単眼ヘッドマウントディスプレイ使用時における 視野闘争の軽減方法の検討と評価

○山添 崇¹, 岸 信介¹, 柴田 隆史¹, 河合 隆史¹, 大槻 正樹²

¹早稲田大学大学院国際情報通信研究科, ²ニコン(株)コアテクノロジーセンター

Evaluation of binocular rivalry reduction using a monocular head-mounted display
Takashi Yamazoe¹, Shinsuke Kishi¹, Takashi Shibata¹, Takashi Kawai¹ and Masaki Ohtsuki²

¹Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University, ²Nikon Corporation

1. はじめに

単眼ヘッドマウントディスプレイ(HMD)は、両眼を塞がずに使用でき、ユビキタス環境におけるディスプレイの候補のひとつである。しかし、両眼視野闘争による著しい視認性の低下が問題となっている。両眼視野闘争は画質に因らず、視認性の低下に大きな影響を及ぼす知覚現象である。本研究では、この両眼視野闘争に着目し、HMDの視認性の改善方法を検討、評価した。

2. 目的

HMD使用時の両眼視野闘争による視認性の低下は、左右の視覚情報が交互に知覚された後に片方のみの視覚情報が知覚されるようになるために生じる。これにより使用者はHMD映像を見失い、環境映像のみ見えるようになる。心理物理学の分野では、知覚交替と眼球運動の相関関係が知られている。本研究では、この知見をもとに視野闘争発生時に視運動性眼振を人為的に発生させると、知覚交替が起こり、HMD映像が見えるようになるという仮説を立てた。上記仮説に基づき、ボタンを押すことで、知覚交替を誘発する映像(以下:トリガー)をHMDに呈示する装置を試作し、効果の検証を行った。

3. 実験

3.1 実験環境

被験者はHMD(視野角 26° , 151.3cd/m^2)を装着し、視距離 2.5m の位置(視野角 44.33°)に、トリガー呈示スイッチを持ち、着席した。スイッチはUSBポートでPCと、パラレルポートでEOGレコーダと接続し、トリガーの使用時刻とその際の眼球運動の関係を正確に記録することを可能とした。LCDプロジェクタ(EPSON EMP/TW2001, 813 lx)により100インチスクリーンに投影された環境映像を背景

に、HMDに呈示された2条件の映像(詳細は後述)を、暗室内で観察した(図1)。画面解像度は、両映像とも $800\times 600\text{Pixel}$ とした。被験者は、条件(呈示映像)ごとに8名ずつ、全条件で計16名(男子15名, 女子1名)とし、HMDの装着眼(優位眼または非優位眼)ごとに各4名とした。

図1. 実験環境

3.2 眼球運動計測方法

被験者にはあらかじめ、EOG法による眼球運動計測のために電極を取り付け、電位の振幅から左右方向の眼球運動を計測した。本実験ではEOGレコーダ(日本光電 MEB-9102)を使用し 2msec 間隔のサンプリングで眼球運動を記録した。

3.3 呈示刺激

環境映像は、右から左に流れるMTFパターン(空間周波数 10Hz , $2.22^{\circ}/\text{sec}$)とし、全試行で共通とした。HMD映像には、HMDの実際の使用環境を想定し、切り替えシーンの少ないアクション映画2種を用いた。さらに、映像情報の統制条件として、環境映像と直交する、上から下流れるMTFパターンを呈示する試行も行った。

3.4 トリガー

HMD内に呈示するトリガーには2種の「ワイプ」(「折り返しあり」と「折り返しなし」と

「移動する円」の合計3種を使用した。「ワイプ」は縦600pixel、横40pixelの白いバーが画面左端から右端へ横方向に移動し、右端到達までに要する時間は2種とも500msecである。「折り返しなし」はバーが画面左端から右端へ等速で移動する。「折り返しあり」は画面左端から3/4の位置で反転し、右から左へ移動、1/4の位置で再び反転する。反転までの時間は全て167msecとした。「移動する円」は、直径50pixelの白い円が画面の四隅を500msecの間ランダムに移動する。円の出現位置は中心が画面四隅の角から縦横ともに90Pixel離れた位置とし、静止時間は125msecとした。

3.5 実験手続き

被験者は、HMD映像と環境映像を同時に観察する。視野闘争によりHMD映像を見失った場合に、呈示スイッチを押してトリガーをHMD映像内に出現させる(図2)。

図2. 視野闘争の軽減方法

HMDに映画を呈示する試行では3種全てのトリガーを用いた。統制条件ではMTFパターンが「移動する円」をかき消すため、2種のワイプのみ用いた。映像呈示時間は1試行につき5分、試行の間隔は15分以上とした。試行後は、被験者に内省報告を求め、エフェクトによるHMD映像の視認性の変化の有無、実験に関する自由回答を行なった。

4. 結果

視野闘争の発生は被験者の主観によるもので客観性に欠けるため、これまでの知見から以下の方法で評価した。随意から不随意への眼球運動変化を視野闘争の発生¹⁾、その後トリガーの使用により、共同運動へ変化した場合を視野闘争から視野融像への復帰と評価した。視野融像への復帰は反応の遅れ(約1000msec)を考慮²⁾し、トリガーの使用から1500msec以内に共同運動への変化を視野融像への復帰とした。以上の方法で、眼球運動を

分散分析により解析した結果を述べる。まずHMD映像に映画を用いた試行では視野闘争の発生回数が少なく、トリガーの効果は見られなかった。MTFパターンを呈示した統制条件では、非優位眼による観察時の視野闘争発生回数が有意に多かった($p<0.01$) (図3)。また非優位眼による観察者では、トリガーによる知覚交替の有効回数が、無効回数より有意に多かった($p<0.01$) (図4)。一方で、トリガー種別による有意差は見られなかった。

図3. 観察眼差による視野闘争の発生回数

図4. トリガーの効果による知覚交替の割合

5. むすび

本研究の結果から、眼球運動の誘発を目的としたトリガーを呈示することで、両眼視野闘争を軽減できることがわかった。これは眼球運動の発生により両眼視野闘争時に知覚される視覚情報を任意に交替可能であることを示唆している。トリガーにより注意が喚起され、眼球が無意識に追うことで視運動性眼振が誘発されるためと考えられる。今後の課題として、より効果的なトリガーの検討と評価および、実使用環境における試用・評価を行う予定である。

参考文献

- 1) F. Crick : Visual perception: rivalry and consciousness, Nature, Vol.379, 85-486, 1996
- 2) 丸山雅紀, 小林哲生, 栗城真也: 両眼視野闘争時における知覚運動交替に関連した視運動性眼振の変化, 電子情報通信学会論文誌 D-2, Vol. J84-D-2, No. 1, 196-202, 2001