

COMO REDUZIR SINAIS DE ELETROOCULOGRAFIA (EOG) NO CONTEXTO DA INTERFACE CÉREBRO COMPUTADOR COM O PROGRAMA OPENVIBE.

Breno Bellintani Guardia y Paula Gomes Pinto.

Cita:

Breno Bellintani Guardia y Paula Gomes Pinto (2025). *COMO REDUZIR SINAIS DE ELETROOCULOGRAFIA (EOG) NO CONTEXTO DA INTERFACE CÉREBRO COMPUTADOR COM O PROGRAMA OPENVIBE. XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica, XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas, I Semana da Pedagogia e X Semana da Biologia. Instituto Federal de São Paulo - Câmpus São Roque, São Roque.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/jpctifpsrq/8>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/paWp/QhO>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite:
<https://www.aacademica.org>.

COMO REDUZIR SINAIS DE ELETROOCULOGRAFIA (EOG) NO CONTEXTO DA INTERFACE CÉREBRO COMPUTADOR COM O PROGRAMA OPENVIBE

Breno Bellintani Guardia^{1 2}, Paula Gomes Pinto²

¹ Instituto Federal do Paraná (Campus Pinhais)

² Instituto Federal de São Paulo (Campus São Roque)

breno.bellintani@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta um tutorial para orientar o uso de um processo informático para reduzir ruídos de eletrooculografia (EOG) em registros de eletroencefalografia (EEG) através do programa OpenVIBE, empregado em processamento de dados em interações cérebro computador. O programa OpenVIBE é gratuito e acessível em língua inglesa, sendo um instrumento eficiente para pesquisas com equipamentos de interface cérebro computador. Este trabalho se justifica pela necessidade de aprimorar a qualidade dos dados experimentais de EEG no contexto das interações cérebro computador, cada vez mais complexas e exigentes, graças ao crescente número de pesquisas e aplicações técnicas nesta área. Também se justifica pelo fato da ferramenta de atenuação de ruídos ser realmente eficiente, acessível e gratuita, mas seus desenvolvedores não terem divulgado todas as informações necessárias para seu uso, o que faz a curva de aprendizagem dos pesquisadores muito lenta, quando poderia ser rápida com o conhecimento das informações apresentadas aqui. O objetivo central deste trabalho é orientar pesquisadores da interação cérebro computador a melhorar a qualidade de seus dados experimentais de EEG aplicando filtros matemáticos de redução de ruídos elétricos de EOG (EOG denoising) por meio de processos desenvolvidos para esta finalidade. A metodologia empregada foi investigar e compreender o funcionamento e as configurações específicas da redução de ruídos elétricos com gravações prévias de EEG, de projetos anteriores de nossa equipe. Nestas gravações de EEG foram intencionalmente feitos pelos voluntários "piscadas" e movimentos de olhos para gerar sinais de EOG destinados a testar estratégias de aprimoramento de dados para eliminação de ruídos elétricos. Os resultados deste trabalho confirmaram que o processo de eliminação de ruídos de EOG do programa OpenVIBE é eficiente e capaz de atenuar picos de elevada e média amplitudes, quando corretamente calibrado, e individualmente em cada registro experimental de EEG. A atenuação de picos de EOG no EEG se mostrou mais eficiente quando utilizado um canal de EEG na região periocular ou *nasion* (Nz), na qual os sinais de EOG são mais fortes, o que gera uma referência bem definida na etapa de calibração do algoritmo de eliminação de ruídos. Por fim, conclui-se que o programa OpenVIBE possui um processo eficiente e automatizado para reduzir ruídos de EOG. Ainda, que o algoritmo executado tenha potencial de influenciar informações em todo o registro de EEG, além dos picos de EOG. Por este motivo, cabe a cada pesquisador testar e comparar esta metodologia com seus dados em particular, analisando antes e depois da aplicação do filtro de eliminação de EOG (denoising), ponderando sobre eventuais distorções ou perdas de informações, no contexto específico de sua metodologia e objetivos experimentais.

Palavras-chave: calibração, denoising, Ganglion, Cyton, Brain Computer Interface.

