



特異データの除去が難しい。

(SAで長期停車している車両等の特異データが多い。)

データ数が少ない路線区間の対応が難しい。

(区間によっては利用数が少ない区間がある。)

本章では、これらの課題を考慮した料金収受システムデータ利用走行所要時間情報演算方法を提案し、有効性の検証を行う。有効性の検証には、関越自動車道路上り線(花園～練馬間)のデータを使用した。

### 3.2 基本アルゴリズム

3.1 節で述べたように、料金収受システムデータを利用する場合は、“特異データが多い”、“得られるデータが少ない区間がある”という考慮すべき課題がある。以下に、これらを考慮した走行所要時間情報演算方法に関して述べる。

#### 3.2.1 特異データの除去

ここでは料金収受システムデータより得られる走行所要時間実績値データ(出入口料金所通過時刻をもとに演算)から特異データを除去する方法を考える。特異データの除去を考えるにあたり、本研究では、以下のデータを特異データとみなした。

(I) 極端に短い走行所要時間データ

(渋滞における二輪車の走行所要時間等)

(II) 極端に長い走行所要時間データ

(SAで長期停車した車両の走行所要時間等)

(III) 走行所要時間データの分布において主な分布から外れているデータ(高速度や低速度での運転を好むドライバやSAでの短期停車車両の走行所要時間データ等)

図3.1に磁気式通行券から得られた走行所要時間実績値と特異データの例を示す。

(I)の特異データに関しては、渋滞時の二輪車の走行所要時間が相当すると考えられる。よって、あらかじめ二輪車データを取り除くことで大部分を除去可能である。二輪車データは入手データに対して占める割合が低いいため、データ数に関しても特に影響がないものと考えられる。

(II)の特異データに関しては、SAやPAで休憩のため長期停車している車両や、事故や故障で高速道路内で長期停車している車両のデータが相当すると考えられる。これらのデータは、通常のデータ分布から大きく離れており、人間が見ただけでも容易に除去可能なレベルであるため、度数解析の結果を基に、Aルールを作成し、これを使用することで除去可能である。

(III)の特異データは、分布状況により除去すべきかどうかの判断が必要なため、統計的な手法により、クラスタ分析を行うことで除去すべき特異データを判定し、除去を

行った。ここで、クラスタ分析を行う際に使用する閾値の演算には、画像処理等で利用されている大津の閾値法を利用した。

以上の方法を使用することで特異データの除去が可能である。

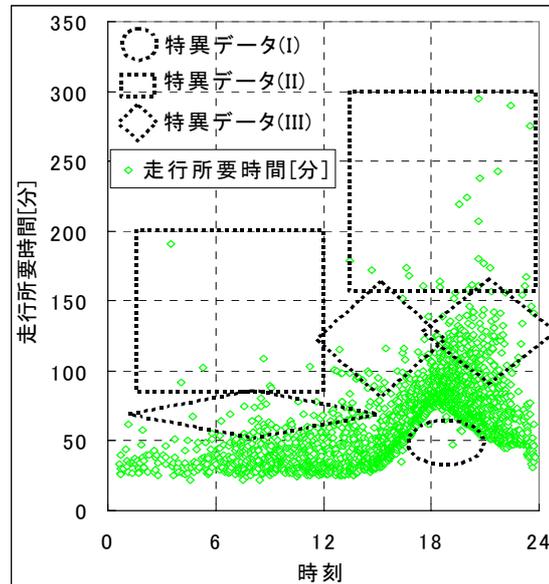


図3.1 走行所要時間データの特異データの例

#### 3.2.2 走行所要時間情報の演算

走行所要時間情報としては、ある時間間隔(例えば5分間)蓄積された走行所要時間実績値データに対し、まず特異データを除去し、除去後のデータの平均値を演算し、この平均値を走行所要時間情報として使用することが考えられる。特に、特異データを除去する過程において、データの分布が正規分布に近づいていく場合、平均値は、その時間間隔中のデータを代表する走行所要時間として妥当な値と考えられる。また、対象路線が複数の路線で構成される場合、路線毎に本方法が適用可能であれば、それぞれの走行所要時間情報を使用し、合計を計算する等の方法により走行所要時間情報を演算することが可能である。

#### 3.2.3 データ数が少ない場合の対応

ここでは、データ数が少ない場合の対応を考える。3.2.2節にて述べたように、データの平均値を演算することで走行所要時間情報を求める場合、データ数が少ない場合には妥当な値が得られない場合がある。このような場合は、データ数のチェックを行い別処理をする必要がある。データ数が少ない場合の代表的なケースとしては以下があげられる。

