

進路方向によって異なる混雑度を考慮した旅行時間算出手法

大高 宏介[†] 戸川 望[†] 柳澤 政生[†] 大附 辰夫[†]

[†] 早稲田大学大学院 理工学研究科 情報・ネットワーク専攻
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1
Tel:03-5286-3396, Fax:03-3203-9184
E-mail: †ohtaka@ohtsuki.comm.waseda.ac.jp

あらまし 現在、自動車が走行する経路の出発地から目的地までの旅行時間を算出する際には VICS や各テレマティクスサービスが提供するリンク旅行時間が用いられているが、このリンク旅行時間の精度が十分高くないことが算出結果の精度の低下につながっている。そこで本稿では、従来と比較してより正確な旅行時間の算出手法を提案する。走行中の車両から収集した走行履歴の情報を元に、各リンク旅行時間を進路方向ごとに個別に格納する機能を付加することで、右左折や直進によって混雑度が異なることを考慮し、かつ高速道路に限らず一般道までを対象にすることが可能となる。また、交通流シミュレータを用いて本手法の有効性を検証する。

キーワード 旅行時間 進路方向 リンク旅行時間 交通流シミュレータ

A Travel Time Calculation Method Considering Congestion of Course Direction

Kousuke OHTAKA[†], Nozomu TOGAWA[†], Masao YANAGISAWA[†], and Tatsuo OHTSUKI[†]

[†] Department of Computer Science, Waseda University
3-4-1 Ohkubo, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-8555, Japan
Tel:03-5286-3396, Fax:03-3203-9184
E-mail: †ohtaka@ohtsuki.comm.waseda.ac.jp

Abstract To calculate travel time from departing point to destination point by vehicles, link travel time offered by VICS or telematics service is used. However, the accuracy of link travel time is so low that the accuracy of the travel time becomes also low. In this paper, we propose a method to calculate travel time with higher accuracy than traditional methods. By storing link travel time based on driving records for each course direction, our method enables to calculate travel time which considers congestion of course direction, and covers all roads including highway. In addition, we show the effectiveness of our method by examining with a traffic simulator.

Key words Travel Time Course Direction Link Travel Time Traffic Simulator

1. ま え が き

近年の ITS の進歩により、多くの人が交通情報サービスを受けられるようになった。交通情報の中でも特に重要とされるのが出発から到着までの旅行時間である。旅行時間を求める一般的な方法は、交差点から隣の交差点までの所要時間(以降「リンク旅行時間」)の和を求めることであり、このリンク旅行時間を取得する手段としては、主に以下の2つが挙げられる。

(1) VICS^(注1) [1].

(2) 自動車メーカーが提供するテレマティクス^(注2)サービス。VICS は、1996年に(財)道路交通情報通信システムセンタ(VICS センタ)によって開始された交通情報提供サービスである。VICS においては、光ビーコンを用いて車両の ID を取得し、複数の地点で同一の ID が取得されたときに時間差を求めることでリンク旅行時間が作成される。これらの情報が、光ビーコンや FM 多重放送などを媒体にしてユーザに提供される。テレマティクスサービスは、各自動車メーカーが自社ユーザ向けに、交通情報の提供を目的として独自に展開しているサービ

(注1) : Vehicle Information and Communication System の略である。

(注2) : Telecommunication(通信)と Informatics(情報処理)の造語である。

スであり、トヨタの G-BOOK [2]、日産のカーウィングス [3]、ホンダのインターナビ [4] などがある。テレマティクスサービスの特徴としては、携帯電話や車両に搭載された DCM^(注3)などの通信機器を媒体にして、車両が情報の送受信をしている点にある。走行中の車両から通信機器を用いて送信された走行記録(通過地点および通過時刻)から、リンク旅行時間を算出することで渋滞情報が作成される。作成された渋滞情報は、同じく通信機器を用いてユーザが受信する。

