

車両感知器データによる旅行時間の推定

室蘭工業大学大学院建設システム工学専攻 ○学生員 大森 洋介
 豊田工業高等専門学校環境都市工学科 正会員 荻野 弘
 豊田工業高等専門学校環境都市工学科 正会員 野田 宏治
 (財) 豊田都市交通研究所 正会員 山崎 基浩

1. 研究目的

今日、我々の自動車交通への依存度は非常に高く、一方、全国的な社会動向として IT 革命による情報化社会の形成が急速に進んでいる。自動車交通が主体の道路交通では、情報化社会に対応した道路交通体系の確立が求められている。豊田市では平成 11 年 10 月から IT 技術を利用し、安全で快適な道路交通の実現を目指した「高度道路交通システム(Intelligent Transport System: 以下 ITS と称す)」の導入実験を行っている。本研究では、この実験における車両走行実験データを基に、一般道路における目的地までの旅行時間の推定モデルを確立しようとするものである。

2. 実験データ

実験データは「ITS モデル地区実験・IN 豊田」の実験に協力した事業主体から提供してもらったものを使用した。調査の概要について以下に示す。

① 調査日時

調査日については表-1に示す通りであり、いずれの曜日も休日やイベントが開催され、路線の各所で交通混雑が予想された曜日である。また、調査時間は各日午前 7 時から午後 7 時までの合計 12 時間である。

表-1 調査日

ITS導入前	平日	平成11年 9月 9日 (日)	7 00 ～ 19 00 (12時間)
	休日	平成11年 9月21日 (火)	
ITS導入後	イベント開催	平成11年10月24日 (日)	
	平日	平成11年11月14日 (日)	
	休日	平成11年11月16日 (火)	

② 調査方法

調査対象路線上に設置された光ビーコンと車載機との間で送受信された車両 ID 番号や通過時刻の情報（以下アップリンクデータと称す）を収集する。アップリンクデータはバス・タクシーといった一日中一定区間を確実に走行する商業用自動車及び、一般のモニター車両に取り付けたものを使用する。本研究では、各調査日にそれぞれ異なる ID を持つ車両を 15 分間毎に随時走行させ、アップリンクデータを収集した。また、同時に経路中のノード（信号交差点）毎に旅行時間、停止時間、停止回数をそれぞれ計測した。更に、車両感知器から時間交通量、時間平均速度、オキュパンシー（Occupancy；以下 Ot と称する）といった地点交通情報を 15 分間毎に平均化し収集した。表-2にはアップリンクデータを、表-3にはノード毎の各計測データを、そして表-4には地点交通データである車両感知器データの一部をそれぞれ示す。

表-2 光ビーコンからのアップリンクデータ

内番号	感知番号	走行車線	車両固定ID*	受信日付	受信時刻
1056	32	1	8/23/211/1/1/3/5	1999/9/21	8:20:59
1056	32	1	8/23/211/1/2/3/5	1999/9/21	8:31:40

※業種/県番/事業者/営業者/D/車種/車載

表-3 ノード毎の旅行時間調査結果

区間	距離(km)	815	830	930	945	1045	旅行時間(分秒)
1-2	02	1 45	1 47	1 53	0 24	0 22	
		1 14	1 12	1 12	0 0	0 0	停止時間(分秒)
		1	1	1	0	0	停止回数(回)

表-4 車両感知器データ

時間帯	交通量(台)	占有率(%)	速度(km)
8	154	10	30
	152	9	34
	140	9	32
	150	9	34

③ 調査対象経路

調査対象経路は都心部周辺の幹線道路を網羅するように合計 11 経路が設定されている。この中から、朝夕の通勤時による交通混雑や周辺都市からの流入交通量により交通流の変動が大きい路線を 2 経路選択し旅行時間の推定を行う。

3. 旅行時間の推定

3. 1 光ビーコンによる旅行時間の推定

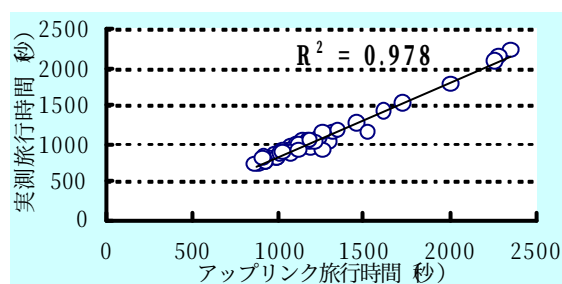


図-1 アップリンクと実測旅行時間の比較

光ビーコンのアップリンクデータから算定した旅行時間の有用性を示すため、15 分毎に走行し計測した旅行時間（以後、実測旅行時間と称す）との比較を行う。図-1には、調査対象経路の比較結果の一部を示した。図より、両者の相関が非常に高いことから、容易に旅行時間の計測ができるアップリンクデータを実測旅行時間として利用できることが分かった。

現在収集されているアップリンクデータは、特定の固定 ID 番号を持った登録車両と、VICS 対応のカーナビゲーションシステムを備え、更に光ビーコン用アンテナを搭載した車両

からしかアップリンクデータが収集されないことが問題点である。その為、光ビーコンが設置された特定の区間でした実測旅行時間は計測できない。

そこで、本研究では個々の車両に搭載されている車載機の有無に関係なく、常時交通情報を収集できる車両感知器データを用いて旅行時間の推定を行った。

3. 2 車両感知器データによる旅行時間の推定

旅行時間は、交通流の変化に大きく支配されるものである。その為、路線上の交通量、交通密度、平均速度といった巨視的な状態量を把握する必要がある。本研究では、車両感知器から収集した速度と O_t についての関係を見出し、旅行時間の推定モデルを検討する。

