

マクスウェル光学視を利用した弱視の視認支援

巽 久行¹⁾, 村井 保之²⁾

筑波技術大学 保健科学部 情報システム学科¹⁾

日本薬科大学 薬学部 医療ビジネス薬科学科²⁾

キーワード: 弱視, 視認支援, マクスウェル光学視, 網膜投影, 視認容易化画像

1. 目的

本研究は、新たに開発されたレーザー網膜走査型 HMD による照射光の画像生成を、最新の画像処理手法による PC 上のソフトウェアで行うことで、弱視の視認を向上させる手法の確立を目指している。この HMD はマクスウェル光学視の原理を用いているので、水晶体の機能に依存せずに照射光を網膜に直接投影できる。この照射光はレーザー光でありながらも人が光として感じる光量の可視光なので、基本的に撮像素子 (CCD や CMOS 等) で受光可能である。よって擬似的な網膜で視ている状況が PC 上で作り出せることから、視認しやすい照射画像を機械学習などの画像処理でプログラム化することができる。

2. 成果の概要

人の眼は結像光学視 (図1参照, 水晶体による凸レンズ機能で網膜に結像する) で対象を視ている。このとき, 水晶体の光軸と平行に進んできた光は水晶体で屈折し焦点を通過して結像するが, 水晶体の中心を通る光は屈折しないで直進する。水晶体の機能低下などの原因で光を屈折し難い (即ち, 網膜に結像し難い) 弱視者の場合, 眼内の入射光を一本の光束として水晶体の中心を通るように照射すれば, スクリーンである網膜が感知可能ならば網膜に像を投影させて視認できる。このように, 水晶体レンズの中心のみに光を通す光学視 (図2参照) をマクスウェル光学視と呼ぶ。

本研究で行った弱視の視認は, 最近開発されたレーザー網膜走査型 HMD (<https://www.qdlaser.com/lew/>) を使用した弱視補償支援である。即ち, シーンカメラで捉えた外界のオブジェクトを弱視者が視知し易いように PC 上で画像処理を施すことで, 弱視者の視認の向上を図る。図3に, レーザー網膜走査型 HMD の原理図を示す。この HMD は補視器の研究で使用したが, 弱視者の行動認識を支援する機器に拡張させることを目標としている。

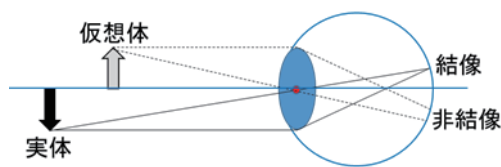


図1 結像光学視

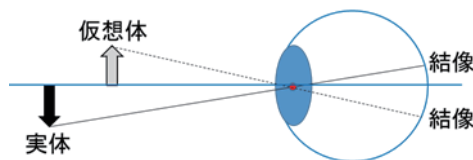


図2 マクスウェル光学視

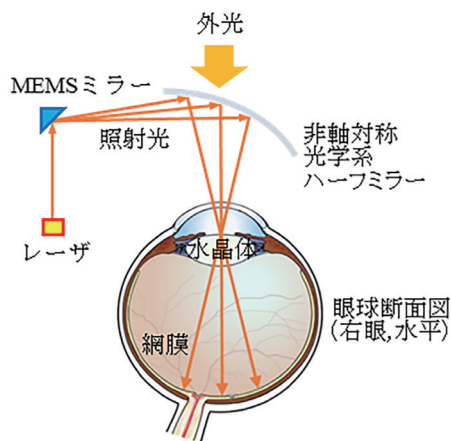


図3 レーザー網膜走査型 HMD の原理図

著者らは視認支援として, (1) 視力の補償, (2) 視野の補償, (3) 視感の補償, の三点を掲げてマクスウェル光学視による網膜の投影像分析を行い, 照度や輝度, 色度に至るまで, 弱視の補償を照射光の画像処理で制御し, 個々に適する視認支援のプログラム化を検討している。

図4に示す実験用レーザー網膜走査型 HMD の説明図を用いて研究方法を説明する。同図において, PC もしくはタブレットで, 照射レーザー光に載せる投影像を生成し (投影

