

PEAMON(Personal Activity MONitor)の開発と機能実験

Development And Function Experiment of PEAMON (PErsonal Activity MONitor)

岡本 篤樹** 鈴木 明宏*** 李 竜煥** 田名部 淳** 朝倉 康夫****

by Atsuki OKAMOTO, Akihiro SUZUKI, Yong Hwan LEE, Jun TANABE and Yasuo ASAKURA

1.はじめに

パーソントリップ調査に代表されるアンケート形式の交通行動調査で、詳細かつ正確な交通行動データを得るためには、次のような問題をクリアしなければならない。①質問項目の増加による被験者への負担 ②被験者の記憶に依存するため、記述漏れや記述誤りの発生 ③習慣的な行動以外での、移動経路特定の困難 ④調査票から交通行動内容をコーディングするためのコストなどである。

一方、情報・通信技術の高度化に伴い、GPS・PHSなどに代表される移動体通信システムは飛躍的に利用者数を増加させており、調査の手段としての有用性が確認されている。GPSを利用した交通調査事例としては、Zito,D'Este,Taylor (1995)⁽¹⁾などの研究があり、PHSに関しては位置特定サービスが1998年4月から開始され、福祉・保安・観光などに利用されている⁽²⁾。また、電子・情報・通信の分野では、加速度センサとレートジャイロを使用した歩行経路測定といったことが行われ、加速度の波形分析によって行動識別を行う手法についての報告⁽³⁾がなされている。

そこで、我々のプロジェクトチームでは多層化された都市空間においてシームレスに人の位置情報を得られるPHSの機能と行動・移動識別が可能な加速度センサを融合させた新たなデバイスPEAMON (PErsonal

Activity MONitor)を製作した。本研究では、その機能を評価するための実験を行い調査デバイスとしての有用性を検証する。具体的には位置データと加速度データの組合せによる移動手段の識別可能性を検討する。

2. PEAMON の特長

2.1 PEAMON の外観

図2.1.1はPEAMONの外観である。外観寸法は縦12cm 横7cm 奥行き1.2cm 重量は125gである。

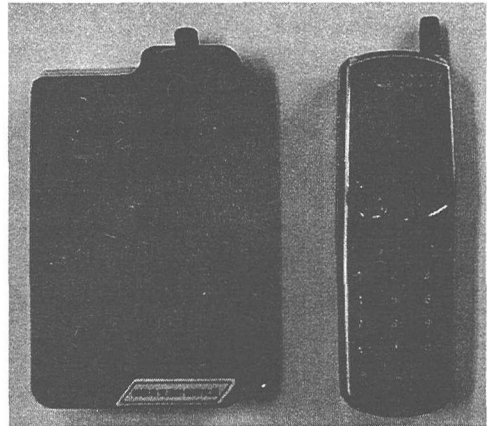


図 2.1.1 PEAMON の外観

2.2 データ蓄積型デバイス

従来の位置特定サービスに使われる調査デバイスはオンラインで位置情報を収集するものが多い。しかし、PEAMONはデータを蓄積するタイプのデバイスであり、オフラインでデータを収集することになる。これにより、通信コストが不要になるだけでなく、位置精度も向上することになる。

*キーワード：交通手段選択

**正会員 (株) 都市交通計画研究所

〒540-0035 大阪市中央区釣鐘町1-1-11

Tel: 06-6945-0144 / Fax: 06-6946-1069

***非会員 東北電子産業株式会社

〒981-0134 宮城県宮城郡しらかし台6-6-6

Tel: 022-356-6111 / Fax: 022-356-6120

****正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科

〒790-8577 愛媛県松山市文京町

Tel: 089-927-9825 / Fax: 089-927-9843

2.3 詳細かつ正確なデータ分析

位置特定機能から得られる位置情報と加速度センサから得られる加速度データの波形分析結果を組み合わせることで、従来の位置特定だけでなくその時の移動手段(徒歩・乗用車・電車・モノレールなど)まで把握することができる。

