

プローブカーデータとVICSデータの融合による旅行時間推計に関する研究*

Travel Time Estimation by Combining Probe-Vehicle Data and VICS Data*

王 立暎**・姜 美蘭***・森川 高行****

By Lixiao Wang**・Meilan Jiang***・Takayuki MORIAWA****

1 はじめに

現在一般的に提供されている旅行時間情報は、道路上に設置された車両感知器などによって収集されるVICS情報である。プローブカーシステムは、道路ネットワーク上を実際に走行するセンサーとして利用するシステムであり、リアルタイムで空間的により広範囲に渡る様々な交通情報を入手できる。これらのデータの長所を生かしたより広範囲でより精度の高い旅行時間情報の提供が可能になると考えられる。

本研究では、プローブデータとVICSデータの融合による旅行時間推計手法を提案し、推計結果の精度検証を行う。

2 データの概要

(1) プローブデータ

本研究で使用したプローブデータは、名古屋都市圏において行われた「インターネット ITS プロジェクト」の実証実験により取得されたデータである。この実験は、名古屋市都市圏において約 1500 台のタクシーをプローブカーとして行われた。通常、プローブデータの走行位置はデータ送信イベント発生時の点座標軌跡として与えられ、車両の走行経路を連続的に捉えるためには、車両位置や走行速度等を用い、道路ネットワークにマッチングする必要がある。本研究で用いたデータは、三輪ら(2003)が開発したシステムによりプローブデータを(財)日本デジタル道路地図協会(DRMA)のデジタル道路地図

(以下 DRM) 上にマッチングして得られた車両走行情報である。プローブデータの旅行時間情報は、マッチング結果から DRM リンクごとに集計された。

(2) VICSデータ

本研究で使用した VICS データは道路上に設置された車両感知器情報から推計されている旅行時間情報である。VICS 旅行時間情報は VICS リンクごとに取得され、5分間隔で更新されている。VICS リンクは、DRM リンクを用いて構成され、一般的に 1 本の VICS リンクは複数の DRM リンクで構成される。

(3) 両データ特徴比較

両データの特徴(表-1)を見ると、VICS データはかなり粗く、より詳細なリンク上の旅行時間が取得可能なプローブデータとの融合により、旅行時間情報提供エリアのカバー率の向上が見込める。また、VICS の定常的データにより、プローブデータの時間帯による欠損を補完することが可能である。よって、両データを融合することにより、より広範囲でより精度の高い旅行時間情報の提供が可能となると考えられる。

注：本研究で用いたプローブデータと VICS データは 2002 年 11 月 1 日～30 日の 1 ヶ月のデータであり、VICS データと比較するため、プローブデータは VICS リンクごと 5 分間隔で集計された。

3 プローブデータとVICSデータの比較分析

(1) プローブデータとVICSデータ時間帯変動分析

分析対象は名古屋市の広小路通における上りと下り各 4 本ずつ VICS リンクである(図-1)。

図-1 を見ると、7:00～20:00 ではプローブデータと VICS データが類似し、他の時間帯では両データに大きな差が生じている。

*キーワード：プローブデータ、VICSデータ、旅行時間推計

**学生員、工修、名古屋大学環境学研究科

***正員、工博、名古屋大学環境学研究科

****正員、Ph. D、名古屋大学環境学研究科

(名古屋市千種区不老町、TEL052-789-3729、FAX052-789-)

表-1 プローブ旅行時間データとVICS旅行時間データ特徴比較

	プローブ旅行時間データ	VICS旅行時間データ
メリット	車両感知器の設置の有無にかかわらず情報を採取できる	感知器でデータを取得するため、定期的にデータが取得されており、5分ごとに情報が更新される
	細街路をカバーすることが可能で、より広範囲の情報取得が可能である	
	データの蓄積により、精度とカバー率を高めることができる 旅行時間データの取得は区間旅行時間を求めることができ、右左折コストの考慮もできる	
デメリット	VICSのように定期的にデータを取得することができず、時間帯ごとのサンプル数にバラつきがある	感知器によってデータの取得方法と算定方法が異なる。リンクに設置された交通量感知器で計測される地点速度をもとに推計しており、実際の区間旅行時間を計測しているものではない
	プローブの数が少ない場合は、区間及び時刻における十分なリアルタイムデータを取得できない	感知器の不具合や設定の経年劣化が原因で誤差が含まれていると考えられる
		感知器は直進車線にのみ設置される場合が多く、利用者は右左折するときの旅行時間を考慮することが難しい VICSデータが全ての道路をカバーしておらず、VICSリンクでも情報提供されていないリンクがかなり存在する