しかし、VICS では 5~51%、会員数最多のインターナビで 2~43%の実測値との誤差が生じた検証結果がある [4] ように、これらのサービスによって提供されている旅行時間は、いずれもいかに精度を高めるかが課題となっている。これはリンク旅行時間の精度が低いためであり、以下の 2 つの理由のいずれかによると考えた。

- ① 対象となる道路が限定される。
- ② 進路方向を考慮していない。

まず VICS では、主として幹線道路の一部の交差点からしかリンク旅行時間を作成することができない。これは、全国の交差点数に対して光ビーコンの設置台数は非常に少ない^(注4)ためである。従って、VICS による情報を元に幹線道路以外の道路が含まれる経路に対して正確な旅行時間を算出することは困難であり、①にあてはまると言える。さらに VICS は、提供されるリンク旅行時間は、車両がその後直進したのか、あるいは右左折したのかに関係なく全ての車両に対して時間差の平均値が採用されている。従って、「直進する場合にはすぐ通過できるが、右折する場合には時間がかかる」ような交差点でも、1箇所前の交差点からのリンク旅行時間は一律の値となるため、②があてはまり、実際の道路状況が旅行時間の算出に正しく反映されない可能性があると言える。

一方テレマティクスサービスでは、通信端末の電波の範囲内であれば場所を選ばずに車両から情報を送信可能なことから、あらゆる道路においてリンク旅行時間が取得できるため①にはあてはまらない。しかし、VICS と同様に進路方向を考慮したリンク旅行時間を作成していないため、②にあてはまる。例外として、インターナビでは高速道路の分岐点において車線別の混雑度を考慮した旅行時間が提供されているが、一般道までは対象となっていない。これは、一般道は高速道路と違い分岐(交差点)数や経路の選択肢が多いことから、実現が困難であるためと考えられる。

以上より、既存手法では少なくとも①か②のいずれかにあてはまり、両方の問題点を解決した手法は存在しないと見える。従ってより正確な旅行時間の算出のためには、

- ①' 高速道路に限らず、広範囲の道路からリンク旅行時間が得られる。
 - ②' 進路方向によって混雑度が異なる状況が考慮される。
- を元にした旅行時間算出手法が必要である。そこで本稿では、

進路方向によって異なる混雑度を考慮した旅行時間の算出手法を提案する。元々①'を満たすテレマティクスサービスに進路方向別ごとに個別にリンク旅行時間を格納するための機能を持たせることで、②'を同時に実現する。

本提案手法では、道路地図からノード-リンク情報と隣接ノード情報を経てデータ構造を決定することにより、リンク旅行時間を進路方向によって個別に格納することが可能なデータベースを作成する。このデータベースを元に算出することで、より正確な旅行時間の出力が可能となる。さらに、交通流シミュレータを用いて計算精度について本手法の有効性を検証する。

2. テレマティクスサービス

提案手法では、テレマティクスサービス [2], [3], [4] としての機能を前提としている。なお、本稿ではノードを交差点、リンクを隣の交差点どうしを結ぶ道路と定義する。

2.1 サービス内容

走行中の車両は交差点を通過すると、交差点を識別する番号(以下「交差点 ID」)をその通過時刻とともに記録し、一定時間あるいは一定の情報量が蓄積されるごとにテレマティクスサービスセンタへ送信する。この情報から算出された交差点間のリンク旅行時間を所定の場所に格納することで、データベースが作成される。一方、入力としてユーザ側から送信された走行経路が与えられると、前述のデータベースを元に入力経路に対する出発地から目的地までの旅行時間が出力され、ユーザに送信される。

2.2 リンク旅行時間および旅行時間の算出

図 1 は、テレマティクスサービスで用いられるリンク旅行時間の例であり、図中の $P_1 \sim P_7$ は交差点 ID、数字は指し示したリンクを通過するのに要した時間の平均値である。ただし、ここでは対向車線は表示していない。

出発地から目的地までの旅行時間の算出に用いる各リンクのリンク旅行時間は、進路方向に関係なく全ての車両の平均値が採用される。例えば、一番左のリンク旅行時間である 132 秒は、交差点 P_2 を通過した後に交差点 P_3 を通過した全ての車両の平均通過時間である。