2.4 加速度パラメータによる閾値の設定

今回製作した PEAMON では、加速度の閾値を設定することで、動作モードからスリープモード、スリープモードから動作モードに移ることができる。これにより、被験者が滞在している場合や行動しないとき(睡眠中)などのデータを間引くことが可能である。また、ダイアリーデータを収集する調査などでは、バッテリーや記憶メモリの心配をする必要はなく、解析作業の低減などもはかることが可能である。

2.5 PEAMON のアウトプットデータ

2.5.1 位置特定データ

PEAMON から収集される位置特定のデータ出力形式はデータ収集日時・電界強度を収集できる最大基地局数・アンテナから受ける電界強度 ID のデータである。

2.5.2 加速度データ

加速度センサからのデータは位置情報を収集した時刻から約 4 秒間、X,Y,Z 軸の加速度を 0.03 秒ごとに収集している。これは、加速度センサを使用するにあたって、乗車判定実験をした結果から決定されたものである。

3. 移動手段別実験

3.1 目的と実験方法

(目的)

・公共交通機関の加速度を収集することで、公共交通機関の加速度の特徴を把握する。

(実験方法)

- ・PEAMON でのデータ収集周期は 15 秒間隔とし、加速度パラメータによる閾値の設定をしている。
- ・被験者は地下鉄、電車、モノレール、乗用車、バスに乗り発着時刻・行動状態(立ち・座り)・移動状態(渋滞・非渋滞)などの項目に記入する。
- ・収集された加速度データを波形解析し、それぞれの公共機関の加速度データを整理する。

3.2 実験結果

図 3.2.1 は移動手段別実験の加速度波形である。それぞれの移動手段によって加速度の波形に特徴があるのがわかる。

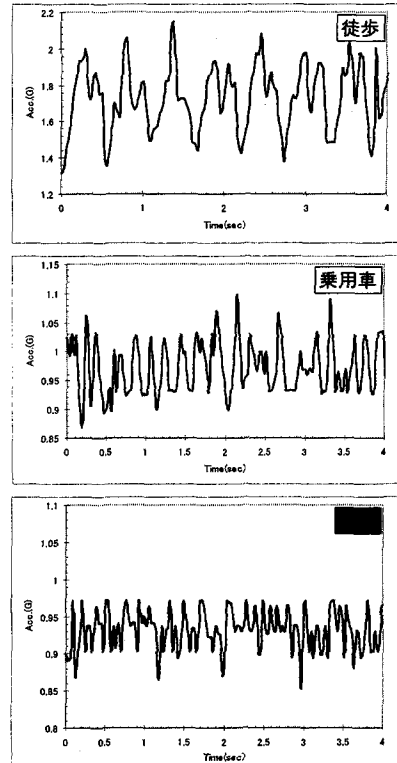


図 3.2.1 移動手段別実験の加速度波形

表 3.1.1 は移動手段別実験での波形分析結果をまとめたものである。波形分析の方法としては次のようなものである。①標準偏差の大きさから徒歩での移動を識別する。②パワースペクトル 3Hz 以下の割合からバス・乗用車・電車・地下鉄での移動を識別する。

表 3.1.1 移動手段別実験波形分析結果

移動手段	標準偏差	パワースペクトル 3Hz以下の割合
徒歩	0.02	-
バス	0.002	54%
乗用車	0.004	38%
電車	0.003	35%
地下鉄	0.002	25%

4. 移動手段別実験

4.1 目的と実験方法

(目的)

- ・移動手段別実験で得られた波形解析の結果と移動・滞在実験で得られた位置情報と加速度のデータから移動時の交通手段を識別し、実際に実験を行った被験者の移動・滞在記録との整合性を検証する。

(実験方法)

- ・PEAMONでのデータ収集周期は15秒間隔とし、加速度パラメータによる閾値の設定をしている。
- ・被験者に移動・滞りのトリップを何度か繰り返してもらい、記録用紙には移動・滞在時の発着時間、移動時に関しては移動中の行動・移動状態(立ち・座り・渋滞・非渋滞)を記入する。
- ・収集された位置データから移動手段が識別できないところを抜き出し、その部分の加速度データを波形分析し移動手段を識別する。

