

旅行時間収集における車両位置データ量削減方法

車両位置検索システムの応用

後藤 若菜 三宮 肇

日本信号株式会社 研究開発センター
〒346-8524 埼玉県久喜市大字江面字大谷 1836-1

E-mail: wakana@signal.co.jp, san@signal.co.jp

あらまし 車両位置検索システムは、車両のリアルタイムな走行位置が連続的にわかるので、旅行時間収集に応用することができる。精度の高い旅行時間を収集するためには、多くの車両の位置データを必要とする。しかし、車両の位置データの増加は、車両から情報センターへの通信費用が増えるなどの問題が生じる。そこで本稿では、車両位置のデータ量を削減するための方法について検討する。本方法は、各時刻における車両の位置と速度をそれぞれ直線で近似することにより車両の位置データ量を削減する。また、一次関数で表された車両の位置データは、速度の近似式から求めた速度を用いて各時刻の測位点を推定し、復元することができる。

キーワード 車両位置検索システム、旅行時間、車両位置データ

Reduce method of car position data for travel time measurement

Application of position finding system

Wakana GOTOU, Hajime SANNOMIYA

Research & Development Center, THE NIPPON SIGNAL CO.,LTD.
1836-1, Oaza Ezura, Kuki-shi, Saitama 346-8524 Japan

E-mail: wakana@signal.co.jp, san@signal.co.jp

Abstract A position finding system can be used for travel time measurement because it provides continuous identification of real time traveling position of cars. High-precision travel time measurement requires a great number of car position data (positioning by GPS). However, increase in the number of car position data is also accompanied by increase in the amount of data, with the result that communications costs from the car to the center are also raised. The present paper discusses reduction method of car position data. According to the method introduced in this paper, the amount of the car position data is reduced by linear approximation. The car position car expressed in a primary function can be reconstructed by estimating the positioning site at various points of time, using the speed obtained from the approximation formula of speed. In the present experiment, the amount of car position data has been reduced to about 12%.

Key words the position finding system, travel time, car position data

1. はじめに

近年、車両位置検索システムは、移動体通信技術、GPSに代表される位置検出技術により、多くのシステムがみられるようになった。車両位置検索システムで蓄積された車両の位置情報は、道路の移動時間を表しているものであり位置の検索以外に交通情報という高い付加価値を生み出すと考えられる。特に、車両位置検索システムを導入している車両は、業務用車両であるので、時間コストがかかっており、旅行時間の応用がコスト削減や、新たなサービスを生み出す可能性が考えられる。また、物流車は、細街路を通行するので、配送ルート計算に精度の高い旅行時間が必要である。今後、カーナビの普及により、車載器を搭載した車両は、増加すると考えられ、多くの車両の情報もとれるようになると期待できる。

精度の高い旅行時間を収集するためには、多くの車両の位置データが必要になる。しかし、車両の位置データの増加は、車両から情報センターへの通信費用が増えるなどの問題が生じる。そこで本稿では、実際の車両位置検索システムの車載器を搭載した車両の位置情報をケーススタディとして、車両位置のデータ量の削減方法について検討する。