Modalidade: Resumo Expandido

Apresentação

Interface cérebro computador (BCI, *brain computer interface*) é um equipamento informatizado de captura de dados de eletroencefalografia (EEG) humana, que permite a uma pessoa interagir com um computador através da atividade cortical elétrica de seu cérebro, resultante dos processos psicofisiológicos de seus pensamentos. Esse processo possui as seguintes etapas: 1) captura dos potenciais elétricos de EEG; 2) eliminação de interferências elétricas ("ruídos") de órgãos ao redor do cérebro (músculos faciais e olhos); 3) classificação das informações em categorias e; 4) atribuição de significados (codificação) às atividades elétricas identificadas (Ramadan e Vasilakos, 2017). A eliminação ou atenuação das interferências elétricas dos órgãos vizinhos ao cérebro é essencial para qualificar os sinais cerebrais captados a um nível capaz de efetivamente interagir e controlar um computador. "Ruídos elétricos" de tensões e

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



movimentos de músculos faciais e olhos, e da atividade neural da retina, são capazes de sobrepor-se à sutil atividade cerebral cortical, interferindo na interação cérebro computador. Por essa razão, pesquisas com interface cérebro computador (BCI) tem criado estratégias de identificação e neutralização de ruídos elétricos para evidenciar os sinais cerebrais e aprimorar a eficiência das interfaces. Uma interferência importante nos registros de EEG são os potenciais elétricos de origem ocular e peri-ocular, que podem ser registrados na eletrooculografia (EOG) da mesma forma que a EEG. São potenciais de alta amplitude e curta duração, naturalmente presentes nos instantes que as pessoas voluntárias piscam e/ou movem os olhos durante a EEG nos equipamentos de BCI. O presente trabalho investigou o processo de atenuação destes sinais de EOG com o programa de informática OpenVIBE, um software especificamente criado para monitorar e controlar interfaces cérebro computador. Compreendeu-se todas as etapas do processo de atenuação de sinais de EOG (*EOG denoising*) e, por fim elaborou-se neste trabalho um roteiro para aplicação desta funcionalidade de melhoramento de dados para pesquisas com BCI.

Materiais e métodos

Todo o desenvolvimento deste trabalho foi feito na condição de dados *offline*, portanto sem participação de pessoas voluntárias em experimentos, mas apenas aproveitando registros de EEG gerados e gravados ao longo de dois (2) projetos anteriores do coordenador deste trabalho. O primeiro projeto foi submetido em 2023 na Plataforma Brasil sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) número 75713923.7.0000.5473, e recebeu aprovação de execução do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) do Instituto Federal de São Paulo no parecer número 6.589.291. O segundo projeto foi submetido em 2024 na Plataforma Brasil sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) número 77265023.5.0000.5473, e recebeu aprovação de execução do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) do Instituto Federal de São Paulo no parecer número 6.659.553. Em síntese, apenas dados de EEG com pessoas gravados previamente foram suficientes para testar as funções e entender o processo de atenuação de ruídos de EOG (*denoising*) neste trabalho, sem necessidade de experimentos com pessoas. Informações metodológicas referentes aos projetos supramencionados podem ser consultados em Nascimento et al. (2023), Pinto e Bellintani-Guardia (2024), e Bellintani-Guardia e Pinto (2024).

Os arquivos de dados de EEG aqui utilizados foram previamente gerados através de dois equipamentos de interface cérebro computador (BCI, *brain computer interface*) do fabricante OpenBCI (USA). Um primeiro equipamento de aquisição e registro de EEG no contexto de BCI foi o modelo *Ganglion board* de 4 (quatro) canais e frequência de amostragem (*sampling rate*) de 200 Hz. O segundo equipamento foi o modelo *Cyton board* de 8 (oito) canais e frequência de amostragem (*sampling rate*) de 250 Hz. Estes equipamentos podem ser visualizados no site do desenvolvedor, no link: [OpenBCI Featured Products – OpenBCI Shop](#). Ambos os equipamentos são placas de circuitos eletroeletrônicos com transmissão de dados sem fio via *bluetooth*, alimentados com bateria de polímero de lítio de 3,7 volts. Captação e gravação de dados de EEG utilizados neste trabalho foi feita através do software gratuito OpenBCI-GUI (*Graphic User Interface*) do mesmo fabricante das placas de EEG-BCI. Este software gratuito está disponível em: [OpenBCI | Downloads](#). Um protocolo de transmissão de dados do programa OpenVIBE permitiu em tempo real que os registros de EEG recebidos das placas (*Ganglion* e *Cyton*) fossem transferidos durante os experimentos para o programa OpenVIBE, através do qual eram gravados nas extensões “.ov” e/ou “.gdf” nativas do programa OpenVIBE, para serem posteriormente analisados *offline*.

