

運転中の無自覚視覚障害者への情報提示手法

露崎 友理[†] 郷 健太郎[‡] 柏木 賢治[‡] 小谷 信司[‡]

山梨大学工学部[†] 山梨大学大学院医学工学総合研究部[‡]

1. はじめに

近年、高齢社会の進行に伴い、視機能障害（例えば緑内障、白内障、糖尿病網膜症、黄斑変性症）を患う高齢者が増加している。

その一つである緑内障は、日本では 40 歳以上で 17 人に 1 人が発病しており、潜在患者数も 400 万人という身近な病気である。緑内障には、視野欠損が起こり、失った視野は戻らないこと、末期状態になるまで視力が保たれること、病状の進行が緩やかであることという特徴がある。そのため、患者は病状がかなり進行するまで自覚症状をもたない場合が多い。このことから、社会的な問題点の一つとして、視機能障害をもつ人が症状を自覚しないまま自動車を運転することが挙げられる。運転免許取得時には、視力検査のみ行うため、視機能障害を検出できない。このような、無自覚の視覚障害者は、交通事故を発生させる可能性が高いことが指摘されている^{[1][2]}。

以上のような状況を改善するために、本研究では、視野欠損の病状を補い、運転時における周囲への注意力を向上させることを目標として、視野欠損をもつ無自覚視覚障害者への周辺情報提示手法を提案する。

2. 情報提示手法

本研究で対象とする情報提示手法は、運転者の前方視界へ投影する情報提示領域に、対向車や歩行者などの位置や距離の情報を提示するものである。著者らは、無自覚視覚障害者の運転時における危険性や認知できる範囲を理解するために予備実験を行った。その結果、情報提示領域を前方視界の下方へ固定することに決定した。

2.1 運転支援システム

本研究で提案する運転支援システムの提示に関する実現イメージを図 1 に示す。

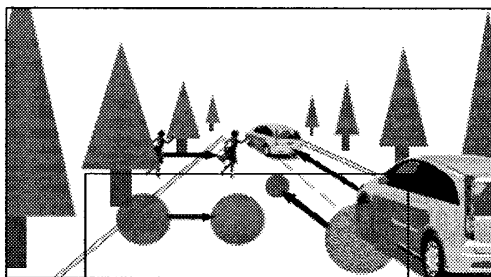


図 1 運転支援システムの実現イメージ（表示部）

図 1 では、全体を囲む長方形は自動車のフロント越しに見える前方視界を、フロントウィンドウの下方に描かれている長方形は情報提示領域を表している。車の周囲に

An Information Presentation Method for Asymptomatic Visually Impaired Drivers

[†]Yuri Tsuyuzaki, [‡]Kentaro Go, [‡]Kenji Kashiwagi, [‡]Shinji Kotani.

[†]Faculty of Engineering, University of Yamanashi,

[‡]Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi.

危険だと判断された物体がある場合、その物体に反応して情報提示領域に、自動車と物体との位置関係を表す色つきの円が表示される。この円は、物体が近距離から遠距離へ、または、遠距離から近距離へと移動する様子を示すように、色や位置が連続的に変化する。このインタフェースを情報提示領域に提示することで、視野障害のドライバーが認識しにくい場所を直感的に認識する手がかりになり、より安全な運転が可能になると思われる。また、情報提示を行う際、位置情報を表す表現として、奥行き知覚の心理的要因を用いる。

2.2 奥行き知覚

情報提示領域には、無自覚視野障害のドライバーが運転する自動車と、その周辺に存在する対向車や歩行者等の位置関係の把握を容易にするため、3 つの奥行き手がかり^{[3][4]}を用いて情報提示を行う。

- 1) 相対的な大きさ（近くの物体は遠くの物体より大きく見える）
- 2) 色〔赤色は手前に（進出色）、青色は遠くに（後退色）見える〕
- 3) 地平線との距離〔近くの物体ほど地平線の下に見える〕

以下では、本運転支援システムの有効性を確認する実験について述べる。

3. 実験計画

前節で提案した、運転支援システムの情報提示手法が無自覚視覚障害者に対して有効であるかを調査するために、実験を行った。また、実験では健常者のみの被験者で行うため、視野欠損をもつ視野障害を体験しながら行う必要がある。そこで、眼科医の指導の下で、視野欠損を擬似体験できる視野欠損ゴーグルを作成し、被験者に装着してもらった。視野欠損ゴーグルは、欠損部位が耳側、鼻側、下側、上側、中心点以外の 5 種類を用意した。

3.1 実験の概要

実験タスクは、2 つのサブタスク：(1) 表示視認タスクと (2) 前方視認タスクから構成されている。被験者が前方視認タスクを行っている最中に、表示視認タスクがランダムで割り込んでくるので、その都度表示視認タスクへ移行し、再び前方視認タスクへ戻る。表示視認タスクと前方視認タスクの概要を以下に示す。

- (1) 表示視認タスク：視覚刺激提示領域に 10 種類の視覚刺激物が無作為に表示される。視覚刺激物は、前方を横切る刺激 6 種類〔（遠、中、近）×（右、左）〕、前方から近づく刺激 2 種類（右、左）、後方から追い抜く刺激 2 種類（右、左）の、計 10 種類である。情報提示領域が使用される場合、同時に視覚刺激物に対する位置情報が表示される。その視覚刺激物を認識した際にハンドル型スイッチを押してもらうことで、刺激に対する反応時間を調べる。
- (2) 前方視認タスク：前方視界の上部に表示される信号機の色を答える作業である。これは、実際の運転状

況に合わせて表示視認タスクに提示される刺激物の出現のみに集中させないために行ってもらったタスクである。

被験者は、運転免許を取得している大学生 10 名（男性 5 名、女性 5 名）である。試行回数は、5 種類のゴーグルを装着する場合とゴーグルを装着しない場合の計 6 試行で行った。