ユーザから入力された経路が $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_4 \rightarrow P_5$ の場合、それぞれのリンク旅行時間の和、すなわち $64+132+180+70=386$ 秒が出発地から目的地までの旅行時間として出力される。

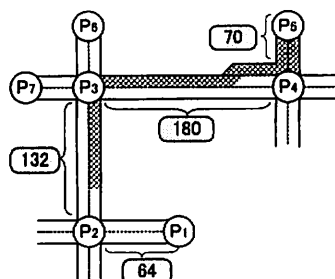


図 1 テレマティクスサービスにおけるリンク旅行時間の例

(注3) : Data Communication Module の略である。G-BOOK における専用無線通信端末を指す。

(注4) : 全国の幹線道路の交差点数 333,560 箇所(平成 15 年度) [5] に対し、光ビーコンの設置台数は約 48,000 基(平成 17 年度末) [6] である。

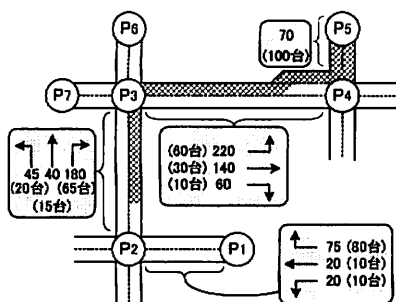


図 2 提案手法におけるリンク旅行時間の例

3. 進路方向を考慮した旅行時間算出手法

本章では、進路方向を考慮した旅行時間算出手法を提案する。サービス内容は前章のテレマティクスサービスと同じだが、用いるリンク旅行時間と旅行時間の算出方法が異なる。

図 2 は、提案手法で用いるリンク旅行時間の例であり、図中の数字と矢印は、指し示したリンクを通過するのに要した時間の平均値を進路方向とともに表したものである。括弧内の数字は、通過した車両 100 台あたり何台がその方向へ進んだかを表す。例えば、交差点 P_2 を通過してから交差点 P_3 を通過した車両 100 台のうち、20 台が左折したことを表す。そして、その 20 台の車両が交差点 P_2 を通過してから交差点 P_3 を通過するまでに要した時間の平均が 45 秒である。同様に、直進した車両は 100 台あたり 15 台で平均通過時間が 40 秒、右折した車両は 100 台あたり 65 台で平均通過時間が 180 秒である。

3.1 進路方向を考慮したリンク旅行時間

テレマティクスサービスでは同一のリンクを走行した全ての車両の通過時間の平均値をリンク旅行時間としているのに対し、提案手法では同一のリンクでもその先の進路方向によって個別に求めた平均通過時間をリンク旅行時間とする。

図 2 で、例えば交差点 P_2 から交差点 P_3 へのリンクでは、交差点 P_3 を通過した後に左折する場合、直進する場合、右折する場合のそれぞれの場合で分けてリンク旅行時間が保持される。このため、このリンクにおけるリンク旅行時間は、左折する経路には 45 秒、直進する経路には 40 秒、右折する経路には 180 秒が、旅行時間の算出時に用いられる。

3.2 進路方向を考慮した旅行時間の算出方法

このモデルに基づいて、例として前章と同様にユーザから経路 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_4 \rightarrow P_6$ が入力された場合の出発地から目的地までの旅行時間を算出する。

例えばこの場合の $P_2 \rightarrow P_3$ は、次の交差点 P_4 へ行くために右折をするリンクであるため、リンク旅行時間は 3 つの中から 180 秒が用いられる。他のリンクについても同様に考えると、旅行時間の合計は $75+180+220+70=545$ 秒が出力される。

図 1 および図 2 中の網掛けは混雑を表すが、このような状態の時に同一のリンクでも進路方向によってリンク旅行時間に大きな差が生じる可能性が高い。例えば右折車両用の車線が混雑している $P_2 \rightarrow P_3$ のリンクに注目すると、(1) $P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_4$

