

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：23201

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20620

研究課題名（和文）生体評価を用いた周辺視野領域の画像要素が映像酔いに及ぼす影響に関する研究

研究課題名（英文）A Study of the Influence of the Peripheral Visual Field Elements in VIMS using Biometric Evaluation

研究代表者

木下 史也 (Kinoshita, Fumiya)

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：20800907

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、映像酔いを引き起こす因子として周辺視野からの情報が大きく影響するという仮説を唱え、周辺視野領域の画像要素が生体情報に及ぼす影響について実証実験を行った。健康若年者群を対象に実験を行ったところ、周辺視野領域の画像要素の違いは、被験者の脳血行動態に影響を及ぼしていることが確認された。また、周辺視野領域に配置したVRオブジェクトの飛び出し量によっては重心動揺に現れる動揺パターンが変化することも確認された。以上より、周辺視野領域の画像要素が脳内における視覚情報処理を過負荷にしている可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

映像酔いに関しては、1つの原因では説明できない複雑な現象であるとされ、未だ発生機序の解明には至っていない。しかしながら、重度の酔いには運動失調を伴うことも知られており、業務によっては重大な危険につながる可能性もある。したがってVRコンテンツの設計に対しては十分な配慮が必要であり、映像酔いを低減する技術の開発が必要不可欠である。本研究課題では、周辺視野領域の画像要素に着目した実証実験を行い、周辺視野領域の画像要素が脳内における立体的な周囲像に関する視覚情報処理を過負荷にしている可能性を示した。今後は、より詳細に画像要素の因子を調査することで、安全なVRコンテンツの設計開発への貢献を目指す。

研究成果の概要（英文）：In this study, we hypothesized that the information from the peripheral visual field has a significant effect on visually induced motion sickness (VIMS). Empirical experiments were conducted to evaluate the effects of image elements in the peripheral visual field on biometric information. We conducted an experiment on a group of healthy young participants, and confirmed that differences in the background elements in the peripheral visual field influenced the cerebral hemodynamics of the participants. It was also confirmed that the pattern of the sway of the center of gravity was affected by the amount of virtual reality (VR) object protrusion. These results indicate that background elements in the peripheral visual field may overload visual information processing of the brain.

研究分野：生体医工学

キーワード：映像酔い 電気刺激 パーチャルリアリティ カラードノイズ 周辺視野 局所脳血流量 重心動揺検査 自律神経機能検査 前庭

1. 研究開始当初の背景

近年、オキュラスリフトやプレイステーション VR といった Virtual Reality (VR) が注目されている。VR はとても魅力的な技術である一方で、これらの技術を用いたコンテンツを体験することで映像酔いを発症することがある。映像酔いに関しては、1 つの原因では説明できない複雑な現象であるとされ、発生機序の解明には未だ至っていない。一方、これらの「酔い」には運動失調を生じることが知られており、業務によっては重大な危険性につながる可能性もある。したがって、自動車運転などの観点に立てば、VR コンテンツの設計に対しても十分な配慮が必要であり、安全な映像コンテンツを設計する上で、生理データを用いた定量的な酔いの評価方法の確立は必要不可欠である。

映像酔いの発生機序に関しては、2010 年頃までは水晶体調節機能と輻輳運動の不一致がその理由として説明されてきたが、現在では感覚不一致説による説明が一般的である。感覚不一致説とは、各感覚器(視覚系・前庭器系・体性感覚系)へ入力される情報に大きな差異がある場合において、情報矛盾の修正が適切に行われないうちに起因して、不快症状を発生させるという仮説である。VR 分野における最近の動向として、感覚不一致説を映像酔いの根本的な原因として捉え、感覚の不一致を引き起こさないように感覚器へ入力される情報を修正するといった取り組みが盛んに行われている。しかしながら、これらのアプローチにおいても利用者の没入感・臨場感の増大には期待され得るが、映像酔いの有効な解決策には未だ至っていない。

2. 研究の目的

申請者らはこれまでに、映像酔いを引き起こす因子として周辺視野の情報が大きく影響するという知見を報告している。そこで本研究課題では、「眼球は周辺視をしていても視覚情報として入ってきた像を脳内で立体映像として処理している」という仮説を検証するため、周辺視野領域の画像要素が生体情報に及ぼす影響について実証実験を行った。

