

車載カメラ画像からの傘差し歩行者検出に関する検討

新保 祐人^{1,a)} 川西 康友^{1,b)} 出口 大輔^{2,c)} 井手 一郎^{1,d)} 村瀬 洋^{1,e)}

1. はじめに

近年、自動車の自動運転への注目が高まっており、広く実用化への取り組みがなされている。自動運転には、自動車の周囲環境を認識する技術が必要不可欠である。その中でも、重大な事故の回避に直結する歩行者の検出は重要な課題となっている。

様々な自動車の走行環境の中でも、雨天時は路面が濡れることで自動車の制動距離が増加することや、歩行者自身も傘によって視界が遮られ自動車の接近に気付きにくく危険な状態である。そのため、晴天時よりも歩行者検出の重要性は高い。しかし、歩行者検出に関する多くの研究 [1], [2] は晴天時を前提としており、雨天時は考慮されていない。そこで本発表では、雨天環境下での歩行者検出の高精度化を目的とし、傘差し歩行者を高精度に検出するための手法について検討した結果を報告する。

2. 従来研究 : Deformable Part Model

歩行者検出などの特定物体検出において広く使用される手法として、Deformable Part Model (DPM) [1] がある。DPM のモデル構造の例を図 1 に示す。DPM は、物体全体の形状を表すルートフィルタ (図 1a) と、パーツの形状を表すパーツフィルタ (図 1b)、各パーツの移動量に対する変形コスト (図 1c) の 3 つの要素から検出対象か否かを判定する。しかし、傘を差した歩行者の場合は、歩行者検出の最も重要なパーツである頭部が傘によって隠れてしまうため、検出が困難になるという大きな問題がある。

3. 提案手法のアイデア

傘によって頭部が隠蔽された歩行者は、DPM の頭部パーツの応答が悪いため検出されない。この場合、頭部パーツのスコアを使用しない方がモデル全体としてのスコアは向

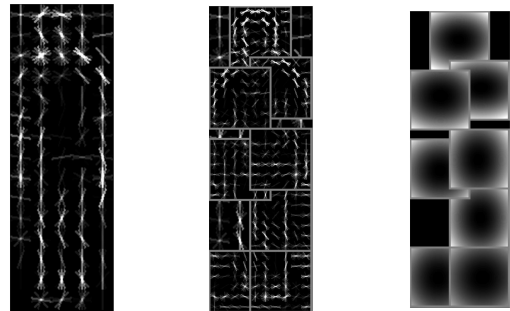


図 1 DPM のモデル構造の例

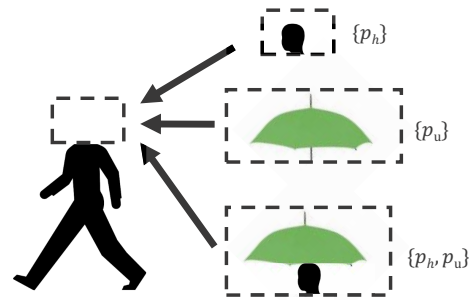


図 2 パーツ選択処理の概念図

上する。よって、検出対象によって使用するパーツを選択することが有効だと考えられる。

そこで、提案手法では歩行者モデルに対して傘パーツ p_u を追加学習し、傘パーツ p_u と頭部パーツ p_h のパーツ選択処理を導入する。パーツ選択の概念図を図 2 に示す。 $\mathcal{P} = \{\{p_h\}, \{p_u\}, \{p_h, p_u\}\}$ という 3 つのパターンでスコアを算出し、スコアが最も高くなるパターンのスコアを識別スコアとして採用する。 $\{p_h\}$ は傘を差していない歩行者、 $\{p_u\}$ は傘によって頭が隠れている歩行者、 $\{p_h, p_u\}$ は傘を差していて頭が見えている歩行者に対応する。

