

車両部位の検出数と検出信頼度を利用した 回帰による車両台数推定

新村 文郷^{1,a)} 出口 大輔^{1,b)} 井手 一郎^{1,c)} 村瀬 洋^{1,d)}

1. はじめに

安全運転の支援において、自車周囲の走路環境や道路状況を理解することが重要である。特に自車の周囲を走行する他車の台数を把握することは、自車周囲の混雑状況を理解することに役立つと考えられる。そこで本発表では、車両の正面方向を撮影した車載カメラ画像から、画像中の車両の台数を推定する手法を提案する。

車両台数を求める方法として、画像中から車両を検出して数える方法がある。車両検出では、HOG 特徴を用いて SVM 識別器を学習して検出に利用する手法 [1] をはじめ、多くの手法が提案されている。こうした車両検出の手法では、車両に遮蔽が生じた場合に検出精度が低下する問題がある。車載カメラ画像の場合、道路の混雑状況によっては車両の大部分が隠れることがあり、図 1 に写った車両のように、手前の車両によって大部分が隠れた車両は検出が難しい。そのため、車両検出に基づく手法では、車載カメラ画像中の車両台数を正確に求めることは困難である。

こうした遮蔽の問題に対し、映像中の歩行者数を推定する研究では、歩行者数と相関がある画像特徴を用いる手法 [2] が提案されており、その有効性が示されている。歩行者数推定では、車両の場合と同様に、混雑状況下において歩行者の大部分が隠れるため精度良く人物を検出することが困難となる。そのため、画像特徴に基づく歩行者数推定手法が提案された。

以上をふまえ、車載カメラ画像中から得られる特徴から車両台数を推定する。車両には窓やタイヤ等の特徴的な部位が存在し、車両の大部分が隠れた場合にも、これらの部位の一部は検出が可能である。そこで、画像中から車両の各部位を検出し、その検出結果に基づいて車両の台数を推定する。しかし、車両の隠れ方は様々であり、検出される各部位の組み合わせは複雑である。そのため、各部位と車両台数との関係を学習した回帰を用いることで車両台数を

推定する。

本発表では、車両部位の検出数に基づく車両台数推定手法 [3] を改良し、回帰の特徴量として新たに部位検出の信頼度を追加して台数推定を行う手法を提案し、より大規模なデータを用いた実験を行った結果について報告する。

2. 提案手法

提案手法の概要を図 2 に示す。まず、車載カメラ画像から車両の各部位を検出し、その検出結果をもとに車両台数を推定する。車両部位として、ナンバープレート、窓、タイヤ、前照灯 (右, 左)、尾灯 (右, 左) の 7 種類を利用する。

2.1 学習段階

部位検出に用いる検出器と台数推定に用いる推定器は、学習により構築する。本節では各構築方法を説明する。

2.1.1 車両部位検出器の構築

検出対象となる 7 種類の車両の部位ごとに検出器を構築する。構築には HOG 特徴量と線形 SVM を利用する。

まず、各部位の学習サンプルを用意し、HOG 特徴量を計算する。算出した HOG 特徴量を用いて、各部位の HOG



図 1 大部分が隠れた車両が写った車載カメラ画像の例

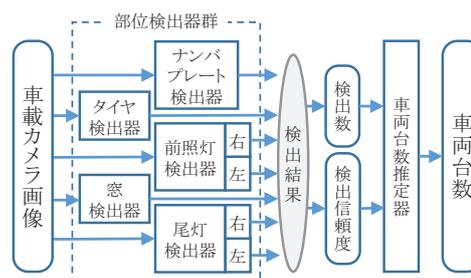


図 2 処理概要図

¹ 名古屋大学 〒464-8601 愛知県名古屋市中千種区不老町

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

b) ddeguchi@nagoya-u.jp

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

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

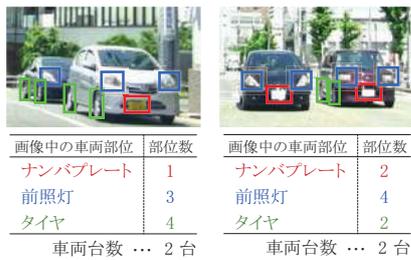


図 3 車両台数と各部位数の組み合わせ例

特徴を線形 SVM により学習する。学習した線形 SVM 識別器を、部位検出器として利用する。

2.1.2 車両台数推定器の構築

部位の検出結果から車両台数を求める推定器を構築する。車両の隠れ方によって、車両の台数と部位数の組み合わせは複雑である。図 3 に示すように、画像中の車両台数が同じであっても、各部位数が異なる場合がある。この問題を解決するため、SVR (サポートベクトル回帰) による回帰を利用する。

