

先端科学技術研究科 修士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	計算行動神経科学 (田中 沙織 (教授))		
学籍番号	2411218	提出日	令和 8年 1月 19日
学生氏名	成田 大祐		
論文題目	EEG・瞳孔径・行動指標を用いたマインドワンダリングの連続予測モデルの開発		
要旨			
マインドワンダリング (Mind Wandering; MW) は、現在遂行中の課題から注意が逸れ、課題と無関連な思考に没入する現象である。MWの客観的検出は注意状態のリアルタイムモニタリングに貢献し得るが、その主観的性質から非侵襲的な計測手法の確立が課題となっている。本研究では、脳波 (EEG)、瞳孔径、および行動指標を統合したマルチモーダルアプローチにより、MWスコアの連続予測を試みた。 44名の被験者がgradual onset Continuous Performance Task (gradCPT)を遂行し、プロンプト質問によりMW状態を7段階で自己報告した。耳内電極により記録したEEGからthetaおよびalphaパワーを、アイトラッカーから瞳孔径の平均および標準偏差を、行動データから反応時間変動係数 (RTCV) を特徴量として抽出した。特徴量計算にはBastian & Sackur (2013) に基づきプロンプト前8トライアル (約10.4秒) をウィンドウとして使用した。Support Vector Regression (SVR) を用い、Nested Cross-Validation (外側 Leave-One-Subject-Out、内側Optunaによるハイパーパラメータ最適化) により汎化性能を評価した。4条件 (RTCV Only、EEG Only、Pupil Only、All Features) を比較した結果、被験者ごとのピアソン相関係数の中央値は、All Features条件で0.168 ($p = 0.0001$)、RTCV Only条件で0.142 ($p = 0.0016$) となり、片側1サンプルt検定において有意に0より大きい相関が確認された。EEG Only条件 ($r = 0.140$、$p = 0.051$) は境界的有意であり、Pupil Only条件 ($r = 0.018$、$p = 0.311$) は有意ではなかった。特徴量重要度解析では、RTCVが最も高い寄与を示し、次いで瞳孔径平均が重要であった。 以上より、反応時間変動係数がMW予測において中心的役割を果たすことが示された。瞳孔指標単独では予測力が限定的であるが、行動指標との統合によりMW検出精度が向上することが確認された。本研究は簡易な計測手段を用いた連続的MW推定の可能性を示すものである。			