

ETC 車両検知器データの分析
～車両データのパターン化とクラスタリング～
Analysis for Vehicle Detector Data in ETC
- Clustering for Vehicle Pattern Data -

○荒川 友理¹, 泉 隆²
 *Yuri Arakawa¹, Takashi Izumi²

Abstract: The ETC is operated in the expressway. ETC is automatic payment system by wireless telecommunications in expressway toll gate. It was set up to reduce the traffic jam in the toll gate. We paid attention to the vehicle detector of ETC. We created vehicle pattern by vehicle detector data and cluster for vehicle type distinction.

1. まえがき

国土交通省の ITS 推進の一環として、自動料金收受システム ETC (Electronic Toll Collection) が各高速道路料金所に設置され、運用されている。ETC とは無線通信による課金処理により、料金所での料金支払いをキャッシュレスで行うものであり、車両検知、無線通信やセキュリティなどの要素技術から成り立っている。ETC レーンシステムは、図 1 のように構成されている。高速道路の渋滞原因のおよそ三割を占める料金所での渋滞の改善や経費削減のために設置され[1]昨今の高い普及率(2011 年で 86%[2])からその成果を上げている。現在 ETC は車種判別を専用の機器を用いて行うか、車載器に登録された情報によって行っている。このため、車載器の取り替え時の誤りがあると車種不一致が発生することがある。本研究では、すでに設置してある ETC 車両検知器から得られる情報をもとに車種判別を行うことを目的とする。これにより新たな装置を追加することなく、低コストでの車種判別が可能になる。

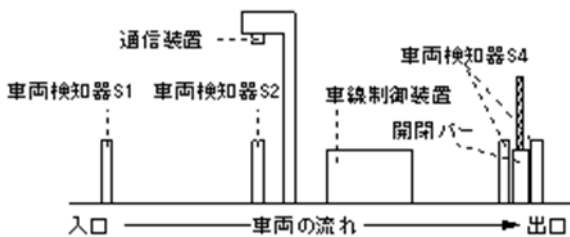


Figure 1. ETC lane system.

2. ETC 車両検知器

車両検知器は文字通り車両を検知する機能を持つほか、車両の追従走行に対して個々の車両を分離する精度を持ち、料金所レーンに進入・退出する車両を管理する機能を有する。車両検知器は図 2 のように発光器と受光器が対になった赤外線センサから構成されており、発光器から出力された光が受光器に届くか否かによつ

て物体の有無を判定している。表 1 に車両検知器の様を示す。

車両検知器単体の赤外線センサ群の時系列データにより、図 3 のようなデータが得られる。ただし、横軸は時間、縦軸は車両高さ方向センサ位置を示し、黒色部分は光が透過しない部分である。本稿では、図 3 の四角で囲まれた部分のデータを「車影データ」と呼ぶ。

Table 1. Specification of Vehicle Detector

センサ種別	赤外線センサ	
センサ方式	透過式	
センサ配置	下部 (560mm)	20mm 間隔, 25 光軸
	上部 (1080mm)	45mm 間隔, 26 光軸
サンプリング間隔	4ms	
2 連センサの間隔	0.8m	

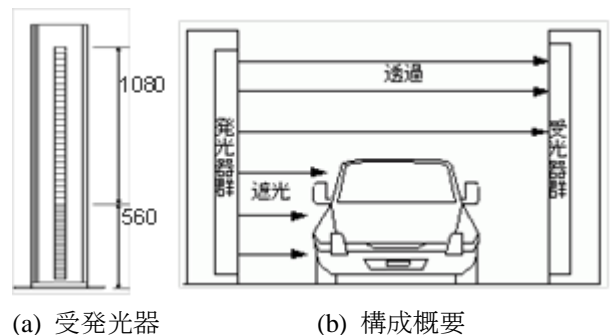


Figure 2. Composition of Vehicle Detector.