Detalhes deste protocolo de conexão e transmissão de dados entre os programas OpenVIBE e OpenBCI estão disponíveis no trabalho de Pinto (2024).

O programa de informática com o processo de atenuação de ruídos de EOG (*denoising*) utilizado neste trabalho foi o OpenVIBE, na versão 3.6.0 (janeiro 2024) disponível no link: [OpenViBE | Software for Brain Computer Interfaces and Real Time Neurosciences](#). Este programa é gratuito, e foi instalado e utilizado em três computadores diferentes (um computador pessoal *desktop*, e dois *notebooks*) todos com as configurações de *hardware* atendendo ao exigido para rodar o programa. Os computadores utilizados estavam com sistema operacional Windows 10 ou 11 instalados, em versões atualizadas conforme disponibilidade de atualização pela Microsoft.

A metodologia para compreender o funcionamento do processo de atenuação de ruídos de EOG (*denoising*) no programa OpenVIBE pressupõe conhecimentos básicos sobre o uso deste programa. Foi necessário um período anterior a este projeto, dedicado a estudos gerais sobre o uso do OpenVIBE, com base em leituras das informações dos desenvolvedores nas páginas: [Documentation | OpenViBE](#). O uso do programa OpenVIBE requer conhecimentos operacionais básicos sobre como usar os dois principais módulos: o *Acquisition Server* (OV-AS) e o *Designer* (OV-D). Os conhecimentos sobre estas funcionalidades básicas do OpenVIBE são pré-requisitos para utilização com sucesso das funções de redução de ruídos oriundas de sinais eletrooculográficos. Para acesso às informações básicas recomenda-se aos iniciantes no uso do OpenVIBE acessar o site dos desenvolvedores em: [OpenViBE | Software for Brain Computer Interfaces and Real Time Neurosciences](#), bem como os trabalhos em português de Pinto (2024), e Pinto e Bellintani-Guardia (2024).

Após apropriação das funções básicas foram acessadas as explicações específicas sobre o processo de atenuação de ruídos de eletrooculografia (EOG *denoising*) presentes nas páginas: 1) [OpenViBE Documentation: EOG Denoising](#), e 2) [OpenViBE Documentation: EOG Denoising Calibration](#). Estas foram as principais fontes de informações sobre o processo de atenuação de ruídos de EOG disponibilizadas pelos desenvolvedores do OpenVIBE.

Apesar dos dados de EEG utilizados neste projeto não terem sido gerados especificamente para esta finalidade, já havia planejamento de seu uso para futuros estudos de aprimoramento de qualidade com “limpeza” de ruídos, uma vez que a presença de sinais elétricos adversos, oriundos de movimentações oculares e contrações musculares faciais serem uma problemática frequente nas pesquisas com BCI. Por esta razão vários dados gerados com as placas de 4 canais (*Ganglion*) e 8 canais (*Cyton*) haviam sido propositalmente gravados com piscadas e movimentos de olhos com eletrodos cutâneos nas posições próximas ao rosto principalmente em *nasion* (Nz), frontoparietal (Fp1, Fpz e Fp2), anterofrontal (AF7, AF3, AFz, AF4 e AF8) e pontos frontais diversos, segundo o sistema 10:10 e 10:20 de posicionamento internacional de eletrodos de EEG.

Segundo o trabalho de Schlögl et al. (2007) os ruídos de EOG tem origem nos globos oculares, em orientação tridimensional (horizontal, vertical e radial). Os sinais de EOG (ruídos elétricos no EEG) são gerados durante o processamento neural da visão na retina, gerando dipolos elétricos. Também contribuem para o EOG os movimentos sacádicos (curtos e rápidos) dos olhos, bem como a movimentação das pálpebras (piscadas). Nesta metodologia é necessário que sejam produzidos registros propositalmente de EEG com EOGs, antes da gravação original de um experimento de interesse. Estas gravações devem conter sinais elétricos de EOG claros e bem definidos, que servem de referência no cálculo do coeficiente tridimensional de correção (“b”) destes ruídos na função matricial de calibração do OpenVIBE. Nesta função um algoritmo baseado em métodos estatísticos de regressão calcula na função matemática no box “EOG *denoising*” uma matriz de atenuação dos sinais de EOG, previamente gravada no arquivo “b-