4.2 データ数とデータ収集率

表 4.2.1 は移動・滞在時のデータ数とデータ収集率をまとめたものである。移動手段によりデータ収集率がかかり変わることが分かる。電車・地下鉄などは駅ごとにデータ収集が可能であれば移動手段・移動経路を識別することができるためデータ収集率が多少低くても問題は生じない。しかし、バス・乗用車・徒歩といった移動手段で移動経路を判別するにはある程度のデータ数とデータ収集率が必要となる。また、滞在時においては滞在場所に関係なく30%前後のデータ収集率となり、移動時の場合と比較すると、データ収集は抑制されていることが分かる。PEAMONの特徴として、地下鉄駅構内などの地下街においてもデータは収集されていることが分かる。

表 4.2.1 移動・滞在時データのまとめ

移動/滞在	移動手段/滞在場所	所要時間/滞在時間	収集可能データ数*	収集データ数	移動手段/滞在場所データ収集率	移動・滞在別データ収集率
移動	バス	0:02:55	12	10	86%	57%
	電車	0:14:35	58	7	12%	
	地下鉄	0:10:05	40	14	35%	
	タクシー	0:25:25	102	62	61%	
	徒歩	0:47:35	190	138	73%	
	バス停	0:04:00	16	5	31%	
滞在	電車(駅構内)	0:08:40	35	13	38%	36%
	地下鉄(駅構内)	0:04:55	20	5	25%	
	会社内	7:08:30	1714	568	33%	
	寄り道場所	6:45:05	1620	633	39%	

*1: 所要時間・滞在時間に欠損データやスリプに遷移していないと考えた時のデータ数である。(データ収集周期は15秒間隔である)

4.3 移動手段の識別

表の 4.2.1 は被験者(1)の行動内容を示したものである。大阪市内に通勤し帰宅途中に大阪駅付近に寄り道するといった一般的な行動内容である。

表 4.3.1 被験者(1)の行動内容

場所	発着	時刻	移動手段	移動時間	滞在時間
自宅	発	9:19:05			
甲子園3番町	着	9:26:40	徒歩	0:07:35	0:04:00
甲子園3番町	発	9:30:40			
甲子園バスターミナル	着	9:33:35	バス	0:02:55	0:00:00
甲子園バスターミナル	発	9:33:35			
甲子園	着	9:35:25	徒歩	0:01:50	0:08:40
甲子園	発	9:44:05			
阪神梅田	着	9:58:40	電車	0:14:35	0:00:00
阪神梅田	発	9:58:40			
東梅田	着	10:03:35	徒歩	0:04:55	0:01:20
東梅田	発	10:04:55			
天満橋	着	10:09:50	地下鉄	0:04:55	0:00:00
天満橋	発	10:09:50			
勤務先	着	10:15:05	徒歩	0:05:15	7:08:30
勤務先	発	17:23:35			
天満橋	着	17:26:50	徒歩	0:03:15	0:03:35
天満橋	発	17:30:25			
東梅田	着	17:35:35	地下鉄	0:05:10	0:00:00
東梅田	発	17:35:35			
HEPFIVE 北東	着	17:45:05	徒歩	0:09:30	6:45:05
HEPFIVE 北東	発	0:30:10			
大阪駅前	着	0:45:25	徒歩	0:15:15	0:00:00
大阪駅前	発	0:45:25			
自宅	着	1:10:50	タクシー	0:25:25	

図 4.3.1 は位置情報により移動手段(地下鉄)が識別できた例である。位置情報から収集できる情報として、電車・地下鉄は駅ごとに設置されているアンテナに駅名の情報が付加されている。これにより、移動手段を識別することが可能である。

