

マルチモーダル知覚を利用した映像酔い低減システムの開発

代表研究者 北崎充晃 豊橋技術科学大学未来ビークルリサーチセンター 准教授

目 的

自己運動の知覚メカニズムについて、複数の感覚情報、特に眼球運動情報と自己運動情報、そして視覚情報がどのように統合されるかを明らかにすることにより、効果的に映像酔いを低減する新しい方法を開発することを目的とする。大がかりで高価なハードウェアを開発するのではなく、小規模なハードウェアと人間の知覚特性を最大限に利用したソフトウェアによるシステムを開発する点が独創的である。

方 法

映像酔いは、運動酔い（動揺病）の特殊ケースであり、視覚と前庭感覚の矛盾により生じるとの説が一般的である(1)。本研究では、視覚情報の提示にあわせて、眼球運動情報、自己運動情報を適切に提示することで、人間の統合的な知覚：マルチモーダル知覚を成立させ、映像酔いを制御し、低減するシステムの開発を目的とした

まず、背面投射式プロジェクタとグラフィックワークステーション、OpenGL ライブラリからなる実験環境を構築した（図 1）。

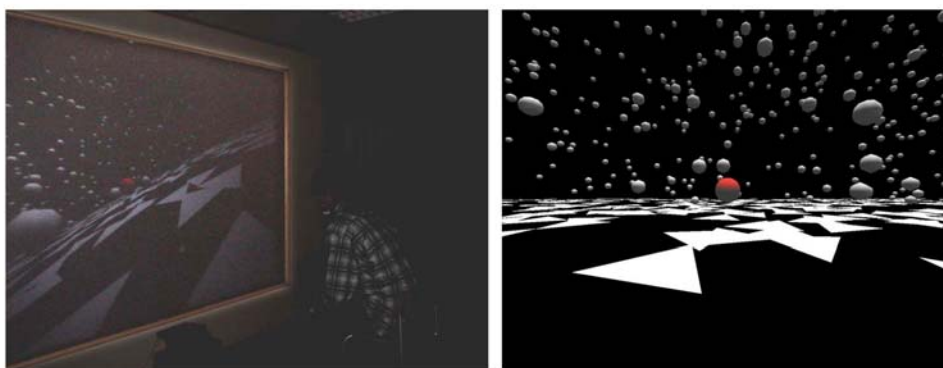


図 1：装置（左）とシミュレーション空間（右）。大型スクリーンで刺激を提示、被験者は椅子に座って刺激を観察した。シミュレートした空間は、三角形のランダムテクスチャを貼った床と三次元空間内に欄干に配置したボールからなった。赤いボールは、注視点である。

つぎに、先行研究調査を行った。その結果、SSQ (Simulator Sickness Questionnaire) という標準的な酔い測定尺度があり、広く使われていること(2)、国内でも、近年映像酔いの研究に積極的に利用されていることが分かり、本研究でも利用することに決定した。

つぎに、映像酔いを研究するためのベースラインとなるべき刺激を探索するためにさまざまな刺激構造、運動シミュレーション、速度変化、方向変化を探索的に操作した予備観察および予備実験（被験者 10 名）を行った。その結果、最適なテクスチャ、構造、運動速度・方向変化の組み合わせが特定できた。

こうして構築した実験環境、SSQ 測定尺度、予備実験により最適化した視覚刺激を組み合わせ、本実験を被験者 30 名に対して実施した。この本実験では、視覚刺激をプロジェクタで提示し、自己運動のシミュレーション、眼球運動のシミュレーション、実際の眼球運動のあり・なしを制御し、酔いを SSQ にて測定し、各要因の影響を調べた。また、簡便に計測できる生理的指標として、心拍を計測し、主観的 SSQ データと比較検討した。

