

視線追跡を用いた弱視のピクトグラム認識 Pictogram Recognition for Low Vision through Eye Tracking Analysis

巽 久行†
Hisayuki Tatsumi

村井 保之‡
Yasuyuki Murai

関田 巖†
Iwao Sekita

宮川 正弘†
Masahiro Miyakawa

1. はじめに

公共空間には誰もが取得し易い情報伝達手段としてピクトグラム（絵文字、例えば非常口のマーク）に代表される公共サインが設置されている。これらのサインは、案内や誘導、説明や規制等の大切な情報にも関わらず、弱視者に適切に伝達されているとは言い難い。本研究は、弱視者が視認できていない公共サイン等に対して、どのような補償や支援を行なえるのかを考察することにある。

著者らはこれまで、平成 21～23 年度の 3 年間にわたる科研費課題（謝辞参照。但し、震災や機器故障等の影響により、平成 23 年度経費を平成 24 年度に繰越し）において、視線追跡装置を用いた弱視者の視認を訓練する映像シミュレータの研究をしてきた。我々が考える視認支援システムとは、視力障害が原因で視認できない対象に対して、視点先の映像を拡大提示する、視野障害が原因で視認できない対象に対して、視点先への視線の誘導を行う、等といった機能を持つものである[1,2,3]。

本報告は、この研究課題に対するこれまでの経過と成果をまとめたものである。特にハードウェア（視線追跡装置）とソフトウェア（視認支援手法）を中心に、開発の経緯、現状および今後の課題について述べる。

2. 視線追跡装置

瞳孔の動きを計測・解析して被験者の視点を追跡できる装置であり、本研究では、米国 ASL 社のモバイル・アイ（Mobile Eye）という機器を使用した。この機器は基本的に測定装置であり、メガネ型の光学ユニットと視点データの記録ユニットからなる。光学ユニットは 2 つの小型カメラが装着されており、一つは被験者の目線で視界を撮影する CCD カメラ（シーンカメラと呼ばれる）であり、もう一つは被験者の瞳孔の動きを監視する赤外線カメラ（アイカメラと呼ばれる）である（図 1 参照）。

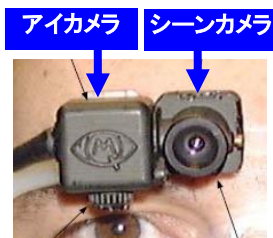


図 1. 光学ユニット

この 2 つのカメラが連動することにより、視界映像内での被験者の視点を測定することができる。そのため、視線追跡装置を使用するときは、最初に、被験者の瞳孔をアイカメラで認識させ、シーンカメラでとらえた視界映像内に複数個の定点を決めて、その各点を被験者が注視したときの瞳孔状態を解析し、2 つのカメラの較正（キャリブレーション）を行う。較正後はカメラが同期して、視界映像内での視点データを正しく求めることができる。

測定された視界映像と視点データは記録ユニットに記録されて、後から PC でファイル展開し、データ解析に利用できる。しかし、それでは目標とするリアルタイムの視認支援システムは構築できないので、我々は科研費開始後に ASL 社に、初代 Mobile Eye（我々の呼称は Mark1）の改良依頼を行なった。当時の記録ユニットは DVCR で、テープに保存されたデータは付属ソフトウェア EyeVision により、1 秒間に約 30 フレームの動画ファイルと視点ファイルに展開できる。視点ファイルのデータは、フレーム毎の視点座標、瞳孔の位置や大きさ等である。

図 2 は、科研費 2 年目（平成 22 年度）に ASL 社に依頼した試作機器である（我々の呼称は Mark2）。光学ユニットは Mobile Eye と同じであるが、記録ユニットを無くして、測定データは PC のハードディスクに保存される。保存後、データは EyeVision によりファイル展開されるので、これでは前と同じである。原因は、光学ユニットで得たデータを直接 PC に取り込むが、測定実行中の EyeVision がデータを外に渡せないことにある。そのため、我々は ASL 社に、フレーム毎のデータを PC 内でソケット通信するソフトウェアの開発を依頼した（これに、平成 22 年度の大半を要した）。また、著者らが勤務する大学は茨城県つくば市にあり、Mark2 は東日本大震災の影響と完成不足による不具合で、ハードウェアとしての視認支援システムの構築に目処がついたものの、研究計画は大幅に遅延した。



図 2. 試作機器 Mark2

図 3 は、科研費 3 年目（平成 23 年度）に ASL 社に依頼した Mark2 の改良版であり、最終的には ASL 社から商品化されたものである（市販品名は Mobile Eye-XG であるが、

† 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology

‡ 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University



図 3. Mark3 (商品名 XG)