2. 車両位置検索システムの概要

車両位置検索システムの概要を図1に示す。

車両位置検索システムは、大きく分けて車載器

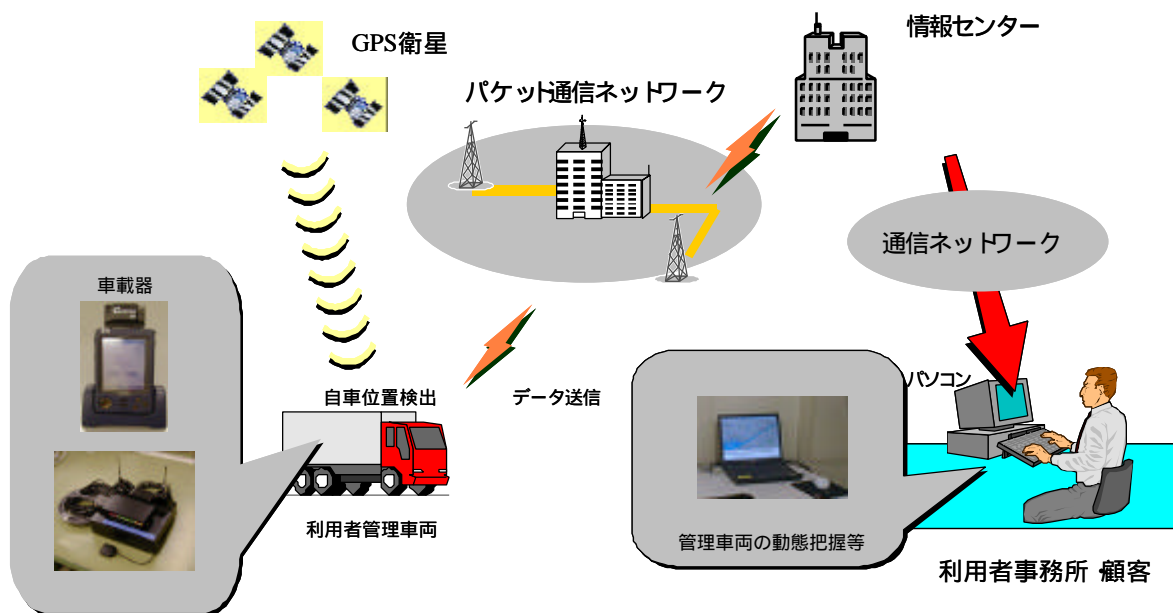


図1 車両位置検索システムの概要

と情報センターの2つの要素からなる。

車載器は、位置情報を取得するためのGPSと制御装置であるCPU、そして情報センターへの通信手段(パケット通信網など)から構成される。車載器は、情報センターからの設定操作により、一定時間の測位間隔で位置情報や時刻情報の取得および、情報センターへの送信を行っている。

情報センターは、車載器から送信される位置情報や時刻情報を蓄積データベースに格納する。

蓄積された車両の位置情報は、車両を管理している管理者のパソコンの画面に地図上で表示される。

3. リンク旅行時間の定義

本章では、リンク旅行時間についての定義を行う。旅行時間とは、車道外での停止・遅れを除く、旅行に要した時間(信号停止などの停止時間や走行時間を加算した時間)のことである[1]。また、リンクとは、道路のネットワークの構成要素をさし、交差点に相当するノード相互間を結んだものである。リンクは、アークとも呼ばれている[2]。本稿で扱うリンクは、道路中心線が交差する点をノードとして定義したものである。リンク旅行時間は、リンクを通過するのに要した旅行時間のことを意味するものである。リンク旅行時間の考え方を図2に示す。

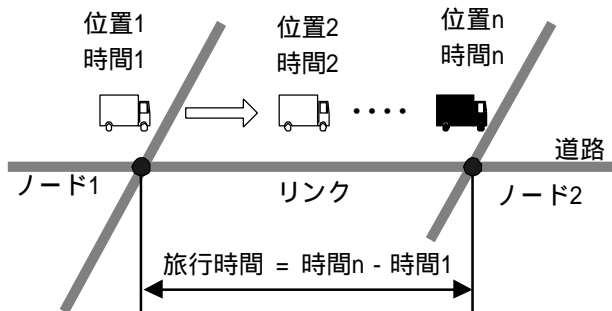


図2 リンク旅行時間

4. 車両位置データのサンプリングの検討

車両位置検索システムを用いた旅行時間の収集では、一定時間間隔に車両の位置とそのときの時刻を収集して、リンクの起・終点の通過時刻の差より求める。したがって、旅行時間は、1リンク・1測位(サンプリング)以上の車両の位置を計測すれば求められる。