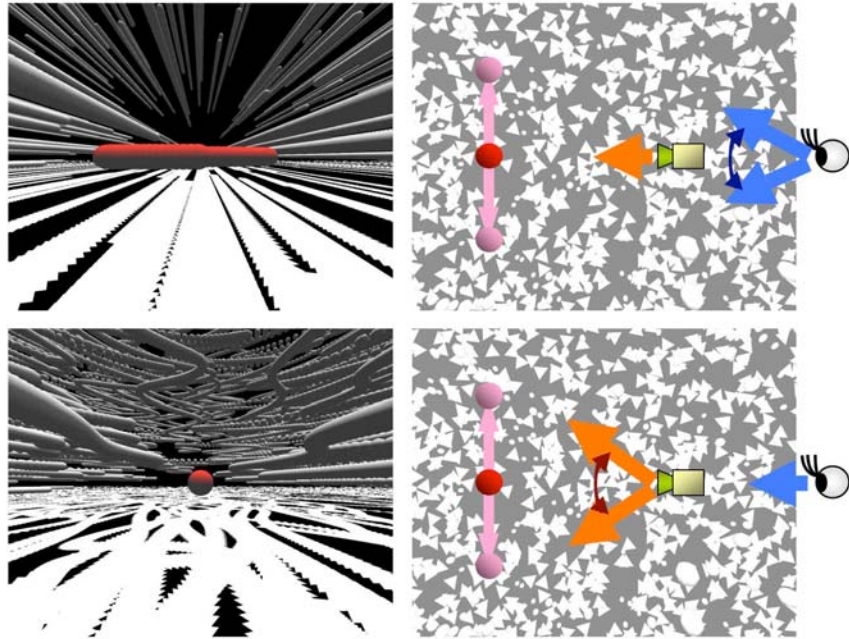


図2：刺激と条件。上の二つは、視覚と眼球運動のコンフリクトがない条件のスクリーンイメージ（左）と状況説明図（右）。被験者は、赤いボールを目で追視するように教示された（眼球運動あり）。下の二つは、コンフリクトあり条件であり、コンフリクトなし条件で網膜に移る映像をスクリーンにシミュレートした。したがって、上下二つの条件は、網膜像はまったく同一であり、実際の眼球運動のあり・なしのみが異なる。

結 果

私たちが、頭や眼を動かすと網膜像が大きく運動する。しかし、ほとんどの場合、普段の頭部運動、眼球運動で酔うことはない(3)。しかし、頭部に固定したビデオカメラの映像をTV画面で見るとひどい酔いがもたらされる。この両者の違いは、自分で頭部や眼球を動かすという情報があるかないかである。この点に注目し、眼球運動制御のあり・なしが三次元映像酔いに及ぼす効果を実験的に検討した。

正常な視力を持つ22-26歳の男性30名を被験者として、実験を行った。被験者は実験の目的を知らされていなかった。

視覚刺激として、網膜像としては同一となる、「視覚情報と眼球運動のコンフリクトなし（眼球運動あり）」、「視覚情報と眼球運動のコンフリクトあり（眼球運動なし）」、そして「注視点なし（視覚映像は、コンフリクトあり条件と同じ）」条件を設定した(4)。

「視覚情報と眼球運動のコンフリクトなし（眼球運動あり）」条件では、ランダムテクスチャを張った部屋の中での複雑な頭部運動をシミュレートする状況を生じ、その空間内でターゲット物体を左右に運動させた。被験者は、それを実際に眼を動かしながら追跡するように求められた。したがって、実際の眼球運動があり、その眼球運動は正しい世界の知覚を被験者にもたらしたと考える。

「視覚情報と眼球運動のコンフリクトあり（眼球運動なし）」条件では、上記条件の状況内でターゲット物体をカメラが追跡する映像をシミュレートした。つまり、映像上ではターゲット物体は常にスクリーンの中央に静止し、上記条件で眼球運動しているときに映っている網膜像をシミュレートしたと言える。したがって、これらの2条件は網膜像はまったく同じだが、実際の眼球運動があるか、ないかの違いがある。

「注視点なし（視覚映像は、コンフリクトあり条件と同じ）」条件では、コンフリクトあり（眼球運動なし）の映像からターゲット物体を取りのぞき、注視する対象のない状況とした。

被験者は、各条件3回、計9回をそれぞれ8分間観察した。提示順は、ランダムとした。また、刺激観察中の被験者の心拍を測定した。

酔い尺度 SSQ の合計値の平均に関して、コンフリクトなし条件とコンフリクトあり条件の間に統計的に有意な差は見られなかった。しかし、注視点なし条件では、他の二つの条件に比べて非常に高い酔いが見られた。

心拍数は、全ての条件において、時間経過とともに上昇する傾向が見られた。コンフリクトなし条件では、最初の 2 分間は、他の 2 条件と比べて心拍数が低かった。最初の 1 分間の心拍数をもとに正規化したグラフを見ると、コンフリクトなし条件では、他の 2 条件に比べて開始 3 分後からの心拍数の上昇率が高いことがわかる。

これらの結果から、注視点を提示し、眼球運動を制御することで非常に簡単に酔いを低減することが可能なことが示された。また、眼球運動情報と視覚情報のコンフリクトは、急速に（刺激提示開始から 1-3 分のうちに）酔いを強めることがわかった。

したがって、自己運動情報、眼球運動情報、そして視覚情報をコンフリクトなく提示することで、酔いを低減できることが示唆された。そして、そのコンフリクトの制御として、注視点あるいは目立つターゲットの提示という簡便な方法である程度の効果があることが示された。

参考文献

- 1) Reason, J. T., and Brand, J. J. Motion Sickness. Academic Press, London, 1975.
- 2) Kennedy, N. E., Lane, K. S., Berbaum, K. S., and Lilienthal, M. G. Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. The International Journal of Aviation Psychology, 3, 203-220, 1993.
- 3) 北崎充晃・清水照, 安定した世界の知覚を実現する視覚運動適応の一般性と特殊性, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 10, 279-282, 2005.
- 4) Royden, C. S., Banks, M. S., and Crowell, J. A. The perception of heading during eye movements, Nature, 360, 583-585, 1992.

研究発表

Kitazaki, M., Nakano, T., Matsuzaki, N. and Shigemasu, H. (2006). Control of Eye-movement to Decrease VE-sickness, VRST (ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology), Limassol, Cyprus, November 2006.

連絡先

北崎 充晃 mich@tutkie.tut.ac.jp