

神戸大学大学院 学生員 ○島田 雅俊
神戸大学大学院 正会員 朝倉 康夫

1. はじめに

パーソントリップ調査に代表される既存のアンケート形式による交通調査は、被験者の記憶に依存するため記述漏れが生じるなどの問題がある。PHSに代表される移動体通信システムを利用することによって、外部からデータを収集し被験者の行動を客観的に捉えることが可能となる。¹⁾

PHSは複数の基地局のID番号とその基地局から発信される電界強度(単位: dB)を常に把握している。本研究では、最大7局までのID番号と電界強度を記録することができる端末「Personal Activity MONitor」(以下 PEAMON)²⁾を用いた移動体の位置特定手法の開発を試みる。

2. 位置特定手法について³⁾

2-1. データの収集

位置特定に必要なデータを収集する。手順は以下のようになる。

- 1) 調査対象エリアに複数のパワーアンテナを設置
- 2) 調査対象エリアの主要箇所基準観測点を配置
- 3) 被験者はPEAMONを携帯してエリア内を移動
PEAMONがデータを取得した各地点を移動観測点とする

パワーアンテナとは、PHSの一般の利用のために設置してある基地局の電波を受信し、その電波を増幅して中継するものである。また、電界強度は様々な影響を受けて乱れが生じ、同じ地点にあっても常に一定の基地局から、一定の強さで観測できるものではない。この乱れの影響を少なくするために、PEAMONを使ってある同じ一点で電界強度を数分間観測し、観測された回数で平均を取る。この点のことを基準観測点と呼ぶ。

2-2. 電界強度ベクトル

各観測点では、(1)式・(2)式のように要素をパワーアンテナの数だけ持つ電界強度ベクトルで表すこ

とができる。PEAMONは基地局を最大7局まで記録することができるので、0以上の電界強度を持つ要素が7つであり、それ以外の要素は0である。

$$\vec{\alpha}_i = (\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{ik}, \dots, \alpha_{iK}) \quad \dots (1)$$

$$\vec{\beta}_t = (\beta_{t1}, \beta_{t2}, \dots, \beta_{tk}, \dots, \beta_{tK}) \quad \dots (2)$$

$\vec{\alpha}_i$: i 番目の基準観測点電界強度ベクトル

$\vec{\beta}_t$: t 番目の移動観測点電界強度ベクトル

i: 基準観測点番号 (i=1, 2, ..., i, ..., I)

t: 移動観測点番号 (t=1, 2, ..., t, ..., T)

k: 基地局番号 (k=1, 2, ..., k, ..., K)

2-3. 位置特定手法

移動体の位置座標は以下のように推定する。i 番目の基準観測点ベクトルと t 番目の移動観測点ベクトルとの内積 (E_{ti}) を (3) 式より求める。内積 E_{ti} と基準観測点の既知の位置座標 (X_i, Y_i) から、(4)式・(5)式のように重みつきで移動観測点位置座標 ($\hat{X}_t, \hat{Y}_t$) を推定する。移動観測点 t で、最も内積 E_{ti} が大きくなる基準観測点 i の位置座標へと、移動観測点の推定位置座標は近づいていくことになる。

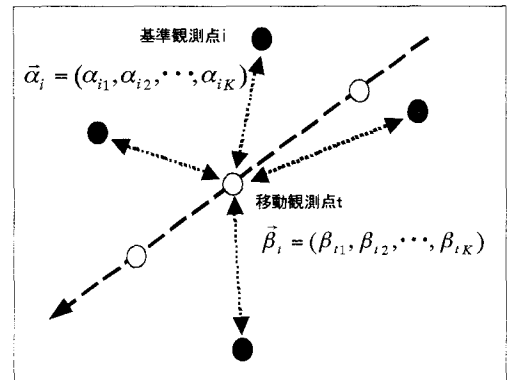


図-1. 位置特定手法概念図

$$E_{ti} = \sum_{k=1}^K \beta_{tk} \alpha_{ik} \quad \dots (3)$$

E_{ti} : 基準観測点 i の電界強度ベクトルと移動観測点 t の電界強度ベクトルとの内積

$$\hat{X}_i = \sum_{j=1}^I (E_{ij})^m X_i / \sum_{j=1}^I (E_{ij})^m \quad \dots (4)$$

$$\hat{Y}_i = \sum_{j=1}^I (E_{ij})^m Y_i / \sum_{j=1}^I (E_{ij})^m \quad \dots (5)$$

