

## 36. トラック運行管理のプロブカー情報を利用した所要時間予測

\* (株)日立製作所 トータルソリューション事業部 正会員 岸野 清孝  
 (株)日立製作所 トータルソリューション事業部 非会員 石田 康  
 (株)日立製作所 日立研究所 正会員○伏木 匠  
 (株)日立製作所 日立研究所 非会員 横田 孝義

### 1. はじめに

GPS、携帯電話パケット通信網を利用した運行管理システムは、日本国内で近年広がりを見せている。また、ASP形式によるトラック運行管理システムのサービスも開始されるようになってきた<sup>2)</sup>。従来の交通情報システムとしてはVICISがあるが、提供される交通情報が現時点の情報であり先々の予測情報ではないことや、車両感知器の設置が主要道路であるため旅行時間や渋滞度の提供率が低いため、最適な経路誘導や個別目的地への到着時間予測には不十分である<sup>3)</sup>。一方、プロブカーシステムは車両自身を移動するセンサとして利用するシステムで、特に交通情報を収集する手段として注目を集めている。大規模な実験的プロジェクトも行われており、横浜地区で約300台のプロブカーによる走行実験が行われた<sup>4)</sup>。このためトラックやタクシーなどの商用車を交通情報収集のプロブカーとして捉えることは、交通状況把握において非常に有効である。しかし、本研究の対象とする運行管理の用途に収集されるトラックの位置データは、パケット通信のコストの関係上、運行管理の目的において必要最低限のアップリンク時間間隔(本システムでは15分)を設定している。このため交通状況把握の目的からみると、長いアップリンク時間間隔となっており、走行経路を追跡することが困難になるという課題がある。そこで本研究では、トラックが収集した位置データを地図上にマッチングし、走行経路を推定することにより、時間帯・道路毎の速度を算出する方式を開発した。

トラックの運行管理システムにおいて望まれる機

Keywords: 所要時間予測、プロブカー、トラック運行管理  
 連絡先: kishino@tsji.hitachi.co.jp  
 03-5295-5211

能として、目的地への所要時間把握のニーズが大きい。このニーズに応えるために、プロブカー情報から求めた速度情報を利用し、目的地への所要時間予測方式を開発し、運行管理システムへのサービス適用を検討した。

### 2. トラック運行管理システムの概要

今回対象とする運行管理システムは、インターネットを利用したASP(Application Service Provider)形式の運行管理システムである。ASP形式を取っていることから、運送業者は独自のサーバ、回線設備を導入することなく、最小限のコストでトラックの運行状況を管理することができる。トラックは、車載機、GPS、パケット携帯電話端末を搭載し、パケット携帯電話通信網を介して、運行管理センタに(本システムでは15分間隔で)位置、速度、及びトラックの作業情報等をアップリンクする。運送業者、荷主、及び配送先では、インターネットを介してセンタに接続することで、トラックの位置、荷物の状況等を知ることができる。

### 3. トラック位置を交通情報として利用する方法

トラック運行管理では複数のトラックの位置データをデータベースによって一元管理しており、この位置データをプロブカー情報として利用することによって、トラックが走行した道路の交通状況把握に活用できる。しかし、トラックの位置データを交通情報として利用するためには、トラックの位置データを道路リンク上の速度データに変換する必要がある。まずトラックの位置データをデータベースから読み出す。次に位置データを地図上にマッチングし、その走行経路を推定し、走行経路の速度を算出する。前記経路の走行速度を統計処理し、所要時間を予測する。以下に経路推定及び、所要時間予測の詳細及び結果を示す。

4. マップマッチングと経路推定による速度算出

トラックの位置データは、パケット通信のコストの関係上、アップリンクする時間間隔(本システムでは15分)が大きくなり、走行経路を追跡することが困難となる。図1(a)は、センタにアップリンクされたトラックの位置データをプロットし、直線で結んだものである。直線の色は、直線距離を時間間隔で除した速度を表し、灰色が低速(時速30km未満)、黒色がそれよりも高速(時速30km以上)としている。図1(a)からはどの道路が混雑しているかを判定することは困難である。よって本研究では、トラックの位置データを道路リンクにマップマッチングし、その走行経路を推定することにより、トラックの位置データを走行経路の速度データに変換する方法を開発した。

