

走行特性に着目したプローブカーの高速道路走行データ抽出法

Screening Methodology of Expressway Probe Data Considering Vehicle Running Profiles

後藤 誠*・中村 英樹**

By Makoto GOTO* and Hideki NAKAMURA**

1. はじめに

近年、道路ネットワーク上の交通状況を把握するツールとしてプローブカーが注目されている。現在までに全国各地でプローブカーの実証実験が実施されており、2002年には名古屋都市圏においてもインターネットITS (i-ITS) の実証実験の一環として行われた¹⁾。

プローブカーから取得された位置情報は、緯度経度データであるため、Digital Road Map(DRM)上へのマップマッチング処理が必要となる。このとき、「高架道路とその下を平行に走る道路との間のマップマッチングミス」が問題となる。各道路区間の交通状況をより正確に把握するためには、この問題を解消し、高速道路と一般街路データを分離する必要がある。

堀口らの研究²⁾では、走行軌跡起点近傍から終点近傍へ到達する最小コスト経路を探索し、走行軌跡に沿った経路を同定するオフラインマップマッチング処理を行っている。これにより、走行軌跡に沿った経路にはなるが、図1に示すように、ランプを経由せず高速道路と一般街路を行き来するようなマッチングミスが生じ、これらを十分に取り除くことは出来ない。一方、高速道路を走行していても、ランプ上で必ずしもデータがアップリンクされないため(図2)、「オンランプ・オフランプでデータがアップリンクされたデータは高速道路とする」というような幾何構造条件によるマッチング手法は適用できない。

そこで本稿では、マップマッチング処理はなされているものの、上記のような問題点の残されているi-ITS名古屋実証実験のプローブカーデータ(以下、元データセット)を用いて、高架高速道路とその下の一般街路走行データをより確実に分離する処理方法について検討する。その際、区間特性の異なる複

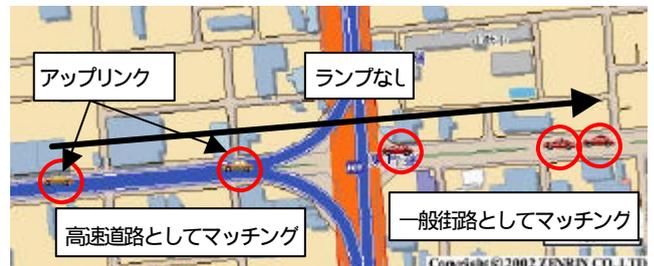


図1 マップマッチングミスの例



図2 ランプでアップリンクされないケース

表1 データ送信イベント

送信イベント	備考
距離(300m周期)	イベントが発生後、300m走行するまでに他のイベントが発生しなかったとき
時間(550s周期)	停止車両からも一定間隔でデータを入力するため
車両停止時(ST)	ST(Short Trip)(時速3km以下で3秒以上)
車両発進時(SS)	SS(Short Stop)(時速7km以上で3秒以上)
実車/空車変化時	タクシーの実車/空車状態が変化したとき
エンジン始動/終了時	エンジンを始動/終了状態が変化したとき
危険挙動発生時	速度超過, 急加速, 急減速発生時

数の区間を対象に、高速道路と一般街路の走行特性の相違に着目して分析を行う。

2. i-ITS名古屋実証実験におけるプローブカーデータの概要

i-ITS名古屋実証実験は、2002年1月28日～3月31日にかけてGPSと車載発信装置を搭載した1570台のタクシーを用いて実施された。データ送信はイベント毎に行われ、実験において設定されたデータ送信イベントは表1に示すとおりである。また、プローブカーから得られる情報として、データ提供時刻をはじめ、位置情報、速度、加速度などのデータが得られている。