と走行する車両には 180 秒、(2) $P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_6$ と走行する車両には 40 秒、(3) $P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_7$ と走行する車両には 45 秒がリンク旅行時間として用いられるが、既存のテレマティクスサービスでは (1), (2), (3) の全ての場合で 132 秒が用いられる。このため、走行した車両が実際に要した時間が提案手法の値と同じであると仮定すると、この例では提案手法の旅行時間の誤差が (1), (2), (3) とともに 0% に対して、テレマティクスサービスでは (1) で約 66%, (2) で約 70%, (3) の場合で約 36% の誤差が生じることになる。

本稿では、1 つのリンクに対して 3 種類のノードを定義する。図 2 の P_2 から P_3 へのリンクの例で説明すると、リンクの元となるノード (P_2) を「起点ノード (Starting Node, 以降「SN」)」、リンク先となるノード (P_3) を「通過ノード (Passed Node, 以降「PN」)」、リンク先となるノードを通過したその次に通過するノード (P_4 または P_6 または P_7) を「方向ノード (Direction Node, 以降「DN」)」と呼ぶ。

4. 実装

本章では、前章で提案した手法に基づき、データベースの作成と旅行時間の算出を実装する。

4.1 データベース作成

図 3 は、データベースの作成手順である。

ノード-リンク情報

道路地図 (図 3(a)) から、交差点と道路の状態およびリンク長を抽出した「ノード-リンク情報」を作成する (図 3(b))。

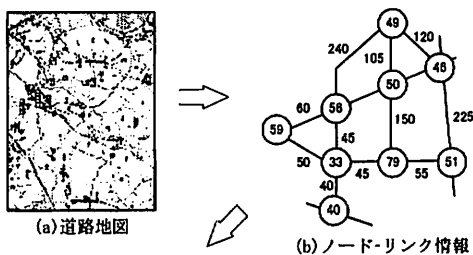
まず始めに道路地図上の交差点をノード、交差点をつなぐ道路をリンクとしてノード-リンク情報を作成するが、まだリンクされていないノード A とのノード B に対して、次の場合に $A \rightarrow B$ のリンクを追加する。それは、ノード A からノード B まで、現実の道路上では最初のノード-リンク情報で定義されたノードを 1 つも経由しないのでとり着くことができる場合である。この現象は、道路地図が工事等により変更された時や、地図上では道路と定義されていないいわゆる「裏道」を使った場合などに起こる。この追加方法より、実際の道路と理論上の道路地図との矛盾を補完することができる。

隣接ノード情報

ノード-リンク情報から、「隣接ノード情報」を作成する (図 3(c))。これは、全てのノードに対して隣接するノードに関する情報をリスト化したものであり、隣接するノードのノード ID と、そのノードまでのリンク長の 2 つの情報が保持される。

データ構造

隣接ノード情報を入力するとリンク旅行時間の格納領域のデータ構造が決定される (図 3(d))。まず要素数が道路地図中の全ノードの数である配列を作成する。この配列の n 番目の要素に、ノード $ID=n+1$ の PN のリンク先が格納される。次に、各 PN のリンク先に連結リストを作成する。この連結リストが SN となり、ノード ID と DN へのリンク先を保持する。さらに、SN のリンク先に連結リストを作成する。この連結リストが DN ととなり、ノード ID と次のリンク旅行時間群へのリンク先を保持する。図 3 中の点線の矢印については後に述べる。



(c) 隣接ノード情報

Node No.	隣接ノード1		隣接ノード2		隣接ノード3		隣接ノード4	
	Node No.	リンク長 [m]	Node No.	リンク長 [m]	Node No.	リンク長 [m]	Node No.	リンク長 [m]
50	48	30	49	80	58	20	79	55
51	32	40	48	120	47	25	0	45
52	28	15	51	100	55	75	0	80
53	55	25	81	50	82	100	83	110

