

直進走行時における前方車両の半隠消表現に関する基礎検討

平野 愛子^{†1} 池田 聖^{†2} 木村 朝子^{†2} 柴田 史久^{†2}

立命館大学 大学院情報理工学研究科^{†1} 同 情報理工学部^{†2}

1. はじめに

半隠消表現 (Half-DR) とは実在する物体を映像的に半透明化し、その物体により隠された風景 (隠背景) を可視化する技術である[1]。本稿では、この Half-DR 技術を運転支援に用い前方車両を透過し運転者に提示する手法についての実験結果を報告する。提案手法では、前方車両に搭載されたカメラの映像を自車両から見た前方車両領域に重畳し提示する。半隠消表現法の違いが前方車両および隠背景の把握に与える影響を調べるため、実験では前方車両の透過領域が異なる複数種類の透過表現を比較する。直線道路を走行するシーンを対象として、提示シーン中の障害物の出現および前方車両の制動灯の点灯に対する実験参加者の反応速度と正答率を評価する。

2. Half-DR によるシースルー・ビュー

著者が所属する研究グループでは車載カメラやセンサで取得した視覚情報を中心とした情報を車両間で共有・利活用可能な「映像通信フレームワーク」の開発に取り組んでいる[2]。その利用例として、運転者の視点から周辺車両を透過する「シースルー・ビュー」が挙げられる。シースルー・ビューでは、周辺車両による不可視領域を周辺車両に搭載されたカメラから得られた映像によって透過することを目指している。関連研究として、前方車両の車載カメラの映像を Wi-Fi 通信で受信し運転者に提示することで前方車両を透過し、車両の追い越しを支援する Pedro らの研究がある[3]。当該研究では前方車両を直方体と見立て、運転手から最奥の正面に前方車両カメラの走行動画を重畳描画し、直方体の他の面を拡張現実感(AR)により描画することで奥行き認識を補助した。しかしながら、運転時の透過表現では、運転者は予測出来ない周辺車両の状態と、速い速度で変化する隠背景の両方を同時に視認する必要がある。そこで我々は、半隠消表現法の違いがこれらの把握に影響するとの仮説を立て、複数の表現方法が交通状況の把握に及ぼす影響を比較することとした。本研究では、シースルー・ビューの第一段階として、直進走行時における前方車両の透過表現において、透過領域の違いが前方車両および隠背景の把握に与える影響を調べる。

なお、AR と Head-Up Display (HUD) を組み合わせた情報提示により、運転時に情報を視認する時間が減少することがわかっており[4]、我々は Half-DR においても同様のことが考えられると考え、本研究では簡易な HUD を用いて情報提示を行う。

3. Half-DR 映像刺激

3.1 前方車両の透過表現

本研究では、前方車両の透過表現として異なる 3 種類

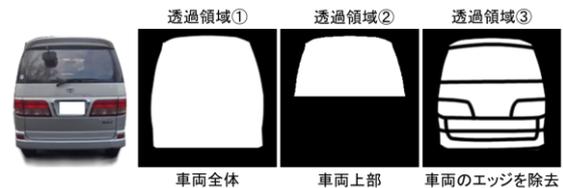


図1 比較する透過領域



図2 実験システムの構成

の表現を準備し、その効果を比較する。比較する透過表現は、透過領域を車両全体にしたもの (①)、車両上部のみに限定したもの (②)、車両のエッジ部分を除いた領域にしたもの (③)、の 3 種類とする (図 1 参照)。領域①は隠背景の情報が多さを重視したものであるが、その反面、前方車両の視認性が悪くなることが懸念される。一方、領域②は前方の乗用車のウィンドシールド越しに見える光景を強調する透過表現に相当する。また、領域③は物体のエッジ部分以外を透過する表示法が奥行き関係を把握し易いという知見[5]に基づく。

