

脳波を用いたマインドワンダリング抑制システムの提案

Proposal of mind wandering suppression system using EEG

北坂 祥貴†
Shoki Kitasaka

横山 洸樹†
Hiroki Yokoyama

東野 利貴‡
Toshitaka Higashino

曾我 真人†
Masato Soga

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のような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おり、Mandlerは『我々が出来事を意図時に想起することはむしろ稀で、日常的な想起のほとんどは無意識的なものである』と述べている[1]。このような無意識的想起に注意がそ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を提案する。今回、本研究では、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を提案する。

警察庁交通局の調べでは、平成30年上半期における自動車・オートバイによる交通死亡事故の原因の第1位が、漫然運転であると発表している[2]。漫然運転とは、「集中力・注意力が低下した状態での運転」のことであり、ぼんやりと運転する、他のことを考えながら運転する状態のことをいう[3]。特に、他のことを考えながら運転する状態は、課題を自動車運転としてマインドワンダリングが発生している状態と同様の状態であると考えられる。

ゆえに、自動車運転中のマインドワンダリングを抑制することで運転という課題から注意がそれることが少なくなり、運転に集中できるようになるため、交通事故の減少が期待される。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

本研究の目的は、脳波を用いて、課題遂行中(VR自動車運転)のマインドワンダリングを検出し、それを被験者に指摘することでマインドワンダリングを抑制し、現在遂行している課題に集中できるようにすることである。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出した研究がある[4]。本研究は、そ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[5]が、それを応用した研究はほとんどない。その点が、本研究の新規性である。ここでは、本研究のベースとなる先行研究[4]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てもらった。次に、呼吸の回数を数えている際に、呼吸を数えている回数が分から

なくなった、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、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、ボタン押して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、ボタン押しの時刻をオンセットとして、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、 α 波帯域(9~11Hz)、 β 波帯域(15~30Hz)の脳波のパワーに変化はあまりみられなかったが、ボタン押し前から後にかけて δ 波帯域(3~4Hz)、 θ 波帯域(4~7Hz)に減少がみられた。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 波帯域において減少がみられることが判明した。

3. 実験方法

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、実際に応用すること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、被験者の行動を阻害する恐れがある。また、先行研究では、128チャンネルと多数の電極を用いて計測を行っていたが、その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も知られている。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 Ultracortex Mark IVと、OpenBCI Cyton(図1)を用いた。この脳波計は、10万円以下で入手可能な安価な脳波計であり、最大16チャンネルの脳波を計測することが可能である。この脳波計は、電極と脳波計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。そして、脳波計測の際には、従来の脳波計では必須であった、脳波ジェル(電極と頭皮の間に塗布する電導性ジェル)が不要である。計測精度としては、先行研究と同様のサンプリングレートで計測することが可能である。

また、先行研究を含めた高価な脳波計では、外部入力装置として、押しボタンスイッチ等を取り付けられるようになっているが、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

†和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

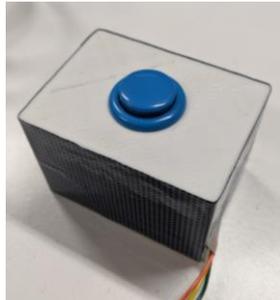
‡大阪大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

め、我々は、OpenBCI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2)。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(Head Mounted Display)を用いて与えた。また、VR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) OpenBCI



(図2) 製作した押しボタン

3.2 実験方法

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う。

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。

すでにいくつかの実験を行っており、計測された再現実験の結果は、現在解析中であるが、先行研究の結果と同様の結果が得られつつある。再現実験の結果、考察が得られ、先行研究の結果が再現された後に、本研究の応用実験に取り組んでいく。

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感じ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おう。

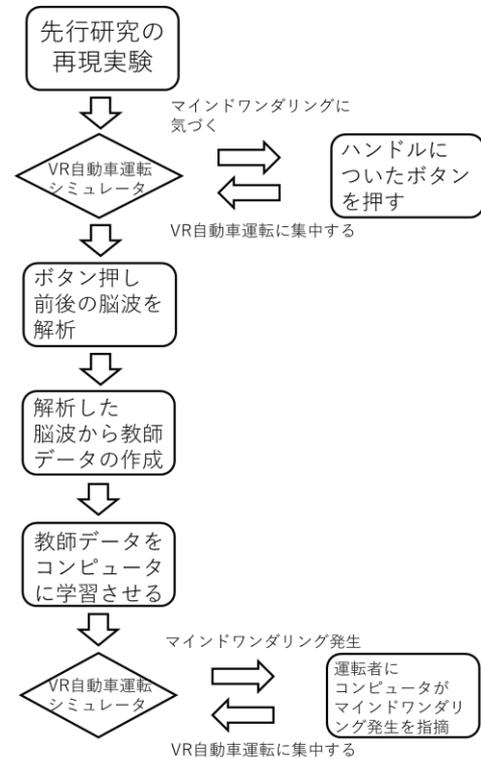
3.3 解析方法、システム化

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。

運転者への指摘の方法については、視覚、聴覚に呈示することで運転者にマインドワンダリングの状態であると気づきを与える予定である。図3が本研究における実験、解析、システム化のフロー図である。



(図3) 実験から解析、システム化の流れ

4. 終わりに

以上のとおり、脳波を用いてVR自動車運転シミュレータ中に発生したマインドワンダリングを抑制するシステムを提案した。現在、我々の実験環境において、先行研究の結果を再現実験において、再現できつつある状況である。再現実験の結果が得られ次第、応用実験に取り組んでいく予定である。

5. 参考文献

- [1] Mandler, G, "Memory: Conscious and unconscious", Memory: Interdisciplinary approaches:Springer, (1989)
- [2] 警察庁交通局, "平成30年上半年期における交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取締り状況について", (2018)
- [3] チューリッヒ保険会社, "漫然運転とは。前方不注意による事故の予防と対策", <<https://www.zurich.co.jp/car/useful/guide/cc-careless-driving/>>, (参照 2019-07-25)
- [4] Claire Braboszcz, Arnaud Delorme, "Lost in thoughts:Neural markers of low alertness during mind wandering", NeuroImage 54, (2011)
- [5] 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)