

## PHS位置データを用いた実道路ネットワーク上での経路特定\*

*Identification of Route in a Network using Positioning Data of PHS Survey*

石丸栄治\*\*，朝倉康夫\*\*\*，羽藤英二\*\*\*\*，石井隆明\*\*\*\*\*

by Eiji Ishimaru, Yasuo Asakura, Eiji Hato and Takaaki Ishii

### 1. はじめに

PHSによる位置データはほぼ15秒から2分間隔で位置座標点を与えられる。しかし、PHS位置データには誤差があるためデータを無加工のまま実ネットワーク上で経路を特定するのは困難である。何らかの方法により、位置データから経路を特定する方法(アルゴリズム)が必要となる。

本研究の目的は①PHSによって得られた連続した移動点から経路を特定するアルゴリズムを提案することと、②実際の道路網上での走行実験結果を用いてアルゴリズムの有効性を検証することにある。また、③PHSデータから経路上の走行時間を特定し別途に得た観測値と比較分析する。

### 2. 経路特定アルゴリズム<sup>(1)</sup>

PHS位置座標点を用いてネットワークから走行経路である可能性の高いリンクを取り上げる。抽出したリンクにより構成されるネットワークをサブネットワークと呼ぶ。次にサブネットワーク上で経路特定を行う。ルール1、ルール2、ルール3の3つの方法が考えられる。

#### 【サブネットワークの抽出】

OD間に*i+1*個のPHS位置座標点がプロットされたとしよう。連続するPHS位置座標点間の距離 $d_1, d_2, \dots, d_i$ を測定する。 $\{d_1, d_2, \dots, d_i\}$ の中で最大の値を直径として基準円を設定する。PHS位置座標点を基準円の中心とし、その円内のリンクをすべて抽出する。抽出リンクで構成されるネットワークをサブネットワークとする。このようにリンクを抽出するとサブネットワークが非連結網となることは少ない。

\* keywords: 経路選択, 交通行動分析, 移動体通信システム

\*\* 学生員 愛媛大学大学院博士前期課程環境建設工学専攻  
(〒790-8577松山市文京町, TEL.089-927-9829, FAX.089-927-9843)

\*\*\* 正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科

\*\*\*\* 正会員 博(工) 愛媛大学工学部環境建設工学科

\*\*\*\*\* 日本道路公団

#### 【ルール1】

<Step.1>ひとつのPHS位置座標点から最も近いリンクのみに1の重みをつける。PHS位置座標点からリンクまでの距離は、PHS位置座標点からリンクに垂線が下ろせる場合は垂線長とする。垂線が下ろせない場合はPHS位置座標点から最も近いノードとの距離とする。

<Step.2>Screening法(経路コストの小さい順に列挙する方法)を用いてOD間の距離の短い順に経路を抽出する。

<Step.3>列挙された経路のうちその重みが最大の経路を利用経路とする。

#### 【ルール2】

<Step.1>リンクから最も近いPHS位置座標点までの距離をそのリンクの重みとし、全リンクの重みを求める。

<Step.2>Screening法を用いて経路を抽出する。

<Step.3>列挙された経路のうちその重みが最小の経路を利用経路とする。

#### 【ルール3】

リンクの距離とリンクの重みの和をリンクコストとし、OD間の最小コスト経路を利用経路とする方法である。ここではリンクの重みとしてルール2を使用する。

<リンクコストの定義>

$$\begin{aligned} (\text{リンクのコスト}) &= (\text{リンクの距離}) \\ &+ b \times (\text{ルール2でのリンクの重み}) \end{aligned}$$

b; パラメータ

ルール1, 2は経路列挙の際の計算量が多く、大量のデータ処理には必ずしも適さない。ルール3は最短経路探索を1回実行すればよい。

### 3. 実ネットワーク上での分析

#### 3.1 ルール1, ルール2による経路特定

大阪市中心部の実道路網上で車による走行実験を行って、位置データを得た。データの間隔は約15秒、OD間の距離は約2kmである。

(a) 走行経路が直線的な場合

図2.1はルール1により算出された経路、図2.2はルール2により算出された経路である。実走行経路はルール2の特定経路と同じである。ルール1はわずかではあるが経路をできていない。