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



Matrix-EEG.cfg" na etapa de calibração, com base no trabalho de Schlögl et al. (2007), conforme descrito pelos desenvolvedores do OpenVIBE em [OpenVIBE Documentation: EOG Denoising](#), e pelos autores do referido artigo. O objetivo do presente trabalho foi apresentar um guia passo a passo para usuários com familiaridade com o programa OV utilizarem com êxito a funcionalidade nativa de redução de ruídos de eletrooculografia (EOG), visando aprimorar a qualidade de dados de eletroencefalografia (EEG) no contexto de experimentos para interação cérebro computador.

Resultados

O principal resultado deste trabalho é um roteiro passo a passo para atenuar ruídos de EOG (*denoising*) com o programa OpenVIBE. A utilização desta funcionalidade se aplica no melhoramento ("limpeza") de artefatos elétricos em dados de pesquisas que empregam a eletroencefalografia (EEG) em interfaces cérebro computador. Este roteiro em etapas sequenciais e cronológicas está disponível no final deste trabalho na **Tabela 1** (seção Apêndice).

Em síntese, o processo de atenuação de ruídos de EOG em sinais de EEG com o programa OpenVIBE é feito em duas etapas: (#1) Calibração de referência, com uso do cenário *EOG calibration*, no módulo *Designer*; e em seguida, (#2) Redução de ruídos de EOG, com uso do cenário *EOG run*, também no módulo *Designer* do programa OpenVIBE.

O uso com êxito do processo de atenuação de ruídos de EOG (*denoising*) pressupõe que o usuário domine os conhecimentos básicos para operar o programa OpenVIBE, bem como possua registros de EEG com sinais de EOG, que sirvam de referência para calibrar o algoritmo de atenuação de sinais. Apesar dos desenvolvedores do programa OpenVIBE terem disponibilizado dezenas de páginas de internet com explicações sobre o funcionamento do programa, estas geralmente abordam o funcionamento básico do programa. Os processos de calibração e atenuação de ruídos de EOG no OpenVIBE possuem configurações não divulgadas, ou subentendidas, que são decisivas para o sucesso da aplicação.

O roteiro na **Tabela 1** apresenta a sequência cronológica detalhada de etapas e configurações necessárias para o processo de atenuação de ruídos de EOG, iniciando com a pré-visualização de dados (cenário *GDF reader*) para o usuário selecionar os registros de EEG de seu interesse. Inicia-se o processo com a seleção de registros de EEG, incluindo aqueles com os sinais de EOG, que se deseja atenuar.

O usuário deve ter consciência que todo sinal de EEG é registrado em um equipamento com uma determinada frequência de captação dos sinais, denominada frequência de amostragem, ou *sampling rate*. É preciso conhecer esta informação sobre o equipamento, sendo que a mesma pode ser verificada também nas gravações de EEG feitas pelo seu equipamento. Na **Tabela 1**, no passo nr. 4, estão orientações sobre como acessar esta informação de *sampling rate* dos dados com o cenário *GDF reader*. O valor de *sampling rate* é necessário para definir valores de *sample per buffer* enviados pelos boxes *GDF reader* que sejam múltiplos entre si. Deve-se uniformizar essa configuração nos cenários utilizados.

Após selecionados estes registros de EEG com sinais de EOG, deve-se iniciar o cenário *EOG calibration*. Neste cenário os registros com ruídos de EOG servem como referência na execução de um algoritmo de calibração no qual uma equação de regressão calcula a atenuação dos sinais de EOG gerando um coeficiente de correção tridimensional, a matriz "b". (vide detalhes em Metodologia). Conforme comentado na **Tabela 1**, o cenário *EOG calibration* precisa ser gravado numa pasta do usuário, fora do sistema de pastas do OpenVIBE, o qual não permite alterações na sua estrutura de arquivos e cenários. Neste cenário o usuário deve estar atento ao box "*EOG_Denoising_Calibration*" para definir também em qual pasta gravar o arquivo "*b-Matrix-EEG*"

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



fora do sistema OpenVIBE. Caso contrário ocorrerão erros persistentes no processo. Definidos os novos locais de gravação, o usuário deve estar atento às configurações do cenário *EOG calibration*, conforme comentado na **Tabela 1**. O usuário deve estar atento aos avisos e alertas gerados pelo OpenVIBE no módulo *Designer* durante a execução das funções, disponíveis na barra oculta sob o sinal de "+" no canto inferior esquerdo.