(1) マップマッチング方式

GPSによって取得したトラック位置データ(緯度、経度)は10~30mといわれており、このままでは車両がどの道路を走行したのかわからず交通情報を生成することができない。そこで、誤差を含む位置データを地図データと照らし合わせて道路上の位置として推定するマップマッチングの技術が必要になる。マップマッチングはカーナビゲーションでよく用いられる技術であるが、1秒単位で常に計測することができる場合は、車両の軌跡ベクトルと道路ベクトルを用いてマップマッチングを行うことができる。

しかしながら、今回のように15分周期でしか位置情報が取得できない場合には軌跡ベクトルを利用でき

ないため、1点の位置データからマップマッチングを行う必要がある。この際、1点の位置データから最も近い道路にマッチングする方法が考えられるが、元々の誤差があるため道路がある程度密集している場合には誤ってマッチングしてしまう可能性がある。そこで所定の許容誤差を設定し、その範囲に入るリンクのうち上位4リンクを一旦マッチング候補位置として抽出しておき、後述する経路推定方式によって走行路を特定する方式を開発した。図2に示すようにA-B-Cと連続移動した3つのプローブカー情報位置データに着目して候補位置を抽出するマップマッチング処理フローを以下に説明する。

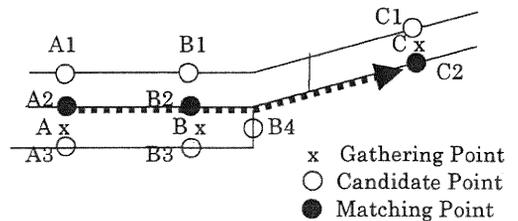
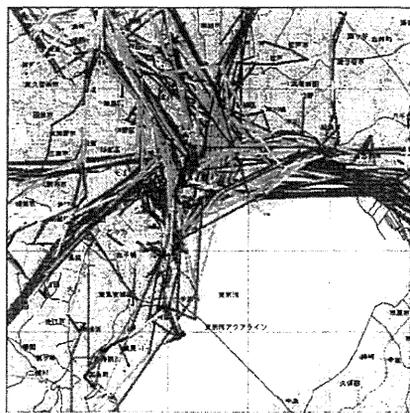


図2 マップマッチングと経路推定の例

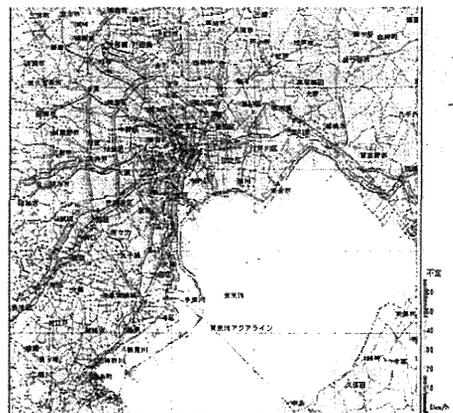
(11) 各位置データの緯度、経度データから対象となる2次メッシュコードを算出する。ここに、2次メッシュコードとは、カーナビゲーションなどで共通に使われる地図データの区切り単位(約10km四方)であり、6桁の数字で表される。

(12) 該当2次メッシュコードに関する地図データ(DRM及びVICSリンク)における補間点(A1)が位置データ(A)から所定範囲距離内に入っているか否かを判定する。

(13) (A1)が所定範囲内に入っていれば、既に登録



(a) Speed on Road Map (Truck Data)



(b) Speed on Road Map (Route Estimation)

図1 車両位置データによる速度と経路推定による速度の地図表示例

されている補間点の上位4位以内か否かを判定する。  
 (14) 上位4位以内であれば、該当補間点(A1)を候補位置として登録する。

(15) 該当2次メッシュ内における全ての補間点に関し(12)~(14)を繰り返し(A1)(A2)(A3)を抽出する。

以上のようにして、一つのプローブカー情報位置データの候補位置を最大点まで抽出することができる。

(2) 経路推定方式

マップマッチングの有無に関わらず、15分という比較的長い時間間隔で収集される位置情報が得られたとしても、それだけでは途中でどの経路を走行したかを知ることは困難である。連続して収集された位置情報から途中の走行経路を推定することによって初めて地図上に交通情報をマッピングすることができ利用価値がでてくる。そこで本研究では、この経路推定アルゴリズムを開発したので、図2で抽出した候補位置を例に処理フローを以下に説明する。

