

磁気式通行券データを利用した高速道路旅行時間演算方法に関する研究

A Study on the Travel Time Calculation Method for Motorway using Magnetic Card Data

大場 義和 ・ 上野 秀樹* ・ 桑原 雅夫**
Yoshikazu OOBA, Hideki UENO and Masao KUWAHARA

1.はじめに

本研究は、高速道路の料金所にて使用されている磁気式通行券から得られるデータを使用し、旅行時間を演算する方法の開発を行ったものである。

現在、交通管制システム等の静態掲示板で提供されている旅行時間は、車両感知器やAVIシステム(ナンバープレート読取装置)から得られるデータを基にしているものがほとんどである。よって、車両感知器やAVIシステムが設置されていない路線では静態の提供ができない。そこで、料金所にて利用されている磁気式通行券から得られるデータを基に、旅行時間情報を求める方法を検討した。

このように、磁気式通行券から得られるデータを基に旅行時間情報が求められれば、車両感知器等のセンサ類を設置することなく旅行時間情報を提供するシステムを構成することが可能である。しかしながら、磁気式通行券から得られるデータには、サービスエリア(以下SAと略す)やパーキングエリア(以下PAと略す)で休憩した車両や、他の車両に比べ低速で走行する車両等、求めたい平均的な旅行時間情報に比べ、特異なデータが含まれる。また、同じ路線においても、利用が多い区間や、利用が少ない区間が存在し、得られるデータが少ない区間の対応も必要となる。

本研究では、高速道路を対象に、これらの課題を解決し、磁気式通行券から得られるデータを用いて、旅行時間情報を演算する方法を検討した。また、フィールドデータを用いて、考案した方法を検証した。

*株式会社 東芝 電力・産業システム技術開発センター
**株式会社 東芝 官公情報システム技術第二グループ
***東京大学生産技術研究所 第5部

2.対象路線および得られるデータ

ここでは、対象路線と磁気式通行券より得られるデータに関して記す。本研究では、閉鎖路線を含む全国の高速道路を対象とする。高速道路の料金所間には、サービスエリア、パーキングエリアがあっても構わない。また、各料金所では、磁気式通行券が利用されているものとする。

磁気式通行券からは、料金所単位に表1に示すデータが得られる。

表1 磁気式通行券から得られるデータ

得られるデータ一覧
・高速道路に進入した時刻
・高速道路に進入した料金所番号
・高速道路から出た時刻
・高速道路から出た料金所番号
・車種(普通車,大型車等5種類に分別したもの)
・旅行時間(上記データより算出)

なお、上記のデータは、車両が高速道路から出る際に料金所にて得られるものである。よって、旅行時間に関しては、料金所に到着した時刻の旅行時間(着旅行時間)ということになる。

前にも述べたが、上記のような高速道路を対象とし、磁気式通行券から得られるデータを利用する場合、以下のような解決しなければならぬ課題が挙げられる。

- ・分布からはなれた旅行時間の特異データの除去
- ・データ数が少ない区間の対応
- ・二輪車等極端に短い旅行時間の除去

3. 特異データの除去方法

特異データには、その性質から以下の大きく2つのパターンに分けられる。

- (1) SA, PA等で長期停車した車両のデータ
- (2) 平均的な分布からはずれた車両のデータ

この他に、平均的な旅行時間に比べて、はるかに短い旅行時間データが得られる場合があるが、このようなデータは二輪車データを削除することにより、大部分の除去が可能である。

よって、ここでは、(1)(2)の2つのパターンの特異データそれぞれに対し、除去方法を検討した。

3-1 長期停車車両データの除去方法

特異データの内、サービスエリアにて長期休憩を取った車両や、故障などで長期間高尾道路の路線またはSA, PA内に停車していた車両のデータを長期停車車両データとし、分布から大きく外れた除去すべきデータと考える。特に、長期停車車両データに関しては、旅行時間データの分布の特徴を捉える妨げになるという面から見ても除去が必要である。