キーワード: プローブカー, 走行特性

*学生会員 工修 名古屋大学大学院工学研究科地圏環境工学専攻

**正会員 工博 名古屋大学大学院工学研究科地圏環境工学専攻

連絡先 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町

TEL 052-789-3828

3. 分析区間とデータ

3.1 分析対象区間

本研究で分析対象とした区間は、名古屋高速道路の都心環状線の鶴舞南JCTから東別院出入口に至る約700m、東新町入口から鶴舞南JCTに至る約2km、楠から黒川出入口に至る約3kmとそれらの下の一般街路である(図3)。

3.2 レファレンスデータ作成

分析の準備段階として、高速道路、一般街路を走行していると考えられるデータセットを作成した。データの作成手順として、高速道路走行データに関しては各分析対象区間を含む2つのランプ、及びその直近リンクを通過したトリップを抽出し、一般街路に関しては、対象区間を含み、かつ高架下でない4~5箇所のキー交差点を通過したトリップを抽出した。その後、車両走行軌跡、車両走行速度、SS、STフラグから総合的に判断しもっともらしいデータセットを手作業で作成し、これをレファレンスデータセットとした。

表2に、この作業によって得られた時間帯別のデータ数と、当該区間で当該時間帯にアップリンクされた全データの平均速度および標準偏差を示す。これより、区間①では0時~5時の早朝時のサンプルはないものの、その他の区間については、ほぼ全時間帯でデータが得られている。また、平均速度と標準偏差を見ると、16時-18時にかけて、全体的に平均速度の低下と、標準偏差のばらつきが見られる。

また抽出したレファレンスデータと元データで、各分析区間においてどの程度マッチングミスが生じているかを表3に示す。これより、高速道路について



図3 分析対象区間

表3 マッチングミスの割合

		区間	区間	区間
高速道路	レファレンスデータ数(A)	2011	2448	3716
	元データ数(B)	1929	2340	3493
	マッチングミス率(%)	3.1	4.4	6.0
一般街路	レファレンスデータ数	758	1146	4525
	元データ数	675	682	1761
	マッチングミス率(%)	10.9	40.5	61.1
全体	マッチングミス率(%)	6.0	16.0	36.2

* マッチングミス率: $\{1 - (B)/(A)\} * 100$

は、どの区間も5%程度のマッチングミスがあったが、一般街路については、区間のマッチングミスが多く、それぞれ40%、60%以上の走行データが高速道路走行データとしてミスマッチングされていた。このように、長い区間にわたって高速道路と一般街路が上下に続いているとマッチングミスが多くなる事が分かる。

表2 時間帯別データ数と特性

時間帯		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	合計	
区間	高速道路	データ数	29	0	4	0	21	19	73	99	65	121	46	55	52	104	107	131	133	88	132	172	200	320	15	32	2011
		平均速度(km/h)	76	0	73	0	65	76	72	69	69	61	65	69	71	68	63	66	51	40	52	69	71	72	76	72	61.08
		標準偏差(km/h)	10	0	3	0	5.6	12	8.5	8.2	11	20	15	7.9	7.4	9.6	15	15	23	26	24	12	8.3	9.6	12	8.8	11.32
	一般街路	データ数	52	14	2	13	0	6	14	32	53	57	62	56	51	51	42	35	18	51	27	37	49	8	15	13	758
		平均速度(km/h)	27	17	16	23	0	31	29	34	29	25	25	20	25	28	20	29	30	24	22	28	29	35	27	20	24.71
		標準偏差(km/h)	24	20	23	23	0	27	26	25	23	20	20	19	22	23	20	23	22	19	19	22	23	26	23	19	21.38
区間	高速道路	データ数	3	0	0	0	31	6	50	61	33	127	50	82	60	120	133	183	145	99	166	279	314	482	19	17	2448
		平均速度(km/h)	80	0	0	0	68	80	71	75	74	76	65	77	75	75	76	78	74	69	77	77	75	77	78	77	65.58
		標準偏差(km/h)	4.6	0	0	0	4.2	5.2	5.9	10	6.3	7.7	30	8.4	8	8.3	9.7	8.2	14	23	7.4	9.4	9.9	8	11	8.6	8.634
	一般街路	データ数	301	85	72	51	23	0	0	55	14	29	9	55	11	34	34	0	51	7	62	30	37	33	91	62	1146
		平均速度(km/h)	29	32	30	33	33	0	0	28	19	19	39	20	26	29	25	0	20	33	17	25	28	28	28	31	23.83
		標準偏差(km/h)	22	22	24	22	28	0	0	21	20	18	18	20	22	23	21	0	19	19	18	23	20	22	22	22	18.53
区間	高速道路	データ数	0	0	0	0	0	0	13	46	29	218	59	142	101	134	235	300	188	149	298	455	568	750	31	0	3716
		平均速度(km/h)	0	0	0	0	0	0	69	73	71	75	75	72	66	76	76	74	72	70	75	77	75	77	79	0	73.65
		標準偏差(km/h)	0	0	0	0	0	0	3.2	6.9	3.4	7.8	11	16	25	7.2	8.7	13	8.2	18	9.4	9.2	9	9.7	15	0	10.73
	一般街路	データ数	0	0	0	0	0	0	14	0	60	179	126	191	217	411	314	419	229	303	361	455	468	668	74	36	4525
		平均速度(km/h)	0	0	0	0	0	0	38	0	30	27	27	28	31	29	28	25	29	27	27	30	30	31	28	32	20.71
		標準偏差(km/h)	0	0	0	0	0	0	27	0	22	23	23	22	24	22	22	22	23	21	21	24	23	23	24	28	16.48