(21) 当該プローブカー情報位置(A)が移動開始時のデータ(初期値)であるか否かを判定する。

(22) 移動開始時のデータ(初期値)の場合には、推定位置としてプローブカー情報位置と候補位置の距離が最短であるものを採用する(例ではA2が該当)。

(23) 次に、その次のプローブカー情報位置である(B)に関する4つの候補位置(B1~B4)、及びさらに次のプローブカー情報位置である(C)に関する2つの候補位置(C1, C2)の全ての組み合わせである8つの通過パターン(表1)を、A-B-Cという移動に関する候補経路として挙げ、それぞれに対して途中で走行した経路を推定する(経路推定にはDijkstra法<sup>5)</sup>を利用)。

表1 通過パターン

Pattern	No.1 Point	No.2 Point	No.3 Point
1	A2	B1	C1
2	A2	B1	C2
3	A2	B2	C1
4	A2	B2	C2
5	A2	B3	C1
6	A2	B3	C2
7	A2	B4	C1
8	A2	B4	C2

(24) 8つの通過パターンに対応するそれぞれの候補経路のうち、最短距離のもの(A2-B2-C2)を推定経路と決定し、次のプローブカー位置(B)に対応する候補位置(B2)及び経路(A2-B2)を確定する。

(25) 当該プローブカー情報位置(A)の次の次のプローブカー位置(C)でデータが終了(すなわち移動終了)しているかを判定し、終了するまで(23)及び(24)を繰り返す。

(26) (24)で決定した推定経路に対応するプローブカー位置(C)に対応する候補位置(C2)及び経路(B2-C2)を確定する。

以上のようにして、連続するプローブカー情報位置データから走行経路を推定することができる。

図2(b)は、走行経路を推定し、走行経路の距離を経路の始終点間の通過時間で除した平均速度を、図2(a)と同様の色分けで表示したものである。図2は、東京周辺50km圏のエリアを対象とし、走行期間約1ヶ月、14台のトラックの位置データから、経路の速度を算出した実データによる検証結果である。マップマッチング、経路推定を行った結果、位置データ807件に対して、674件のデータ(84%)を経路推定に利用可能であった。133件(16%)のデータは、荷積、荷卸場所での走行に無関係の位置データであるので、本実験結果から本経路推定方法は、トラックの位置データを十分に有効活用したといえる。

5. 目的地への到着時間予測

現行の道路交通情報サービスで提供されている所要時間は、予測処理をしない所要時間、すなわち、「ある時刻」における区間所要時間の総和である。「ある時刻」以降に交通状況が変化すると、実際に要する時間とはズレが生じる。例えば表2のように、10:00にリンク1を出発した場合、リンク4の終点までの提供所要時間は現状では25分(実線の矢印の合計)と

表2 時間帯別の区間所要時間

Route	Link1	Link2	Link3	Link4
10:00	5min	5min	5min	10min
10:05	5min	5min	10min	10min
10:10	5min	15min	10min	10min
10:20	10min	10min	10min	10min

なる。しかし、交通状況が変化するため実際の所要時間は30分(点線の矢印の合計)となる。交通状況の変化が大きいほど、目的地が遠いほど、「使えない」情報となる<sup>6)</sup>。したがって、道路交通情報の高

度化のためには時間帯別に変化する所要時間を把握した予測システムが必要となる。

本論文では、この課題を解決する一つの方法として、プローブカーから収集した速度データを利用して目的地までの到着時間を予測するシステムを検討した。まず前節でプローブカーから収集した経路の平均速度を、各道路リンクの速度データに分割し、時間帯ごとに蓄積することで、表3のように各道路リンクごとの統計速度データテーブルを作成する。