まず、あらかじめ車両台数を人手で数えた車載カメラ画像を学習データとして用意する。学習データに対し、各部位の検出器を適用することで検出結果を得る。この検出結果から、各部位の検出数と検出信頼度を算出する。検出信頼度の計算には、SVM 識別器を適用時に計算される識別境界からの距離を利用する。識別境界からの距離が小さいほど識別が難しく、誤検出の可能性が高くなるため、部位が検出された際の距離の平均値を求めることで、検出の信頼度を求める。これらの検出結果と車両台数との関係を SVR を用いて学習する。学習した SVR 推定器を、車両台数の推定器として利用する。

2.2 推定段階

構築した部位検出器を用いて車載カメラ画像から車両の各部位を検出し、その結果をもとに、構築した台数推定器を用いて車両の台数を推定する。

2.2.1 車両部位の検出

車載カメラ画像に対し、注目領域の大きさを変化させながら画像の全範囲をラスタスキャンし、各注目領域から HOG 特徴量を算出する。算出された HOG 特徴量を入力として検出器を適用し、注目領域が各部位か否かを判定する。これにより、画像中から各部位を検出する。

2.2.2 車両台数の推定

得られた各部位の検出結果から、各部位の検出数と検出信頼度を算出する。求めた検出数と検出信頼度を入力として推定器を適用し、車両台数を推定する。

3. 実験および考察

実環境で撮影した車載カメラ画像 (1,920×1,080 画素) に対して提案手法を適用し、車両台数を推定する実験を行っ

表 1 精度評価結果

	提案手法 (検出数と信頼度)	比較手法 (検出数のみ)
MAE	0.99	1.06
MRE	0.54	0.59

た。車載カメラ画像 2,351 枚を用いて 10 分割交差検定を行い、平均絶対誤差 (MAE) および平均相対誤差 (MRE) を算出することで精度評価を行った。平均絶対誤差は、画像ごとの正解の車両台数と推定された車両台数の差の絶対値 (絶対誤差) の平均値である。平均相対誤差は、画像ごとの車両 1 台あたりの絶対誤差 (相対誤差) の平均値である。

精度評価の結果を表 1 に示す。比較手法として、各部位の検出数のみを用いて車両台数を推定した結果を示す。表 1 の結果から、検出信頼度を特徴量に追加したことで、MAE は 0.07, MRE は 0.05 の推定精度向上が見られた。

検出信頼度の追加により推定精度は向上したが、大きな精度向上は見られなかった。これは回帰による推定がもともと誤検出の影響を受けにくいと考えられる。検出信頼度は部位の誤検出に対して有効な特徴量であるが、SVR による回帰では誤検出も含めて特徴を学習するため、誤検出があっても精度良く推定でき、検出信頼度の効果が小さくなったと考えられる。したがって、今後は車両台数を数える上で効果的な特徴量について検討する必要がある。

4. まとめ

本発表では、車両の遮蔽による推定精度低下を軽減し、車載カメラ画像から精度良く車両台数の推定を行うため、車両部位の検出結果を利用した回帰による車両台数の推定手法を提案した。

今後の課題として、台数推定に有効な、車両部位数以外の特徴量の検討が挙げられる。また、より大規模なデータを用いて実験を行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金, JST 名古屋大学 COI による。

参考文献

- [1] F. Han, Y. Shan, R. Cekander, H.S. Sawhney, and R. Kumar, "A Two-Stage Approach to People and Vehicle Detection With HOG-Based SVM," in Proc. Workshop on Performance Metrics for Intelligent Systems, pp. 133-140, Gaithersburg, USA, Aug. 2006.
- [2] S. Fujisawa, G. Hasegawa, Y. Taniguchi, and H. Nakano, "Pedestrian Counting in Video Sequences based on Optical Flow Clustering," International Journal of Image Processing, Vol. 7, No. 1, pp. 1-16, 2003.
- [3] 新村文郷, 出口大輔, 井手一郎, 村瀬洋, "車両部位検出を利用した回帰による車両台数推定," 第 20 回画像センシングシンポジウム (SSII2014), IS3-14, June 2014 (発表予定).