

[ショートペーパー] フロントガラスへの映り込みが発生した際の 歩行者視認性推定

森 優介[†] 平山 高嗣[†] 出口 大輔[†] 川西 康友[†] 井手 一郎[†]
村瀬 洋[†]
[†]名古屋大学

あらまし 運転支援のためには、歩行者を自動検出するだけでなく、運転者からみた歩行者の視認性を推定し、それに応じた適切な支援を行うことが重要である。歩行者の視認性を推定する手法の多くは、入力として鮮明な車載カメラ画像を前提としている。しかし、実際はダッシュボード上の物体がフロントガラスに映り込むことにより視野が妨害されることがあり、これが歩行者の視認性を低下させると考えられる。そこで本研究では、フロントガラスへの映り込みに着目し、それを考慮した歩行者の視認性推定手法を提案する。

キーワード 車載カメラ画像, 歩行者, 視認性, フロントガラス, 映り込み

Pedestrian Visibility Estimation when Objects are Reflected on a Windshield

Yusuke MORI[†], Takatsugu HIRAYAMA[†], Daisuke DEGUCHI[†], Yasutomo KAWANISHI[†],

Ichiro IDE[†], and Hiroshi MURASE[†]

[†] Nagoya University

Abstract Alerting existence of pedestrians to a driver depending on the visibility of pedestrians from the driver is important for driving assistance. Most existing approaches estimate the pedestrian visibility from a clear onboard camera image. However, when an object on a dashboard is reflected on the windshield, the driver's visual field may be disturbed, which decreases the pedestrian's visibility. In this research, we propose a method to estimate the pedestrian visibility considering the reflection on a windshield.

Key words Onboard camera image, pedestrian, visibility, windshield, reflection

1. ま え が き

運転者の過失を原因とする事故の7割は認知ミスに起因するとされている。また、運転支援システムによる環境認識性能の向上に伴って、運転者への情報供給が過多になることが予測される。そのため歩行者の自動検出に加えて、運転者から見た歩行者の視認性を推定し、それに応じた適切な運転支援が必要とされている。

歩行者の視認性は、周囲の状況や環境によって変化する。従来研究において、画像特徴から歩行者の視認性を推定する手法[1]や見落としやすさを推定する手法[2]が提案されている。しかし、これらの研究は入力として、道路状況が鮮明に撮影された車載カメラ画像を前提にしている。実際の運転では、例えばダッシュボード上に存在する物体がフロントガラスに映り込むことにより視野が妨害されることがある。このような視野への妨害は歩行者の視認性に悪影響を与えると考えられる。そこ

で本研究では、フロントガラスへの映り込みを考慮した歩行者の視認性に着目し、その推定手法を提案する。

2. フロントガラスへの映り込みを考慮した歩行者の視認性推定手法

映り込みがある車載カメラ画像から抽出した特徴量を説明変数、歩行者の視認性を目的変数として、回帰によりフロントガラスへの映り込みを考慮した歩行者の視認性推定を行なう。図1に提案手法の処理手順を示す。

映り込みがある車載カメラ画像から、映り込みを分離することにより、分離した歩行者画像および映り込み画像が得られると仮定する。歩行者画像からは、従来研究で用いられている特徴として、画像中の歩行者領域における面積、輝度の平均と標準偏差、歩行者領域とその周辺領域における輝度の平均の差とその標準偏差の差、平均色の差、エッジ強度の平均の差、色ヒストグラムの差を抽出する。また、映り込み画像のうち、歩行

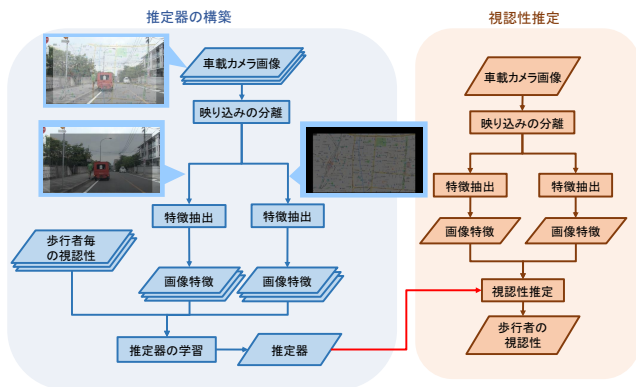


図 1 提案手法における処理手順

者周辺に重畳している領域から、輝度の平均と標準偏差、エッジ強度の平均と標準偏差、各色成分 (RGB) それぞれの平均と標準偏差を抽出する。これらの特徴を説明変数とする。