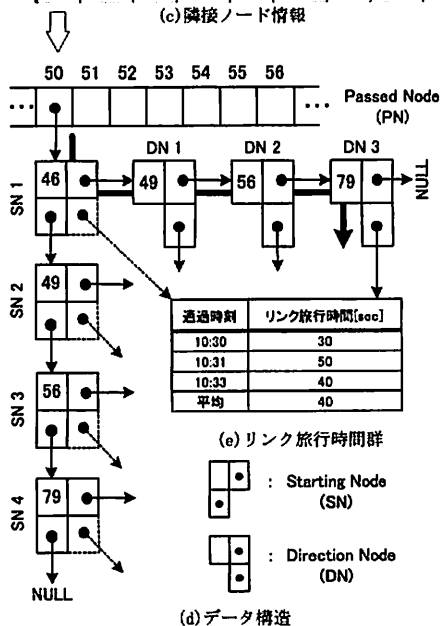


図3 データベース作成手順

リンク旅行時間群

各車両は、交差点を通過する度に以下の情報を1組にして、後にテレマティクスサービスセンターへアップリンクする。

- 通過した交差点 ID.
- 前回通過した交差点 ID.
- 前々回通過した交差点 ID.
- (c) を通過後に (b) を通過するまでに要した時間.
- (a) の通過時刻.

このうち (c) を i , (b) を j , (a) を k とした時に、各リンク旅行時間は $SN = i, PN = j, DN = k$ となる場所に仕分けられる。この仕分けられた先でのリンク旅行時間の集合を「リンク旅行時間群」と呼ぶ (図3(e))。

本手法ではリアルタイム性を重視した旅行時間算出を目的とし、リンク旅行時間の有効期限 T_{lim} を設ける。現在時刻と (e) との差が T_{lim} より小さい (以降ではこのことを「有効

期限内」と表現する) リンク旅行時間の平均値が旅行時間の算出に用いられ、 T_{lim} より大きいリンク旅行時間は破棄する。

4.2 旅行時間の算出

入力する経路を $R = p_1 \rightarrow p_2 \rightarrow \dots \rightarrow p_N$ (p_i はノード ID, N は入力経路中に存在するノード数) とし、旅行時間を算出する。まず始めに、「ノードグループ」を作成する。ノードグループとは、 SN, PN, DN の各ノード ID が1組になったものであり、出発地から n 番目のノードグループは、

$$NodeGroup(n) = \{p_n, p_{n+1}, p_{n+2}\} \quad (1)$$

と定義する。これにより、出発地点から順に $NodeGroup(1), NodeGroup(2), \dots, NodeGroup(N-2)$ が作成される。

次に、各 $NodeGroup(i)$ ごとに、データベースから $SN = p_i, PN = p_{i+1}, DN = p_{i+2}$ となるリンク旅行時間を検索する。有効期限内のリンク旅行時間が存在すれば、存在する全てのリンク旅行時間の平均値を $NodeGroup(i)$ に対するリンク旅行時間とする。

しかし、有効期限内のリンク旅行時間がリンク旅行時間群中に存在しない場合は、「距離÷速度(一定)」で算出した値をリンク旅行時間とする。隣接ノード情報から ID が p_i のノードと ID が p_{i+1} のノードとの間のリンク長を取得し、一定速度 v_{const} で割ることで得られた値を $NodeGroup(i)$ に対するリンク旅行時間とする。こうする理由は、有効期限内のリンク旅行時間が存在しないことは、すなわちそのリンクでは混雑していないとみなしても精度の低下にはつながらないと考えたためである。本手法では、VICIS によって提供される情報は5分おきに更新されることから、 $T_{lim} = 5[\text{min}]$ とした。 v_{const} に関しては、走行中は法定速度かそれ以上の速度と考えられるが、信号を通過するまでをリンク旅行時間とするため、 $v_{const} = 40[\text{km/h}]$ とした。