$\hat{X}_i, \hat{Y}_i$: 移動観測点 i の推定位置座標

X_i, Y_i : 基準観測点 i の位置座標 (真値)

m : パラメータ

3. フィールド実験

実際にデータを収集するために、フィールド実験を行った。実験概要は表-1に、移動体のルートは図-2に示す。移動ルートは徒歩で20分かかり、そのうち図-2内の星印地点において6分間の滞在を行った。

表-1. 実験概要

項目	内容
実験対象エリア	神戸市元町近辺 (阪急三宮駅・JR元町駅以南) 約250m×約300m
日時	2002年11月15日 13時40分～15時45分
使用器機	PEAMON 12台、パワーアンテナ 25台
取得データ	基準観測点 40点 移動観測点 161点 (パワーアンテナ使用)

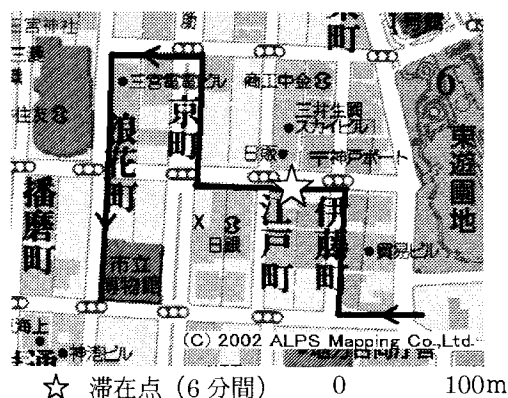


図-2. 移動ルート

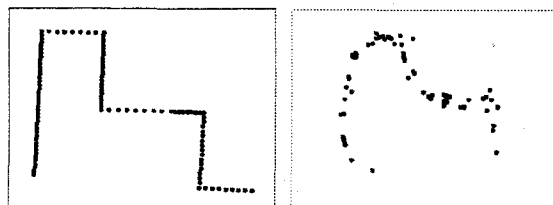
4. 位置特定の結果

実験で得られたデータを用いて位置特定を試みた結果、表-2のようになった。

表-2. 各パラメータにおける平均誤差と標準偏差

パラメータ	平均誤差(m)	標準偏差(m)
m=1	37.4	24.1
m=2	35.2	23.2
m=3	35.2	23.3
m=4	35.9	23.6
m=5	36.8	23.9

パラメータ $m=2, 3$ として位置特定を試みた場合に最も誤差が小さくなり、平均誤差 35.2m となった。また滞地点で観測された移動観測点を除いたところ、誤差はさらに減少し、パラメータ $m=2$ のとき平均誤差は 33.3m となった。移動観測点の推定位置座標をプロットする上で、滞地点を除いても何ら問題ないを考える。移動観測点の推定位置座標をプロットしたものを図-3. (b)に示す。一部に乱れはあるが真値の位置座標を概ね再現しているといえる。



(a)

(b)

図-3. (a)移動観測点位置座標 (真値)

(b)移動観測点推定位置座標 ($m=2$)

5. おわりに

本研究では、パワーアンテナを用いて電波を増幅させ、その電界強度を利用した。そして電界強度の乱れを排除するために基準観測点を設け、移動観測点と比較することによって移動体の位置を特定した。その結果、平均誤差は 30m 強となり、商用サービスの誤差 (50-100m) と比較すると、これは良好な結果であると思われる。

【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調査手法, 土木学会論文集, No653/IV-48, pp95-104, 2000
2) 岡本篤樹, 鈴木明宏, 李竜煥, 田名部淳, 朝倉康夫: PEAMON (Personal Activity MONitor) の開発と機能実験, 土木計画学研究講演集, No.23(1), pp659-662, 2000
3) 岡本篤樹, 朝倉康夫, 内田敬, 近藤勝直, 田名部淳: PHS システムを用いた狭域での消費者回遊行動追跡のための位置特定手法, 土木計画学会, CD-ROM, 2002