

脳波を用いたマインドワンダリング抑制システムに関する研究

北坂祥貴[†] 横山洸樹[†] 東野利貴[‡]和歌山大学システム工学部[†] 大阪大学大学院情報科学研究科[‡]

1. はじめに

近年、マインドワンダリングが注目されている。マインドワンダリングとは、現在遂行中の課題から注意が逸れてしまう現象のことである。また、マインドワンダリング時に発生する無意識的想起は我々の覚醒時のおよそ半分もの時間で発生していると考えられている。このような無意識的想起に注意が逸れてしまうマインドワンダリングは、しばしば課題遂行の妨げとなっている。

そこで我々は、マインドワンダリングを抑制することで、現在遂行している課題に集中できるようにすることを目的とする。そして、ある課題遂行中に発生したマインドワンダリングを脳波を用いて検知し、被験者に指摘することでマインドワンダリングを抑制するシステムの作成に取り組む。今回、社会での実用化を考え、課題を自動車運転とし、自動車運転中のマインドワンダリングを抑制するシステムの作成に取り組む。ただし、本研究では任意の交通状況を用意でき、実験中の安全性も考慮して、実際の自動車運転の状況に近い VR(Virtual Reality)自動車運転シミュレータを用いて研究を進める。

2. 先行研究

先行研究として、脳波を用いてマインドワンダリングを検知した研究がある[1]。本研究は、この先行研究をベースにした応用研究である。ここで挙げる先行研究のように、マインドワンダリングを脳活動から検出した研究は他にもみられる[2]が、それを応用した研究はほとんどない。ここでは、本研究のベースとなる先行研究[1]について紹介する。

まず、先行研究では 128 チャンネル脳波計を装着した被験者に自身の呼吸の回数を数えるように指示した。次に、呼吸の回数を数えている際に、マインドワンダリングが発生したと自覚したときに手元のボタンを押して申告してもらった。その後、また数えていた回数をリセットし、再度回数を数え始めてもらった。この流れを複数回繰り返した。

解析は、ボタン押しで申告してもらった時刻をオンセットとして、ボタン押し 10 秒前から、ボタン押し 10 秒後の計 20 秒のデータを対象とし、ノッチフィルタ、バンドパスフィルタなどのノ

[†]「Study on Mind Wandering suppression system using EEG」

[†]「Shoki Kitasaka · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University」

イズ処理を行った後、連続ウェーブレット変換を行った。そして、実験データの考察には、ボタン押し前 5 秒、ボタン押し後 5 秒の計 10 秒のデータを用いた。

実験結果は、ボタン押し前後において δ 波帯域(3~4Hz)、 θ 波帯域(4~7Hz)に脳波のパワーの減少がみられた。このことから、マインドワンダリング発生時から課題集中時にかけて δ 波帯域、 θ 波帯域においてパワーの減少がみられることが判明した。

3. 実験手法

3.1 実験環境

我々は最初に前章で紹介した先行研究の再現実験を行う。その理由としては、本研究で使用する脳波計が先行研究と異なる点が挙げられる。

先行研究では、128 チャンネルの電極をもち、コンピュータと脳波計を有線で接続する高価な脳波計を用いて実験を行っている。しかし、本研究では、社会での実用化を目的としているため、有線接続の脳波計では有線ケーブルが邪魔となり、被験者の動作を阻害する恐れがある。また、先行研究の結果からマインドワンダリングの検知に必要な電極は限定的であることが知られている。よって、少ない電極での計測が可能であり、軽量で安価な脳波計を用いることができる。そこで、本研究では、OpenBCI Dry EEG Comb Electrodes と OpenBCI Cyton を用いた。VR 自動車運転シミュレータを行う際に装着する HMD(Head Mounted Display)と従来の頭部を覆う脳波計の同時装着は不可能なため、今回我々は電極である Dry EEG Comb Electrodes を用いて、頭部に巻く型の簡易脳波計を製作した。

この脳波計は、電極と Cyton 端末までは有線ケーブルで接続されているが、端末からコンピュータまでは、Bluetooth や Wi-fi を用いて接続が可能であり、被験者の動作を妨げない。

また、本研究で用いる脳波計ではアナログ入力の汎用端子が取り付けられているだけであり、押しボタンスイッチなどの既製品のオプションが存在しない。そのため我々は、制作した簡易脳波計でも機能する押しボタンスイッチを製作し、これを先行研究の再現実験や VR 自動車運転シミュレータ中の押しボタンスイッチとして用いた(図 1)。このボタンを脳波計測中に押すことにより、計測している脳波波形にトリガー信号として入力される。