$i = 1, 2, \dots, N-2$ の各 $NodeGroup(i)$ に対するリンク旅行時間の和が、出発地から目的地までの旅行時間となる。

5. 性能評価

本章では、交通流シミュレータ「NETSIM [7], [8]」を用いて提案手法の性能を評価する。

図4は今回のシミュレーションに用いた道路地図である。横浜駅周辺の東西約7km×南北約5kmの区域で、ノード数は168、リンク数は268の、幹線道路とそうでない一般道を含んだ道路地図である。

5.1 評価項目

評価項目は、旅行時間の算出精度および、データサイズと算出精度のトレードオフである。

5.1.1 旅行時間の算出精度

進路方向による混雑度の差を考慮しないテレマティクスサービスの手法(以下「既存手法」)によって算出した旅行時間と比較することで、提案手法の優位性を検証する。評価方法は以下の通りである。

- 図3の手順に基づいてデータベースを作成する。
- 既存手法に基づいたデータベースを作成する。方法としては、ノード-リンク情報からリンク旅行時間群までを提案手



図4 シミュレーションに用いた道路地図

法と同様に作成するが、データ構造の作成が異なる。具体的には、図3(d)の点線で示すように、 DN の連結リストの作成を省いて各 SN からリンク旅行時間群へ直接リンクされる。これは、既存手法に DN の概念が存在せず、リンク旅行時間は PN と SN のみによって決定されるためである。

(3) NETSIMで作成した図4と同じ道路地図上で、交通流を発生させる。

(4) 出力された各車両のトレース結果(通過したノードIDおよび通過時刻)を各車両から送信された情報とみなし、前章の「リンク旅行時間群」の手順に従って(1)および(2)の各データベースにリンク旅行時間を格納する。

(5) 適当に選択した20個の経路に対して、それぞれのデータベースを元に出発地から目的地までの旅行時間を前章の「旅行時間の算出」の手順に従って算出する。一方で、シミュレータ上で同一の経路を走行した車両が要した時間との誤差を比較することで精度を評価する。

5.1.2 データサイズと算出精度のトレードオフ

各交差点ごとの進路方向による混雑度の差を考えた時に、「一部の交差点は進路方向による混雑度の差が大きいが残りの大半はあまり大きくない」であるか、あるいは「全ての交差点で混雑度の差の大きさはあまり変わらない」であるかの分布について考える。もし実際の交通状況が前者に近い場合には、混雑度の差の小さい交差点ではリンク旅行時間を進路方向ごとに分けられないことで、旅行時間の計算精度を保ちつつデータサイズを小さくできる可能性がある。そこで本章ではこの分布に着目し、データベースのデータサイズと旅行時間の算出精度とのトレードオフの関係について調べる。

BUD

隣接ノード情報作成時に「進路方向単一化ビット(Bit to Unify Direction:以下「 BUD 」)を定義する。これは、混雑度の進路方向による違いを無視するか否かを判断する項目であり、隣接ノード情報(図3(c))に設ける。 $BUD = 1$ のノードでは、進路方向に関係なくリンク旅行時間は一律の値とする。すなわち図3(d)で、 PN となるノードの BUD が1の場合には、既存手法のデータ構造と同様に DN の連結リストをなくし、リンク旅行時間群は各 SN ごとに1つしか作成しない。

評価方法

全ノードに対する $BUD = 1$ のノードの割合(以下「 BUD 率」)を0から0.1刻みで0.9まで変化させる。各 BUD 率ごとに作成したデータベースと既存手法によるデータベースを作成して同一の経路の旅行時間を算出し、データサイズと算出精度(誤差[%])を元に評価する。本稿におけるデータサイズとは、データ構造中のリンク旅行時間群の個数を指す。ここで、既存手法は BUD 率=1.0の提案手法とみなすことができるため、 BUD 率を0から1.0まで変化させることと等価となる。

