T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	脳波による感情の回帰予測と完全閉じ込め状態患者への適用可能性の検討
Title(English)	Electroencephalography-based emotion regression and discussion on its applicability to patients in completely locked-in state
著者(和文)	丸山裕恒
Author(English)	Yasuhisa Maruyama
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11982号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉村 奈津江,小池 康晴,金子 寛彦,八木 透,小尾 高史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11982号, Conferred date:2021/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	情報通信 系 ﾗｲﾌｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ コース	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 （ 工学 ） Doctor of
学生氏名： Student's Name	丸山 裕恒	指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	吉村 奈津江 准教授
		指導教員（副）： Academic Supervisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

感情を客観的に評価できれば精神的な健康の管理による生活の質の向上が可能になるため、これまでに多くの研究が脳波による感情の予測を試みてきた。これらの研究では、実験参加者に画像や映像などの刺激を提示して感情を誘発し、計測した脳波から機械学習による感情の予測を行っている。特に、脳波の周波数帯のパワーなどを特徴量として、識別器により快や不快など複数の感情間の識別を試みる研究が多い。しかし、識別では感情の細かい変化を捉えることができないため、感情の度合いを回帰分析により予測することも重要である。そのため、一部の研究では脳波を用いて感情の回帰予測を試みているが、その予測精度が低いという問題点がある。その原因の一つとして、脳波の電極レベルの特徴には感情の回帰予測に有効でない脳領域の活動の信号が含まれていることが考えられる。そこで本研究では、信号源レベルで感情の回帰予測に有効な脳領域と周波数帯を特定することを目的として解析を行った。健常者に対して画像刺激により感情を誘発する脳波実験を行い、計測した脳波データに独立成分分析と信号源推定手法を適用して独立した活動を示す信号源活動を実験参加者ごとに抽出した。その後、クラスター分析により実験参加者間で共通する信号源活動を特定し、これらの周波数帯のパワーを説明変数とした回帰分析を行った。快状態と不快状態、または興奮状態と沈静状態で異なる脳領域が活性化されることが先行研究で示唆されているため、回帰分析はこれらの感情状態ごとに行った。その結果、実験参加者間回帰において感情の回帰予測に有効な脳領域が 4 箇所特定された。初期の視覚処理を反映していると考えられる楔部の信号源活動は快度合い、不快度合い、興奮度合い、沈静度合いの全ての回帰予測に有効であった。回帰式の偏回帰係数はθ帯の寄与が大きいことを示しており、先行研究から注意機構を反映した神経活動が回帰予測に寄与したことが示唆される。また、楔前部の信号源活動は不快度合いと興奮度合いの回帰予測に、中帯状回の信号源活動は興奮度合いの回帰予測に有効であった。これらの脳領域ではα帯の寄与が大きく、先行研究から楔前部では注意と記憶に関連した神経活動が、中帯状回では注意の制御に関連した神経活動が回帰予測に寄与したことが示唆される。加えて、運動機能を反映していると考えられる左中心前回の信号源活動は不快度合いの回帰予測に有効であり、その予測にはα帯とγ帯が寄与していた。これらの脳領域の信号源活動は、個人間で共通して感情の度合いの回帰予測に有効であった。一方、脳の感情処理機構には個人差があるにもかかわらず、どの脳領域の信号源活動も感情の実験参加者内回帰ではチャンスレベルより有意に高い予測精度を示さなかった。これは、実験参加者内回帰ではサンプルサイズが小さいため、適切なモデルの学習が行えなかったためだと考えられる。

次に、特定した脳領域や周波数帯を用いた感情の回帰予測のより広範囲な人々への適用可能性について、完全閉じ込め状態の筋萎縮性側索硬化症（amyotrophic lateral sclerosis：ALS）患者を一例として議論した。ALS や四肢麻痺などの患者は、言語によるコミュニケーションを円滑に行うことができない場合があり、これらの患者の感情を脳波から予測することができれば、患者と周囲の人間とのコミュニケーションを補助することができる。ALS は運動ニューロンが障害される神経変性疾患であり、ALS 患者の運動機能は徐々に失われていく。そのため、症状の進行に伴い発声や書字が困難になりコミュニケーション手段が制限されてしまう。ALS の後期には、患者は眼球を含めた全身の随意運動が不可能になり、他者との通常のコミュニケーション手段が全て失われる。この状態は完全閉じ込め状態と呼ばれる。完全閉じ込め状態患者の感情を脳波から予測することができれば、周囲の人間が患者の感情に応じた行動をとることが可能になるため、患者のみでなく周囲の人間にとってもメリットがある。しかし、完全閉じ込め状態患者は健常者とは異なる脳活動を示す可能性がある。そこで本研究では、患者と健常者の脳波を集団レベルで比較し、健常者において感情の回帰予測に有効であった脳領域と周波数帯の活動が、患者において維持されているのか調べた。中心部付近の電極を用いて安静時脳波の周波数帯のパワーを比較した結果、患者群では high α帯、β帯、γ帯のパワーの有意な低下が見られた。この結果は、患者における注意・認知機能の低下を反映している可能性がある。また、健常者において感情の回帰予測に有効であった脳領域の信号源活動を推定し、その周波数帯のパワーを患者群と健常者群で比較した結果、楔部のθ帯では有意なパワーの差は見られなかった。そのため、楔部のθ帯の神経活動が患者の感情の回帰予測に有効である可能性がある。しかし、本研究の結果は安静状態時の脳波データに基づいているため、患者に対して感情を誘発する脳波実験を実施し、結果の検証を行う必要がある。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).