

誤検出傾向に基づく複数検出器の構築による 様々な環境における歩行者検出

鈴木 悠暉^{1,a)} 出口 大輔¹ 川西 康友¹ 井手 一郎¹ 村瀬 洋¹

1. はじめに

近年、車載カメラを用いた安全運転支援技術の研究開発が盛んに行われている。その中でも歩行者検出は重要であり、HOG 特徴量と SVM 検出器を組み合わせた学習ベースの歩行者検出手法 [1] など、さまざまな手法が提案されている。一般に、走行環境(車の周囲環境)によって車載カメラ画像の見えは大きく変化する。これは多様な背景に対して歩行者検出を行う必要があることを意味しているが、このような多様な背景における検出を、単一の検出器で実現することは困難である。

一方、歩行者と誤って検出された背景は検出器が苦手とするものであると考えることができる。また、その現れ方には一定の傾向が見られる。そこで本発表では、検出の誤り方の傾向、すなわち誤検出の傾向に着目して走行環境を分類することにより、誤検出を削減するように歩行者検出器を構築する手法を提案する。

2. 提案手法の考え方

学習型の検出器を利用する手法の場合、走行環境の多様な見えを単一の歩行者検出器で実現することは難しく、一般に高精度な歩行者検出は困難である。この問題に対して、シーン(市街地や森など)に合わせて走行環境を分類し、各シーンに適応した歩行者検出器を用いることで誤検出を削減する手法の有効性が確認されている [2]。しかし、1つの走行環境中に複数のシーンが混在する場合には、この手法の効果が発揮されないという問題があった。そこで、全体の見えが影響しない新しい基準で走行環境の分類を行い、この問題に対処する。



図 1 異なるシーン(市街地と木立)の誤検出例

図 1 に、代表的な誤検出の例を示す。異なるシーン(市街地と木立)であるものの、同じような物体(木や標識など)が誤検出として現れていることがわかる。このことから、誤検出は走行環境中の全体の見えに依存しないことがわかる。一方、誤検出と誤って検出された背景は検出器が苦手とするものであると考えることができる。そこで、このような誤検出に着目することにより、シーンの見えという観点ではなく、検出器が苦手とする傾向にあわせて走行環境を分類することを考える。本発表では、走行環境ごとに異なる誤検出の現われ方の傾向(以下、誤検出傾向と呼ぶ)に注目して、誤検出傾向毎に検出器を学習する手法を提案する。

3. 走行環境適応型歩行者検出器の構築手法

提案手法の概要を図 2 に示す。事前準備としてすべての背景画像を用いて初期検出器を構築しておく。そして、この初期検出器を用いて入力背景画像から誤検出を収集する。次に学習段階では、誤検出傾向の取得と背景画像クラスタリング(Step 1)、背景画像クラスタ毎に検出器の構築(Step 2)を行う。最後に検出段階では、構築した複数の歩行者検出器を用いて歩行者検出を行う。以下で各処理について簡単に述べる。

3.1 誤検出傾向を用いた走行環境クラスタリング

2 節で述べたように、提案手法では歩行者検出器の誤り方の傾向を誤検出傾向と考える。この誤検出傾向に基づ

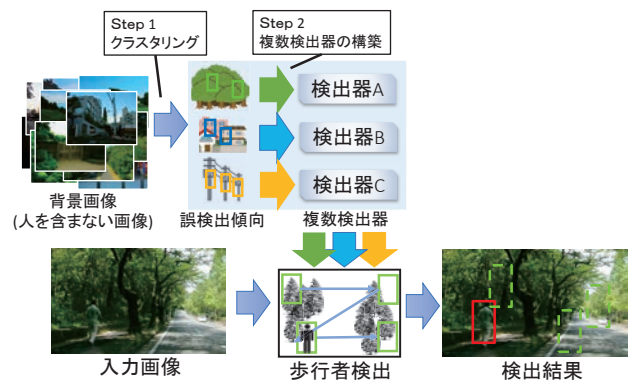


図 2 提案手法の概要

¹ 名古屋大学 〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町

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

いて走行環境のクラスタリングを行う。まず、初期検出器を用いて歩行者を含まない背景画像から誤検出を収集する。そして、得られた各誤検出から HOG 特徴量を抽出し、 k -means により誤検出クラスタ w_0 の各々について、そのクラスタ中心を求める。最後に各誤検出クラスタ中心によって走行環境と誤検出傾向を関連付ける。具体的には、背景画像に含まれる各誤検出が属する誤検出クラスタを求める。そしてその個数が一定以上のクラスタと背景画像を関連付ける。