3.2 映像刺激提示環境

実験で用いた簡易 HUD システムの構成を図 2 に示す。実験に用いた全ての刺激は 43 インチのプラズマディスプレイ (1024×768px) と 17 インチの液晶ディスプレイ (1280×1024px) により与えた。プラズマディスプレイには走行動画上に前方車両の静止画を描画し、前方車両が走行している状態を再現した。本来の透過では前方車両の車載カメラで撮影した走行動画を使用するが、そのままの走行動画を透過に用いる場合、前方車両と自車両の車高の違いから隠背景に不整合が発生する。本研究では隠背景の不整合による視認性の影響は考慮しないため、運転者視点の映像上に前方車両の静止画を描画することで隠背景の不整合を軽減した。液晶ディスプレイでは、隠背景以外の領域をマスクした走行動画を提示した。液晶ディスプレイの映像をアクリル板 (厚さ 3mm) に反射させて鏡像を作り、プラズマディスプレイ上の前方車両領域に重畳描画することで車両の半透明化を行う。プラズマディスプレイと液晶ディスプレイの明

“Feasibility Study on Half-DR Representations of the Front Vehicle in Straight-ahead Driving”

^{†1} Graduate School of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

^{†2} College of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

るさの比は 1 : 0.88 とし、隠背景の認識に支障がない程度の明るさに調整した。実験に用いた走行動画は、乗用車のボンネットにカメラ (SONY HDR-AS100V) を装着し撮影した。カメラは運転者の視点位置付近に設置し、時速 25km 程度で直線道路走行中に撮影した。被験者は、運転時の状況に近い、ブレーキを模したフットキーボードを用いて、入力を行うこととした。

4. 実験

4.1 実験手法

前述した通り、本研究が目指すシースルー・ビューにおいて運転者は、前方車両と隠背景の道路状況を同時に把握する必要がある。そこで、前方車両の視認性を評価する目的で、前方車両の制動灯が光る動画を作成した。また、隠背景の視認性を評価する目的で、障害物小 (三角コーン) と障害物大 (ガードマンロボット) が隠背景中出现する動画を作成した。制動灯/障害物を提示するタイミングは、動画開始から 1 秒後、2 秒後、3 秒後、4 秒後、5 秒後の 5 パターンとした。また、前方車両の種類は大型トラック、普通ワゴン車、軽ワゴン車の 3 種類とする。制動灯/障害物を提示するタイミング、前方車両の種類を複数用意した理由は、被験者に制動灯/障害物の提示を予測させないためである。

第一種運転免許を有する 20 名 (20 代男性 17 名, 20 代女性 3 名) の被験者に合計 135 種類のシーケンスを提示し、制動灯/障害物を視認した際にブレーキを模したフットキーボードを踏むタスクを与えた。反応時間とタスクの正誤を記録した。具体的な手順は以下である。

- (1) 被験者の顎を固定する
- (2) 画面中心の固視点を注視する
- (3) 提示された走行動画中に動画内で制動灯/障害物を視認した場合、フットキーボードを踏む
- (4) フットキーボードが制動灯/障害物提示後 5 秒間踏まれなければ、誤答したものとして次の動画に移る

4.2 結果と考察

実験の結果を図 3 に透過領域ごとの平均反応時間、図 4 にタスクの正答率を示す。両図より以下の事がわかる。

- (i) 制動灯について全ての領域は同じ傾向である
- (ii) 障害物大/小について比較した場合、領域②では障害物大、領域③では障害物小における大型トラックと他車両の反応時間の差が大きい
- (iii) 透過領域①において、提示物に関わらず正答率は 77%~95% である
- (iv) 透過領域③において、障害物小/大型トラックの正答率のみ 80% を大きく下回っている
- (v) 制動灯について全ての領域は正答率が高い