(ケースI): 閑散路線(常時交通量が少ない道路)

(ケースII): 夜間で交通量が少ない場合

(ケースIII): 本線道路の交通量が多いが、たまたま対象とする区間の利用が少ない場合

基本的に交通量が少ない(ケースⅠ)(ケースⅡ)の場合、非渋滞時の平均速度で走行した場合の走行所要時間を走行所要時間情報として使用することで対応可能である。しかしながら(ケースⅢ)の場合に関しては、高速道路本線が非渋滞とは限らないため以下の様な対応策が必要である。

- ・他の区間の走行所要時間を利用し演算する方法

本研究では、平均値の信頼区間の考え方から必要最小限データの目安を決定し、この目安にもとづきデータ数のチェックを行い、データ数が少ない場合は前述の方法を使用した。

### 3.3 検証

図3.2に、実測データを使用し、特異データを除去後の走行所要時間実績値データを平均した場合の例を示す。図3.2より、特異データの削除が正常に行われ、演算された平均値が走行所要時間の真値とみなせることが確認できる。

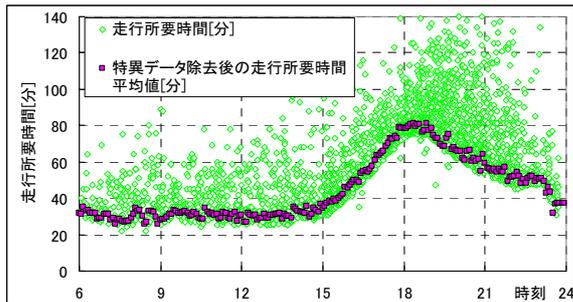


図3.2 特異データ除去後の走行所要時間データの平均値を演算した例(関越自動車道路の実測データを使用)

また、データ数が少ない場合に関して、他の区間の走行所要時間を利用し演算する方法を使用した例を図3.3に示す。図3.3から、他区間のデータを利用することによりデータ数が少ない場合も充分対応可能であることがわかる。

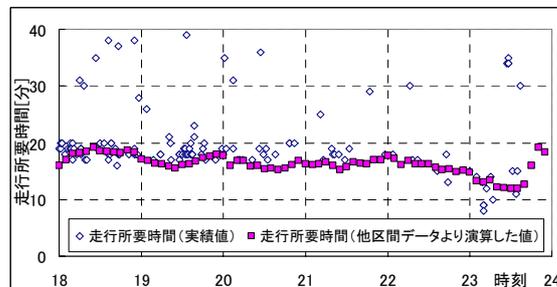


図3.3 他区間走行所要時間を利用した場合の演算例

### 3.4 評価

本研究で使用している走行所要時間データは、車両が出口料金所を通過した後に入手される磁気式通行券から得られたものである。よって、3.2節の方法で作成された走行所要時間情報は、事後データといえる。事後に得られるデータではあるが、3.3節の検証結果からもわかるように、提案した手法で算出された走行所要時間は真値(実績値の代表値)に限りなく近い値といえる。これは、既存のセンサや、データ収集装置の代わりとして利用できる可能性があることを意味している。

しかしながら、この値はあくまで過去の値であり、ドライバーに提供する走行所要時間情報として望まれる“これから出発する車両が走行に要するであろう走行所要時間”ではない。よって、望ましい走行所要時間情報として考えられるのは、走行所要時間の予測値である。予測値の演算方法としては、実績値データを基に作成した走行所要時間パターンを利用し予測を行う“類似走行所要時間パターン検索方法”がある。この方法は、まず、数週間分の走行所要時間データを蓄積し、多数の一日分走行所要時間パターンを作成する。この場合に、走行所要時間パターンとしては、平日、休日、休日前、休日明け、五十分(ごとうび)等の同じ特徴を持つパターンを数パターン作成する必要がある。つぎに作成した多数の一日分走行所要時間パターンと予測当日の実測データを用いて類似した走行所要時間パターンを検索する。最後に検索されたパターンを用いて走行所要時間を予測する。この際に、対象路線が複数の区間で構成されていると考えることにより、タイムスライス演算を利用することも可能である(ここで、区間とは2つの料金所に挟まれる路線と考えればよい)。