Por fim, o usuário executa o cenário *EOG run*, que é propriamente o cenário que executa o algoritmo de atenuação de ruídos de EOG (*denoising*). Nas configurações deste cenário, detalhadas na **Tabela 1**, nos passos 14 ao 17, o usuário deverá carregar o arquivo "*b-Matrix-EEG*" gerado pelo cenário *EOG Calibration*, carregar o arquivo de interesse com os sinais de EEG e executar o processo de atenuação de EOG (*denoising*). A execução deste cenário apresenta dois gráficos simultâneos nos quais são exibidos simultaneamente os sinais originais sem alteração (*Before*), e os sinais após o processo de recálculo dos dados sob o coeficiente de correção no gráfico (*After*).

Como resultados finais, observou-se que a atenuação dos "picos" de EOG pode ocorrer de forma quantitativa (amplitude) e qualitativamente variável entre diferentes registros de EEG. Ao longo de vários ciclos de repetições do processo com diferentes gravações de EEG, constatou-se que ocorrem variações na eficiência do processo, que foram atribuídas aos registros de EOG utilizados como referência na calibração do coeficiente de correção. Variações na intensidade dos sinais de EOG dentro de um mesmo registro podem levar a atenuações parciais de alguns ruídos, que por isso não desaparecem totalmente. Como a duração do intervalo de calibração (início e término) é definida pelo usuário no cenário *EOG Calibration*, através do box *Keyboard simulator*, as variações na definição da duração deste intervalo de calibração podem resultar em variações na atenuação dos sinais de EOG.

Considerações finais

O processo de atenuação de sinais de EOG com o programa OpenVIBE é rápido e automatizado, substituindo processos manuais que consomem muito tempo e esforços. Também se mostrou um processo eficiente de atenuação de ruídos de EEG, se observadas as configurações corretas, e houver conhecimentos básicos do pesquisador sobre o uso deste programa. O emprego da funcionalidade de atenuação de EOG depende em grande parte de sinais de referência gerados intencionalmente com as características que se deseja eliminar na filtragem de sinais, e para tal recomenda-se a leitura de Schlögl et al. 2007.

A qualidade da atenuação dos sinais de EOG depende diretamente dos sinais de referência utilizados na calibração da função geradora do coeficiente "b" de correção. Portanto, podem ocorrer variações na intensidade e qualidade dos resultados gerados pelo processo de atenuação de ruídos, cabendo necessariamente ao pesquisador avaliar a efetividade e, principalmente a validade do processo de atenuação de ruídos, no contexto específico de seus objetivos.

Este processo de atenuação pode ser empregado em experimentações em tempo real (*online*) durante a participação de pessoas voluntárias. Nestes casos deve haver sempre a geração de arquivos de referência com EOGs para cada sujeito voluntário individualmente, antes da execução das atividades específicas propostas em cada experimento do pesquisador.

Tecnologias e equipamentos de interface cérebro computador (BCI) vem se tornando cada vez mais importantes nas pesquisas sobre o cérebro e a cognição humana, bem como suporte para pessoas com necessidade especiais, e no desenvolvimento de novos produtos destinados a entretenimento, a educação e saúde mental, entre outros. A alta qualidade dos

sinais de EEG empregados nas BCIs é essencial para o avanço destas pesquisas e para o correto funcionamento de novas tecnologias de pesquisa, assistência e suporte de usuários.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de São Paulo (Campus São Roque) e ao Instituto Federal do Paraná (Campus Pinhais) pelo incentivo institucional formal para a execução deste trabalho de pesquisa e sua divulgação científica. Não houve bolsas, nem custos financeiros neste projeto. Os recursos materiais e dados digitais necessários para a execução provieram de projetos anteriores do grupo de pesquisa.