(b) 走行経路が遠回りをしている場合

図3.1, 図3.2はそれぞれルール1, 2によって特定された経路である。実走行経路はルール1の特定経路と同じである。

誤差により走行経路とは離れた場所へPHSデータが得られた場合、ルール1では経路距離によらず重みの大きい経路を特定するが、ルール2ではリンク数の少ない経路を選び出す傾向にある。つまりルール2では遠回りではない経路を特定する。

その結果、走行経路が直線的な経路である場合にはルール2、走行経路が遠回りをしている場合にはルール1による経路特定が実走行経路とより一致したと考えられる。

#### 3.2 データ取得間隔の影響

使用したPHSデータは15秒間隔で得られたものであるが、このPHSデータが30秒間隔、60秒間隔で得られたと仮定する。このときの走行経路とルール1, 2による特定経路の一致性について考える。

なお、30秒間隔、60秒間隔のPHSデータは、最初の点から30秒間隔または60秒間隔に抽出したものをを用いる。

#### < 走行経路と特定経路の重複率 >

$$\text{重複率} = \frac{\text{走行経路と特定経路の重複部分の距離}}{\text{走行経路距離}} \times 100\%$$

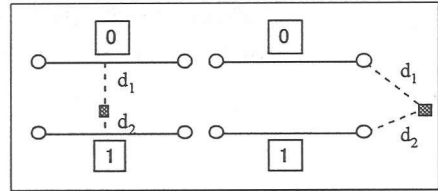


図1.1 ルール1によるリンクの重み

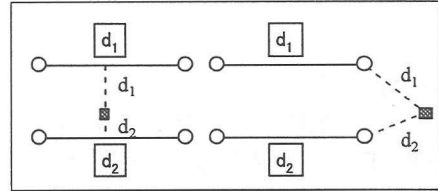


図1.2 ルール2によるリンクの重み

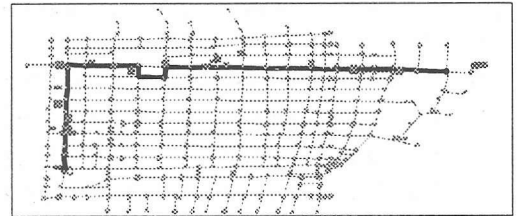


図2.1 特定経路(ルール1)

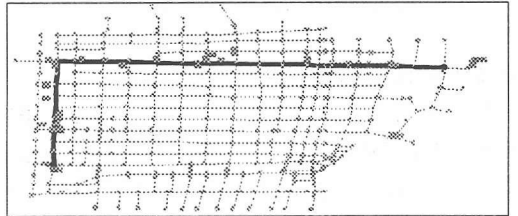


図2.2 特定経路(ルール2)

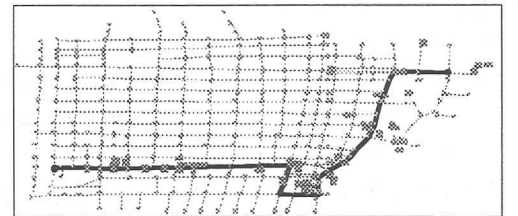


図3.1 特定経路(ルール1)

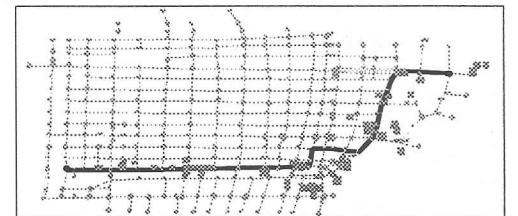


図3.2 特定経路(ルール2)

表1に計算結果を示す。ルート3の60秒間隔はサブネットワークを作成時にOD間が連結していなかったため経路を特定することができなかった。また表中の( )内には特定された(重みの等しい)経路の本数を示している。複数経路が選ばれたときの重複率は多経路の平均値を示している。○は特定経路の集合に走行経路と等しいものを含むこと、×は特定経路が走行経路と異なることを示している。

PHSの位置データを間引くことにより、ルール2では経路特定の精度が落ちている。しかし、重複率でみると30秒間隔では60%以上の重複率である。ODペア間に20個程度の観測点があれば、経路特定が可能だと思われる。

ルール1では位置データを間引くと同じ重みを持つ経路の数が増えてしまう。みかけ上、経路特定の精度が向上しているように見えるが、経路集合が大きくなっているので効率的な方法とは言えないだろう。