3. 研究の方法

実験 1: 立体映像視聴時における背景要素の有無が局所脳血流量に及ぼす影響

先行研究では、映像酔いを引き起こす因子として周辺視野からの情報が影響する可能性が指摘されている。この報告では、立体映像を視聴する際に周辺視を用いて視聴する場合と追従視を用いて視聴する場合で比較を行い、周辺視を用いて映像を視聴した際に主観アンケートによる映像酔いのスコアと重心動揺の動揺量が有意に増大したとされる。これは、映像酔いと周辺視野の画像要素の関係を示唆するものであると考えられる。ここで、大脳皮質にある視覚経路のうち、背側視覚路は視覚対象が空間のどこにあるのかといった奥行き知覚に関わっていることが知られている。すなわち、背側視覚路の血行動態を計測することで、映像が周辺視機能に及ぼす影響を評価することができる。そこで実験 1 では、映像酔いを引き起こす因子として周辺視野からの情報が大きく影響するという仮説を検証するため、背景要素が異なる 2 種類の立体映像を作成し、近赤外分光分析法(functional Near-Infrared Spectroscopy; fNIRS)を用いて各映像視聴時における局所脳血流量の計測を行った。

実験 2: 立体映像視聴時における周辺視野領域の奥行き位置が体平衡機能に及ぼす影響

実験 1 により、立体映像視聴時における周辺視野領域の画像要素の違いは、脳血行動態に影響を与えていることが確認された。そこで実験 2 では、周辺視野領域の構成要素を変更した 3 パターンの立体映像を作成し、比較を行った。パターン 1 は本実験におけるコントロール映像であり、1 つの球体(以下 球体 A と表記)が画面内を複雑に動き回る奥行きの付いた立体映像である。パターン 2 は、パターン 1 の映像にさらに 2 つの球体を追加し、追加された球体はそれぞれ独立して動き回る。ただし、2 つの球体の飛び出し量と奥行き量に関してはパターン 1 の球体と同量になるように設定した。パターン 3 では、パターン 2 で追加した 2 つの球体の初期位置を遠方に配置することで、飛び出し量と奥行き量を被験者に感じにくく設定した立体映像である。実験 2 では、すべての映像パターンに表示されている球体 A を被験者に追従視で視聴させることで、周辺視野領域の奥行き位置の違いが体平衡機能へ及ぼす影響を調査した。

実験 3: ノイズ GVS を用いた映像酔い低減技術の提案

VR 分野における最近の動向として、感覚不一致を映像酔いの根本的な原因として捉え、感覚の不一致を引き起こさないように感覚器へ入力される情報矛盾を適宜修正するといった取り組みが盛んに行われている。しかしながら、すべての情報矛盾を適宜修正しながら感覚器へ入力することは、非常に困難であり、映像酔いに関してはこれまでとは異なるアプローチが必要といえる。そこで、実験 3 では映像酔い予防技術の新しい取り組みとして、前提電気刺激(Galvanic Vestibular Stimulation; GVS)を用いて「前庭器からの応答を一時的に過負荷な状態にする」ことで、感覚の不一致を低減する方法を試行した。

