

シングルボードコンピュータを用いた画像式交通量計測システムの開発

宮城大学大学院事業構想学研究科 学生会員 ○松田 宏文¹宮城大学事業構想学群 正会員 蒔苗 耕司²

1. はじめに

近年、情報通信技術（ICT）の進歩に伴い、画像処理技術を用いた交通流の計測への需要が高まっている。計測に必要な画像を取得する画像式センサは、設置やメンテナンスが容易であること、より多くの情報を取得することができることなど従来のセンサ類と比較すると有利であり、その開発と利活用が進んでいる^{1,2)}。

著者らはこれまで、ローコストな交通量計測システムの開発を目標に、様々な画像処理ベースの車両検出手法を交通量計測システムへと適用し、それぞれの手法における交通量の計測性能の比較を行ってきた³⁾。本研究では、これまで開発してきたシステムをより安価なシングルボードコンピュータである Raspberry Pi 3 に実装し、交通量計測の実行速度や適合率などの性能の検証を行った。

2. 本研究における交通量計測手法の概要

本研究で適用した交通量計測のフローを図-1 に示す。ここでは、それぞれの処理について解説する。

(1) 動画の取得

動画画像のフォーマットは MPEG1/2 や H.264 などに対応している。路上に設置されている一般的な CCTV カメラから取得した動画についても適用可能である。

(2) HOG 特徴の計算

HOG 特徴は画像を輝度勾配ヒストグラムによって表現する局所画像特徴量の一つである。日照条件の変化に頑健であることから、歩行者の検出に広く用いられている⁴⁾。HOG 特徴の計算手順は次の通りである。まず、画像に2つの一次微分フィルタ(水平方向と垂直方向)を適用する。画素はそれぞれ輝度勾配方向として表現され、その値は -180° から 180° をとる。次に輝度勾配方向を 20° ごとの範囲を持つ9つの階級に量子化する。その後、画素の集まりであるセルと呼ばれる単位でそれぞれの画素の輝度勾配方向をヒストグラムとして計算する。さらに、複数のセルの集合であるブロックごとに正規化を行い、最後にすべてのブロックのベクトルを結合する。

(3) スライディングウィンドウ法による候補領域提案

スライディングウィンドウ法は、任意の大きさの検出窓を一定のピクセル数ずつずらしながら画像全体のラスタスキャンを行うことで車両の候補領域を抽出する手法である。ここでは候補領域ごとに HOG 特徴の計算を行い、得られた特徴量を SVM によって識別することで車両の検出を行う。

(4) SVM による識別

本研究ではリスク最小化原理に基づく統計的学習法である SVM を識別器として採用している。SVM はパターン認識において広く利用されており、その効果が証明されている。2値分類という課題において、SVM はマージン最大化によって最適な超平面を決定する。

(5) 車両の通過判断

本システムにおける計測画面を図-2 に示す。交通量計測を行う前に、図中の小さい矩形で示されている計測領域を設定する。SVM によって識別された車両は赤色の矩形で表現されている。検出された車両領域が車両検知領域を包含することで計測領域の状態判断が行われる。

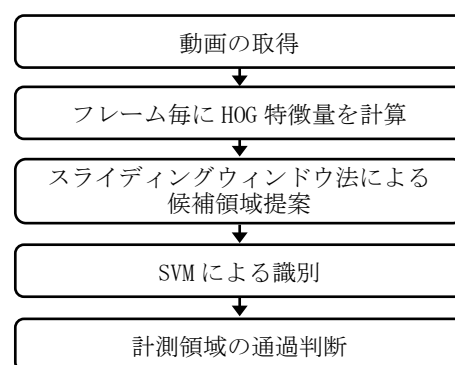


図-1 交通量計測のフロー図

キーワード 交通量計測, 画像処理, HOG, サポートベクターマシーン, ITS, ラズベリーパイ

連絡先 1 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1 番地 1 E-mail: p1652010@myu.ac.jp

連絡先 2 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1 番地 1 E-mail: makane@myu.ac.jp

3. 実験・結果

実験は、あらかじめ撮影した天候や時間帯の異なる 3 つの動画を対象に行った。昼間の晴天時のシーン A と昼間の降雪時のシーン B、そして夜間の曇天時のシーン C である。動画の解像度は縦 480 画素、横 360 画素で、フレームレートは 30 fps である。画像全体からの車両の検出では動作速度が著しく低下したため、図-3 のように矩形で指定した領域に限定して車両の検出を行うように設定した。結果を表-1 に示す。ここで、適合率は検出数から誤検出数を引いた数を真値で除した値である。未検出数は、実際は通過したものの、通過したことを計測されなかった車両の数である。誤検出数は、通過したと誤って計測された車両の数である。

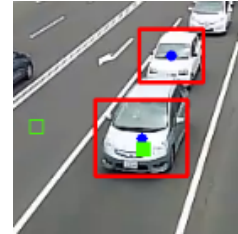


図-2 計測画面の例（通過判断）



図-3 車両の検出範囲の設定

表-1 3つのシーンの交通量計測結果の比較

	シーン A (昼, 晴天)	シーン B (昼, 降雪)	シーン C (夜, 曇天)
動画の長さ	1 分 46 秒	7 分 3 秒	6 分 13 秒
真値(台)	62	169	82
検出数(台)	54	152	68
適合率(%)	87	89	82
誤検出数(台)	0	2	1
未検出数(台)	8	17	13
1 秒あたりの処理可能枚数(fps)	36	27	27

4. 考察

計測実験の結果、誤検出はほぼ発生しなかったが、一方で未検出が多く発生した。これは SVM によって HOG 特徴の学習を行った際に利用した車両の HOG 特徴の質によるものだと考えられ、画像からよりよい車両の HOG 特徴を収集することによって、未検出数を減らすことが可能である。また、シーン A とシーン B の 1 秒あたりの処理可能枚数の違いは、車両の検出範囲が異なるためであると考えられる。検出範囲が広いほど、スライディングウィンドウ法によって走査する回数が増えるため、リアルタイム性を確保できる適切な検出範囲の設定が必要である。

5. まとめと展望

本研究では、HOG と SVM による交通量計測システムを Raspberry Pi 3 に実装し、動画画像から交通量の計測を行った。その結果、すべての動画において 82%以上の適合率を達成した。また 1 秒あたりの処理可能枚数についても 27 fps 以上の処理能力を達成し、リアルタイムで計測が行えることを示した。今後はあらかじめ撮影した動画ではなく Raspberry Pi 3 のカメラによって実際に道路上で計測を行っていく。

参考文献

- 1) 原田昇, 高山純一, 菊池雅彦, 森本章倫: これまでの 50 年, これからの 50 年 交通まちづくり, Vol.51, No.1, pp.39-43, 交通工学, 2016.
- 2) 佐藤克己, 田島功章: 道路における CCTV 映像の利活用について, 北陸地方整備局管内技術研究会論文集, pp.421-424, 2006.
- 3) 松田宏文, 蒔苗耕司: HOG 特徴と線形 SVM を用いた交通流計測システムの開発, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.42, pp.299-300, 2017.
- 4) Navneet, D. and Triggs, B.: Histograms of oriented gradients for human detection, *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2005.