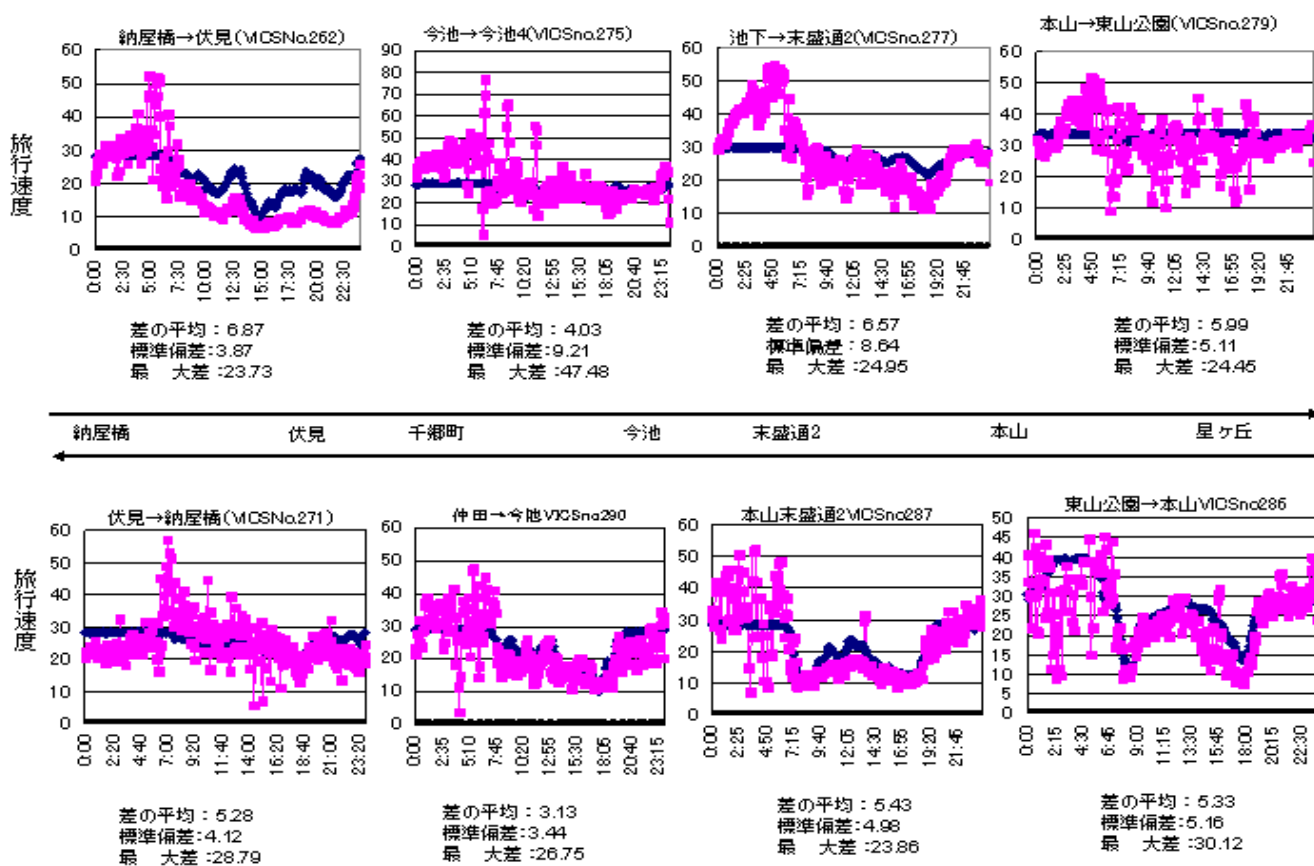


図-1 プローブと VICS データの平日平均旅行速度の時間帯別変動分析

これは、VICS の情報は一定速度以上のデータは上限値として報告されるためであり、VICS データの旅行時間の算定方法は機器によって異なるため、旅行時間の上限値が VICS リンクごとに異なっている。それに対して、プローブデータは交通量が少ない 20:00~7:00 における時間帯では、よりばらつきが大きくなっている。これは、この時間帯のプローブデータはサンプル数が少ないことや交通混雑の少な

