

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL · IFCE · 17 DE MAIO DE 2026

Aplicação da Máquina de Aprendizagem Mínima na Análise Emocional de Sinais Cerebrais

Por João Mariano Ipolito, Roney Nogueira de Sousa, Adonias Caetano de Oliveira, Anderson Passos de Aragão e Rômulo Lopes Frutuoso

Fonte: OpenAlex · IFCE · [Publicação original](#)

INOVAÇÃO	APLICABILIDADE	POTENCIAL ECONÔMICO	MATURIDADE
7/10	9/10	8/10	Média

O estudo avalia o algoritmo Minimal Learning Machine (MLM) para reconhecimento de emoções via sinais de EEG em interfaces cérebro-computador (BCI). Os resultados demonstram que o MLM superou modelos tradicionais (MLP e SVM), alcançando 96,7% de acurácia, validando-o como uma solução eficiente e flexível que reduz a complexidade de ajuste de hiperparâmetros em sistemas BCI.

NÚCLEO DA ANÁLISE

Ideia de startup ou produto

Criação de uma plataforma de wearables para gestão de saúde mental e produtividade corporativa. Utilizando fones de ouvido ou bandanas com sensores EEG leves e o algoritmo MLM embarcado, o produto ofereceria feedback em tempo real para reduzir o burnout e melhorar o foco do usuário.

Aplicações práticas

Monitoramento de saúde mental em tempo real (detecção de estresse/ansiedade), desenvolvimento de interfaces neuroadaptativas para jogos (neurogaming), tecnologias assistivas para portadores de deficiência motora severa e pesquisa de neuromarketing para análise de reações emocionais espontâneas.

Potencial de mercado

Alto potencial nos setores de HealthTech (saúde mental e reabilitação) e Eletrônicos de Consumo (wearables inteligentes). A eficiência do MLM sugere viabilidade para dispositivos de borda (edge computing), onde o poder de processamento é limitado.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Problema abordado

A dificuldade de classificação de sinais de EEG em sistemas BCI devido à dependência de ajustes complexos de hiperparâmetros em modelos tradicionais como Multilayer Perceptron (MLP) e Support Vector Machine (SVM), o que muitas vezes compromete a eficiência e a precisão em tempo real.

Metodologia

Foram realizados três experimentos computacionais comparando o desempenho do Minimal Learning Machine (MLM) contra MLP e SVM na tarefa de reconhecimento de emoções humanas utilizando sinais de eletroencefalografia (EEG), medindo a acurácia dos modelos.

Principais descobertas

O MLM apresentou desempenho superior em dois dos três experimentos, atingindo uma acurácia máxima de 96,7%. Isso evidencia que o MLM é uma alternativa robusta para processamento de sinais neurais, oferecendo alta precisão com menor esforço de configuração.

LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

Implementação de tecnologias assistivas de baixo custo baseadas em BCI para inclusão digital de pessoas com paralisia severa (ex: ELA) no sistema público de saúde e educação, permitindo comunicação e interação com o ambiente através de sinais cerebrais.

PARCERIA UNIVERSIDADE × EMPRESA

Parceria com o IFCE para a otimização e portabilidade do algoritmo MLM para microcontroladores embarcados (Raspberry Pi, ARM Cortex-M), visando a criação de protótipos de dispositivos médicos certificáveis (ANVISA) ou produtos de neurotecnologia acessíveis.

OPORTUNIDADES DERIVADAS

3 direções estratégicas identificadas

STARTUP · IMPACTO ALTO · HEALTHTECH

NeuroWellness Wearables

Startup focada em dispositivos vestíveis corporativos para monitoramento de bem-estar emocional e prevenção de burnout usando o algoritmo eficiente MLM para processamento local de dados.

PARCERIA · IMPACTO MÉDIO · SISTEMAS EMBARCADOS

Pesquisa em BCI Embarcado de Baixo Custo

Cooperação técnico-científica para migrar o modelo MLM de software para hardware embarcado, viabilizando a criação de próteses cognitivas acessíveis no estado do Ceará.