### 3.3 ルール3による経路特定

パラメータbを求めるためにルール2のリンクの重みとリンク距離を知っておく必要がある。図4はルール2のリンクの重みを示している。リンク距離の平均値は71.1mである。このことから、bの値の範囲を0.1~100として経路特定を試みた。表2にパラメータbを0.1, 1, 10, 100として経路を特定した結果を示す。特定された経路本数はすべて1本である。

15秒間隔と比較すると、ルート4、ルート5ではパラメータを10, 100にすることによって走行経路を求めることができた。しかし、パラメータが100だとリンクコストにリンク距離がほとんど考慮されないでパラメータの値は10程度が妥当だと考えられる。

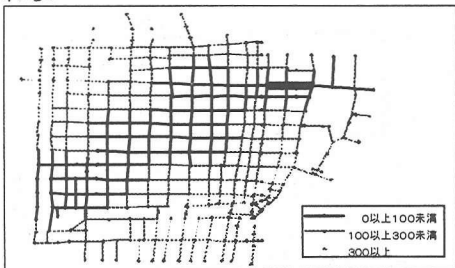


図4 ルール2によるリンクの重み

表1 走行経路と特定経路の重複率

	PHS データ数	ルール1		ルール2		
		経路特定	重複率	経路特定	重複率	
ルート1	15秒間隔	38	×(1本)	96.5%	○(1本)	100%
	30秒間隔	19	○(1本)	100%	○(1本)	100%
	60秒間隔	10	○(45本)	67.5%	×(1本)	41.2%
ルート2	15秒間隔	53	×(4本)	95.4%	○(1本)	100%
	30秒間隔	27	×(4本)	93.6%	○(1本)	100%
	60秒間隔	14	○(25本)	94.0%	○(1本)	100%
ルート3	15秒間隔	80	○(2本)	96.3%	×(1本)	68.4%
	30秒間隔	40	○(2本)	96.3%	×(2本)	59.6%
	60秒間隔	20				
ルート4	15秒間隔	108	○(1本)	100%	○(1本)	100%
	30秒間隔	54	○(2本)	96.2%	×(1本)	85.7%
	60秒間隔	27	×(1本)	97.5%	○(1本)	100%
ルート5	15秒間隔	52	×(11本)	68.6%	○(1本)	100%
	30秒間隔	26	×(2本)	64.3%	×(1本)	82.9%
	60秒間隔	13	○(55本)	64.6%	×(1本)	82.9%

表2 走行経路と特定経路の重複率

	PHS データ数	b=0.1		b=1		b=10		b=100	
		重複率	重複率	重複率	重複率	重複率	重複率	重複率	重複率
ルート1	15秒間隔	38	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
	30秒間隔	19	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
	60秒間隔	10	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
ルート2	15秒間隔	53	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
	30秒間隔	27	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
	60秒間隔	14	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
ルート3	15秒間隔	80	× 68.4%	× 68.4%	× 68.4%	× 68.4%	× 68.4%	× 68.4%	× 68.4%
	30秒間隔	40	× 68.4%	× 59.6%					
	60秒間隔	20							
ルート4	15秒間隔	108	× 85.7%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
	30秒間隔	54	× 85.7%	× 85.7%	× 85.7%	× 85.7%	× 85.7%	× 85.7%	× 85.7%
	60秒間隔	27	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
ルート5	15秒間隔	52	× 69.1%	× 82.9%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%	○ 100%
	30秒間隔	26	× 71.2%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%
	60秒間隔	13	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%	× 82.9%

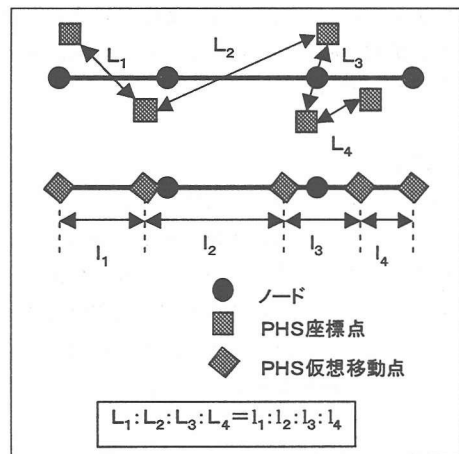


図5 経路上の仮想移動点

### 3.4 経路上の時間特定

ある時刻  $t$  に PHS 座標点が得られたとする。時刻  $t$  のとき、この PHS 点から最も近い経路上の点を移動中であつたとするのが理想的である。しかし PHS 座標点は誤差があるため観測点が起点から終点へと順番に得られるとは限らない。そこで以下の方法により特定経路上に PHS の観測点を割りつけることを考える。