Referências

BELLINTANI-GUARDIA, B; PINTO, P. G. Metodologia para identificação de “potenciais relacionados a eventos” (ERP) com eletroencefalografia (EEG) em equipamento de Interface Cérebro-Computador (BCI). Em: **Anais XII Jornada de Produção Científica e Tecnológica e XV Ciclo de Palestras Tecnológicas (Cipatec): Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável**, de 12 a 14 de Novembro. São Roque (SP) ISSN: 2675-1046. Pgs. 86-92, (2024). Disponível em: [Edições anteriores](#)

NASCIMENTO, V. P. do; MAWARIDA, E. Y.; BELLINTANI-GUARDIA B. Estabelecimento e operacionalização de um equipamento para pesquisa aplicada em Interação Cérebro Computador. Em: **Anais XI Jornada de Produção Científica e Tecnológica e XIV Ciclo de Palestras Tecnológicas (Cipatec): Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável**, 24 a 26 de Outubro. São Roque (SP) ISSN: 2675-1046. Págs. 52 a 56, (2023). Disponível em: [Edições anteriores](#)

PINTO, Paula Gomes. Ferramentas digitais para análise de dados em neurofisiologia: uma introdução ao processamento e visualização de dados em eletroencefalografia. 70 f. **TCC (Graduação) apresentada ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de São Paulo – Campus São Roque**, (2024). Disponível em: <https://tinyurl.com/2mjnxwv>. (Instituto Federal de São Paulo, Campus São Roque, Biblioteca, TCCs Licenciatura em Ciências Biológicas)

PINTO G.P.; BELLINTANI-GUARDIA, B. Ferramentas digitais para análise de dados em neurofisiologia: Um estudo de caso com o software “OpenVibe”. Em: **Anais XII Jornada de Produção Científica e Tecnológica e XV Ciclo de Palestras Tecnológicas (Cipatec): Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável**, de 12 a 14 de Novembro. São Roque (SP) ISSN: 2675-1046. Pgs. 73-78, (2024). Disponível em: [Edições anteriores](#)

RAMADAN R A AND VASILAKOS A V (2017) Brain Computer Interface: Control Signals Review. **Neurocomputing**, Volume 223, 5 February 2017, Pages 26–44 doi: 10.1016/j.neucom.2016.10.024

SCHLÖGL, A.; KEINRATH C.; ZIMMERMANN, D.; SCHERER, R.; LEEB, R.; PFURTSCHELLER, G. A fully automated correction method of EOG artifacts in EEG recordings. **Clin Neurophysiol.** Jan;118(1):98-104, (2007). doi: 10.1016/j.clinph.2006.09.003. Epub 2006 Nov 7. PMID: 17088100.

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



Apêndice

Tabela 1 - Apresentação cronológica das ações sequenciais para executar o processo de atenuação de ruídos de eletrooculografia (EOG) em registros de eletroencefalografia (EEG) utilizando o programa OpenVIBE. Ações estão descritas na coluna central. Coluna da direita traz informações comentadas para esclarecer funcionamento ou configuração importante. Recomenda-se leitura dos resultados neste trabalho para compreensão geral do processo, antes da execução de cada ação descrita nesta tabela. Etapas com o símbolo (!) indicam necessidade de maior atenção nas configurações e procedimentos.