表3 時間帯別のリンク速度

Time	7:00-	7:05-	7:10-	7:15-
Link No.	7:04	7:09	7:14	7:19
Link 1	45	38	37	35
Link 2	29	14	20	25
Link 3	39	35	48	44
:	:	:	:	:

Average Speed : km/h

次に、ある指定した区間を構成する道路リンクに分割し、各リンクのリンク長を表3のリンク速度データで除した旅行時間を積算することにより、目的地までの所要時間を予測する。図3は、今回開発した所要時間予測システムであり、出発地点、目的地を指定して区間を与え、出発時間を指定することにより、目的地の所要時間を予測している。

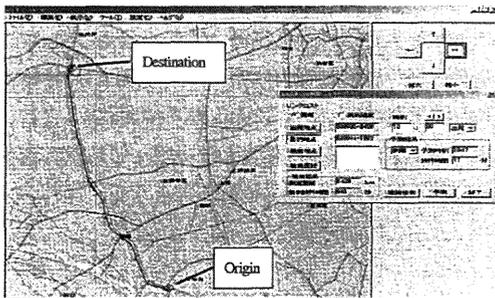


図3 目的地への所要時間予測

一例として出発地から目的地までの経路がVICSリンク番号1~3から構成され、また各リンクに関する各時間帯の平均速度が表3の場合を考える。図4に示すように出発地の出発時刻が7:01(秒単位は切捨て)であったとするとその時間帯に対応する平均速度は45km/hであるのでリンク1の距離からリンク2の始点までの旅行時間及び到着時刻を求める。次にリンク2における該当時刻に対応する平均速度は29km/hであるので、同様にリンク3の始点までの旅行

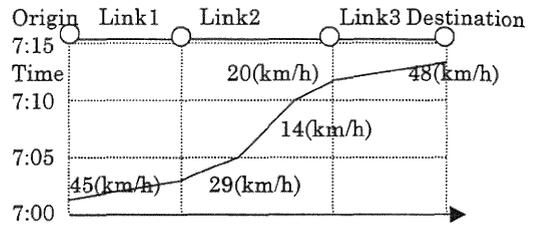


図4 所要時間予測の計算方式例 Route

時間及び到着時刻をもとめる。ただし、リンク2のようにリンクの途中で時間帯が切り替わる場合には、切り替わる時点(7:05:00)における到着地点を前の時間帯に対応する速度(29km/h)で求め、その先は次の時間帯に対応する速度(14km/h)で求める。以上の処理計算を目的地への到着まで繰り返し、所要時間を予測する。また本システムでは、逆に到着時刻を指定して出発推奨時刻を求めることも可能であり、荷先への配送時刻が決められているときに、配送所の出発時刻を決定することへの利用が考えられる。

#### 6. おわりに

本研究では、トラックの位置データを道路リンクにマップマッチングし、その走行経路を推定することにより、アップリンク時間間隔の大きいトラックの位置データでも走行経路の速度データに変換する方法を開発した。東京周辺50km圏のエリアを対象として、走行期間約1ヶ月、14台のトラックの実走行データを収集し、約9割の位置データが交通情報として活用できることを確認した。さらにプローブ情報から求めた旅行時間情報を利用した所要時間予測システムを開発し、運行管理システムへのサービス適用を検討した。今後は、さらにデータ収集を図り、所要時間予測の精度検証を行い、実サービスに向けた検討を行いたい。

#### 参考文献

- 1) Yoshii, M.: Trial for Commercial Vehicle Operations Management Using Information Technology, 8<sup>th</sup> ITS World Congress, 2001
- 2) 日立製作所: トラック運行管理ASP [e-trasus], <http://www.e-trasus.com/>
- 3) (財)道路交通情報通信システムセンタ(VICSセンター)<http://www.vics.or.jp>
- 4) 福本克明: プローブ情報システムの研究、車と情報、vol.25, pp12-13,2001
- 5) 土木学会編: 交通ネットワーク均衡分析—最新の理論と解法一、pp.113-136,1998
- 6) トラフィック・インフォメーション・コンソーシアム: 道路交通情報ビジネスの現状と今後の展望、2001