

弱視支援を組み入れたヘッドマウントディスプレイの設計

A Head-Mounted Display Design with Low Vision Aids

村井 保之⁽¹⁾ 巽 久行⁽²⁾ タンブラージ ロビンソン⁽³⁾ 徳増 眞司⁽⁴⁾ 宮川 正弘⁽²⁾
 Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Robinson Thamburaj Shinji Tokumasu Masahiro Miyakawa

1. はじめに

弱視者の視認を支援する補助器具を開発したいと考えている（聴力を補う補聴器に対抗する、視力を補う補視器と呼べるような器具である）[1]。一般に弱視の見え方は千差万別なので、この補助機器も補聴器と同様に、フィッティングが重要である。目標とする補視器は、装着者が視認したい対象や視認させたい対象を視界映像から見つけ出して、その対象を拡大提示する（視力の補償）、視野に狭窄や欠損がある装着者の視点を誘導して、彼の視界内で対象を提示する（視野の補償）、さらには、視認しやすい状態になるように、画像の白黒反転やコントラストの変化や強調を行う（視認の補償）などが行える器具である。本報告は、このような補視器（言い換えれば、弱視者用ヘッドマウントディスプレイ）を開発するための設計指針と、弱視者の行動や状況判断が向上する事例を述べる。

2. 背景

研究に当たり、著者らの一部が所属する研究機関（視覚障がい学生のみを受け入れる国立大学法人筑波技術大学・春日キャンパス）の弱視学生にアンケートを依頼し、使用している補助器具の現状と不満な点、望まれる補助器具の要件などを調査した。主な質問項目は以下の通りである。

- ・質問 1：視覚障がいにより、教育現場や私生活面でどのような支障をきたしていますか？
 - ・質問 2：どのような弱視補助器具を使用していますか？
 - ・質問 3：どのような弱視補助器具が望まれますか？
- 質問に対する回答は、以下のように要約された。
- ・質問 1 の回答：対象が遠い場合はぼやけて見えてしまう、遠くのものが見えない、小さい文字が見えない、視覚情報などがろくに得られない、人にぶつかる、黒板や教科書などの字が見えない、駅の表示画面が見えない、など。
 - ・質問 2 の回答：単眼鏡、ルーペ、画面拡大ソフト、拡大読書器、音声ソフト、白黒反転やコントラストの設定、眼鏡、など。
 - ・質問 3 の回答：眼鏡と単眼鏡が一緒になった器具、小型拡大読書器に音声をつけた器具、ガイドヘルプをしてくれる器具、眼鏡とルーペが一緒になった器具、など。

回答に挙げられた弱視補助器具として、単眼鏡や弱視眼鏡があるが、これらは像が遠方にあるので視点先の移動が速く、一種の船酔い症状になって疲れやすい。あると便利ではあるが、対象を追尾する労力が大きいので、利便性が余り高くないものである。

3. 補視器の要件

本研究の目標は、弱視者の視認を補助する機器である補視器を開発することであり、我々は、現状で最も近い位置にある機器はヘッドマウントディスプレイ（HMD）であろうと考えている。現在、米国アップル社の iPad が弱視者に大変好評なのは、簡単で直感的なジェスチャ操作で画面の拡大が行え、画面読み上げも含めた視覚障がい者向けのアクセシビリティ機能が充実しているからである。

我々が考える補視器はタブレットや携帯端末につなげて、便利な拡大鏡が眼前にある状況を作り出せるものであり、これまでのように、弱視者が眼をパソコンやタブレット、拡大読書器などの画面に近づける必要が無い。図 1 は、左図のタブレットに搭載するカメラで撮った風景を、右図の HMD で視認できるように拡大表示している様子を表している。タブレット上の画像位置を指定して拡大操作を行うと、弱視者自身の視力で対象を苦勞せずに視認できる。

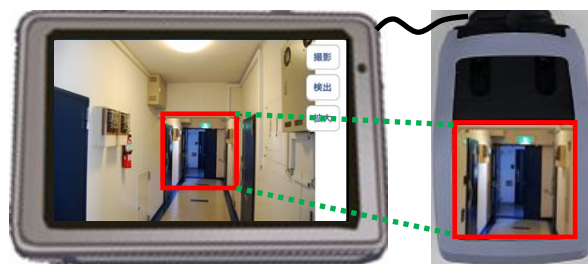


図 1. 補視器の概説

補視器は基本的にディスプレイなので、カメラで捉えた対象物の画像を表示することや、コンピュータとつなげてネットワーク上にある膨大な資料なども提示できる。開発する機能は、装着者の残存視力で見えるように、視認対象の画像を半自動で切り出し拡大できること、装着者の残存視野内で画像を提示できること、さらには、視認しやすいような視覚補正ができることなど、個々の視機能に沿った支援が可能な器具である。この補視器は、見やすさの向上を目指すもので、弱視者の可読領域とも呼べるような位置に表示画像を置くという考えにある。すなわち、補視器に表示された情報が読めるか否かを測定（読めれば可読領域にあると判定）してフィッティングを行っている。