この長期停車車両データが見られるフィールドデータの例を図1に示す。また、長期停車車両データが現れている部分の5分間蓄積データを用いた旅行時間度数分布を図2に示す(ここでは例として図1のA:20時40分~20時45分の部分の度数分布を示す。)

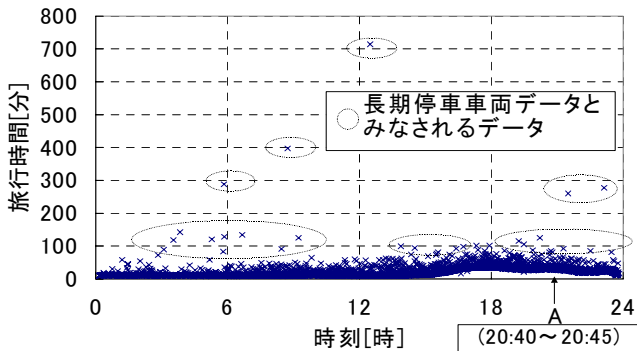


図1 長期停車車両データの例

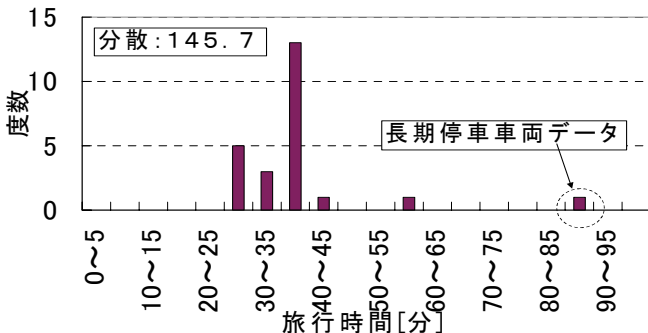


図2 長期停車車両データを含む場合の旅行時間度数分布 (5分間蓄積データを使用)

図1, 2からも判るように、長期停車車両データは、5分間隔の度数分布において、度数ゼロのレベルが数区間連続した後に見られるデータである。

よって、直感的に人間が判断する方法を基に除去方法を考えると、度数ゼロのレベルが数区間連続した場合にそれより大きな旅行時間データを削除するという方法となる。この方法の詳細を図3に示す。

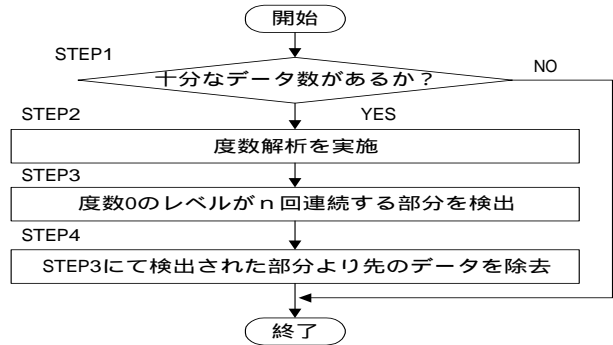


図3 長期停車車両データ除去方法のフロー

図2のデータを用いてここで述べた方法を使用し、長期停車車両データを除去した結果を図4に示す。ここでは度数0のレベルが5回連続した場合にデータの除去を行うことにより図2における長期停車車両データの除去が可能であった。

3-2 分布から外れた車両データの除去方法

長期停車車両とは異なり常時低速で走行している車両や、常時高速で走行することを好む車両等、平均的な分布から外れた車両のデータを、分布から外れた車両データとし除去すべきデータと考える。これらのデータは、図1においては、データが帯状に集まっている部分の長短両端の部分に相当する。旅行時間に関しては、早い速度の車両よりも遅い速度の車両が得意なため、長端のデータに相当すると考える。これらのデータを除去することで、分布を扱い易い分布である正規分布に近いものにする事が可能である。

分布から外れた車両データは、時刻に応じて旅行時間をプロットしただけではわかりづらいので、主に5分間蓄積データの度数分布により解析する。分布から外れた車両データが顕著に現れているフィールドデータの例(度数分布)を図4に示す。

