



両眼に独立した視野を提示するシステムが ユーザに与える負荷に関する基礎検討

Basic study on the load imposed on users by a system
that presents independent views to both eyes

水野文雄¹⁾, 笹嶋悠人¹⁾, 後藤優樹¹⁾

Fumio MIZUNO, Haruto SASAJIMA, and Yuki GOTO

1) 東北工業大学 工学部 (〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1, fumio@tohtech.ac.jp)

概要: 我々は、カメレオンのように両眼を独立して動かすことが可能な視野をユーザに提供する装置「バーチャルカメレオン」の開発を進めてきた。使用後に多くのユーザが疲労感を訴えたことから、我々はフリッカー値を評価指標として基礎実験を実施した。その結果、両眼に全く異なる視野を与えた場合の方が、疲労度が低くなる可能性が示唆された。以前の実験では被験者はカメラを固定されたカメラからの映像を視覚していたが、本研究ではカメラアングルの水平方向への操作を伴う条件下での実験結果について報告する。

キーワード: ヘッドマウントディスプレイ, 両眼視野闘争, フリッカー値

1. はじめに

両眼を独立して動かすという特徴的な視覚行動を持つカメレオンに着想を得て、両眼の独立運動を疑似的に再現するウェアラブルシステム「バーチャルカメレオン」の開発を我々は行っている[1]。バーチャルカメレオン使用時にユーザには両眼視野闘争が顕著に生じる。加えて、ユーザの多くが疲労感や倦怠感を報告した。これは、左右の眼に異なる視野を呈示することで視覚系に大きな負荷がかかるためと考えられる。したがって、ユーザの疲労度を定量的に評価することは、両眼独立視を実現する装置開発において重要である。バーチャルカメレオン使用によるユーザの疲労度を定量的に評価するため、我々は精神的疲労を示す指標の一つであるフリッカー値を用いた基礎実験を実施した[2]。文献[2]の実験では、専用のバーチャルカメレオンを使用してターゲットを視覚した際のフリッカー値の測定を行った。実験の結果、微小な差のある像を両眼に呈示して同一な像として捉えるよりも、明確な差のある像を両眼に呈示した場合の方がフリッカー値の減少が少なく、ユーザの負荷が小さいことが示唆された。

以前に実施した実験では、全ての実験を通じてバーチャルカメレオンのカメラは固定していた。バーチャルカメレオンはカメレオンのように能動的に両眼を独立した視野を得ることが特徴であるため、本研究では、水平方向という制限付きであるが、カメラアングルの操作を伴う条件下

で行ったフリッカー値測定実験の結果について報告する。

2. 方法

2.1 使用装置

本研究で使用したバーチャルカメレオンを図 1 に示す。フリッカー値測定用バーチャルカメレオンは全方向移動機能を有する台車、小型カメラ、カメラ姿勢制御デバイス

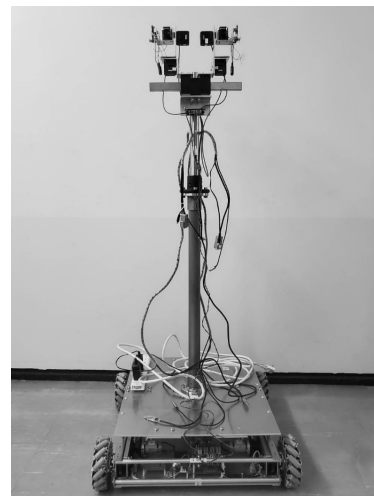


図 1: フリッカー値測定実験用バーチャルカメレオン。カメラアングルは 2 自由度で姿勢制御が可能。

および頭部に該当するカメラスタンドの姿勢制御デバイスおよび映像信号処理デバイスによって構成される。カメラ姿勢制御デバイスはカメラモジュールを、2自由度ジンバル構造を有する専用設計の雲台機構に取付け固定した。

2.2 実験条件

本実験の被験者は健康な成人男性6名（平均年齢：22.0歳，晴眼者）を対象とした。

実験の基本構成を図2に示す。バーチャルカメレオン横に平行となるように配置した衝立にターゲットを貼付し、バーチャルカメレオン後方にはHMD装着状態の被験者を着席させた。ターゲットについては文献[2]と同じものを使用した。2つのターゲットの配置は図3に示すようにした。実験中ユーザはカメラを動かすことになるが、そのタイミングは、30秒に1度を目安とした。カメラを動かす方は、図4に示すように正面から外側に向かって動かし、左右に配置したターゲットを映してから正面に戻る。この際、カメラの動かし方は両眼で独立である。