本研究で使用する VR 自動車運転シミュレータは、視覚情報と聴覚情報を HMD を用いて与えた。また、自動車運転シミュレータソフトは市販のものを使用した。

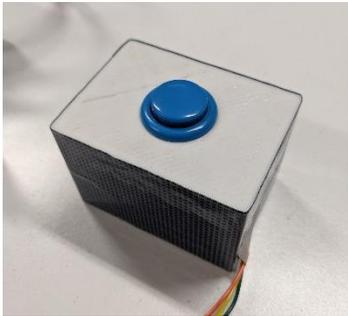


図 1: 製作した押しボタンスイッチ

3.2 実験手法

本研究では、マインドワンダリング発生時にそれを申告するためのボタンがつけられたハンドルで VR 自動車運転シミュレータを用いて、実験を行った。

本研究の実験としては、まず、2 章で述べた先行研究の再現実験を我々の環境で行い、先行研究の結果を確認する。

次に、本研究の応用実験に取り組む。応用実験は、VR 自動車運転シミュレータの運転中において、被験者（運転者）がマインドワンダリングが発生したと自覚したときにハンドルに設置した押しボタンを押すように指示する。押しボタンを押した後は、改めて運転に集中するように指示し、再びマインドワンダリングが発生したと感じたときは押しボタンを押してもらう。この動作を繰り返し実験終了まで行ってもらう。

現在、応用実験の計測結果を解析中であり、解析したデータからマインドワンダリングを検出できつつある。運転中のマインドワンダリングが検出でき次第、システム化に取り組む。

3.3 解析方法、システム化

本研究の解析方法、システム化の手順について述べる。先行研究の再現実験においては、先行研究で紹介されている方法を用いた。本研究の応用実験の解析は、先行研究で紹介されている手法を参考に行う。

VR 自動車運転シミュレータ中に押されたボタン押し時刻をオンセットとして、その前後 20 秒の脳波を解析対象とする。それらに、適切なノイズ処理を施したのち、連続ウェーブレット変換を行う。そして、ボタン押し前後 10 秒分のデータから、ボタン押し前後の脳波に θ 波帯域、 δ 波帯域のパワーに減少がみられたなら、マインドワンダリングが発生していたとして、その脳波を教師データとする。また、脳波には個人差が存在するため、この教師データは計測した被験者専用の教師データとする。次に、機械学習を用いてコンピュータに教師データを学習させる。その教師データと VR 自動車運転シミュレ

ータ中の運転者の脳波データが類似しているかどうかをリアルタイムで比較し、それが類似していれば被験者がボタン押しを行うことなく、マインドワンダリングを検知、指摘するシステムを作成する。

4. 再現実験の結果と考察

先行研究の再現実験を行った結果、 δ 波帯域、 θ 波帯域に減少がみられた被験者の脳波データを示す(図 2)。ボタン押しが行われた中心の時刻付近に δ 波帯域、 θ 波帯域にパワーの減少がみられた。また、計測したデータには 1Hz~12Hz のバンドパスフィルタを施し、ノイズ処理を行った。

再現実験の結果から我々の実験環境でもマインドワンダリングを脳波から検出できることが分かった。しかし、これほど鮮明に δ 波帯域、 θ 波帯域に減少がみられた被験者は少ない。したがって、被験者の脳波のパワーの個人差について調査する必要があると考えられる。

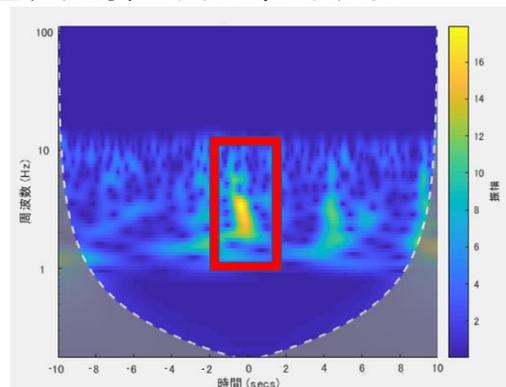


図 2: 再現実験から計測された脳波データ

5. まとめ

本研究では、先行研究の再現実験を通して、マインドワンダリングが発生した際に、被験者の脳波の δ 波帯域、 θ 波帯域にパワーの減少がみられることが確認できた。今後は応用実験において、VR 自動車シミュレータ中のマインドワンダリングが検出でき次第、リアルタイムで運転者にマインドワンダリング発生を指摘し、それを抑制するシステムの作成に取り組む予定である。

6. 参考文献

- [1] Claire Braboszcz, Arnaud Delorme, "Lost in thoughts: Neural markers of low alertness during mind wandering", *NeuroImage* 54, (2011)
- [2] 藤原 侑亮, 日和 悟, 廣安 知之, "マインドフル・ドライビング: fNIRS を用いた自動車運転中の注意状態の分析", 2018 年度人工知能学会全国大会, (2018)