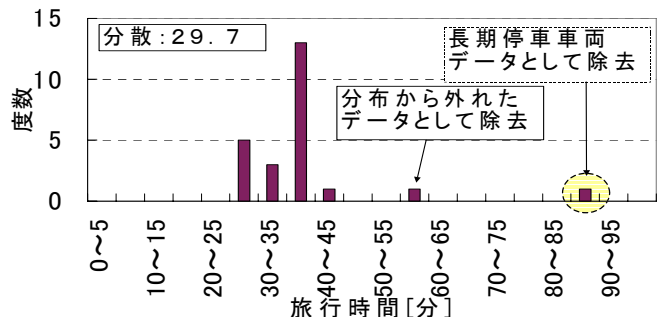


図4 分布から外れた車両データの度数分布例 (5分間蓄積データを使用)

図4から判るように、度数分布の端の部分は明らかに分布から外れているといえる。

これらの分布から外れているデータを除去するために、分布をクラスタ分析する方法を検討した。具体的には、大津の閾値法¹⁾を用いて分布を分割する方法を採用した。本方法の詳細を図5に示す。

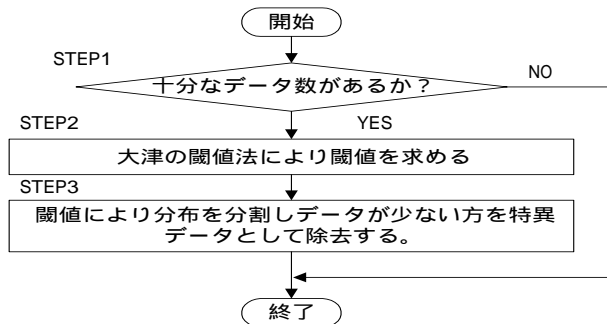


図5 分布から外れた車両データの除去方法

図5に示す方法により、図4における分布から外れたデータの除去が可能である。

3-3 特異データ除去に関する考察

特異データの除去に関しては、長期停車車両データが分布からかなり離れているため、大津の閾値法に基づく分布から外れた車両データの除去だけでは十分な除去はできない。長期停車車両データ及び分布から外れた車両データの2段階の除去により、たいはつの特異データの除去は可能であることが判明した。ただし、特異データを除去する際に、データ数に十分注意する必要がある。

4. 旅行時間情報

磁気式通行券から得られるデータから特異データを除去した後のデータを正規分布とみなし、除去後の分布の平均値をもって現在旅行時間とみなす。この際にデータ数は、特異データが除去された後も十分なデータが存在する場合とする。この場合の現在旅行時間算出フローを図6に示す。

また、図6の方法で現在旅行時間を演算した例を図7に示す。図7における磁気式通行券から得られた旅行時間とは、磁気式通行券から直接得られるデータから求めた旅行時間(特異データ除去前のもの)である。

