

ベクションをもたらす映像刺激における眼球運動の時間周波数構造

Time-Frequency Structure of Eye Movement under Visually Induced Self-Motion

神保 昌弘¹, 木竜 徹¹, 飯島 淳彦², 板東 武彦²¹新潟大学大学院 自然科学研究科, ²新潟大学大学院 医歯学総合研究科Masahiro Jimbo¹, Tohru Kiryu¹, Atsuhiko Iijima² and Takehiko Bando²¹ Graduate School of Science and Technology, Niigata University² Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University

1. はじめに

近年における IT 技術や映像技術の発展に伴い, 一般家庭でも大画面・高画質の映像を見ることが可能になってきた. ここから娯楽の充実などが考えられる一方で, 映像による生体への悪影響が懸念されてきている. 映画やゲームなどで最近良く使用されるようになってきた自分が動いているかのような感覚 (ベクション) をもたらす映像はプラスに働くと爽快感や臨場感に繋がるが, 一度マイナスに働くと, 映像酔いなどの生体への悪影響を引き起こす可能性がある. 早急な原因の解明と評価法の確立が望まれている.

映像酔いの評価法確立に向けて, 実写映像の動きの特徴 (動きベクトル) と生体信号から抽出した自律神経系関連の指標の関係を調べてきた[1]. ここでは動きベクトルと生体信号により評価法の確立が可能と推測し, 推定した結果, 爽快感や映像酔いの区別が困難であった.

そこで本研究では, 映像を視聴しているときの眼球運動に注目し, 爽快感を感じるときと映像酔いが起きるときの眼球運動に違いがあるのではないかと仮定し, 最終目的を「眼球運動のみでの映像酔い評価法の確立」として, 今回は映像酔いが起こったときの眼球運動の特徴を調べた.

2. 方法

2.1 アプローチ

我々は映像酔い発症までのモデルを次のようになるのではないかと考えている. 不快感の強さを蓄積的に上げていく動きをアキュムレーション, 不快感の強さを急に上げるきっかけとなる動きをトリガーとし, その 2 つの動きによって不快感が強くなり, ある閾値を越えたときに映像酔いが発症するものだと考えた(図 1). これをもとに実験を作成した. 使う映像は一人称視点のマウンテンバイク映像とする. この映像はトリガーとなる動きが含まれると考えられており, 過去のデータからも最も不快であると答えた被

験者が多かった. またアキュムレーションのことを考えて同一の映像を 5 回繰り返し, 計 10 分間視聴させることにした.

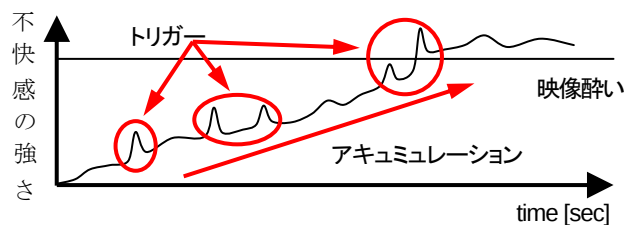


図 1 映像酔いのモデル

2.2 眼球運動の測定

眼球運動の測定にはリンバストラッカー (P-EOG, はんだや) を用いた. これは眼鏡型の眼球運動測定装置で, 赤外線ダイオードとフォトトランジスターを用いて眼球を直接計測する装置である. またこの装置は水平方向への測定精度が良いという特徴を持っている.

ここで, 酔いと動き方向に関して次のような報告がある. 水平方向の低周波帯域 (0.35-1.0 [Hz]) の動きが酔いを引き起こす可能性がある[2]. 動きベクトルの pan 成分 (水平方向の動き) が映像酔いを引き起こす可能性がある[3]. 以上のことから映像の水平方向の動きによって水平方向の特徴的な眼球運動が起こり映像酔いが発症するのではないかと仮定して, 水平方向の眼球運動の特徴に注目することにした.

3. 実験

被験者は健康な男性 9 名 (平均年齢 21.8 歳 $\pm$ 0.67) である. 映像には一人称視点の映像で, 自然を背景としたマウンテンバイク映像 (2 分) を使用し, これを 5 回繰り返した計 10 分間の映像を視聴させた. 映像の視聴前後には被験者の安静状態の生体信号を 5 分間計測し, また体調に関するアンケート調査も行った. 計測した生体信号は心電図・血圧・呼吸・発汗・眼球運動である. さらに映像視聴中, 被

験者が不快感を感じたときに主観評価スイッチを使用して、不快だったときをチェックした。

4. 結果

計測した生体信号から自律神経系が影響を受けたと思われる区間（生体影響区間）を求め、そこから影響を受け始めるきっかけとなった時刻（トリガ時刻）を求めた（求め方は[1]参照）。結果、同一の映像を繰り返し視聴していくうちに、トリガ時刻が集中する区間があることが分かった（図2）。