本実験での独立変数と従属変数を以下に示す。

(1) 独立変数

- 提示手法：情報提示領域あり、情報提示領域なし
- 視野欠損ゴーグル：ゴーグルあり（欠損部位：耳側、鼻側、上側、下側、中心点以外）、ゴーグルなし

(2) 従属変数

- 反応時間：表示視認タスクでの視覚刺激物に反応する時間
- エラー率：表示視認タスクでの視覚刺激物を見逃した確率

情報提示の有無は、順序が均等になるように被験者を振り分けて実験を行った。また、ゴーグルの装着順序は、無作為になるよう統制した。

実験環境として、運転時の臨場感を与えるために、大型ディスプレイとハンドル型スイッチを用いて、簡易的な運転シミュレータを構築した。各ゴーグルでのタスクが終了するごとに、情報提示の有効性について、5 段階のリッカート尺度を用いた質問紙調査を行った。

4. 結果と考察

前方視認タスクにおける全被験者の正答率は、情報提示なし条件で 99.3%、情報提示あり条件で 99.4% であり、表示視認タスクが発生するまでは、常に前方視認タスクに集中できていたことがわかった。

ゴーグルの有無と情報提示の有無における表示視認タスクの平均反応時間を図 2 に示す。棒グラフの上方の数字は、上から平均反応時間と標準偏差を表している。情報提示の有無について平均反応時間の差を有意水準 5% で検定した結果、ゴーグルあり条件で、情報提示あり条件が情報提示なし条件より有意に速かった。つまり、提示情報があることで、視野欠損がある場合に対して運転支援ができていくことがわかる。さらに、ゴーグルの有無について平均反応時間の差を有意水準 5% で検定した結果、情報提示なし条件で、ゴーグルなし条件がゴーグルあり条件より有意に速かった。しかし、情報提示あり条件で、両者に有意差がなかった。このことから、提示情報があることで、反応時間が視野欠損のない場合と同レベルまで向上したことがわかる。

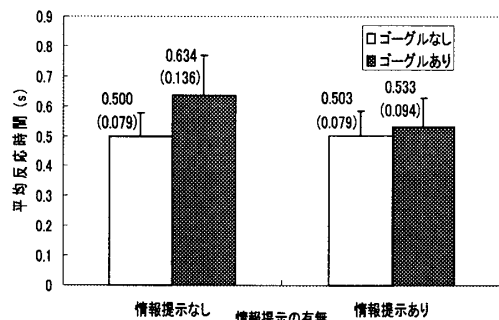


図 2 情報提示有無における平均反応時間の比較

さらに、10 種類の刺激物について、ゴーグルごとと情報提示の有無による平均反応時間の差を有意水準 5% で検定した。その結果、前方向遠方で横切る刺激物で、両者には有意差がなかった。これは、遠方を想定した刺激物の位置がディスプレイの中心付近に出現するため、運転時に前方を見ることが多いドライバにとって、提示情報を確認しなくても気づきやすいためと考えられる。しかし、後ろからの危険な追い越しを想定した刺激物では、耳側、上側、下側、中心点以外の視野欠損ゴーグルで、情報提示あり条件が情報提示なし条件より平均反応時間が有意に速かった。これは、情報提示なし条件は刺激物を見るために顔を傾ける動作が多く、対して情報提示あり条件は刺激を迫らずに提示情報で確認できるため、それらの動きが低減されたためと考えられる。また、ゴーグルを装着する際、視線と欠損部位が固定されるので、顔を傾ける動作は、視野欠損者が視線を動かすのと同じ役割を持っているといえる。

また、エラー率については、情報提示なし条件で 0.3%、情報提示あり条件で 1.0% であった。情報提示の有無におけるエラー率の差を検定した結果、両者には有意差がなかった。

以上から、視野欠損があるドライバが運転する際に、本運転支援システムを用いれば、周辺状況への反応時間を健常者ドライバと変わらない程度まで向上できると考えられる。

さらに、実験中に行った質問紙調査の結果、情報提示あり条件での有効性の設問では、平均で 3.8 と比較的高い評価値が得られた。自由記述形式の設問では、「障害物をいち早く見つけられた」、「円の大きさの変化はわかりやすい」、「見る範囲が少なくてすむ」という回答が得られた。このことから、提示手法が被験者に受け入れられていたことがわかる。

5. おわりに

本稿では、無自覚視覚障害者が自動車を運転する際の事故防止策として、情報提示手法を提案した。視野欠損を体験できる視野欠損ゴーグルを作成し、それを用いて、提案した情報提示手法の視野欠損ドライバに対する有効性を調査した。その結果、視野欠損ゴーグルを装着しても、情報提示領域が表示されている場合には、視野欠損ゴーグルを装着しなかった場合と比較して、刺激物に対する反応時間に差がないことがわかった。以上から、提案した情報提示法の有効性を示すことができた。

今後の課題として、実際に視野欠損をもつ被験者を対象とした評価実験や、運転者の視線情報と連携した動的表示の実現が挙げられる。

参考文献

- [1] 中野, 山本, “運転者の認知能力の診断技術”, 映像情報メディア学会誌 Vol. 61, No. 12, pp. 13-16 (2007)
- [2] 坂本, 萩原, 山田, “見やすい交通標識を実現する運転アシストシステムの提案”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007, pp. 219-222 (2007)
- [3] 浦谷, “拡張現実環境における注視の距離情報の視覚化の提案と評価”, 大阪大学大学院 修士学位論文 (2006)
- [4] 中村, 安藤, 川原, “「ウインドシールドディスプレイ」による安全で快適な画像情報提示”, 自動車技術 Vol. 59, No. 6, pp. 117-123 (2005)