

運転者から見た歩行者の危険度推定のための 「歩きスマホ」認識

新村 文郷^{1,a)} 川西 康友¹ 出口 大輔¹ 井手 一郎¹ 村瀬 洋¹ 藤吉 弘亘²

1. はじめに

毎年数多くの歩行者が自動車との衝突事故により死傷しており、歩行者との衝突回避を実現する技術への需要が高まっている。衝突回避のための重要な技術の1つが、車載カメラを用いて自動車の周囲の歩行者を認識する技術であり、これを実現するための研究が盛んに行われている [1]。しかし、自動車の周囲に存在する歩行者のすべてに衝突の危険があるわけではなく、より注意すべき歩行者とそうでない歩行者を区別して認識する技術が求められている。

運転者は周囲の歩行者に対して常に注意を払うべきであるが、その度合いは歩行者の状態や動作によって異なる。一般的に、大人の歩行者に対して払わなければならない注意よりも、子供や老人の歩行者に対して払わなければならない注意の方が大きいと考えられる。これは、子供や老人は予期せず道路に飛び出したりする可能性が高いためである。このように、運転者は歩行者の属性を認識することで、歩行者に払わなければならない注意の度合い（危険度）を判断している。

運転者が歩行者を危険か否か判断するための属性として、体の向きや顔の向きが挙げられる。運転者は歩行者の体や顔の向きを把握することで、歩行者が次に進むであろう方向を予測して危険度を判断する。このように、歩行者の体や顔の向きといった体勢に関わる属性の認識は危険度を見積もる上で重要であり、これまで数多くの研究が行われてきた [2]。

近年、スマートフォンの普及により、歩行者がスマートフォンの画面に集中しながら歩くいわゆる「歩きスマホ」が頻繁に見られるようになった。「歩きスマホ」の歩行者は周囲に注意を払っていない状態であると考えられるため、自動車の接近に気付かない可能性が高く、道路へ飛び出す危険もあると考えられる。そのため、運転者は「歩きスマホ」の歩行者に対して特に大きな注意を払わなければならない。



(a) 正面 (b) 側面

(a) 歩きスマホ (b) 通常

図 1: 「歩きスマホ」の例

図 2: 勾配強度の平均

そこで本発表では、歩行者の危険度を推定することを目的として、車載カメラ画像から歩行者の「歩きスマホ」を認識する手法を提案する。

2. 「歩きスマホ」の認識

車載カメラを用いて撮影された画像から検出された歩行者に対し、その歩行者が「歩きスマホ」をしているか否かの認識を行う手法を提案する。本手法では、歩行者検出結果として歩行者を切り出した画像（歩行者画像）が得られたものとして認識を行う。したがって、学習データや入力画像として、図 1 のように歩行者を中央に写った歩行者画像を用いる。

本手法では、まず「歩きスマホ」歩行者と通常の歩行者の画像群を学習データとして識別器を構築し、入力された画像に対して識別器を適用して「歩きスマホ」認識を行う。

2.1 画像特徴の抽出

歩行者画像から「歩きスマホ」の認識に利用する画像特徴を抽出する。

歩行者が「歩きスマホ」を行う場合、スマートフォンをどちらの手に持つかという点を除けば、多くの歩行者は図 1 に示す歩行者とほぼ同様の姿勢になる。すなわち、スマートフォンを持つ腕を胸の方向に曲げ、顔は手元のスマートフォンを向いた状態になる。したがって、歩行者の体の形状を見れば「歩きスマホ」を認識できると考えられる。図 2 に「歩きスマホ」と通常の歩行者の勾配強度の平均を表した画像を示す。腕や頭の形状に違いが見られることが確認できる。

そこで本手法では、画像特徴量として形状を表現するこ

¹ 名古屋大学, 〒 464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

² 中部大学, 〒 487-8501 愛知県春日井市松本町 1200

^{a)} shinmuraf@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp

とができる特徴量を利用する。このような特徴量の代表例として、Histograms of Oriented Gradients (HOG) 特徴量がある。HOG 特徴量は Dalal らによって人物検出のために提案された特徴量 [1] であり、体の局所的な形状（腕や頭の形状等）を表現することが可能である。腕や頭の形状の違いを捉えることができるため、「歩きスマホ」認識の特徴量として適切と考えられる。