(i) と (v) の結果から、透過領域の違いは制動灯を把握する際の影響、つまり前方車両の視認性への影響が少ないことが示唆された。しかし、これは本実験で用いた簡易 HUD システムでは、隠背景像に対する重畳像の明度比が低いため、明度が高い制動灯部分に対しては重畳像の影響が小さかった可能性がある。(ii) の結果において、領域②の障害物大の視認には大型トラックの非透過領域が大きく、領域③の障害物小の視認には大型トラックのエッジ位置が障害物小に重なったことが視認に至るまでの時間が長かった原因と考えられる。(iv) の結果において、障害物小が遠方に位置する時は視認可能であるが、運転手に近づくと透過領域外となり視認できないため、

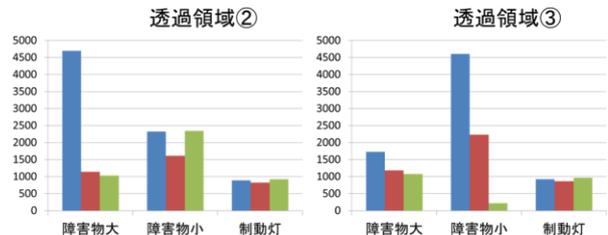
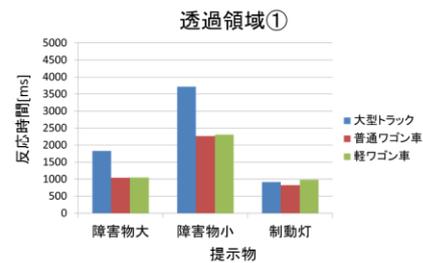


図 3 透過領域ごとの平均反応時間

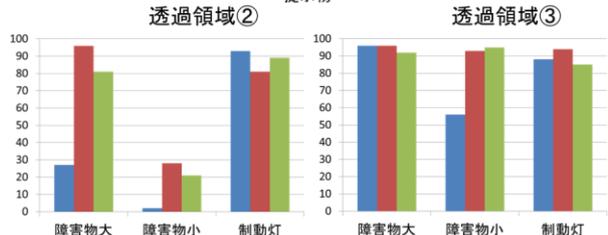
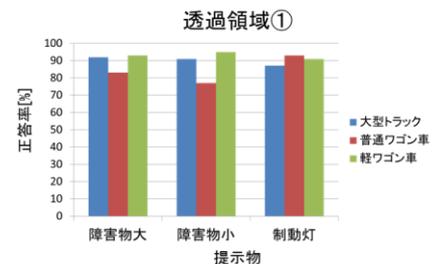


図 4 透過領域ごとの正答率

正答率が低いと考えられる。これらのこと (iii) の正答率が高いことから、透過領域の違いが隠背景の把握には影響を与えることが示された。また車両に対して一律に透過するのではなく、運転手と隠背景の位置関係を考慮した透過法を検討する必要がある。

5. むすび

本稿では、半隠消表現の違いが前方車両および隠背景の把握に影響を与えることを、実験通して確認した。特に隠背景への影響が強いことから、今後はこのような影響が運転者の補助となるよう、様々な交通状況に応じた透過表現を、系統的実験を通して追究する予定である。

参考文献

- [1] 吉岡他: “隠消現実感における半隠消表示法の改良”, 第 19 回日本 VR 学会大会論文集, 33B-1, pp. 533 - 536, 2014.
- [2] 樋口他: “車載カメラ利用に適した映像通信フレームワークの基本設計と試作”, Proc. DICO, pp. 85 - 92, 2015.
- [3] G. Pedro, et al.: “The see-through system: from implementation to test-drive,” Proc. VNC, pp. 40 - 47, 2012.
- [4] 田内他: “通信利用型運転支援システムにおける支援情報の提示位置に関する実験的検討”, デンソーテクニカルレビュー, Vol.15, pp. 146 - 152, 2010.
- [5] S. Christian, et al.: “An augmented reality X-Ray system based on visual saliency,” Proc. ISMAR, pp. 27 - 36, 2010.