なお、本稿の検討では、国土交通省国土地理院より刊行されている数値地図 2500[3]のリンク情報を用いて、旅行時間収集を行うのに必要な車両位置データの測位間隔の検討を行うこととする。数値地図 2500は、安価で入手しやすく、また、データフォーマットが公開されていることと、大縮尺な地図であることより選択した。

車両位置データの測位間隔の検討は、数値地図 2500 から求められるリンク長と仮定した速度の関係により行った。

数値地図 2500 から求められるリンク長の各パーセンタイル値(15・50・85パーセンタイル値)を表1に示す。パーセンタイル値とは、リンク長を大きさの順に並べたときの累加百分率(各パーセント)に対するリンク長である。なお、対象地域は、東京都品川区(五反田付近 6000m×6000m)である。なお、当該エリアのリンク長の分布を図3に示す。

速度は、一般道路での規制速度(60km/h)[4]と東京23区の平均速度(18.5km/h)[5]の2つについての検討を行った。

設定速度で走行したときの各パーセンタイル値のリンク旅行時間を表2に示す。

表1, 2より、車両の位置情報の測位を1秒にしたときは、全リンクの約85%以上収集することが可能である。旅行時間でカバーできるリンクの割合は、速度に測位間隔が依存していることがわかる。

表1 各パーセンタイル値におけるリンク長

	リンク長(m)
15 th -パーセンタイル値	21.7
50 th -パーセンタイル値	45.2
85 th -パーセンタイル値	84.6

表2 設定速度におけるリンク旅行時間

設定速度(km/h)	リンク長		
	15 th -パーセンタイル値	50 th -パーセンタイル値	85 th -パーセンタイル値
18.5	4.22	8.97	16.46
60.0	1.30	2.71	5.08

数値は、必要な車両位置の測位間隔(秒)

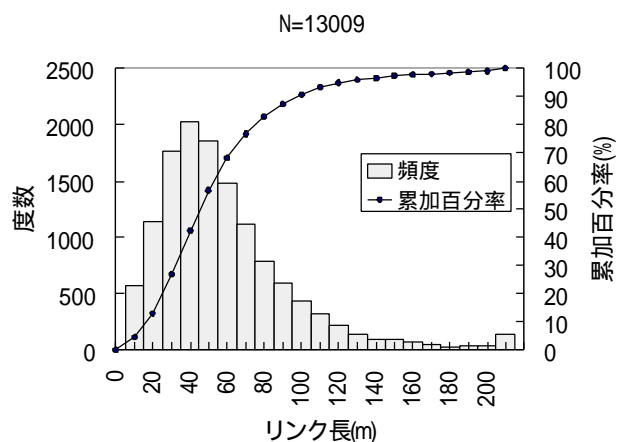


図3 リンク長の分布

5. 測位データ量削減方法

4章では、測位間隔が短いほど、精度のよい旅行時間が収集できることが示された。しかし、高精度の旅行時間を収集するために測位間隔を短くした場合は、車両の位置データ数(以下、測位データ)が大きくなり、図1に示す情報センターへ送信するデータ量が大きくなる。したがって車両と情報センターとの通信費用は増大してしまうという問題がある。よって5章では、通信するデータ量を削減するための方法について述べる。測位データの削減は、符号化処理する前の位置情報の表現方法(データのフォーマット)の工夫について行う。

5.1 直線近似によるデータ量削減方法

以下の二つの理由により、車両の走行軌跡は直線に近い形になると考えることができる。

- ・ 車両は、通常道路上を走行していること
- ・ 多くの道路は、直線に近い形状をしていること

今回の方法は、近似直線を用いることによって複数の測位点を一次式でまとめて表す。一次直線近似は、位置と速度の二種類の区間分割によって行う。位置による近似は、走行軌跡を表現するために行い、速度による近似は、走行軌跡の近似式から各時刻の位置を推定・復元するために行う。測位点近似の概念図は、図4に表す。

