

## 弱視支援を組み入れたヘッドマウントディスプレイの開発 Development of the Head Mount Display with Low Vision Aids

村井 保之<sup>(1)</sup> 巽 久行<sup>(2)</sup> 徳増 眞司<sup>(3)</sup> 宮川 正弘<sup>(2)</sup>  
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi 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ている（聴力を補う補聴器に対し、視力を補う補視器と呼ぶ）[1]。開発中の補視器は、弱視者が視認したい対象や弱視者に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（視力の補償）、視野狭窄の場合は視点の誘導と対象の視野内提示（視野の補償）、さらに環境に応じて画像の白黒反転やコントラスト等も変化可能（視認の補償）な器具である。例えば、弱視者が駅などで行動する場合、重要な案内表示（たとえば非常口表示）を見つけることは困難である。補視器を用いることでこれらの問題を解決したいと考えている。

### 2. 補視器向きヘッドマウントディスプレイ

近年ヘッドマウントディスプレイの小型・低価格化と共に視界の中に各種情報を提示して視機能の拡張が行えるようになり、我々の考える補視器に近づきつつあるそこで、市販のヘッドマウントディスプレイを入手し弱視者に利用可能か検証した。

ヘッドマウントディスプレイ（HMD）は、頭部に装着するディスプレイ装置であり、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。開発する補視器は、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。検証した HMD は、図1(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。図1(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ため、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1(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1(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



(a) Air Scouter



(b) PMD G2



(c) Data Glass 3/A

図1. 検証した HMD

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ないのが難しく、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。特に問題となるのが、弱視者の残存視力に応じたディスプレイ位置の調整である。そこで、本研究では HMD の位置調整（フィッティング）が弱視者にとって利用可能となるような仕様を次のように定めた。

- (1) 垂直方向および水平方向へ移動
- (2) 水平方向の回転（スイング回転）
- (3) 垂直方向の回転（チルト回転）

検証した HMD はこの3つの機構を全て備えておらず、弱視者にはほとんど利用できない。また、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となる。

以上の検証結果より本研究では、表示部に小型の液晶ディスプレイを用いることとした。実際の補視器を試作する前に、小型液晶ディスプレイ単体での表示状況などの確認と補視器用ソフトウェア開発のため、PC に一般的なディスプレイと同様に直接接続可能で頭部に装着しても無理のない小型のディスプレイを探したが見つからなかった。そこで、ハードウェアの試作や実験向きのオーストラリア 4D Systems 社製 2.8 インチ (320x240) の液晶ディスプレイ uLCD-28PTU (図3) を入手し、画像表示の実験とソフトウェア開発を行っている。このディスプレイは PC の画面

(1) 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University  
(2) 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology  
(3) 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology



図 2. 2.8 インチ LCD

をそのまま表示することはできないが、コントローラを内蔵しており、PC とはシリアル通信で接続し各種コマンドにより画像表示や制御が行える。また、タッチパネルの機能もありスマートフォンのような操作も可能である。

フィッティング機構に関しては、ユニバーサルジョイントを応用し前述のフィッティング仕様に基づいた設計を検討中である。

### 3. ピクトグラムの認識

補視器は、視力の補償、視野の補償を行うため、カメラが装着されており、装着者の視線方向を撮影し、その中から装着者が視認したいものや視認させたいものを検出する必要がある。本研究では、画像処理ライブラリーとして広く利用されている OpenCV を用いてピクトグラム検出プログラムを開発している。ピクトグラム認識アルゴリズムは SURF を用いた。SURF は、画像の回転やサイズの変化に対応可能なうえ検出が高速で行える。開発中のプログラムでは、撮影する（カメラの）距離や位置を変えることで 80% 程度の認識が可能である（図 3）。しかし、弱視者がピクトグラムを認識できるようにカメラ（HMD）を移動することは難しいため、検出時の閾値を下げるなどの対応が必要であり現在検討中である。



図 3 ピクトグラム検出実験

### 4. HMD 視認位置の測定

開発中の補視器は、装着者の残存視野内で画像を提示でき、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すなわちディスプレイの位置調整をする必要がある。位置調整は、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）することで行う。そのため、弱視者にとってどの程度ディスプレイを移動できれば良いか測定し移動範囲を決定する必要がある。そこで、ミリ単位で前後、左右移動できる雲台（カメラの固定台）を入手し、これにディスプレイを固定、被験者にとってどの位置が見やすいかを計測する機器（図 4）を用意した。計測は、被験者の顔を“あご台”に乗せ、雲台のダイヤルによりディスプレイを移動させて行う。ディスプレイには、図 4 に示すようなアルファベットや、ランドルト環を表示させて、その文字や環の開く方向が正しく読み取れば可読領域にあるとする。可読領域内でどの程度の視認力があるかは、アルファベットやランドルト環の大きさ等で決定する。例えば、“24 ポイント（24pt）の文字が、◎：読みやすい、○：読める、△：読みにくい”，というような 3 値や、“20pt が◎、20pt が○、24pt が○、20pt が△、24pt が△”というような 5 値、あるいは、適当な視認力のメンバシップ関数が作れるかは、被験者の残存視機能に依存する。今後複数の被験者により計測を行いフィッティング機構設計の基礎データとする。



図 4 可視領域測定器

### 5. まとめ

Google Glass のように晴眼者向けの HMD は小型で高性能になっており、拡張現実（AR）を実現するウェアラブル利用が身近になってきた。これらの機器は弱視者に有用なはずだが、利用できないものがほとんどである。そこで、弱視者向けの HMD を開発し、聴力を補う補聴器のように視力を補う補視器としての開発を進めている。

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, 巽, Thamburaj, 徳増, 宮川: “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”, 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT2013), Vol.3, No.K-046, pp.661-662, 2013.