我々の呼称は Mark3)。この記録ユニットは、カメラ性能が向上した光学ユニットの測定データを液晶表示することができる。また、データは SD メモリカードに保存できるほか、Wi-Fi 規格で PC にも無線転送できる。商品化後に一度リコールがあったものの、我々が目標とする視認支援システムには十分な能力を有している。ASL 社は視線追跡装置の動作保障を図るために、EyeVision をインストールしたノート PC と共に納品しているが、この PC が大きく、携帯には不向きである（我々は、ASL 社が要求する仕様を満たす他のノート PC で EyeVision が動作可能であることを確認している）。

3. 視認支援手法

目標とする視認支援の一つに、視力障害が原因で視認できない対象に対して、視点先の映像を“拡大提示する”という機能がある。我々は、対象検知は視点の滞留時間で捕えられると考えて、滞留時間を監視するプログラムを作成した。この視点監視のもとに、画像の切り出しと拡大表示を行なった例を、図 4 に示す。同図において、左の画像がシーンカメラのリアルタイム画像であり、滞留がある視点位置（赤のクロスライン）の辺りを拡大提示している（この例では、青の四角を 2 倍に拡大表示した）。

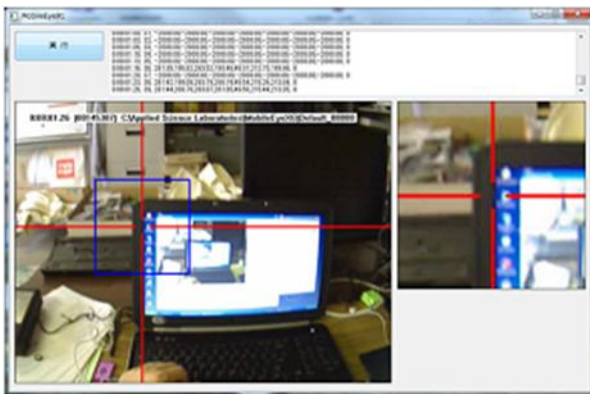


図 4. 視点先の映像を拡大提示

また、もう一つの視認支援として、視野障害が原因で視認できない対象に対して、“視点の誘導を行う”という機能がある。例えば、視界映像からピクトグラムを探して、その内容と位置を知らせる等である。我々が採用している識別法は、分類器を組み合わせることで強い分類器とするブースティング法 (Adaptive Boosting) と、特徴点の

検出と特徴量の記述を行うシフト法 (SIFT: Scale-Invariant Feature Transform) である。

ブースティング法は、各分類器の学習に Haar-like 特徴を用いているが、これらは画像処理ライブラリ OpenCV で公開されており、簡単に物体検出のプログラムを作成することができる。シフト法は、米国の大学で実装コードが公開されているが、処理速度の関係上、以前使用していた米国 Evolution Robotics 社の認識エンジン ViPR (Visual Pattern Recognition) を使用している。対象画像から得られた特徴量と、データベースに予め登録してある特徴量との比較を行う際に、変化量をベクトルに変換した特徴点として捉えるので、ロバストな認識を行なうことができる。図 5 に、ViPR 法による識別例を示す。本研究では、統一化されている公共サインの識別はシフト法で、多様な形のサインの識別は、学習の必要があるためブースティング法で、それぞれ対応したいと考えているが、識別は難しい問題であり、満足な解決には至っていない。

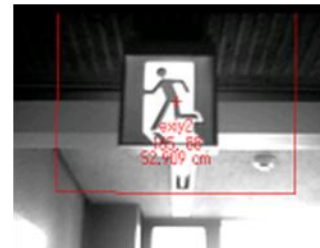


図 5. ViPR 法による識別例

4. まとめ

本研究は、弱視者の視認を支援する補償機器を開発することであるが、逆に、開発した過程から検出しやすい公共サインの図柄も提言したいと考えている。例えば、ある種のサインでは、屋内では照明状態により、屋外では天候状態により、極端に識別が変わるものが存在した。

謝辞：本研究は平成 23 年度科学研究費補助金（基盤研究 (B)、21300079：“公共サインを目印とした弱視の歩行訓練映像シミュレータの開発”）の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] H. Tatsumi, Y. Murai, M. Kawahara, I. Sekita, M. Miyakawa: “Eye Tracking Application for Low Vision, --A Proposal of Vision Navigator--”, Proc. 2010 IEEE Int. Conf. SMC, #492, pp.1578-1583, Oct. 2010.
- [2] Y. Murai, M. Kawahara, H. Tatsumi, I. Sekita, M. Miyakawa: “Eye Tracking for Low Vision Aids,--Toward Guiding of Gaze--”, Springer, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol.6180, pp.308-315, July 2010.
- [3] 村井, 河原, 巽, 関田, 宮川: “視線解析による弱視者の視認支援への取り組み”, FIT2010 (第 9 回情報科学技術フォーラム), K-055, pp.743-744, 2010 年 9 月.