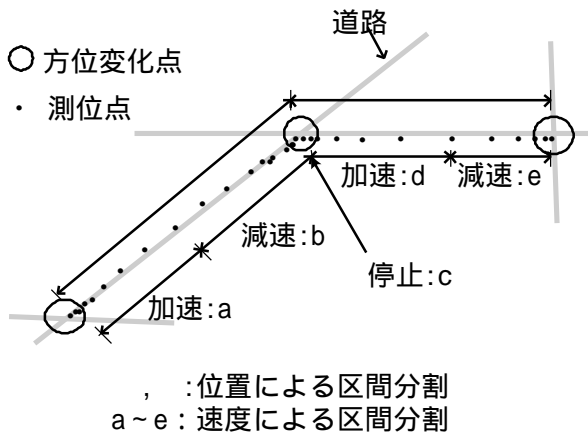


図4 測位点の近似方法

位置による近似は、車両の走行軌跡を複数の直線（区間）の組み合わせで表現する。走行軌跡の区間分割点は、方位変化点（道路のカーブや交差点に相当）であり、近似直線の相関係数を使って特定する。測位点と近似直線との誤差が最小となるように、緯度と経度の相関係数の絶対値が最初のピークとなった点を方位変化点とする。区間分割後、各区間で近似直線の式を求める。位置による区間分割と近似直線の概念図は、図5に表す。

速度による区間分割は、各時刻による速度を加速・減速・停止の三つのモードで判断することによって行う。各モードの判断条件は、表3に示す。区間分割の手順は、まず停止の条件に当てはまるデータを抽出して停止区間とし、残りの速度データから加速・減速の区間を決定する。また速度は、移動平均による速度の平滑化を行う。

区間分割後、各区間で近似直線の式を求める。速度による区間分割と近似直線の概念図は、図6に表す。

車両から情報センターに情報を送信する際は、位置・速度の近似直線に関するパラメータを送信データとする。位置の近似直線は、隣りあう近似直線との交点座標と両端の点、該当する測位時刻をパラメータとし、速度の近似直線は、初速度と加速度（直線の傾きと切片）、該当する測位時刻をパラメータとする。よって送信する位置データ数は、区間数+1となり、速度のデータ数は、区間数と等しい。