第一に、線形近似と多項式近似による回帰分析をそれぞれ行った。図-2には、調査対象経路中のある区間の車両感知器から収集した結果の一部を示したが、両者の間に非常に高い相関が成立することが分かる。従って、このような路線では速度を O_t の関数として定義し旅行時間の推定を行う。なお、用いる回帰式はモデルを簡略化する為に線形近似による線形回帰式を用いる。

ここで、図の凡例中の「昼間」は調査時間でもある7時から19時とし、「夜間」を19時から24時、そして「早朝」を24時から7時までとしている。

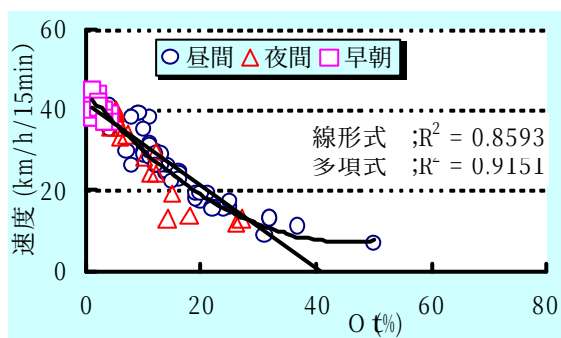


図-2 速度と O_t の相関関係

一方、図-2とは異なり一日の交通量も少なく、速度と O_t の変化も小さい区間があった。図-3には、その一例を示した。

このような区間では、早朝の時間帯に多少の速度変化が見られるものの、本研究では、その区間での規制速度を用いて旅行時間の推定を行うものとした。

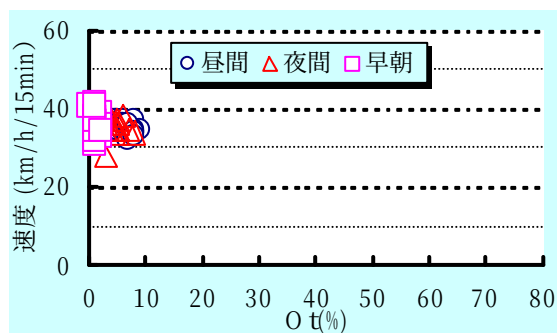


図-3 終日速度と O_t の変化が少ない区間

3. 3 推定方法

旅行時間の推定には前節の方法で得た速度を用いて、図-4より算定する。調査対象経路中の始点から終点までの旅行時間は、区間毎に算定した流行時間を累計することで得られる。また、本研究では前節で論じた方法を基に、推定モデルを4つ定めた。各想定モデルについては表-5に示す。

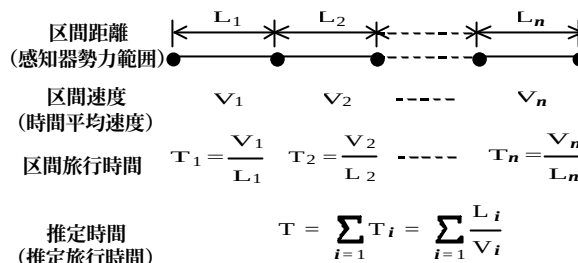


図-4 旅行時間の推定方法

表-5 タイプ別旅行時間推定モデル

モデルNo.	モデル名称	適用モデル
第Iモデル	終日型	関数モデル
第IIモデル	昼夜型	関数モデル
第IIIモデル	昼型	関数モデル
第IVモデル	昼型	関数・平均速度モデル

4. 旅行時間の推定結果とまとめ

これまで論じた速度と O_t と速度の関係から、表-5で定めたモデルより実際に推定した旅行時間の推定結果の一部を図-5に示した。なお、推定モデルの有用性を知る為に実測旅行時間を用いて、次式に示す相対誤差からその検討を行った。

$$\text{推定誤差} = \frac{\text{推定旅行時間} - \text{実測旅行時間}}{\text{実測旅行時間}} \times 100 (\%)$$

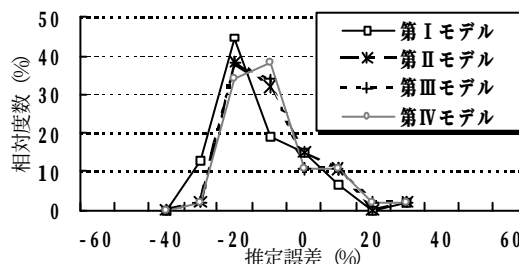


図-5 旅行時間推定結果

図より、関数モデルと平均速度モデルを組み合わせた第IVモデルが他のモデルに比較して旅行時間の推定誤差が小さくなった。また、どの推定モデルにも共通する事は、実測旅行時間に対して10%から20%程度「短い」旅行時間が推定された。推定した経路では、調査時間帯の実測旅行時間は約15分から20分程度となっていることから、約3分から4分程度の推定誤差が生じる。

今後の課題としては、旅行時間に影響を与える信号停止条件を組み込み、推定誤差が最小となるような推定モデルの構築が必要であろう。

謝辞

本研究を行うにあたり、資料提供等でお世話となった愛知県警交通管制課、豊田市役所総合交通対策課に感謝する次第です。