Inclusão Digital via Interfaces Cérebro-Computador

Programa governamental para fornecer equipamentos de BCI baseados na tecnologia MLM a pacientes neurológicos do SUS, garantindo autonomia e comunicação.

ABSTRACT ORIGINAL

Sistemas Brain-Computer Interface (BCI) utilizam sinais de eletroencefalografia (EEG) para traduzir padrões cerebrais em comandos computacionais. Contudo, a classificação desses sinais depende do ajuste de hiperparâmetros. Neste estudo, avaliou-se o desempenho da Minimal Learning Machine (MLM) no reconhecimento de emoções humanas a partir de sinais de EEG, comparando-a aos modelos Multilayer Perceptron (MLP) e Support Vector Machine (SVM). Foram conduzidos três experimentos computacionais, dos quais os resultados mostraram que a MLM superou MLP e SVM em dois experimentos, alcançando acurácia máxima de 96,7%. Conclui-se que a MLM é uma alternativa eficaz e flexível para aplicações em sistemas BCI.

MATÉRIA PARA LEIGOS

Para leigos: Traduzindo emoções por meio de sinais cerebrais

O cenário atual

Sistemas conhecidos como Interface Cérebro-Computador (BCI) têm a capacidade de ler sinais cerebrais através da eletroencefalografia (EEG) e transformá-los em comandos para computadores. No entanto, para que esses sistemas funcionem bem, é necessário fazer um ajuste fino de "hiperparâmetros", o que torna o processo de classificação desses sinais uma tarefa complexa.

O que os pesquisadores fizeram

Os pesquisadores decidiram testar uma técnica chamada Máquina de Aprendizagem Mínima (MLM) para ver como ela se sairia na tarefa de reconhecer emoções humanas baseando-se nos sinais de EEG. O objetivo foi comparar o desempenho dessa nova abordagem com dois modelos já tradicionais na área: o Multilayer Perceptron (MLP) e a Support Vector Machine (SVM). Para isso, foram realizados três experimentos computacionais.

Como funciona na prática

O estudo utilizou dados de sinais cerebrais para treinar algoritmos de inteligência artificial. A ideia é que o computador aprenda a identificar padrões nos sinais de EEG que correspondem a diferentes estados emocionais. A proposta da MLM é ser uma alternativa que possa realizar essa tarefa de classificação, tentando superar as dificuldades de ajuste encontradas em outros métodos.

Resultados e evidência

Ao comparar os resultados dos três experimentos, a Máquina de Aprendizagem Mínima (MLM) apresentou desempenho superior ao MLP e ao SVM em duas das três ocasiões. O ponto alto do estudo foi a obtenção de uma acurácia máxima de 96,7% no reconhecimento de emoções, o que indica um alto índice de acertos na classificação dos sinais.

Implicações práticas

A conclusão do trabalho aponta que a MLM é uma alternativa eficaz e flexível para ser aplicada em sistemas BCI. Isso significa que essa técnica pode facilitar o desenvolvimento de tecnologias que leem o cérebro humano, seja para criar interfaces de controle ou para interpretar o estado emocional do usuário, sem depender de ajustes tão complexos quanto os métodos atuais.

Limitações e próximos passos

O paper não detalha quais são as limitações específicas da técnica em cenários do mundo real ou quais serão os próximos passos da pesquisa além da validação da eficácia do método proposto.

QUEM SÃO OS PESQUISADORES

Quem são os pesquisadores

O estudo foi conduzido por João Mariano Ipolito, Roney Nogueira de Sousa, Adonias Caetano de Oliveira, Anderson Passos de Aragão e Rômulo Lopes Frutuoso, todos vinculados ao Instituto Federal do Ceará (IFCE). O paper não detalha a formação acadêmica específica, titulação ou trajetória profissional prévia dos autores, limitando-se a informar sua participação na avaliação e comparação dos modelos de aprendizado de máquina apresentados no trabalho.

PALAVRAS-CHAVE

Support vector machine · Perceptron · Artificial neural network · Control (management) · Interface (matter)