4. 研究成果

実験1の結果、背景からの情報量がない映像視聴時では、追従視時から周辺視時の変化において、前頭前野から後頭葉にかけて多くのチャンネルで値が有意に増加した。一方で、背景からの情報量が多い映像視聴時では、追従視時から周辺視時の変化において、値の有意な変動はみられなかった。このことから、立体映像視聴時において周辺視は背景要素に影響を受けることが確認された。次に、実験2では、パターン1と比較してパターン3において、主観アンケートによる映像酔いのスコアと重心動揺の動揺量の増加が確認された。以上より、複雑な背景要素のある映像視聴時では、背側視覚経路での奥行き知覚に関する視覚情報処理が過負荷になっている可能性が指摘された。実験3では映像酔い予防技術の新しい取り組みとして、ノイズ電流を前庭器に印加する n-GVS を用いて「前庭器からの応答を一時的に過負荷な状態にする」ことで、感覚の不一致を低減する方法を試行した。また、前庭器に印加するノイズ電流の種類を変化することで、n-GVS のノイズパターンが映像酔いに及ぼす影響についても調査を行った。その結果、印加するノイズパターンによって映像視聴中の身体のふらつき度合いを調整できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kinoshita Fumiya, Takada Hiroki	4. 巻 13521
2. 論文標題 A Study on the Development of VR Content for Quantitative Evaluation of Impaired Visuospatial Ability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 440 ~ 450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-17902-0_31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kinoshita Fumiya, Okuno Honoka, Touyama Hideaki, Takada Hiroki	4. 巻 12768
2. 論文標題 Effect of the Peripheral Visual Field Elements of 3D Video Clips on Body Sway	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 394 ~ 404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-78092-0_26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kinoshita Fumiya, Okuno Honoka, Touyama Hideaki, Takada Masumi, Miyao Masaru, Takada Hiroki	4. 巻 12188
2. 論文標題 Effect of Background Element Difference on Regional Cerebral Blood Flow While Viewing Stereoscopic Video Clips	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 355 ~ 365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-49282-3_25	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Jono Yusuke, Tanimura Toru, Kinoshita Fumiya, Takada Hiroki	4. 巻 35
2. 論文標題 Evaluation of Numerical Solution of Stochastic Differential Equations Describing Body Sway Using Translation Error	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Forma	6. 最初と最後の頁 27 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5047/forma.2020.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tanimura Toru, Takada Hiroki, Sugiura Akihiro, Kinoshita Fumiya, Takada Masumi	4. 巻 4
2. 論文標題 Effects of The Low-Resolution 3D Video Clip on Cerebrum Blood Flow Dynamics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal	6. 最初と最後の頁 380 ~ 386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25046/aj040247	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 木下 史也
2. 発表標題 有色雑音を利用した重心動揺の数理モデル化に関する研究
3. 学会等名 2021年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kinoshita Fumiya, Ono Rentaro, Ichikawa Keita, Hirayama Kosuke, Takada Masumi, Takada Hiroki
2. 発表標題 A Study of Evaluation of Vision Training System to Prevent Mild Cognitive Impairment
3. 学会等名 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kohki Nakane, Rentaro Ono, Shota Yamamoto, Masumi Takada, Fumiya Kinoshita, Akihiro Sugiura
2. 発表標題 Numerical Analysis of Body Sway for Evaluation of 3D Sickness
3. 学会等名 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Mukumoto, Fumiya Kinoshita, Hideaki Touyama
2. 発表標題 Analysis of Local Cerebral Blood Flow during Exposure to Bone Conduction Sound
3. 学会等名 21th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥野 帆香, 木下 史也, 唐山 英明
2. 発表標題 重心動揺検査を用いたクロスモーダル現象の定量評価に関する研究
3. 学会等名 2019年度 電気・情報関係学会 北陸支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥野 帆香, 木下 史也, 唐山 英明
2. 発表標題 座位重心動揺を用いた臨場感の量的評価に関する研究
3. 学会等名 第24回 日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋梅 佑宜, 平田 隆幸, 高田 宗樹, 木下 史也
2. 発表標題 背景揺れを伴う立体映像が体平衡系に与える影響とその数理モデル
3. 学会等名 2019年度 日本物理学会北陸支部定例学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木下 史也
2. 発表標題 数値解析を利用した重心動揺の定量評価に関する研究
3. 学会等名 第90回 日本衛生学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fumiya Kinoshita, Honoka Okuno, Hideaki Touyama, Masumi Takada, Masaru Miyao, Hiroki Takada
2. 発表標題 Effect of Background Element Difference on Regional Cerebral Blood Flow while Viewing Stereoscopic Video Clips
3. 学会等名 22nd International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fumiya Kinoshita, Rentaro Ono, Keita Ichikawa, Kosuke Hirayama, Masumi Takada, Hiroki Takada
2. 発表標題 A Study of Evaluation of Vision Training System to Prevent Mild Cognitive Impairment
3. 学会等名 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------