い時間帯であるためドライバーによって旅行時間に大きなばらつきが存在することが主な原因であると考えられる。

(2) 異分散分析

a) VICS 旅行速度による異分散性

図-1 より VICS 旅行速度が大きくなるほどプローブ旅行速度の分散が大きくなること分かる。そのため以下の式

によって VICS 旅行速度に対する異分散分析を行う。

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i, \varepsilon_i \sim N(\mu, \sigma_i^2) \quad (1a)$$

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 X_i^2 \quad (1b)$$

ここで、 Y_i はプローブ旅行速度、 X_i は VICS 旅行速度、 β_0 、 β_1 はパラメータ、 ε_i は誤差項、 σ_i は分散である。

b) プローブデータサンプル数による異分散性

図-1 で夜の混雑しない時間帯と昼の混雑する時間帯を比較してみると、プローブデータのサンプル数が少なくなるほどプローブ旅行速度のばらつきが大きくなることがわかる。そのため次のようにプローブデータサンプル数に対する異分散分析を行う。式(1a)に対して、

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 / n_i^2 \quad (1c)$$

ここで、 n_i はプローブデータのサンプル数である。

表-2 異分散分析結果比較

パラメータ推定値
(t 値)

定数項	一般回帰	a)	b)
	11.2 (6.9)	9.92 (-6.1)	6.75 (-8.6)
係数	0.736 (-11.0)	0.786 (-11.7)	0.933 (-20.8)
標準誤差	9.45	9.85	0.406
サンプル数	357	357	357
R2	0.251	0.367	0.169

表-2 は東山公園⇒本山交差点に至る VICS リンクにおいての分析結果である。この結果を見ると、二つの異分散性についての分析結果はいずれも一般回帰分析より標準誤差が減少し、係数の値に増加傾向が見られ、プローブ旅行速度と VICS 旅行速度の相関が改善されている。

4 旅行時間推計手法

(1) タイムテーブルの構築

名古屋都市圏において行われたプローブタクシー実証実験は、2002 年から数年間に渡る長期間の蓄積データを持っている。本研究では、2002 年 1 月～3 月、2002 年 10 月～2003 年 3 月の間の 9 ヶ月のプローブデータを用いて、曜日別に 5 分ごとに各リンクの蓄積プローブ旅行時間データを集計し、タイムテーブルを構築した。このようなタイムテ

ーブルを用いて、曜日、出発時刻、また各リンクの流入時刻によって変動する旅行時間推計を実現し、ダイナミックな旅行時間推計を行う。但し、このようなタイムテーブルは時間粒度が細かく、長期間のデータを用いても欠損時間帯が存在している。本研究では VICS データを利用して、VICS 情報があるリンクの欠損値を補完する手法を検討する。

(2) VICS データによる欠損値補完手法

分析対象として、名古屋市周辺 12 個の 2 次メッシュ範囲以内で、プローブデータと VICS データ両方ともある VICS リンクを道路種別及び車線数別に抽出し、VICS リンクごとにプローブ旅行時間データを集計し、プローブデータと VICS データの相関関数を求める。図-2 は、道路種別及び車線数別によるプローブと VICS 旅行速度の相関図を示し、表-3 はそれぞれの相関関数を示す。

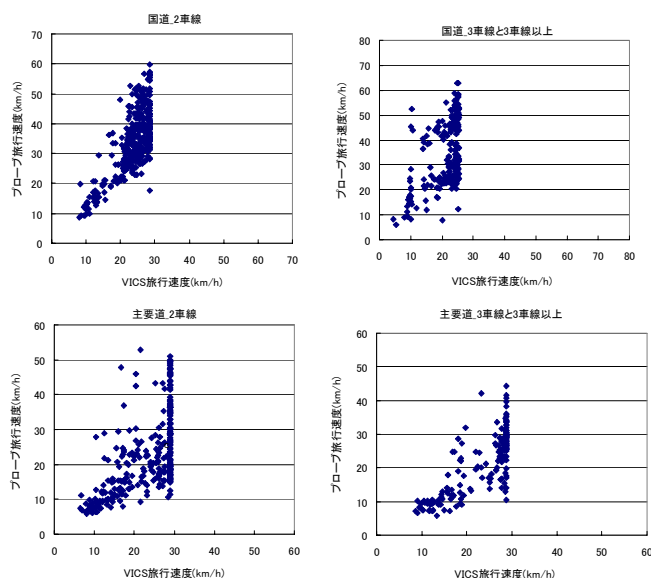


図-2 道路種別及び車線数別によるプローブと VICS 旅行速度相関図

表-3 道路種別及び車線数別によるプローブと VICS 旅行速度相関関数

リンク種別	融合関数 (Y: プローブ、 X: VICS)	修正係数
国道 2 車線	Y=1.55X-2.89	0.543
国道 2 車線以上	Y=1.25X+7.07	0.227
主要道 2 車線	Y=0.824X+3.55	0.294
主要道 2 車線以上	Y=1.05X-3.97	0.602