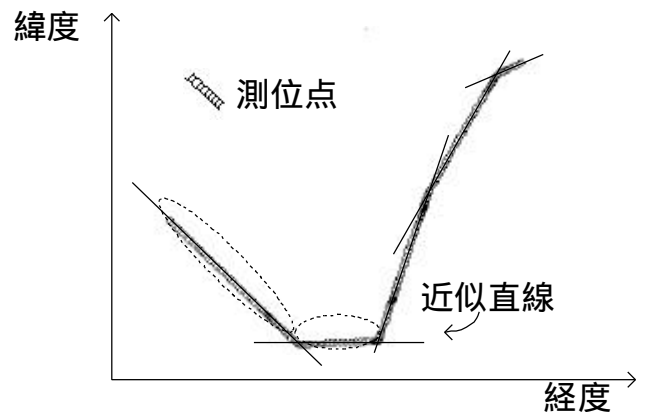


図5 位置による直線近似

表3 判断の種類

種類	判断条件
停止	各時刻で1.1m/s(4km/h)以下
加速	前測位時との速度の差が正
減速	前測位時との速度の差が負

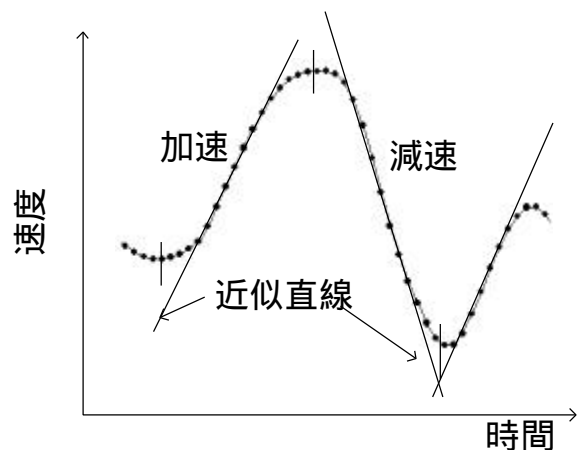


図6 速度による直線近似

5.2 測位点の復元

車載器からデータ量を削減して情報センターに送信したデータは、情報センターでデータ量削減前の状態に測位点を復元する必要がある。

測位点の復元は、直線近似して送信した位置データから元の測位点に対応する一次式上の点を求めることである。手順は、まず位置の近似直線の交点座標から各区間の走行距離と直線近似式を求め、速度の近似直線の傾きと切片から各時刻での速度を算出する。復元は、求めた各区間の走行距離の和（図4における、+）を正規化し、近似直線に沿って速度から求められた各時刻の走行距離の割合を割り当てて行う。測位点復元の概念図は、図7に表す。

時刻 t_1 から時刻 t における走行距離を L_t とする (t_2) と、 L_t は速度と測位時間間隔を用いて求められる。時刻 t における走行距離の割合 t は、

$$t = \frac{L_t}{\sum_{t=2}^N L_t} \quad N: \text{送信時間間隔}$$

であり、位置の復元は、 t を近似直線に沿って割り当ててことで求められる。

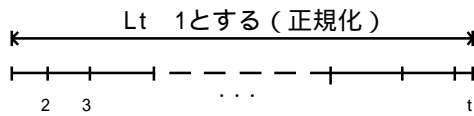


図7 測位点の復元

6. 検証

今回の検証は、実際の車両位置検索システムから得たデータを利用する。なお使用したデータは、以下のような条件である。

- ・ 範囲：東京都品川区内（五反田付近）
- ・ 日時：2002年1月10日 14:30～
- ・ 測位時間間隔：1秒
- ・ 測位データ数：300

なお、データ量削減比率を算出するため、以下の項目の桁数を定義する。

- ・ 1データにおける表現に必要な桁数：
 - 時刻桁数：14（例：20020110143622）
 - 緯度桁数：10（例：035.611469）

経度桁数：10（例：139.711567）

速度桁数：6（例：+12.31）

6.1 データ量の比較

本方式による分割された区間数は、表4に表す。また、データ量削減前後での桁数の合計の比較は、表5に表す。

表4において、本データでは、位置は13区間、速度パターンは27区間に分割できた。また、表5において、削減前の位置データ（300秒）は、表現するのに10200桁必要であるが、今回の方法では1178桁必要になる。よって必要桁数は約12%になった。