5. 旅行時間算出における信頼性の検討

5.1 必要データ数の検討

必要なデータ数の目安を、平均値の区間推定の概念を基に統計的に求めた。標本平均が真の平均値 μ より ϵ 以内の範囲にあ

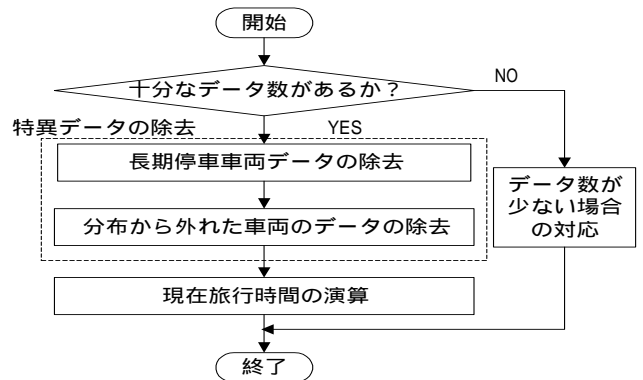


図6 磁気式通行券を利用した現在旅行時間演算方法

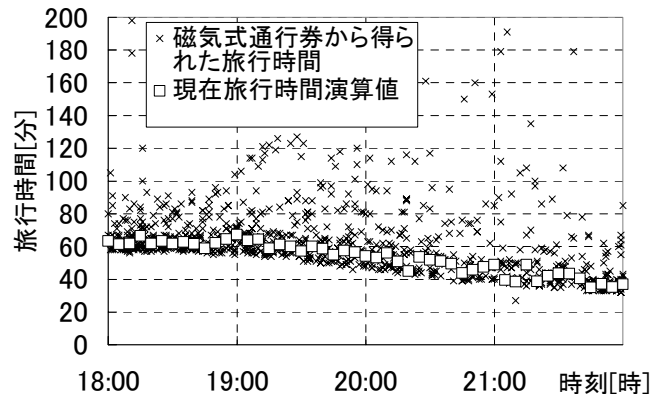


図7 磁気式通行券を利用した現在旅行時間算結果

るために必要なデータ数 n は以下の様に求まる($z_{\alpha/2}$ は標準正規分布下のその右側の面積が $\alpha/2$ に等しい値を表している。また、 σ^2 は分散を表す。)

$$n \geq \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{\epsilon^2}$$

よって、例えば標準偏差:9[分]、信頼度95%(有意水準0.05)とし、 $\epsilon=5$ [分]とすると、必要なデータ数は約12と求まる。

5.2 データ数が少ない場合の検討

データ数が少ない場合とその対応策として、表2の様な方法があげられる。

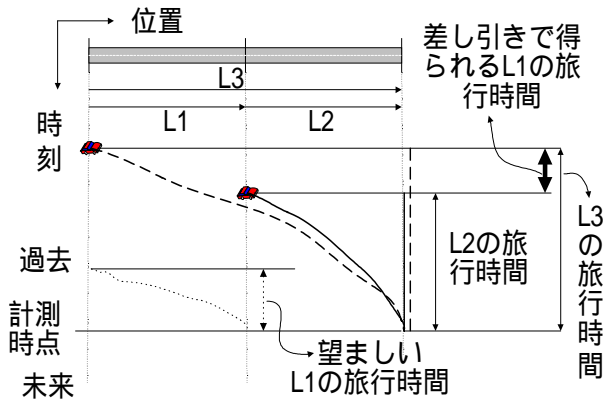
表2 データ数が少ない場合の対応策

場合	対応策
(1) 常時混雑な路線の場合	(c)自由流と考え自由流速度および距離から算出する方法
(2) 夜間のみ混雑な路線の場合	(c)自由流と考え自由流速度および距離から算出する方法
(3)本線はある程度の交通量があるが対象とする区間の利用者が少ない場合	(a)他区間の旅行時間の差引きにより求める方法 (b)移動平均にて求める方法