Ordem	Descrição dos passos	Informações comentadas
1	Acessar a pasta principal do programa OpenVIBE (OV), abrir os módulos Acquisition Server (OV-AS) e Designer (OV-D)	O módulo Acquisition Server (OV-AS) comunica comandos do box "Keyboard stimulator" (no cenário EOG-calibration) no momento do pesquisador informar ao programa qual intervalo (começo e fim) de sinais com EOG serão referência na calibração como ruídos no EEG
2	No OV-AS definir o "Driver" como "Generic Time Signal", e acionar "Connect" para conectar, e "Play" para iniciar a comunicação entre OV-AS e OV-D	No OV-AS defina no item "Sample count per sent block" um valor múltiplo da frequência de amostragem (Sampling frequency) do equipamento que registrou os sinais de EEG. Conferir na barra inferior do OV-AS a presença dos avisos "Receiving..." e "Connected" como confirmação da conexão efetuada e ativa
3	Abrir no OV-D os seguintes três (3) cenários: GDF-reader, EOG-calibration, e EOG-run (estão na pasta box-tutorials)	Caminho de pastas para os cenários: <i>openvibe-3.6.0-64bit</i> → <i>share</i> → <i>openvibe</i> → <i>scenarios</i> → <i>box-tutorials</i> → <i>eog-removal</i> . É necessário que o arquivo de EEG com os sinais de EOG esteja no formato GDF do OV. Existem cenários prontos na pasta <i>share</i> para realizar conversões de formatos de dados
4	Use o cenário GDF-reader para carregar e pré-visualizar dados de EEG. Defina um valor para a taxa de amostragem de dados em "Samples per buffer", sempre múltiplo da frequência de amostragem (Sampling frequency)	Durante a pré-visualização de dados com o GDF-reader verificar a frequência de amostragem (Sampling frequency) na tela do gráfico com o box "Signal Display", clicar na barra superior (legenda "Signal Display") aparece a barra "Signal Display Toolbar", clicar em "Information" (canto direito da barra) e anotar os valores de "Number of channels" e "Sampling Frequency". (Vide Resultados neste trabalho)
5	O arquivo de EEG usado no cenário EOG-calibration deverá ter as mesmas configurações do que será usado no cenário EOG-run(!)	A redução de ruídos com o cenário EOG-run só terá êxito se as mesmas configurações tiverem sido usadas na calibração com o EOG-calibration(!). Calibrar com um arquivo, mas tentar reduzir os ruídos EOG de um outro arquivo pode introduzir variações artificiais, ou não funcionar. Cada arquivo de interesse deve ser individualmente calibrado.
6	Acesse o box "GDF file reader" do cenário EOG-calibration para carregar o arquivo de dados de EEG de seu interesse. Defina um valor de "Samples per buffer"(!)	O valor definido para "Samples per buffer" precisa ser múltiplo exato da frequência de amostragem (Sampling frequency) utilizada pelo equipamento de EEG (hardware) que registrou os dados do experimento. É essencial esta configuração ter o mesmo valor nos boxes "GDF file reader" nos cenários EOG-calibration e EOG-run(!)

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



Ordem	Descrição dos passos	Informações comentadas
7	No cenário <i>EOG-calibration</i> selecione no box "Channel Selector EEG " os respectivos canais que pretende usar. Na opção "Action" selecione "Select"(!)	Quando aberto pela primeira vez, o cenário <i>EOG-calibration</i> apresenta no box "Channel Selector EEG " a função "Action" na configuração "Reject", que precisa (!) ser corrigida para "Select". No box "Channel Selector EOG " a função "Action" deve estar em "Select" também
8	No mesmo cenário " <i>EOG-calibration</i> " selecione no box "Channel Selector EOG " o canal de EEG com o sinal de EOG mais evidente para ser usado como referência de calibração	O canal de EEG escolhido ("Select") no box "Channel Selector EOG " precisa ter sinais evidentes (picos) de EOG para servirem como referência na geração do arquivo " <i>b-Matrix-EEG.cfg</i> ", que servirá como base de cálculo na correção dos sinais de EOG nos canais de EEG no cenário " <i>EOG-run</i> ". A quantidade de canais selecionados para EEG e EOG não precisa ser igual.
9	No cenário <i>EOG-calibration</i> anote a seleção de canais escolhida nos boxes "Channel Selector EEG " e "Channel Selector EOG "(!)	A escolha de canais (EEG e EOG) feita no cenário <i>EOG-calibration</i> deverá ser a mesma no cenário <i>EOG-run</i> para que a redução de ruídos nos canais selecionados funcione. Divergências nas escolhas de canais entre os dois cenários (<i>calibration</i> x <i>run</i>) podem gerar erros de execução
10	No mesmo cenário " <i>EOG-calibration</i> " selecione no box " <i>EOG Denoising Calibration</i> " uma pasta para gravar o arquivo " <i>b-Matrix-EEG.cfg</i> ", referência da calibração de redução de ruídos de EOG.	Cenários originais do OV não permitem gravações ou alterações na instalação original. Um novo arquivo " <i>b-Matrix-EEG.cfg</i> " precisa ser gravado numa pasta do usuário pesquisador, fora da árvore de pastas do OV. Estar atento ao local desta pasta, que deverá ser indicado no box " <i>EOG-denoising</i> " no cenário <i>EOG-run</i>
11	No cenário <i>EOG-calibration</i> acione o "play" no painel de comandos para iniciar o cenário de calibração	Serão abertas 3 pequenas telas " <i>pop-ups</i> ": 1) gráfico do sinal EEG, 2) gráfico do sinal EOG, 3) painel de comando do box " <i>Keyboard stimulator</i> ". Na tela do EOG devem estar presentes claros picos de EOG, que serão referência para o cálculo da redução destes ruídos.
12	Inicie e finalize o intervalo de dados usado para calibração através do box " <i>Keyboard stimulator</i> " com: 1º) o mouse, e 2º) o teclado	A calibração é acionada na tela " <i>pop-up</i> " (painel) do box " <i>Keyboard stimulator</i> ". Clique com o mouse sobre a superfície deste painel para acioná-lo(!), em seguida pressione no teclado do computador a letra " a " (minúsculo). Deixe o processo correr enquanto os picos de EOG estiverem visíveis, e finalize o intervalo de calibração pressionando no teclado a letra " u ". <u>Aguarde o cenário terminar de ler o registro até o final</u> (!), pois só fará o cálculo de calibração depois da execução completa do registro gravado(!)
13	Confira os avisos na tela de mensagens do programa	Na tela inferior (abrir no sinal " + ") o OV mostra mensagens de execução e erros. A execução exitosa da calibração de EOG deve mostrar mensagens sobre o momento de início (<i>Start time</i>) e fim (<i>End time</i>) da calibração, e que o arquivo " <i>b-Matrix-EEG.cfg</i> " foi gravado com sucesso indicando o local do arquivo. Ele será usado no cenário <i>EOG-run</i> de redução de ruídos com base na calibração finalizada aqui