どのノードの BUD を1にするかは、 BUD 率=0で作成したデータベースを元に決定する。全てのノードに対して、各ノードが PN となる全てのリンク旅行時間の分散度を計算し、この分散度が小さい順に、全ノード数 \times BUD 率の数のノードの BUD を1とする。IDが m のノードが持つリンク数を L_m 、そのノードが PN となる時のリンク旅行時間を $l_{ttk}(k=1, 2, \dots, L_m^2 - L_m^{(ttb)})$ とすると、そのノードの分散度(Dispersity) $D(m)$ は、

$$D(m) = \frac{\sum_{k=1}^{L_m^2 - L_m} |ave(m) - l_{ttk}|}{L_m}, \quad ave(m) = \frac{\sum_{k=1}^{L_m^2 - L_m} l_{ttk}}{L_m} \quad (2)$$

と定義する。

評価指標として、提案手法と既存手法の、誤差の比とデータサイズの比との積(以下「 RED (Ratio of Error and Datasize)」)を定義する。 BUD 率= n の時のデータサイズを $SIZE(n)$ 、誤差を $ERR(n)$ とし、既存手法のデータサイズを $SIZE_{trad}$ 、誤差を ERR_{trad} とすると、 $RED(n)$ は、

$$RED(n) = \frac{ERR_{trad}}{ERR(n)} \cdot \left(\frac{SIZE_{trad}}{SIZE(n)} \right)^p \quad (3)$$

で算出する。 p はデータサイズの比にかけられる重みで、トレードオフを調べる際にデータサイズと計算精度をどちらを重要視するかに影響する。 $p = 1$ の時の RED は単純にデータサイズと計算精度(誤差[%])との積の比となるが、 p が大きくなるほどデータサイズが重視され、小さくなるほど計算精度が重視された RED となる。さらに、この RED が1より大きい小さいかで、データサイズと算出精度とのトレードオフを考慮した時の性能が高いか低いかも判断できる。

5.2 シミュレーション結果

表1は、旅行時間を算出した20個の経路のうちの5個の経路に対する算出結果である。表2は、 BUD 率を0~0.9に変化させてシミュレーションした時のデータサイズと20個の経路の誤差の平均値である。図5は、 BUD 率と表2を元に算出した $RED(p=1.0, 0.5, 1.5)$ との関係である。

5.2.1 旅行時間の算出精度

20個の入力経路に対して検証した結果、全ての交差点で進路方向別にリンク旅行時間を分けた場合(BUD 率=0)、全ての経路において算出結果の精度が既存手法を上回り、全経路の

(注5):この時 PN に対して SN となり得るノード数が L_m 個で、 PN と SN が決定した後に DN となり得るノード数が $(L_m - 1)$ 個であることから、これらの積 $L_m(L_m - 1)$ がリンク旅行時間の数となる。

表1 BUD 率 = 0, 0.5, 0.9 の時の入力経路に対する算出結果の一例

	入力経路		NETSIM 上の実測値	提案手法						既存手法	
	ノード数	経路長 [m]		BUD 率=0		BUD 率=0.5		BUD 率=0.9		(BUD 率 = 1.0)	
			時間 [s]	誤差 [%]	時間 [s]	誤差 [%]	時間 [s]	誤差 [%]	時間 [s]	誤差 [%]	
1	10	3561	498	476	4.42	474	4.82	465	6.63	427	14.2
2	11	3868	509	486	4.52	490	3.73	485	4.72	457	10.2
3	12	4217	631	654	3.65	606	3.96	594	5.86	550	12.8
4	11	3667	545	567	4.04	518	4.95	505	7.34	482	11.5
5	15	6304	967	926	4.24	919	4.96	899	7.03	843	12.8

トータルでは 9.58% 誤差が改善された。これにより、旅行時間の算出精度において既存手法よりも優れると言える。

表1からは、 BUD 率が大きくなるほど誤差が大きくなり、その中の多くが NETSIM 上の時間と比較して小さい値で出力されている傾向にあることが言える。これらは、進路方向を区別しないことで時間のかからない進路方向との平均を用いることとなった結果、算出結果が実際よりも小さくなることにつながったと考えられる。