目的変数である歩行者の視認性は、運転者が見ている交通環境に対して主観評価を行なうことにより得る。そして、説明変数と目的変数の関係をサポートベクトル回帰により学習することで推定器を構築し、フロントガラスへの映り込みを考慮した歩行者の視認性推定を行なう。

3. 実 験

本研究では、図 2 のような実験室環境でフロントガラスへの映り込みを再現した。運転者が見ている前方風景として、ディスプレイに歩行者画像を表示する。また、ガラス板を斜めに傾けて設置したものをフロントガラスに見立て、タブレット PC をガラス板の下に設置し、映り込ませる物体画像を表示することでガラス板に映り込みを発生させる。実験参加者があご載せ台からガラス板越しにディスプレイを見ることにより、映り込みが生じた運転状況を再現した。

歩行者画像を 5 種類 (歩行者 1 人のみが存在して、撮影された場所が異なり、その歩行者が遮蔽されずに写っている画像) と映り込ませる物体画像を 3 種類 (情報が多い場所と少ない場所から切り出した地図画像を 2 種類、黒色画像を 1 種類) 用意し、それらの組み合わせから、15 種類の映り込み再現パターンを作成した。図 3~5 にそれぞれの画像例を示す。

これらのうち異なる 2 種類の対を実験参加者に提示し、10 人の実験参加者が「歩行者が見えやすい方」を回答する試行を全ての対 (105 対) について実施した。その後、得られた結果から Thurstone の 1 対比較法により視認性を [0-1] の値に定量化した。

推定実験においては、映り込みが存在する車載カメラ画像 I を、映り込ませる物体画像 I_R と歩行者画像 I_P のアルファブレンドにより模擬可能であると仮定した。特徴抽出に使用する映り込みを分離した画像として、 αI_R と $(1-\alpha)I_P$ を用いた。映り込みを模擬した車載カメラ画像の見えがガラスを用いて再現した映り込みパターンの見えと同様になるように α 値を調整し、その値を 0.4 とした。

提案手法の有効性を確認するために、目標値と推定値の平均

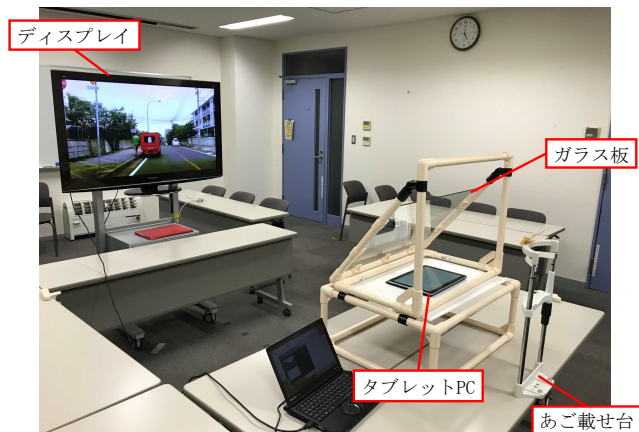


図 2 映り込みを再現するための実験室環境



図 3 歩行者画像の例

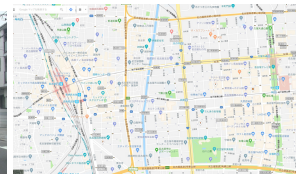


図 4 映り込ませる物体画像の例



図 5 映り込み再現パターンの例

表 1 提案手法と比較手法の精度比較

評価指標	平均 2 乗誤差	Spearman の順位相関係数
提案手法	0.022	0.91
比較手法	0.027	0.83

2 乗誤差と Spearman の順位相関係数により推定精度を評価した。比較対象として、映り込みを分離していない画像に対して従来の特徴のみを用いる推定手法を用意した。表 1 に評価実験の結果を示す。この結果から、提案手法の有効性を確認した。

4. む す び

映り込みがある車載カメラ画像から歩行者画像と映り込み物体画像を分離し、それぞれから特徴を抽出することにより、フロントガラスへの映り込みを考慮した歩行者の視認性推定手法を提案した。また、評価実験により提案手法の有効性を確認した。今後の課題としては、データセットの拡張が挙げられる。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金による。

文 献

- [1] Wakayama et al., "Estimation of the human performance for pedestrian detectability based on visual search and motion features," Proc. ICPR2012, pp.1940-1943, Nov. 2012.
- [2] Tanishige et al., "Prediction of driver's pedestrian detectability by image processing adaptive to visual fields of view," Proc. ITSC 2014, pp.1388-1393, Oct. 2014.