

ETC 車両検知器データを利用した車種判別 学習区分細分化による精度向上

Vehicle Classification by Vehicle Detector Data in ETC

A Study on Accuracy Improvement by Subdivision of Learning Classification

○増島 悠人¹, 泉 隆², 高橋 友彰²

*Yuto Masujima¹, Takashi Izumi², Tomoaki Takahashi²

ETC is the Electronic Toll Collection System which has been introduced on expressway in Japan. We focused on vehicle detector data in ETC. We are studying the vehicle classification using vehicle detector data with aiming at advance of vehicle detector in ETC. We have proposed the method for vehicle classification by combining features extracted from vehicle detector data, using Boosting algorithm. In this report, we examined the subdivision of learning classification on AdaBoost.

1. まえがき

ETC(Electronic Toll Collection System/自動料金支払いシステム)は料金収受を無線通信により行うシステムであり、高速道路料金所に設置・運用されている。ETC レーンの構成例^[1]を Figure 1 に示す。

本研究では、ETC レーンに設置されている車両検知器に着目し、ETC 車両検知器データを利用して通行車両を高速道路の料金支払い車種区別に車種判別を行う。これにより、新たに機器を追加する必要がなく、現在より低コストかつ省スペースで車種判別を行うことができる。

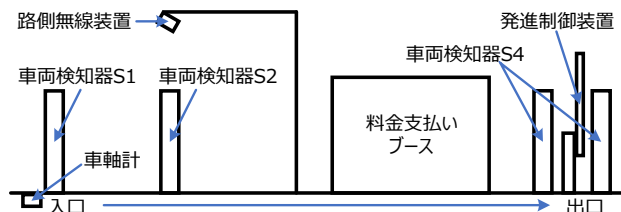


Figure 1. Configuration of ETC lane

本稿では、学習区分を細分化することによる車種判別精度向上に関する検討を行う。また、提案手法の有効性を確認するため、車種判別実験を行う。

2. 車両検知器データ

車両検知器から得られる、高さ方向の 1 次元 2 値データを収集して、横軸を時刻とする 2 次元 2 値データを得る。この 2 次元 2 値データにより、物体有を黒、物体無を白で表す 2 値画像を作成することで、車両側面の概形を得る。この画像を本研究では車影と呼ぶ。

3. 特徴量の抽出

車影から車種と関連のある特徴量を抽出する。車種区分に関連する特徴量として車長^[2]、車軸数^[2]の抽出、車影の概形を得る特徴量として、HOG 特徴量^[3]、Haar-like 特徴量^[4]、黒画素数^[2]の抽出を行う。

4. 特徴量を組み合わせた車種判別

本研究では、車影から車種と関連のある特徴量を多数抽出することから、多数の特徴量を扱い効率的に学習を行うことができる AdaBoost^[5]を採用する。

AdaBoost は、教師あり学習を実行するための機械学習の一種であり、複数の弱識別器（識別精度の低い識別器）を組み合わせて強識別器（識別精度の高い識別器）を生成する Boosting 手法の代表的なアルゴリズムの一つである。

5. 学習区分細分化

従来手法では、2 クラス識別の AdaBoost による学習を多クラス車種判別に適用させるために、1vs 他方式に拡張して用いている。しかし、従来の学習区分では Figure 2 に示す車影のように、同車種区分の車両であっても特徴や概形が全く異なる車両が同じ学習区分に含まれていることがわかる。このことから、従来の学習区分では学習に用いる特徴量のばらつきが多く、効率的な学習が行えていない可能性があると考えられる。そこで、学習区分を従来のものから細分化を行い、学習を行うことで従来の学習に比べ、効率的な学習を行うことができると考えられる。学習区分細分化を行った際の識別器の構成を Figure 3 に示す。



