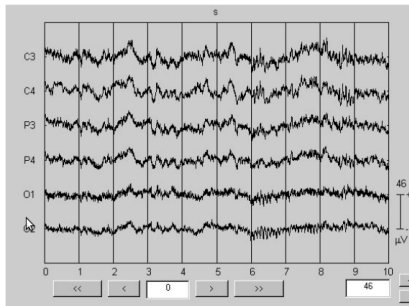


Figura: EEG de um adulto fazendo multiplicações

Classificação dos Sinais

A análise de um EEG é complexa, devido a grande quantidade de informação recebida de cada eletrodo. Diferentes tipos de sinal são classificados de acordo com a frequência, origem e até forma de onda. Embora nenhum destes sinais sejam produzidos de forma isolada determinadas atividades do cérebro fazem com que alguns tipos sobressaltem sobre outros. Existem 5 tipos que são particularmente importantes:

Ondas Alpha e Beta

Ondas Alpha variam entre 8 e 13 hz, com amplitude de $30-50\mu V$.
Aparecem com mais força nos córtex frontal e occipital e são associados de relaxamento e desatenção.

Ondas Alpha e Beta

Ondas Alpha variam entre 8 e 13 hz, com amplitude de $30\text{-}50\mu V$.
Aparecem com mais força nos córtex frontal e occipital e são associados de relaxamento e desatenção.

Ondas Beta variam entre 13 e 30 Hz, e tem amplitude de $5\text{-}30\mu V$.
Ondas Beta são associadas com os estados de concentração, atenção e solução de problemas concretos. Durante períodos de atividade mental intensa pode atingir picos de até 50 HZ.

Ondas Alpha e Beta

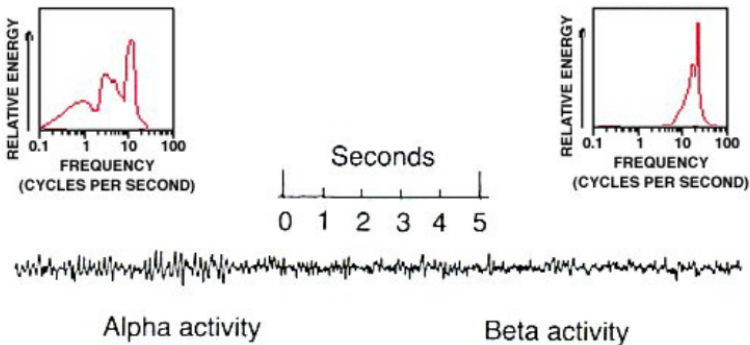


Figura: Ondas alpha (esquerda) e beta (direita)

Ondas Mu

Ondas Mu variam entre 8 e 12 Hz. Este tipo de onda está associado ao movimento do corpo e é localizado principalmente no córtex motor.

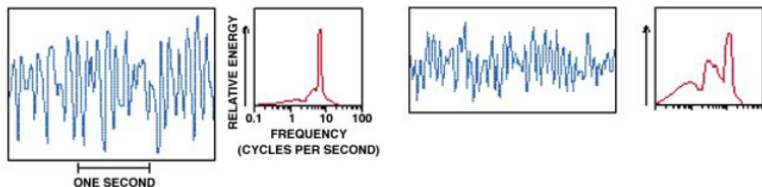
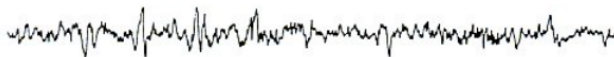


Figura: Ondas mu (esquerda) e alpha (direita)

Ondas Theta

Ondas Theta variam entre 4 e 7 Hz, com amplitudes que superam $20\mu V$. Este tipo de onda está associada ao estresse emocional, especialmente frustração e desapontamento, assim como inspiração criativa e estado de meditação.



Theta activity

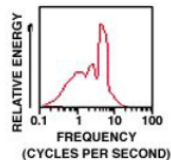


Figura: Ondas Theta

Ondas Delta

Ondas Delta variam de 0.5 a 4 Hz. Este tipo de onda é associado principalmente com o estado desacordado da mente e por muitas vezes é confundido com interferências vindas dos músculo do rosto e pescoço no EEG.



Figura: Ondas delta

Existem muitas outras classificações de sinais principalmente quando se trabalha com sistemas Sincronos, pois é possível estabelecer uma janela temporal após o estímulo para observar diferentes respostas do cérebro.

Existem muitas outras classificações de sinais principalmente quando se trabalha com sistemas Sincronos, pois é possível estabelecer uma janela temporal após o estímulo para observar diferentes respostas do cérebro.

Já nos sistemas assíncronos grande parte dos sistemas trabalha monitorando ondas alpha e mu, pois podemos alterar a amplitude dessas componentes realizando algum esforço mental como imaginar uma figura ou tentar realizar uma operação aritmética.

Considerações Finais

Características das Interfaces por Eletroencefalograma:

- Não-invasiva, portátil e de baixo custo

Considerações Finais

Características das Interfaces por Eletroencefalograma:

- Não-invasiva, portátil e de baixo custo
- A qualidade do sinal é baixa

Considerações Finais

Características das Interfaces por Eletroencefalograma:

- Não-invasiva, portátil e de baixo custo
- A qualidade do sinal é baixa
- Pela característica dos sinal podemos usar processamento de sinais para melhorá-lo

Considerações Finais

Características das Interfaces por Eletroencefalograma:

- Não-invasiva, portátil e de baixo custo
- A qualidade do sinal é baixa
- Pela característica dos sinal podemos usar processamento de sinais para melhorá-lo
- É atualmente o sistema mais utilizado para interfaces de interação homem-máquina



Ochoa, Jorge B. (2002)

EEG Signal Classification for Brain Computer Interface
Applications

Ecole Polytechnique Federale de Lausane



Roman-González, A. (2012)

EEG Signal processing for BCI Applications

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco



Szafir, daniel (2010)

Non-invasive BCI through EEG

Boston College, Seniors Honors Thesis

Obrigado!