走行所要時間情報を提供するには、今後、前述のような方法を用い、これから出発する車両が走行に要するであろう走行所要時間の予測値を演算していくべきである。

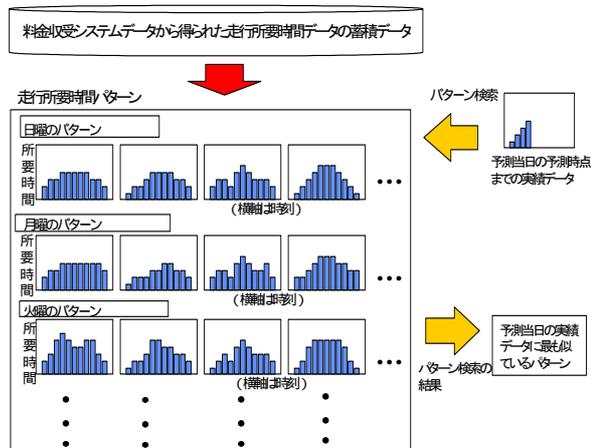


図3.4 類似走行所要時間パターン検索方法の概要

#### 4. 応用システムの提案

本研究では、磁気式通行券で得られるデータをETCデータとみだてて所要時間の算出口ジックの研究、評価を行ってきたが、本章ではその応用システムについて

- ・所要時間算出口ジックの応用システム
- ・ETCデータを用いた応用システム

の2点から以下に提案する。

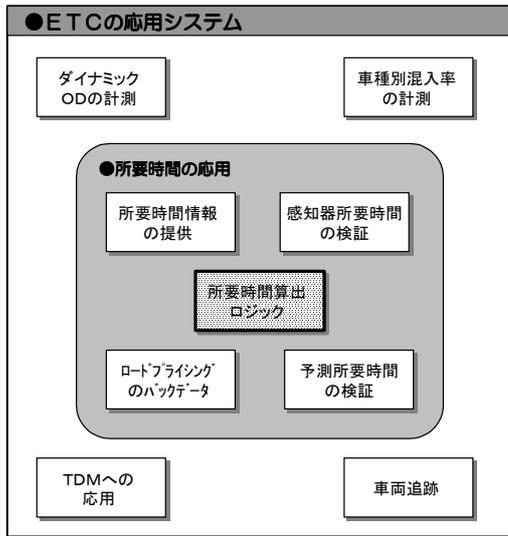


図4.1 応用システム関係図

##### 4.1 所要時間算出口ジックの応用

冒頭でも述べたが、本研究の目的はドライバーへの所要時間情報の提供であり、算出された所要時間情報は、各種メディアに情報提供を行うことを目的としている。具体的な実現化に向けての提言は次章の「実用化への展望」を参照されたい。

一方、この所要時間算出口ジックの応用例を以下に示す。

##### 感知器所要時間情報の検証

3.2節によって算出される所要時間は、出発時刻と到着時刻から求めたいわゆる実績所要時間であり、過去データではあるが限りなく真値に近い所要時間である。

一方、感知器データを用いて算出した所要時間は、感知器が設置されている地点の交通データが、感知器がカバーしている区間の交通状況を代表していると仮定して、その区間の仮想所要時間を算出し、各区間で算出された仮想所要時間を足し合わせている場合が多く、必ずしも正確な所要時間を表しているとは限らない。

したがって、感知器データから算出される所要時間の精度を検証するうえで、本ロジックにより算出される所要時間データは有効であると考えられる。

##### 感知器データの異常検出

車両感知器から得られる交通データは、感知器の異常

や感知器上を通りすぎる車両の異常走行などにより、時として実際の交通状況とは異なる交通データを提供する場合がある。

ここで、にも関連するが、感知器から得られる区間所要時間、交通量と料金収受データから得られる区間所要時間と交通量を比較することにより、感知器データの異常を検出することも考えられる。

##### 予測所要時間情報の検証

項で述べたように、3.2節のロジックで求められる所要時間は限りなく真値に近い所要時間である。

したがって、この所要時間を用いることにより、3.4節で述べている方法により求められる予測所要時間や別の方法で求められる予測所要時間の検証を行うことが可能である。

また、これら以外にも最近東京都で提案されているETCを応用したロードプライシングのバックデータとしても有効であると考えられる。

##### 4.2 ETCの応用

所要時間以外にもETCで得られるデータを用いて、以下のような応用も考えられる。

##### 各種車両混入率の計測

ETCを含む料金収受システムでは車種により、利用料金が異なる。したがって、ETCから得られるデータの中には車種を特定するデータが含まれており、これを使うことにより、大型車混入率など、各車両別混入率を算出することが可能である。

##### ダイナミックなOD計測

ETCを含む対距離方式の料金収受システムでは、出口にて料金の精算を行う際に得られる情報から、その車両が利用した入口情報と出口情報を入手することが可能である。したがって、その情報をオンラインで集計することによりダイナミックなOD計測が可能になる。