4. 提案手法 : Parts Selective DPM

提案する Parts Selective DPM (PS-DPM) の処理手順を図 3 に示す。

Step 1 では、まず従来の DPM と同様に歩行者モデルを構築する。このとき、歩行者モデルの学習には傘差しの有無に関わらず全ての歩行者標本を用いる。

Step 2 では、傘差し歩行者の学習標本から傘のアノテー

¹ 名古屋大学 大学院情報科学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

² 名古屋大学 情報戦略室 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

a) shimboy@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp

b) kawanishi@is.nagoya-u.ac.jp

c) ddeguchi@nagoya-u.jp

d) ide@is.nagoya-u.ac.jp

e) murase@nagoya-u.jp

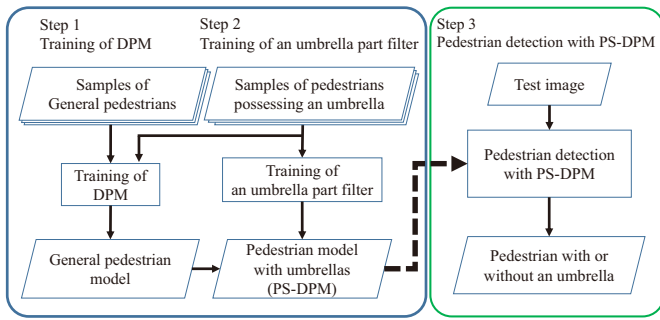


図 3 Parts Selective DPM (PS-DPM) の処理手順

表 1 データセット一覧

	画像枚数	歩行者数	傘差し歩行者数
学習データ	2,698	2,358	1,763
評価データ	950	435	845

シジョンを基に傘部分を学習する。傘のアノテーションは外接矩形で与えられ、線形 SVM と HOG 特徴量によりフィルタの値を学習する。また、傘と対応付けられた歩行者のアノテーションとの位置関係を基に、歩行者との相対的なパーツ位置と変形コストを学習する。

Step 3 では、傘部分を追加した歩行者モデルを用いて検出を行なう。まず、入力画像から HOG 特徴を抽出する。次に、抽出した特徴マップに対して、ルートフィルタと各パーツの応答を計算する。最後に、 $P = \{\{p_h\}, \{p_u\}, \{p_h, p_u\}\}$ の 3 パターンの組み合わせから識別スコアが最も高いものを選択して、識別スコアを算出する。

5. 実験および考察

提案手法の有効性を確認するための評価実験を行なった。実験に用いたデータを表 1 にまとめる。また、本実験では DPM のモデル構造として、Person Grammar Model [2] を用いた。

図 4 に従来手法と提案手法による傘差し歩行者の検出結果例を示す。従来手法では検出できなかった歩行者を提案手法では検出可能であることを確認した。図 5 の FROC 曲線からわかるように、提案手法では画像 1 枚当たりの誤検出数 (FPPI) が 0.1 のときの検出率が約 8% 向上することを確認した。

6. むすび

本発表では、Parts Selective DPM を用いて車載カメラ画像から傘差し歩行者を高精度に検出する手法について提案した。DPM の歩行者モデルに傘部分を追加し、頭部パーツと傘部分を検出スコアが高くなるように選択する手法を検討した。評価実験により、頭が傘によって隠れているような歩行者でも従来の DPM と比べて高精度に検出可能であることを確認した。今後の課題として、傘以外の所持品への対応や、全パーツへのパーツ選択処理の導入な



(a) 従来手法 (b) 提案手法

図 4 検出結果例

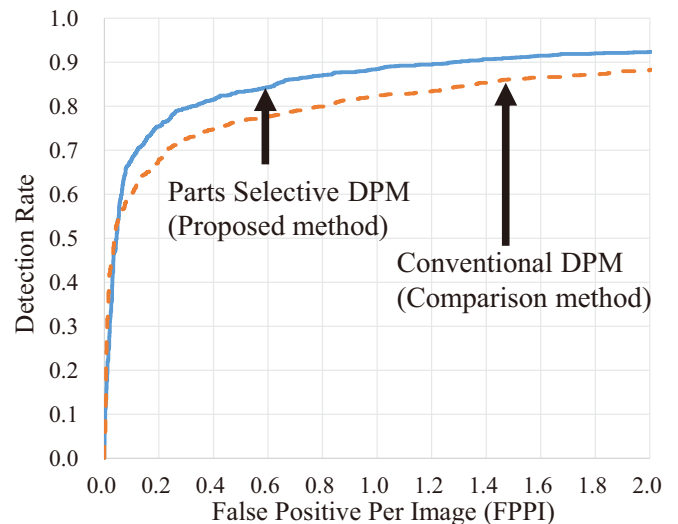


図 5 各手法の検出精度

どが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金による。

参考文献

[1] P. F. Felzenszwalb, R. B. Girshick, D. McAllester, and D. Ramanan, “Object detection with discriminatively trained part-based models,” *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.32, no.9, pp.1627–1645, Sept. 2010.

[2] R. B. Girshick, P. Felzenszwalb, and D. McAllester, “Object detection with grammar models,” In *Proc. 25th Annual Conf. on Neural Information Processing Systems, Advances in Neural Information Processing Systems*, vol.24, pp.442–450, Curran Associates, Inc. Dec. 2011.