3.2 歩行者検出器の構築

3.1 でクラスタリングされた走行環境の集合毎に歩行者検出器 [1] を構築する。歩行者検出器の構築には、初期検出器の構築に用いた歩行者画像をポジティブサンプルとして利用する。まず、歩行者画像とランダムに切り出した背景画像を学習サンプルとして入力する。そして、各学習サンプルから HOG 特徴量を抽出し、SVM を用いて歩行者と背景を識別する検出器を構築する。しかし、背景画像からランダムに切り出した画像から得られる特徴量は、必ずしも歩行者と背景の識別に有効ではない可能性がある。そこで、データマイニングの手法を用いて誤検出の低減を図る。具体的には、上記で構築した HOG+SVM 検出器によって生じる誤検出を新たに加えて、検出器を再学習する。

3.3 歩行者検出

検出段階では、走行環境クラスタ毎に作成した検出器の検出結果を統合して利用する。その際、まず各検出器から得られた検出矩形に対して Mean-shift クラスタリングを適用して検出器ごとに検出矩形の統合を行う。次に、すべての検出器による検出結果の統合を行う。すべての検出器の検出結果を重ねて、過半数以上の検出器が歩行者とみなした検出結果を歩行者として出力する。

4. 実験および考察

提案手法の有効性を確認するために評価実験を行った。実験データには、Daimler データセット [3] を用いた。

図 3 に走行環境の分類なしの検出器と分類ありの検出器による歩行者検出結果の例を示す。この例からわかるように、提案手法により誤検出が抑制できることを確認した。また、図 4 に提案手法と比較手法の FROC 曲線を示す。このグラフからわかるように、提案手法は走行環境の分類なしで構築した歩行者検出器と比べ、FPPF が 1.0 のときの検出率が 10% 向上することを確認した。

一方、提案手法では構築した検出器すべてを利用するため、歩行者検出に要する処理時間が長くなる傾向があった。

5. むすび

本発表では、車載カメラを用いた歩行者検出器の高精度化を目的とし、誤検出傾向に着目した走行環境のクラスタ



(a) 背景画像分類なし (b) 背景画像分類あり

図 3 各手法における歩行者検出例

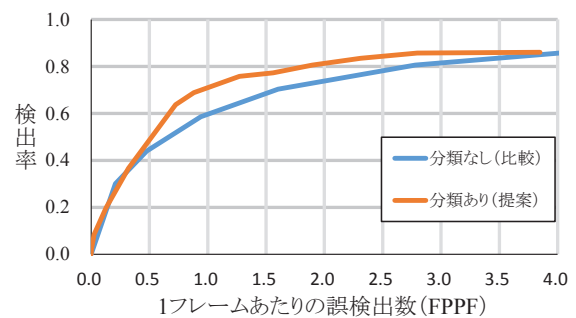


図 4 各手法による FROC 曲線

リングを行い、環境毎に歩行者検出器を構築する手法を提案した。評価実験の結果、提案手法により歩行者の検出精度が向上することを確認した。今後の課題として、大規模データを用いた実験、処理の高速化などが挙げられる。

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] N. Dalal et al., "Histograms of oriented gradients for human detection" Proc. 2005 IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 1, pp.886–893, June 2005.
- [2] D. Suzuo et al., "Environment adaptive pedestrian detection using in-vehicle camera and GPS," Proc. Int. Conf. on Computer Vision Theory and Applications 2014, pp.354–361, Jan. 2014.
- [3] M. Enzweiler et al., "Monocular pedestrian detection: Survey and experiments," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.31, no.12, pp.2179–2195, Dec. 2009.