(a) Regular passenger vehicle (b) Small freight vehicle

Figure 2. Vehicle shadow of regular vehicles

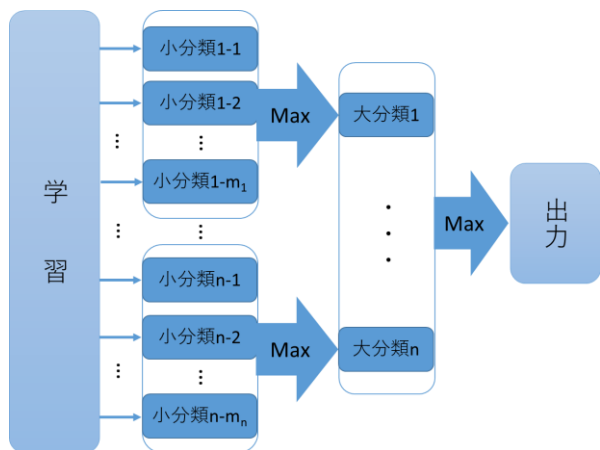


Figure 3. Construction of subdivided learning classification

5.1 識別器の組み合わせ

学習区分細分化により生成された識別器と、従来手法により生成された識別器は、それぞれ同じ車両で学習をしても学習区分内の車両の種類、台数が異なるため、識別器を構成する特徴量、閾値が異なる。このことから、学習区分が大分類の学習により構成された識別器と、学習区分細分化を行った小分類の学習により構成された識別器、それぞれの出力値の平均を出力とする識別器を構成することで、汎化性能が向上する可能性があると考えた。

6. 車種判別実験

提案手法の有効性確認のため、車種判別実験を行う。

6.1 実験条件

車種判別実験は、従来手法、細分化手法、これらを組み合わせた手法において、それぞれ 10 分割交差検証を用いることで汎化性能の算出を行う。また、学習は各車種 10 回連続で識別率 100%を算出した時点で停止することとする。

学習区分の大分類は、車種の細分化を行った際、大型車と特大車に分類されているバスとトレーラのデータ数に偏りがあることや、正解データ作成時に正確な車種区分を分類することが困難であったことから、料金支払い 5 車種区分 {軽自動車等, 普通車, 中型車, 大型車, 特大車} から 6 車種区分 {軽自動車等, 普通車, 中型車, 大型車, バス, トレーラ} に変更して用いる。また、学習区分の小分類は車両形状別の車種を用いる。

6.2 使用するデータ

首都高速道路 用賀本線料金所 第 6 レーン S1-S2
2014/02/18~19 18,669 台

正解車種データは ETC 車載器情報と動画の目視による確認から決定した。車両形状別のデータの内訳を Table 1 に示す。

Table 1. Detail of targets for vehicle classification [vehicles]

大分類	小分類	台数	
軽自動車等	軽自動車	919	943
	二輪車	24	
普通車	トラック	404	11,268
	1BOX	1,464	
	他車両	9,400	
中型車	トラック	2,331	2,490
	1BOX	138	
	他車両	21	
大型車		3,533	
バス		190	
トレーラ		245	
全体		18,669	

6.3 車種判別結果

学習区分を車両形状別に細分化した場合の汎化性能のまとめを Table 2 に示す。

Table 2. The result of vehicle classification [%]

	軽	普通	中型	大型	バス	トレ	平均	全体
従来	99.04	99.54	95.38	98.36	96.32	99.60	98.04	98.70
細分	99.15	99.55	95.46	98.33	96.84	99.60	98.16	98.73
組合	99.04	99.57	95.62	98.39	96.84	99.60	98.18	98.76

Table 2 から、従来手法の全体の汎化性能より学習区分細分化を行った際の全体の汎化性能の方が向上していることがわかる。また、識別器の組み合わせを行うことで更に汎化性能が向上していることがわかる。このことから、提案手法は車種判別に有効であるということが確認できた。

7. まとめ

学習区分細分化の有効性確認のため、車種判別実験を行った。従来手法と細分化手法により生成した識別器を組み合わせることで、全体の汎化性能が 98.76%と高い値が得られたことから、学習区分細分化は車種判別に有効であることが確認できた。

今後は、最適な細分化区分の算出手法について検討を行う。

8. 参考文献

- [1] 道路システム高度化推進機構：「ETC 便覧」, 2012-10.
- [2] 増島 悠人・泉 隆・高橋 友彰・山内 伸一郎・及川 宗敏：「ETC 車両検知器データによる車種判別」,平成 29 年電気学会全国大会,4-215,2017-3.
- [3] N.Dalal and B.Triggs: "Histograms of oriented gradients for human detection", IEEE CVPR, pp.886-893,2005.
- [4] P.Viola and M.Jones: "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", IEEE CVPR, vol.1,pp.511-518,2001.
- [5] Y.Freund and R.E.Schapire: "A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting", Journal of Computer and System Sciences 55, pp.119-139,1995.