

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                                              |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------|------|
| 研究課題（テーマ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           | 生成 AI モデルを用いた高周波 SSVEP に基づく脳コンピュータインタフェースの開発 |      |
| 研究者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 所属学科等     | 職                                            | 氏名   |
| 代表者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 情報システム工学科 | 講師                                           | 崔高超  |
| 分担者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 情報システム工学科 | 教授                                           | 唐山英明 |
| 研究結果の概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                                              |      |
| <p>本研究では、高周波 SSVEP に基づく脳コンピュータインタフェース（BCI）において、信号の低信頼性およびデータ不足の問題に対処するため、生成 AI モデルを用いたデータ拡張手法を提案した。高周波 SSVEP は低周波に比べて誘発信号の振幅が小さく、信号対雑音比（SNR）が低いため、従来手法では安定した識別が困難であるという課題がある。本研究ではこの問題に対し、生成モデルにより新たな EEG 信号を生成し、学習データを拡張することで識別精度の向上を図った。</p> <p>提案手法では、各刺激周波数に対応する EEG 信号の潜在分布を PCA により近似し、その分布に基づいて新たなサンプルを生成することで、学習データの多様性を向上させた。実験では、高周波帯域（30 Hz 以上）の SSVEP 信号を対象とし、生成データを用いた場合と用いない場合の分類性能を比較した。その結果、生成データを追加した場合において、分類精度の向上が確認された。特に、高周波 SSVEP に特有の低振幅および低 SNR 環境において、モデルの汎化性能が改善されることが示された。</p> <p>さらに、生成データは実データと類似した周波数特性（刺激周波数および高調波成分）を保持していることがスペクトル解析により確認された。これにより、提案手法が単なるノイズ付加ではなく、生理学的特徴を反映した有効なデータ拡張手法であることが示唆された。</p> <p>以上の結果より、本研究で提案した生成 AI モデルは、高周波 SSVEP における信号の微弱性およびデータ不足の問題を緩和し、BCI システムの識別精度および性能向上に寄与する有効な手法であると結論付けられる。</p> |           |                                              |      |
| 今後の展開                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                                              |      |
| <p>本研究では生成モデルによるデータ拡張の有効性を確認した。今後は、より高精度な生成手法の導入、実被験者データによる検証、および空間フィルタリング手法との統合を進める。また、リアルタイム処理への応用を視野に入れ、実用的な脳コンピュータインタフェースシステムの構築を目指す。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                                              |      |