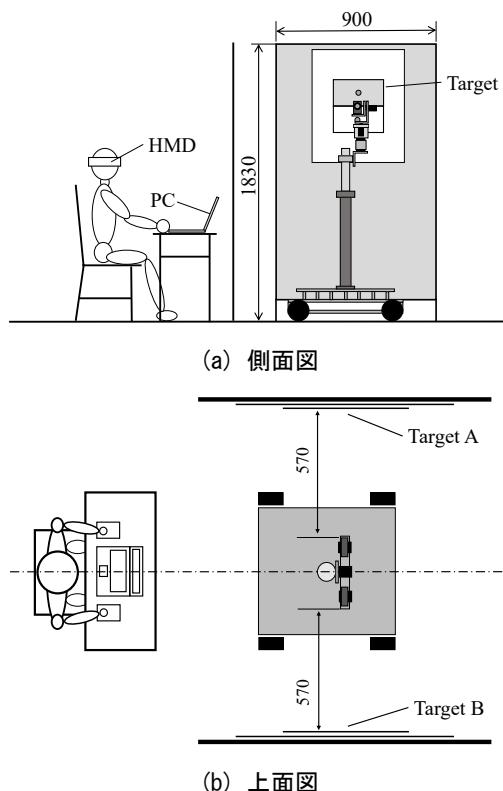


図2: フリッカー値測定実験用バーチャルカメレオン。カメラアングルは2自由度で姿勢制御が可能。

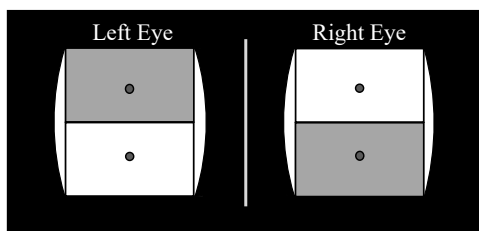


図3: ターゲットの配置。右眼と左眼で上下異なる向きに配置。

実験は以下に示す手順を5回繰り返した。

1. 被験者は安静状態で15分間休憩する
この際、目に疲労を与えるような作業（PC・スマートフォンの操作，読書など）をさせないようにする。
2. 5分間で10回フリッカー値の測定を行う。
3. 被験者にHMDを装着させる。
HMDの画面はブランクスクリーンとする。
4. 被験者の両側にある衝立にターゲットをそれぞれ配置する。
5. HMDの画面にカメラ画像を提示する。
被験者にカメラを操作してもらい、左右に設置したターゲットを自由に見てもらう（5分間）。
6. 手順2と同様に5分間で10回のフリッカー値測定を行う。

3. 実験結果

実験結果を図5に示す。グラフの縦軸はフリッカー値，横軸が試行回数，点が被験者ごとのフリッカー値の平均値を表している。グラフの概形からバーチャルカメレオン装着前後でフリッカー値が減少していると考えられる。また，グラフから1回目の装着前と2~5回目の装着後のフリッカー値との間には有意な差が見られた。したがって，装置使用時にカメラを横方向に可動して両眼独立状態で見た場合、両眼視野闘争の影響によりバーチャルカメレオン装

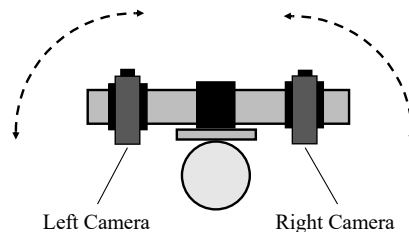


図4: カメラの動作イメージ。

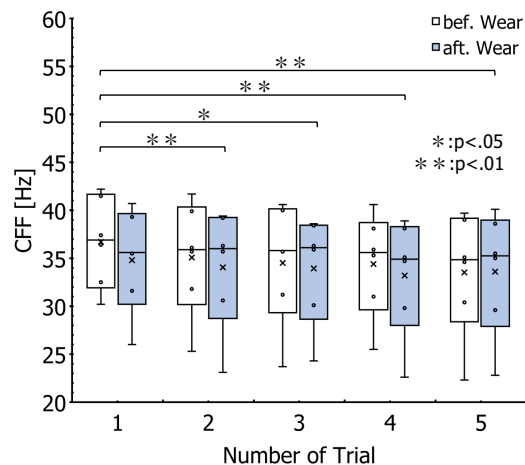


図5: 実験結果。縦軸はフリッカー値，横軸は試行回数となっている。

着前より装着後のフリッカー値は減少しているといえる。

当初、我々はカメラを可動にしたことにより、被験者には両眼視野闘争が活発に生じ、それにより大きな負荷がかかると考えていたが、以前実施した両眼位異なる画像を提示した場合と同等の減少幅であった。また複数の被験者から、「両眼に異なるが同じような画像を提示した場合と比較して疲労感が少なく感じる」という報告も得られたことから、微小な差異のある像を見るよりも明確な差異のある像を見る方が、ユーザの負荷が小さいということが示唆された。

4. むずび

本研究では、水平方向という制限付きであるが、カメラアングルの操作を伴う条件下でバーチャルカメレオン着用による影響評価を行うため、フリッカー値を指標とした基礎的な実験を行った。実験結果より、従来研究と同様に試行回数に対して減少傾向を有することと、両眼に呈示される像の差異が大きいと負荷が小さくなることが確認された。

今後について、従来型のバーチャルカメレオンの使用条件に近づけた条件下での測定や、提示画像の特徴量等の検討および異なる年齢層や性別の被験者を対象とした測定を行っていきたい。

参考文献

- [1] Mizuno, F., Hayasaka, T. and Yamaguchi, T., “A Portable Device to Represent Different Views to Both Eyes”, Proceedings of the 32nd Annual International Conference of the IEEE Engineering Medicine and Biology Conference, pp.3210-3213, 2010.
- [2] Mizuno, F., “Fundamental evaluation of mental exhaustion induced by the use of the system to provide independent views to both of eyes based on critical flicker-fusion frequency”, Proc. SPIE AR|VR|MR, Proc. of SPIE, Vol. 11931, pp. 119310S-1-119310S-7, 2022