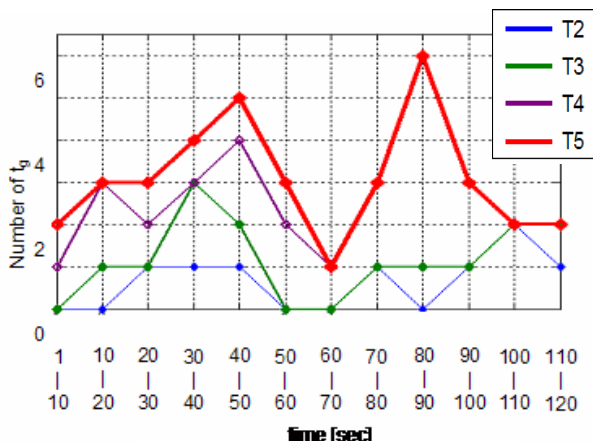


図2 task ごとのトリガ時刻

また、映像視聴中の眼球運動の時間周波数構造を求めた。結果、酔った被験者において、繰り返し映像の1回目や2回目の前半の方の眼球運動と4回目や5回目の後半の方の眼球運動では、後半の方が激しい眼球運動が起こっていることがわかった（図3）。

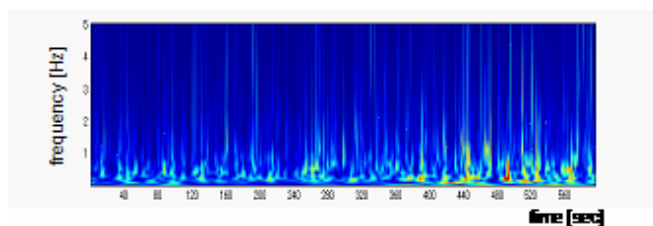


図3 映像視聴時の眼球運動の時間周波数構造

さらに、動きベクトルの pan 成分と眼球運動の水平方向の動きを定量的に調べた。それぞれの信号の振幅を整流化平均処理して、その値を比較した。このとき求めた平均値は10秒で1サンプルとして、動きベクトルからは120秒で12サンプル、眼球運動からは繰り返し映像1回につき12サンプル、それを全5回分それぞれ求めた。以下に5回目に視聴したtask5での酔った被験者群と酔わなかった被験者群をグループ分けした場合での結果を示す（図4）。

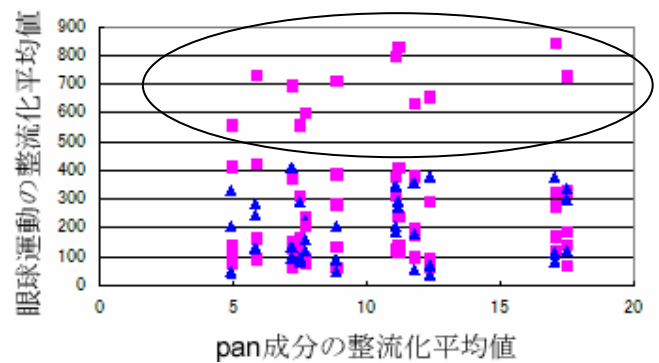


図4 動きベクトルと眼球運動の振幅による関係

5. 考察

同一の映像を繰り返し視聴させることで、2分間の映像のうち40～50秒、80～90秒の区間でトリガ時刻が集中した。この結果から、この2つの区間には爽快感または映像酔いのどちらかの判断はしきれないものの、自律神経系を刺激する動きが含まれていた可能性が考えられる。この区間での動きベクトルを調べていくことで、映像酔いの原因も判断できる可能性があると考えられる。

酔った被験者の映像視聴時における眼球運動の時間周波数構造から、映像負荷実験の後半において眼球運動が激しくなっていることが分かった。映像酔いの発症も、後半の方が起きやすいことから、眼球運動と映像酔いに関連性がある可能性が考えられる。

動きベクトルと眼球運動の振幅による関係で、繰り返し映像最後のtask5において、酔った被験者群の眼球運動の振幅の整流化平均値が大きくなった。不快感が増したことによって、眼球運動が動きベクトルの影響を強く受けたのではないかと考える。ただし、動きベクトルの大きな動きに対してのみ眼球運動が大きくなったわけではないので、今後その関係を探っていく必要があると考える。

参考文献

[1] 野村恵里, 木竜 徹, 飯島敦彦, 板東武彦, 千葉 滋: "生体信号に見られる Cybersickness の特徴ときっかけとなった動きベクトルとの関係", 第19回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 79-80 (2004).

[2] Golding J.K, "Frequency effect of 0.35-1.0 Hz horizontal translational oscillation on motion sickness and the somatogravic illusion," Aviat. Space Environ. Med, vol.68, no.5, pp.396-402, May.1997.

[3] 内山絵里, 木竜 徹, 飯島淳彦, 板東武彦, "実写映像と同じ動きベクトルを持つシミュレーション映像による動きベクトル成分の映像酔いへの影響評価," 信学技報, MBE2005-2, pp. 5-8, May 2005.