(1) 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University

(2) 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology

(3) マドラス基督教大学, Madras Christian College

(4) 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

4. HMD の検討

ヘッドマウントディスプレイ（HMD）とは、頭部に装着して視線を向ける必要のないディスプレイ装置であり、一般に、非透過型と透過型（シースルー）の2種類に大別される。非透過型 HMD は臨場感の高いバーチャルリアリティ利用に適しており、透過型 HMD は作業性の高い情報提示が可能なウェアラブル利用に適している。本研究では、支援器具の利用であることから、透過型が必要で、かつ、弱視者は左右の視機能が異なることが多いので単眼型を、補視器の候補とした。本研究で試している HMD は、図2(a)に示すブラザー社の Air Scouter、同図(b)に示すフランス Laster Technologies 社の PMD G2、同図(c)に示す島津製作所の Data Glass 3/A である。



(a) Air Scouter



(b) PMD G2



(c) Data Glass 3/A

図2. 研究で試している HMD

図2(a)の Air Scouter は、網膜に光を当てて映す網膜走査ディスプレイの一種である（光源部の画像をハーフミラーで反射させて網膜に投射しているので、厳密には網膜走査方式ではないが、高速走査による残像効果が出る）。長所は像が鮮明で明るいこと、短所は晴眼者には見やすいが、弱視者の網膜機能ではかなり不十分な像になることが多い。図2(b)の PMD G2 は、半反射レンズをディスプレイとして用いた投影式（プロジェクタと同じ原理）なので、長所は像を広域かつ広角に表示できること、短所は像が薄くて変形することであり、弱視者の視力では見え辛い。図2(c)の Data Glass 3/A は、高精度非球面光学素子で高解像度マイクロディスプレイであるので、長所は像が明るいこと、短所は慣れないと像を見つけるのが難しく、ある程度の視力がないと視認し難いと思われる。以上のことから、現状では、弱視者に HMD を使用させるのは難しい状況にある。

弱視者に望まれる HMD の仕様は、少なくとも、図3に示すように、眼球に対してディスプレイ表示部を、

- (1) 垂直方向および水平方向へ移動が可能、
 - (2) 水平方向の回転（スイング回転）が可能、
 - (3) 垂直方向の回転（チルト回転）が可能、
- にすることである。これより、ディスプレイ角度が可変になることで、広域のオーバーレイ表示を弱視者が可視できる位置に自由に置くことができる。

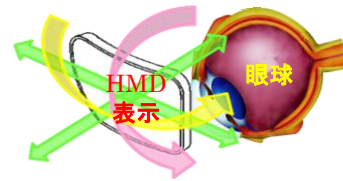


図3. 望まれる HMD の仕様

一般に HMD に表示される虚像までの仮想視距離は、最少で 25cm～30cm、最大で数十mの範囲に設定されている。一方、弱視者が iPad 等の液晶ディスプレイに目を近づける距離は数 cm（約 1cm～5cm）ほどなので、現状の光学系 HMD は弱視者にとって殆ど使いものにならない。よって最良の方法は、眼前に実像（液晶ディスプレイ）を置くような HMD が、費用面でも開発面でも優位にある。これをもとに、実験的に試作した HMD を、図4に示す。



図4. 眼前に実像を置く HMD

補視器の用途は、教育用機器として講義内で図表などの非テキスト情報の提示や、視認しやすい文字色や画像等に変換して提供すること、ピクトグラムを含む公共サインや標識・信号などの検出、道路上の歩道と車道の境界位置を検出すること、などが挙げられる。図5に、これらの説明図や実験結果を示す。

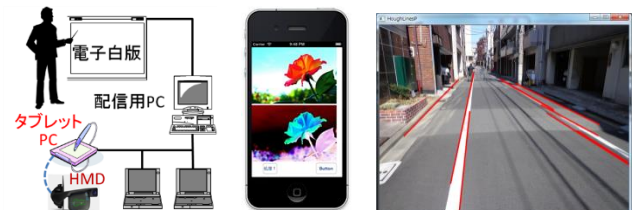


図5. 補視器の用途例

4. まとめ

補視器は眼前にある拡大鏡付きディスプレイであるので、電子ルーペとしての用途以外に、情報端末と組み合わせて、弱視者の情報獲得に多大な効果を発揮する。また、ネットワーク経由で大幅な情報保障支援の向上にも期待できる。

謝辞： 本研究は、平成 25 年度科学研究費補助金（基盤研究(C), 25350292：“ヘッドマウントディスプレイを用いた弱視支援の補視器の開発”）の助成を受けて行われている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 村井, Thamburaj, 巽, 宮川: “ヘッドマウントディスプレイを用いた弱視支援の提案”, 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2012), Vol.3, No.K-041, pp.641-642, 2012.