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia

14	No cenário "EOG-run" carregue o arquivo de EEG de seu interesse no box "GDF file reader"	O arquivo de dados de EEG carregado no cenário <i>EOG-run</i> deve ser o mesmo utilizado na calibragem no cenário <i>EOG-calibration</i> , inclusive com a mesma seleção de canais EEG e EOG (<i>Select</i>).
15	Configure no box "GDF file reader" a mesma configuração de <i>Samples per buffer</i> utilizada no "GDF file reader" do cenário <i>EOG calibration</i>	É necessário que as quantidades de pacotes de dados (<i>Samples per buffer</i>) configuradas nos boxes "GDF file reader" nos cenários de calibração (<i>calibration</i>) e atenuação de ruídos (<i>run</i>) sejam iguais, caso contrário o processo não funciona(!)
16	Indicar o local do arquivo "b-Matrix-EEG.cfg" na configuração do box "EOG Denoising"	No cenário <i>EOG run</i> indique no box "EOG Denoising" o local onde foi gravado o arquivo "b-Matrix-EEG.cfg" gerado pelo cenário <i>EOG Calibration</i> através do box "EOG_Denoising_Calibration"
17	Acionar no painel de comando do programa (<i>play</i>) a execução do cenário <i>EOG run</i>	Ao executar o cenário <i>EOG run</i> dois gráficos aparecem na tela: 1) Antes da atenuação de ruídos (<i>Before</i>), e 2) Com a atenuação de ruídos de EOG (<i>After</i>). O resultado esperado é uma atenuação de amplitudes variável (de forte a suave) no gráfico "After" de cada sinal de EOG, os quais permanecem visíveis no gráfico original (<i>Before</i>) possibilitando a comparar e verificar o efeito "denoising" na EEG de interesse.

Observações:

Qualquer acionamento (mesmo incompleto) do cenário *EOG calibration* já altera o conteúdo do arquivo "b-Matrix-EEG.cfg", tornando necessário refazer uma sessão **completa** de calibração para renovar o conteúdo do arquivo "b-Matrix-EEG" tornando-o funcional novamente.

O painel de controle do box "Keyboard stimulator" precisa ser acionado inicialmente com um clique do mouse **sobre ele**, e qualquer outro clique seguinte do mouse sobre outro local na tela, vai exigir que seja **novamente clicado** sobre o painel de controle do "Keyboard stimulator" para ativá-lo antes de poder acionar a tecla "u" no teclado do computador. Do contrário o teclado não reage ao toque por falta do acionamento do box "Keyboard stimulator". E lembre, esta conexão depende do OV-AS estar ativo ("Connected").

A sequência de execução acima foi testada na ordem apresentada nesta tabela. Recomenda-se seguir a ordem de execução dos eventos na **Tabela 1**, pois não foram testadas exaustivamente as variações possíveis. Alterações na sequência dos comandos podem eventualmente resultar em interrupção na execução do processo. Estar atento a ordem dos eventos.