4. 高速道路と一般街路の走行特性分析

以上のようにして作成した高速道路と一般街路それぞれのレファレンスデータセットを用いて、これらの走行特性の相違について分析を行う。

4.1 1トリップ当りの平均速度と標準偏差

対象区間を通過中にアップリンクされた個々のプローブカーの瞬間速度の区間内平均値と、それらの標準偏差の散布図を図4に示す。本稿においては、紙面の都合から区間 と のみについて掲載する。

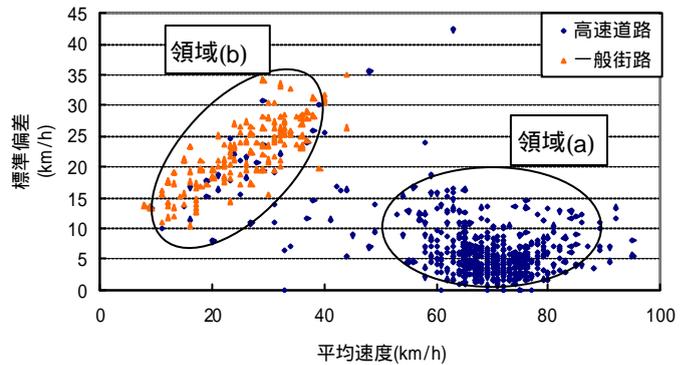
これより、両区間においてプロット群は大きく2つの領域に分けることができる。領域(a)は非渋滞時の高速道路走行データであり、領域(b)は、一般街路と渋滞時の高速道路の走行データが混在したプロット群である。区間別に見ると、区間 は区間 と比較して、領域(b)に高速道路の走行データが多く存在している。これは、区間 (鶴舞南JCT～東別院) では、都心環状線の中でも渋滞が日常的に発生しており、区間交通量が多いためである。また、この区間では高速道路、一般街路走行データともにプロットにばらつきが見られるが、これは区間長が700mと短いため、1トリップ当りにアップリンクされるデータ数が少ない(高速道路:2~3個、一般街路:3~5個)ためである。

ここでは、1トリップ当りの平均速度に閾値を設定し、非渋滞時の高速道路走行データを抽出することを考える。図4より、すべての区間において速度の閾値を45km/hと定め、非渋滞時の高速道路走行データを抜き出すと、領域(a)についてはほぼ100%的中する。また図5は、名古屋高速道路の楠 - 黒川間(区間)における車両感知器データから得られた交通量 - 速度分布である。この図の渋滞流領域と非渋滞流領域の境界である臨界速度が約45km/hであることから、この閾値が概ね妥当であると考えられる。