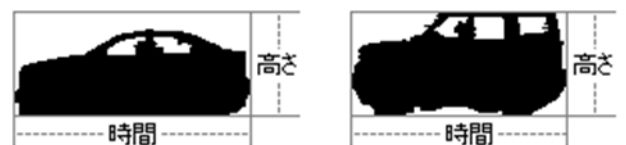


Figure 3. Acquisition of Vehicle Data

1 : 日本大学・院・情報 2 : 日本大学・教員・子情

3. 車影のパターン化

車影横方向データに着目して車影のパターンを生成する。パターン化は車影横方向 1 行ずつに対して以下のように行う。また、車影データは物体なしの時「黒」、ありのとき「白」の値であるとする。

- a. 車影データのある行について、先頭から末尾に向かって、黒が表れるまでの白の数をカウントする、これを先頭空白数とする。
- b. 同様に、車影データ行の末尾から先頭に向かって、真が表れるまでの白の数をカウントする、これを後方空白数とする。
- c. 車両サンプリング数から、先頭空白、後方空白を引き、車両存在部分のデータ個数を獲得する。
- d. 車両サンプリング数から、それぞれの割合を、前方空白、車両存在部、後方空白として算出する。全てのデータ行に対して上記の処理を行う。

4. k-Means 法

k-Means はデータ群を k 個に分割するアルゴリズムであり、k は任意の整数である。以下にアルゴリズムを示す。データ数を n、クラスタの数を k とする。

初期化: 与えられたデータ群 $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ にランダムにクラスタを振る。

重心の計算: 各クラスタの重心 $V_j(j=1 \dots k)$ を計算する。

クラスタ振り直し: データ群の要素とそれぞれのクラスタとの距離を比較し、最も近いクラスタに振り直す。

繰り返し: 全ての X においてのクラスタが変化しなくなるまで重心の計算とクラスタ振り直しを行う。

k-Means 法は k が適切な値でない場合最適解が得られない場合があるため最適な k の値を検証する。

5. クラスタリング実験

車影パターンを k-Means 法によって分類する。この際使用するパラメータとして、

- ① 先頭空白
- ② 車両存在部分
- ③ 後方空白

の三つの組み合わせについて行う。分類すべき車体形状を、乗用車(セダン+ワゴン)、ワンボックス、大型車(バス+トラック)、バイクとした。クラスタ数 8 から 23 でクラスタリングを行い、想定した車体形状が複数クラスタに含まれていた場合には「複数形状」空クラスタが発生した場合には「空クラスタ」としてそれぞれ目視で判別を行った。

対象データ

首都高速道路用賃料金所

ETC レーン 出口側車両検知器 (L6S4) 795 台

Table 2. Result of Clustering

クラスタ数 K	①+②+③		①+③		②+③	
	複数車体形状	空クラスタ	複数車体形状	空クラスタ	複数車体形状	空クラスタ
8	4	0	4	0	3	0
9	2	2	2	0	3	3
10	3	4	4	0	3	4
11	2	2	2	0	2	3
12	2	4	1	2	4	7
13	2	5	2	4	1	4
14	2	5	2	2	3	6
15	3	7	4	5	2	6
16	2	6	4	5	4	7
17	4	6	4	3	2	5
18	2	12	2	9	2	10
19	2	8	2	7	4	6
20	4	8	2	8	3	8
21	1	12	3	9	2	12
22	1	9	3	7	3	9
23	2	5	4	10	3	8

Table2 より、空クラスタが多く現れることから、車影の特徴量は比較的偏って分布していることがわかる。また複数形状は、車体形状には共通する部分が多くあるため、その影響によって分類が想定した物と異なっていることが考えられる。①+②+③及び②+③は人のデータが一つのクラスタに分類されたが①+③は分類されなかった。また荷物を持った人がバイクと同じクラスタに分類されることが多々発生した。

6. まとめ

k-Means 法によるクラスタリングを用いて各パラメータの組み合わせによる車体形状の分離を行った。結果から、現状の特徴量では一部の車種において類似度が高くなり同一クラスタに分類されることがわかった。今後は、特徴量の各要素について、共通する部分が多い特徴量の要素及び車体形状識別能力の高い要素を抽出する。最後に、本研究にご協力いただいた草刈利彦氏、及川宗敏氏(首都高速道路)および伊藤功氏(イトーコー技術事務所)に感謝いたします。

7. 参考文献

[1] ORSE : 「ETC 便覧」 (2010)
 [2] 国土交通省 : 「ETC 車両検知器の利用状況の推移 ETC の利用状況 (速報)」 (2011)
 [3] 清水信夫 : 「区間データの k-means クラスタリングについて」, 日本計算機統計学会大会論文集, pp.151-154(2010)
 [4] 荒川, 泉, 及川 : 「ETC 車両検知器データの分析」, 電気学会 ITS 研究会, ITS-11-20, pp.19-24(2011)