2.2 識別器の構築（学習段階）

学習段階では、あらかじめ用意した学習データセットを用いて、「歩きスマホ」か否かを識別するための識別器を構築する。学習データセットには、スマートフォンを使用中の「歩きスマホ」歩行者と、使用していない通常の歩行者の 2 クラスの画像が含まれ、それぞれ学習データとして利用される。

学習データから HOG 特徴量を抽出し、得られた特徴量を用いて識別器を学習する。識別器の学習には線形サポートベクタマシン（線形 SVM）を利用する。SVM による学習では、HOG の各ヒストグラムが重み付けされ、「歩きスマホ」の識別に有効な部位には大きな重みが、そうでない部位には小さな重みが与えられる。ここでは、歩行者の腕や頭の形状を表現する部分のヒストグラムの重みが大きくなるよう学習されることが期待される。

2.3 「歩きスマホ」の認識（認識段階）

認識段階では、事前に構築した識別器を用いて、入力された歩行者画像から「歩きスマホ」を認識する。

入力された歩行者画像から HOG 特徴量を抽出し、得られた特徴量をもとに 2.2 で構築した識別器を用いて「歩きスマホ」の認識結果を得る。

3. 「歩きスマホ」認識の実験

歩行者画像に対し提案手法を適用し、「歩きスマホ」認識の実験を行った。歩行者の向きとして、正面、左、右の 3 種類について、向きごとに精度を評価した。

実験で使用するデータセットとして、カメラ（PointGrey 社製 Grasshopper3）を用いて歩行者を撮影した画像を用いた。車載カメラにより撮影したときと同様の画像になるようカメラを設置し、屋外にて撮影を行った。歩行者ごとに異なる場所で撮影を行い、撮影した画像から手動で歩行者を切り出して提案手法の入力となる歩行者画像とした。11 人の歩行者について、スマートフォンを持たず前方を向いて歩いている状態と、スマートフォンを持ち手元（スマートフォン）を向いて歩いている状態の 2 種類の歩行者画像を各 90 枚ずつ計 1,980 枚用意した。なお、すべての歩行者は右手にスマートフォンを持って撮影を行った。これを、歩行者の向きとして、正面、左、右の向き毎に用意した。

用意したデータセットを使用して「歩きスマホ」認識を

表 1: 「歩きスマホ」認識の正解率

体の向き	正面	左	右
「歩きスマホ」の歩行者 (スマートフォン使用中)	83.8%	34.4%	71.9%
通常の歩行者 (スマートフォン不使用)	93.8%	47.4%	74.4%
合計	88.8%	40.9%	73.2%

行い、精度を評価した。11 分割交差検証法に基づき、データセット中の 11 人の歩行者画像のうち、10 人分のデータを用いて識別器を学習し、残り 1 人分のデータを評価に用いて精度を評価した。11 人のデータが 1 回ずつ評価に用いられるよう、これを 11 回繰り返し、その結果の平均を精度とした。精度評価では、認識結果の正解率（テストデータが正しいクラスとして認識された割合）を評価指標とした。

表 1 に歩行者の「歩きスマホ」認識の正解率を歩行者の方向ごとに示す。表 1 から確認できるように、「歩きスマホ」と通常の歩行者の姿勢の違いを捉えることで両者を識別することができた。左向きの歩行者は認識の正解率が低かったが、これはスマートフォンを持つ右腕の大部分が隠れて見えなかったためである。この場合、わずかに見える腕や顔向きの特徴を捉える必要があり、体の特定の部位（腕や頭）に注目して特徴を捉える必要がある。また、形状だけでなく、時系列に特徴を捉えることで動きの特徴を用いる必要がある。

4. むすび

本報告では、車載カメラ画像から歩行者の「歩きスマホ」を認識する手法を提案した。「歩きスマホ」歩行者は周囲に注意を払っていないため、飛び出し等の危険がある。これを認識することで、不注意で道路に飛び出してくる歩行者を予測することが可能となり、運転時の安全性を高めることができると考えられる。

今後の課題として、本報告では歩行者を体の向きごとに分けて実験を行ったが、歩行者の向きが未知の場合についても「歩きスマホ」認識ができるよう対処が必要である。

謝辞

本研究の一部は、JST 名古屋大学 COI および科学研究費補助金による。

参考文献

- [1] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection", In Proceedings of 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 886–893, 2005.
- [2] F. Flohr, M. Dumitru-Guzu, J.F.P. Kooij, and D.M. Gavrilu, "Joint Probabilistic Pedestrian Head and Body Orientation Estimation", In Proceedings of 2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 617–622, 2014.