5.2.2 データサイズと計算精度のトレードオフ

表2から、 BUD 率が高くなるほど、すなわちデータサイズが小さくなるほど誤差が大きくなり、データサイズと計算精度はトレードオフの関係にあることが確認された。

次に図5から、提案手法は $p = 0.5$ 、すなわち算出精度を重要視した評価では既存手法に対する優位性がより大きく、逆に $p = 1.5$ 、すなわちデータサイズを重要視した評価では BUD 率 = 0.2 以下の場合のみ既存手法より劣ると言える。これは、提案手法の特徴として、データサイズを犠牲にして計算精度の向上を目指しているからである。

さらに、全ての p において RED は $BUD = 0.8$ 周辺で最も高くなったことから、今回検証した道路モデルでは $BUD = 0.8$ の時が最もデータサイズと計算精度のバランスが良いと言える。このことから、進路方向を全く考慮しない場合に比べて、2割程度の要所となる交差点について進路方向を考慮することで、データサイズと計算精度とのトレードオフを考慮した時の最適なパフォーマンスが得られると言える。

6. むすび

本稿では、テレマティクスサービスの渋滞情報に進路方向別ごとに個別にリンク旅行時間を格納する機能を持たせることで、新たな旅行時間の算出手法を提案した。これにより、高速道路だけでなく一般道までを対象とし、かつ進路方向によって異なる混雑度を考慮した旅行時間を算出が可能となる。交通流シミュレータを用いた検証では旅行時間の精度が 9.58% 向上したことから、従来手法と比べ本提案手法が有効であると言えた。さらに、データベースのデータサイズと計算精度とのトレードオフを考慮すると、 $BUD = 0.8$ が最適に近いことが分かった。

今後の課題として、シミュレーション環境についてさらに議論し、有効性をより正確に検証する必要があると考えている。具体例には、シミュレーション実行時に、交通流、交差点の信号、分岐率等のパラメータ設定を、実測値や統計値を用いてより現実に近い環境を実現することを目指す。

表2 BUD 率に対するデータサイズと誤差の結果

BUD 率	データサイズ	誤差 [%]
0	1318	4.21
0.1	1242	4.30
0.2	1155	4.34
0.3	1080	4.44
0.4	998	4.52
0.5	915	4.64
0.6	837	4.78
0.7	754	4.87
0.8	677	5.01
0.9	590	6.13
1.0	517	13.79

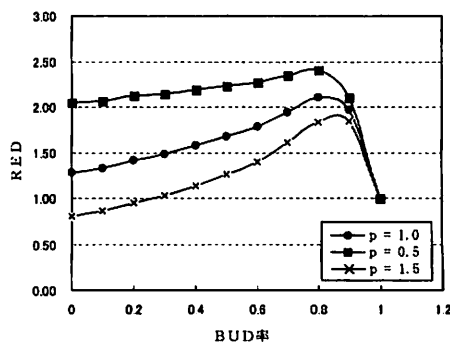


図5 BUD 率と RED の関係

文 献

- [1] 財団法人道路交通情報通信システムセンター, VICS の挑戦, 財団法人道路交通情報通信システムセンター (VICS センター), 1996.
- [2] G-BOOK ホームページ, <http://g-book.com/pc/default.asp>
- [3] カーウィングス ホームページ, <http://drive.nissan-carwings.com/WEB/index.htm>
- [4] インターナビ ホームページ, <http://www.premium-club.jp/>
- [5] 国土交通省, “平成 15 年度 道路行政の業績計画書の策定について,” 道路関係報道発表資料, 2003.
- [6] 社団法人新交通管理システム協会, <http://www.utms.or.jp/japanese/beacon/index.html>, 2005.
- [7] Takashi Nakatsuji and Yordphol Tanaboriboon, “Self Study Guide For Traf Simulation System,” Traffic Simulation Seminar, 1999.
- [8] 株式会社フェニックスリサーチ ホームページ, <http://www.phoenix-r.co.jp/products/netsim/netsim.htm>