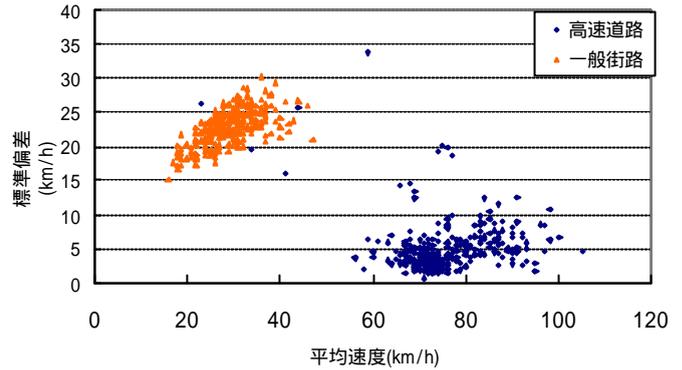
次に、領域(b)の一般街路と渋滞時の高速道路が混在したデータを分離することが問題となる。

4.2 一般街路と渋滞時の高速道路の平均停止時間

対象区間を通過した車両の中で、停止したことが認められたトリップに関して、それぞれの平均停止時間を求めた。図6に各区間の渋滞時の高速道路と一般街路の平均停止時間の累積百分率を示す。



(1) 区間



(2) 区間

図4 1トリップ当りの平均速度と標準偏差の関係

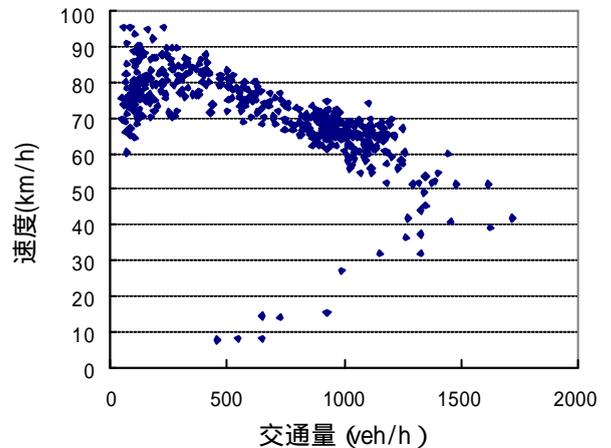


図5 Q-V 相関図の実測例

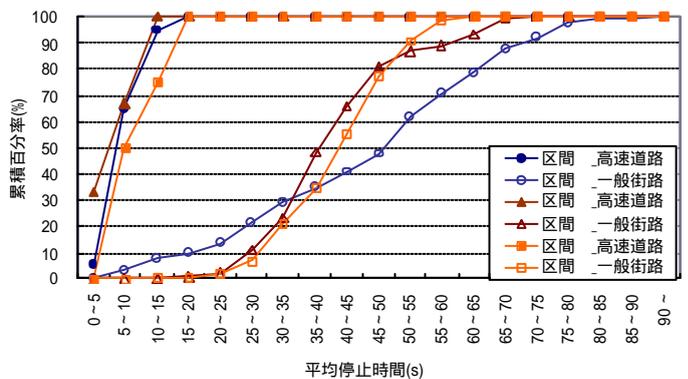


図6 1トリップ当りの平均停止時間分布

これより、高速道路に関しては、全区間において平均停止時間はすべて20秒以内に分布している。一方、一般街路では交差点での信号制御によって、区間内でほぼ確実に停止をすることになるが、その待ち時間は到着タイミングと交通状況によって大きく左右される。区間に関しては、区間長が700mと短いため、停止回数が1回のケースが多く、5秒～90秒程まで大きくばらついている。しかし、その他の区間では、区間長が2～3km程度であるため停止回数が多く、停止時間のばらつきが平均化されるため30秒～70秒程度の範囲に分布している。また、一般街路で平均停止時間が20秒以上のデータは、区間では全体の90%以上、その他の区間では100%である。よって、停止時間の閾値を20秒とすることにより、高い確度で渋滞時の高速道路データを一般街路のデータから分離することが可能であると考えられる。