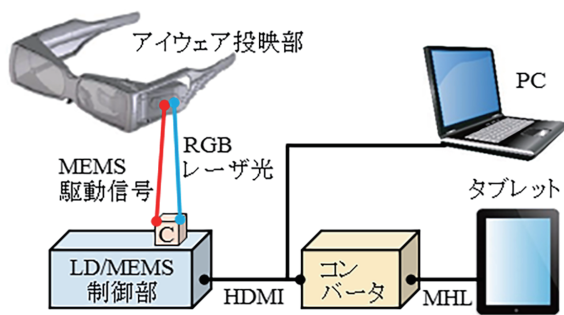


図4 実験用レーザー網膜走査型HMDの説明図



図6 実験の様子

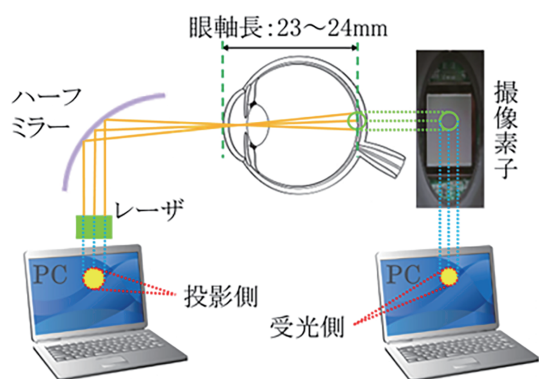
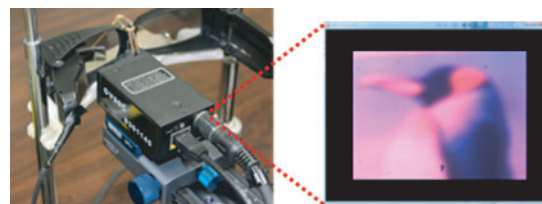


図5 網膜位置の撮像素子による実験図



(a) 投影側の映像



(b) 受光側の映像

図7 実験結果の画像例

側), 照射レーザー光がアイウェア投射部で振動するMEMSミラーを経由してハーフミラーで反射され, 網膜を走査(60フレーム毎秒)して描画された残像効果で視認できる(受光側)。照射レーザー光は可視できるので, 原理的に網膜の代替として撮像素子(CCDやCMOS等)で受光が可能である。即ち, 図5に示すように, 視覚細胞で光情報を神経信号(電気信号)に変換するのと同様に, 眼軸上の網膜位置(角膜から網膜までの眼軸長は23~24mm)に撮像素子を置くことにより, 視認状況を擬似的に撮像素子の映像で視ることができる。これより, 投影画像(晴眼者の視認)と受光画像(弱視者の視認)とを比較して, 弱視者が視認しやすい照射画像を機械学習などの画像処理でシミュレートすることが可能となる(弱視の視認を模擬する撮像素子を用意することで様々な視認実験が可能となる。例えば, 視力の補償は投影像の拡大等で, 視野の補償は投影像の視認可網膜領域の推定と投影域の決定等で, 視感の補償は投影像の明るさ, コントラスト, 大小遠近, 動作変化などの調整等で, それぞれ対処する)。

図6は, 実験用レーザー網膜走査型HMDを用いて実験している様子(同図内は, あご台, 網膜位置でのCCDカメラ, カメラ電源・画像転送・画像同期の装置, 受光側モニター等)である。しかしながら, 図7に示すように市販のCCDカメラを使用した場合, 投影側のペンギン画像(同

図a)が受光側(同図b)ではかなり劣化するので, 現状では網膜の代替となり得る撮像素子を検討中である。本研究の目的を達成するには撮像素子の改良が必須であるが, 網膜上の刺激視野の分析等が擬似的にも可能となるのは画期的である。

謝辞

本研究は, 平成29年度教育研究等高度化推進事業「マクスウェル光学視を利用した弱視の視認支援」の助成を受けて行われた。ここに深く謝意を表する。

参考文献

- [1] 巽, 村井, 関田, 宮川; “視知や触知の向上による視覚障害者のオブジェクト認識支援”, ヒューマンインタフェースシンポジウム(HIS2017)講演論文集, No.7A1-4, pp.775-778, 2017.
- [2] 巽, 村井, 関田, 宮川; “視知や触知の向上による視覚障害者のオブジェクト認識意識の拡充”, 多値論理研究ノート40巻8号, pp.8_1-8_6, 2017.