図5のように PHS 座標点が得られたとする。連続した PHS 座標点の距離の割合を走行経路の距離に割りあてることによって経路上に移動点を置く。

仮想移動点の時刻からリンクの速度、走行時間を算出する。実測値として走行時に各交差点での通過時刻を測定した。図6は走行距離とリンクの走行時間の累積の関係を示している。

図6よりルート1以外は推定値と実測値に多少のずれが生じている。この理由をルート4を例に考えてみる。PHS観測点の密度により、図7.1の四角内は混雑時、楕円内は混雑していない状態である。混雑していないときはPHS座標点が少なく、PHSの誤差は移動距離に対して小さい。一方、混雑しているときはPHS座標点が多く、PHSの誤差は移動距離に対して大きい。このため混雑しているところでは走行距離以上の距離を走ったとみなしてしまう。図7.1と7.2を比較すると混雑していない割合(楕円部分)が混雑している割合(四角部分)に比べ減少している。結果的に混雑していないときの走行距離が短く計算されたことになり、実測値とズレが生じるのである。

### 4. おわりに

PHS位置データから、実ネットワーク上で経路を特定する方法、および経路上で走行時間を割り出す方法を示した。いずれの方法にも改良の余地は残されているものの、一定の許容誤差の範囲内では当初の目的を達成できたと考えている。複数の手段を用いた場合は今後の課題としたい。

#### 参考文献

(1) 朝倉康夫, 羽藤英二, 大藤武彦, 田名部淳; PHSによる位置情報を用いた交通行動分析手法, 土木学会論文集(印刷中) 2000

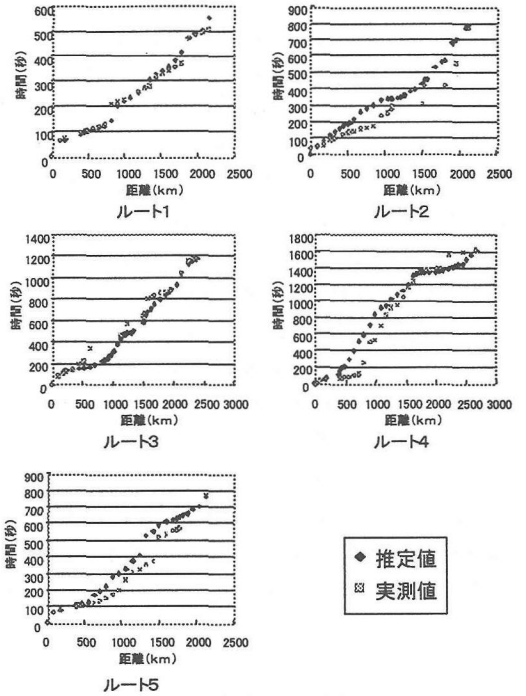


図6 リンク走行時間の累積分布

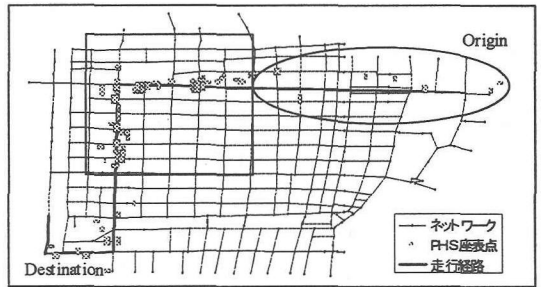


図7.1 PHS座標点(ルート4)

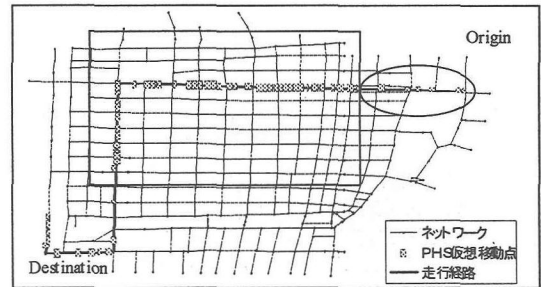


図7.2 PHS仮想移動点(ルート4)