本研究ではこのような関数を用いて VICS 旅行時間を補正して、タイムテーブルの欠損値を補完し、補完後のタイムテーブルを用いて旅行時間を推計する。

5 旅行時間推計の精度検証

VICS データによる補完を行うため、VICS 旅行時間データも同じ 9 ヶ月のデータを用いて、プローブデータと同様にタイムテーブルが構築された。本研究では、前節で求めた補完手法とプローブデータ自身の値(欠損時刻の隣接時刻のデータ或いは欠損リンクの隣接リンクのデータ)による補完による旅行時間推計結果、VICS タイムテーブルによる推計結果を比較し、精度検証を行う。

旅行時間推計の精度検証には、名古屋市一州町交差点から名駅筈通交差点までの区間と一社東から東新町までの 2 つの区間が用いられた(表-4)。これらの区間におけるプローブタクシーの蓄積トリップと実車走行トリップによる区間旅行時間をタイムテーブルにより推計し、実際旅行時間と比較した。

表-4 旅行時間推計精度検証区間概要

旅行時間推計対象区間	一州町→名駅 (筈通交差点)	一社東→東新町
起 点	一州町交差点	一社東交差点
終 点	筈通交差点	東新町交差点
旅行距離(m)	9322	8345
基本道路 DRM リンク	87	96
VICS あり基本道路 DRM リンク数	75	75

一州町の交差点から名駅筈通交差点区間では、2004 年 9 月 13 日実験車にて実車走行された 5 トリップと、2002 年 3 月・12 月及び 2003 年 3 月のプローブタクシーによる 6 トリップが検証に用いられ、一社東から東新町区間では、2004 年 10 月の実車走行の 13 トリップが用いられ、総計 24 トリップである。

(3) 精度検証の結果

表-5 は精度検証の結果をまとめたものである。ここで、PTT はプローブデータ自身の値で欠損補完したタイムテーブルであり、PVTT は VICS データを用いた補完によるタイ

ムテーブルであり、VTT は VICS データのみのタイムテーブルである。PTT と PVTT では、非 VICS リンクの欠損値はプローブデータ自身の値で補完され、VTT では隣接 VICS リンクの値で補完されている。

これらの結果を見ると、三つのタイムテーブルにおいて、誤差の平均値は VTT が一番高く、VICS データの信頼性がプローブデータよりひくいことを示している。また、プローブデータ自身の値で補完した方が平均的に VICS データを用いるより若干小さいことを示している。尚、誤差の最大値は VTT を用いた場合で発生する。プローブデータのタイムテーブルは誤差 20%以内の割合と 10%以内の割合両方において、VICS タイムテーブルよりはるかに高い割合を示している。

表-5 旅行時間推計結果

	誤差 範囲	誤差 平均値	誤差 20% 以内の比率	誤差 10% 以内の比率
PTT	2.62%~50.37%	15.37%	75%	46%
PVTT	2.62%~52.32%	16.97%	71%	42%
VTT	6.67%~63.41%	26.53%	29%	13%

6 まとめ

本研究では、名古屋都市圏で行われたプローブカー実証実験のデータを用いて、VICS データとの比較分析を行い、両データ差の原因において交通状況の影響及びプローブデータサンプル数の影響を考え、異分散分析手法を用いてこれらの影響をカウントできることを示した。更に、曜日別時間帯別のリンクタイムテーブルを構築し、より精度が高い旅行時間推計を図る。また、タイムテーブルの欠損値において、VICS 旅行時間を補正して補完する手法を提案し、旅行時間推計の精度検証を行った。その結果、プローブデータと VICS データの融合によって、現在一般に提供される VICS 旅行時間情報より高い精度をもたらすことを示した。今後の課題としては、VICS データに対して、よりよい補正関数を求めることと、非 VICS リンクの欠損値の補完手法などがあげられる。

参考文献

- 1) 三輪富生, 境隆晃, 森川高行: プローブカーデータを用いた経路特定手法と旅行時間推定に関する研究, 第 2 回 ITS シンポジウム proceedings, pp. 277-282, 2003.