本研究では、(3)の場合を対象とし、(a)および(b)の方法を検討した。

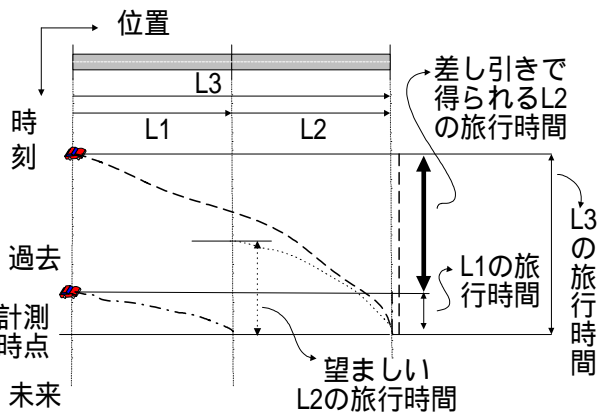
(a)に関しては、利用する区間により図10の様に大きく2パターンに分れる。

L2, L3からL1の旅行時間を求める場合



(a)パターン1

L1, L3からL2の旅行時間を求める場合



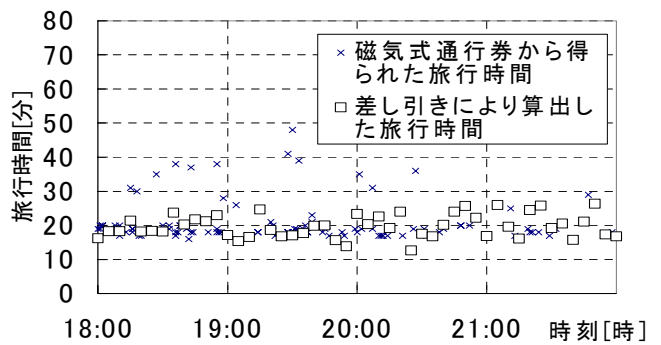
(b)パターン2

図10 他区間の旅行時間の差し引きにより求める方法の概念

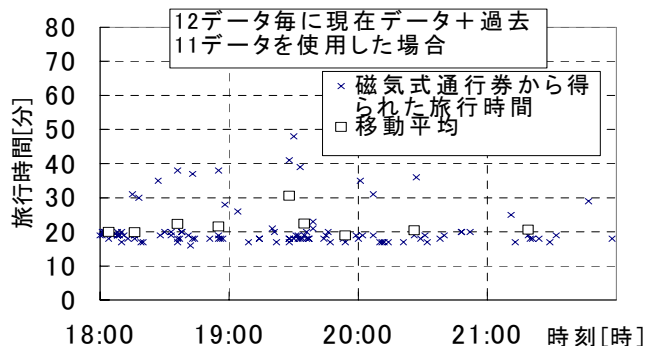
パターン1は、出発地が異なり到着地が同じである2つの区間の旅行時間の差し引きにて演算を行う方法である。この方法は、利用する2つの区間のデータが同時刻に同じ区間を走行した車両から得られるものと考えられ、時間遅れは生じるものの、過去の実際の旅行時間に近い値が得られる。パターン2は、出発地が同じで到着地が異なる区間の旅行時間の差し引きにて演算を行う方法である。パターン2の方法は、パターン1とは異なり、利用する2つの区間のデータが同時刻に同じ区間を走行したものでないため、実際の道路の状況を反映していない可能性が高い。よって、ここではパターン1の方法を使用した。

(b)に関しては、単純にあるデータ数が揃った時点で移動平均をとる方法を用いた。ここでは、12データ得られる毎に過去11データと現時点で得られるデータを使用し移動平均を求めた。

フィールドデータを使用し、表2の(a)、(b)の方法により旅行時間を求め同じ時間帯を比べた例を図11に示す。



(a)他区間の旅行時間の差し引きにより求める方法



(b)移動平均にて求める方法

図11 データ数が少ない場合の対応策

5-3 旅行時間情報算出における信頼性の考察

図11(b)より移動平均の場合は、必要なデータ数が得られるまでに時間がかかり、時間遅れの影響も大きくなる。また、特異データの判別が困難なため、特異データの影響を受け易い。

他区間の旅行時間を利用する場合は、図10からわかるように、遅れが影響してくるため、できるだけ長い区間の旅行時間は使用しない等の注意が必要である。しかしながら、遅れが最小となるように他区間旅行時間を利用することで、利用価値がある結果が得られると考えられる。

6. おわりに

本研究は、磁気式通行券から得られるデータから特異データを取り除く方法を考案し、旅行時間情報として現在旅行時間を演算する方法を開発し、フィールドデータに適用してみた。

適用の結果、妥当な値が得られることを確認した。

今後は、これらの旅行時間情報を基に、磁気式通行券から得られるデータを利用した旅行時間予測方法の開発に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 大津展之:判別および最小2乗規準に基づく自動しきい値選定法, 電気情報通信学会論文誌 D-II Vol.J63-D