##### 車両追跡

さらに、ETCのアンテナが高速道路本線上の要所に設置されるようになると、の技術を発展させ、特定の車両がどのような経路を移動したかを追跡することも可能となるが、プライバシーの保護には注意が必要である。

また、これら以外にもTDM（交通需要管理）への応用等が考えられる。

## 5. 所要時間算出口ジックの実用化への展望

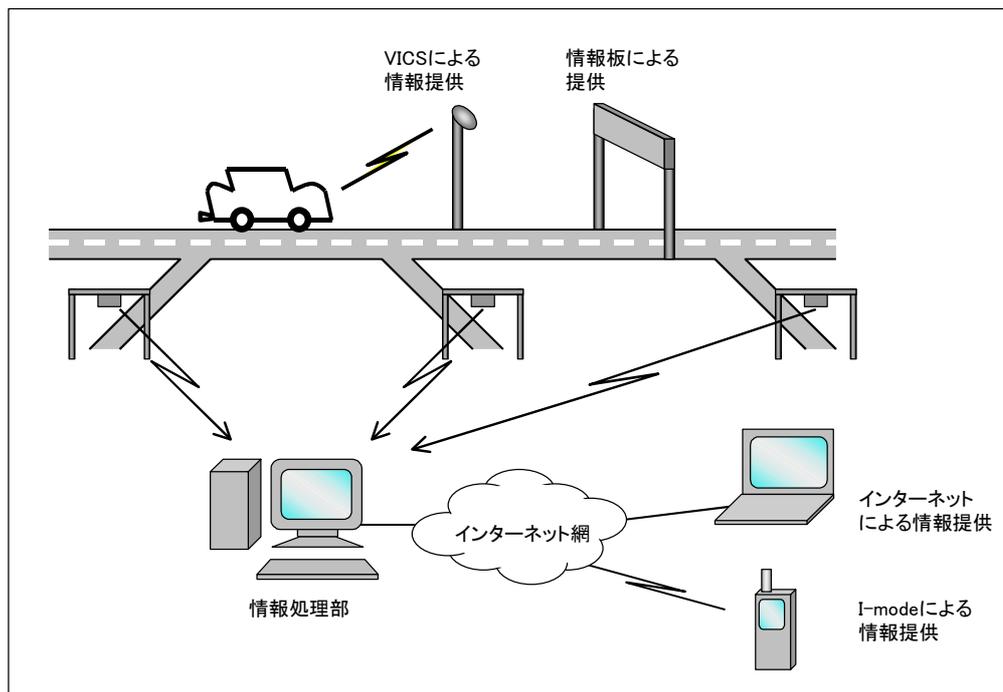


図5.1 情報提供イメージ

3.3 節の検証結果のとおり、今回開発した所要時間算出口ジックは事後データとしては、真値の所要時間データとして十分に扱えるものと考えられるが、これから高速道路を利用しようとしているドライバーに対しては、目的地にこれから何分で到着するか予測情報が求められる。

したがって、今後は3.4 節で提案している予測方法の精度検証を行い、実用に十分に耐えるように精度を上げることが急務である。

一方、算出した情報の提供方法も実用化に向けての重要な要素である。現在一般的に行われているのは、高速道路の本線上に設置された情報掲示板への情報提供や VICS を利用した車載器への情報提供があるが、今後はインターネットを通じて各家庭への情報配信や、i-mode 端末への配信など、必要なときに引き出せる情報としての利用が増えるものと考えられる。(図5.1 参照)

また、今回、ETC を応用した所要時間情報の算出口ジックを開発した目的の一つに、低コストにて導入できることがある。したがって、現在感知器が整備され、既に情報提供されている路線よりもむしろ、まだ感知器が配備されていない路線に対する所要時間の情報提供システムの導入に適したものといえる。

## 6. あとがき

今回の研究では、ETC を応用したシステム提案として所要時間算出口ジックの開発を述べてきたが、検証で用いているデータのみでもわかるとおり、当然、現在既に運用

されている磁気式通行券を使った料金収受システムにも適用可能な方法である。

また、料金収受データをベースとしていることから、実用化に向けての注意事項として、プライバシー保護がある。今回もこれに注意を払い、使用しているデータにはプライバシー情報を用いていない。

最後に本研究を行うにあたり、フィールドデータを提供していただいた日本道路公団の方々に感謝の意を表します。

## 文献

### (1) 大津

「判別および最小2乗規準に基づく自動しきい値選定法」電気情報通信学会誌 D- Vol. J63-D 1980