表4 分割による区間数

	位置による分割	速度による分割	合計
区間数	13	27	——
必要桁数	476	702	1178

表5 データ量削減前後での必要桁数の比較

削減前	削減後	比率（削減後/削減前）
10200	1178	0.115

6.2 データ復元後の誤差

誤差は、各時刻における削減前の位置と復元（推定）した位置データとの距離の差とする（単位：m）。今回のデータにおける誤差の分布は、図8に表す。

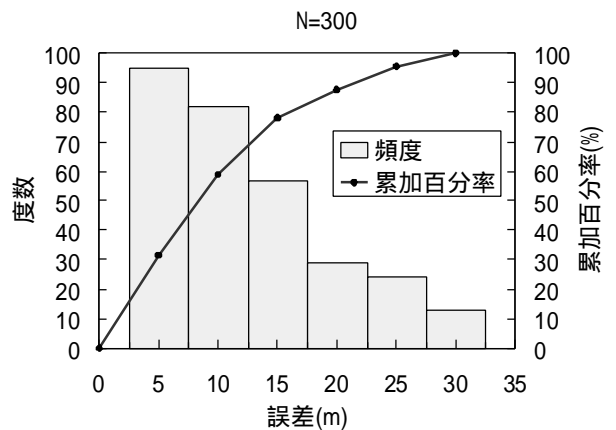


図8 削減前との誤差分布

また、車両の長さの最大値である 12m[6]での累加百分率は、66%であった。

6.3 考察

表5から、データ量に関しては、削減前と比べて約12%のデータ量に削減できる。これより、本方法では、測位間隔1秒の測位データ300秒分が測位間隔8秒相当のデータ量で表現できることがわかる。誤差に関しては、車両の長さの最大値にあたる12m以内に約3分の2の点が含まれている。しかし、図8から、誤差が15m以上の点が約20%ある。原因として挙げられることは、停止区間では、走行距離の割合 t が0になるが、表3の停止の判断基準より完全に0ではないため、長い時間停止区間が続いたときに誤差が累積されてしまうことがある。また、その後加速区間だった場合、割合については、誤差がほぼ0に近似されていても、位置については、そのまま累積された誤差で割り当ててしまうことも原因の一つとして考えられる。停止区間における走行軌跡を含めて割り当てたことが誤差の増加につながったと推測できる。

7. むすび

本稿では、車両位置検索システムを用いて高い精度で旅行時間を収集しようとしたときに送信データ量が増大してしまうという問題点を解決するため、多数の測位データを少ないデータ量で表現するための、データ量削減方法について検討した。位置と速度について直線近似し、そのパラメータを用いて測位点を表現することで、今回使用したデータにおいて、データ量は、削減前と比べて約12%とすることができた。しかし、近似式から各時刻で測位点を復元(推定)した場合、誤差が車両の長さ以上になってしまう点は、約3分の1あった。

今後の課題としては、まず第一にサンプルの種類を増やして検討することが挙げられる。直線として捉えられないような道路(S字カーブ、インターチェンジなど)に関する表現方法を検討すること、データ数や対象地域などを変化させて検討することなどが必要である。第二には、誤差を小さくするために、近似直線から測位点を復元する際、停止している時刻のデータを先に抽出しておくなどの処理をしていくことが考えられる。第三には、データ量をさらに削減するために、符号化処理などを行うこ

とが挙げられる。

参考

参考までに、今回の検討における削減後のデータを用いて、符号圧縮を行った。対象データの文字コードは、ASCIIコードである。符号化の種類は、連長圧縮、算術圧縮、LZH符号、LZW符号の4種類として行った[7]。符号化後の圧縮率を図9に表す。ここでの圧縮率は、

$$\frac{(\text{符号化後データ量})}{(\text{符号化前データ量})}$$

とした。

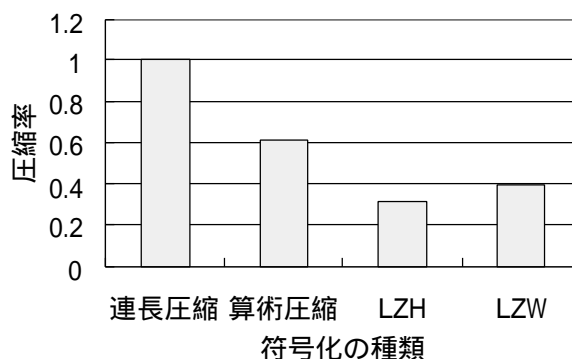


図9 符号化後の圧縮率

文 献

- [1] "交通工学用語辞典," (財) 高速道路調査会, (社) 交通工学研究会, p199, (株) 技術書院, 東京, 1985.
- [2] "交通工学用語辞典," (財) 高速道路調査会, (社) 交通工学研究会, p200, (株) 技術書院, 東京, 1985.
- [3] "数値地図ユーザーズガイド(第2版補強版)," 建設省国土地理院, pp(1)-(17), (財) 日本地図センター, 東京, 1998.
- [4] "注解交通六法平成12年度版," 運輸省自動車交通局(監), p2614, 第一法規出版(株), 東京, 2000.
- [5] <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/jidousya/tdm/tdm3.htm>
- [6] "道路構造令の解説と運用," (社) 日本道路協会, p50, 丸善(株), 東京, 1984
- [7] 萩原剛志・山口英(訳), "データ圧縮ハンドブック[改訂第2版]," 東京, 2000.