5. 抽出結果

4の2つの閾値を用いた手順によって、自動判別したデータの抽出率を区間別に表4に示す。これより、高速道路ではすべての区間において抽出率が100%以上となっているが、一般街路では区間の抽出率が88.1%と低い結果となった。これは、区間長が短いことによる停止時間のばらつきが原因である。しかし、その他の区間についてはほぼ100%となっており、高い精度で抽出できている。

また、時間帯別の誤判別率を図7に示す。これより、区間長が短い区間では、全時間帯に渡って誤判別が生じていることが分かる。また、その他の区間については、誤判別が生じている時間帯が深夜の22時と2時であり、交通量が少ない時間帯となっている。これは、一般街路においても深夜の時間帯は高速で走行可能であり、高速道路の走行特性に近づくためである。これより、より精度の高い抽出を行うためには、区間長を長く設定すること、時間帯ごとの抽出条件を設定することが挙げられる。また一般街路の走行データに関しては、高速道路を走行している同じ時間帯のデータの走行特性と比較し、データを取捨していく方法が考えられる。

6. まとめと課題

本稿では、プローブカーの位置情報のみならず走

表4 抽出結果

		区間	区間	区間
高速道路	レファレンスデータ数	2011	2448	3716
	抽出したデータ数	2101	2471	3740
	抽出率(%)	111.9	102.0	100.6
一般街路	レファレンスデータ数	758	1146	4525
	抽出したデータ数	668	1123	4501
	抽出率(%)	88.1	98.0	99.4
全体	的中率(%)	96.7	99.4	99.7

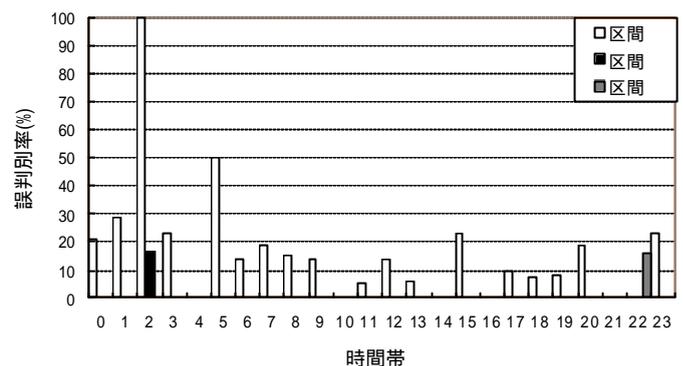


図7 時間帯別誤判別率

行特性データを加味することで、高速道路と一般街路の平行区間のデータを良好に区別できることを示した。これは、マップマッチングの際に走行特性データを一部用いれば、高速道路走行を判別するための特別なフラグや3次元地図座標など、イベントや情報の追加をすることなく、それぞれを的確に判別可能であることを示唆している。

なお今回は、自然渋滞のみを取り扱い、停止時間の閾値を20秒としたが、事故発生による場合等、ボトルネック容量が著しく低下した場合の渋滞では走行特性が異なるため、今回のような走行特性の集計値から閾値を設定する処理方法では対処できないことも考えられる。このため、高速道路の渋滞時の走行特性についても、個々の車両の走行プロファイルを分析していく必要がある。

謝辞:本研究を進めるにあたって、貴重なデータを提供していただいたインターネットITSプロジェクト共同研究グループに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Internet-ITSホームページ:<http://www.internetits.org/ja/>
- 2) 堀口良太ら(2002):プローブカーデータのクレンジング処理と車種別の運行特性分析,第26回土木計画学研究発表会講演集