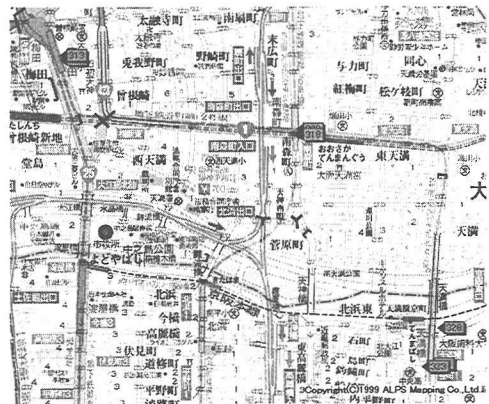


図 4.3.1 位置情報による移動手段識別可能例

一方、図 4.3.2 は位置情報から移動手段識別が不可能な例である。このような場合、位置情報が収集されたときの加速度データを波形分析することで移動手段を識別することが可能になる。

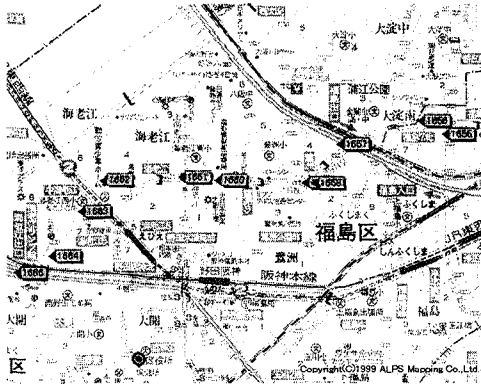


図 4.3.2 位置情報では移動手段識別不可能例

表の 4.3.2 は被験者(1)の波形分析による移動手段識別結果をまとめたものである。位置情報より移動手段が識別不可能な部分の加速度データを波形分析し、移動手段別実験の結果と比較・検討し移動手段を識別する。その結果、実際の移動手段と整合をはかると完全に一致するものとなった。

表4.3.2 被験者(1)の波形解析による移動手段識別

場所	実際の移動手段	位置情報移動手段	移動・滞在実験波形分析結果	波形分析結果による移動手段識別結果
自宅	徒歩	識別不可能	0.02	徒歩
甲子園3番町	徒歩	識別不可能	-	徒歩
甲子園3番町	バス	識別不可能	0.005	バス
甲子園バスターミナル	バス	識別不可能	60%	バス
甲子園バスターミナル	徒歩	識別不可能	0.02	徒歩
甲子園	徒歩	識別不可能	-	徒歩
甲子園	電車	電車	-	-
阪神梅田	電車	電車	-	-
阪神梅田	徒歩	識別不可能	0.02	徒歩
東梅田	徒歩	識別不可能	-	徒歩
東梅田	地下鉄	地下鉄	-	-
天満橋	地下鉄	地下鉄	-	-
天満橋	徒歩	識別不可能	0.02	徒歩
勤務先	徒歩	識別不可能	-	徒歩
勤務先	徒歩	識別不可能	0.02	徒歩
天満橋	徒歩	識別不可能	-	徒歩
天満橋	地下鉄	地下鉄	-	-
東梅田	地下鉄	地下鉄	-	-
東梅田	徒歩	識別不可能	0.02	徒歩
HEPFIVE 北東	徒歩	識別不可能	-	徒歩
HEPFIVE 北東	徒歩	識別不可能	0.01	徒歩
大阪駅前	徒歩	識別不可能	-	徒歩
大阪駅前	タクシー	識別不可能	0.004	乗用車
自宅	タクシー	識別不可能	38%	乗用車

上段: 標準偏差
下段: パワースペクトル2Hz以下の割合

5. 結論

位置特定機能と行動識別が可能で加速度センサを融合させることで新たなデバイスとしてPEAMONを開発し、その機能を確認するための実験を行った。本研究で得られた結果を整理すると以下のとおりである。

- ① 移動手段(徒歩・乗用車・バス・電車・地下鉄・モノレール)には特有の加速度があり、その加速度データを波形分析した結果と位置情報を組み合わせることで移動経路と移動手段を識別することが可能である。
- ② 地下鉄・地下街・建物内などでもPEAMONはPHSの位置特定機能を持っているため、PHSアンテナの電界強度を受信することができる。これにより、多層化された都市空間でもシームレスに人の位置情報を収集することが可能である。
- ③ 加速度パラメータの閾値を設定することで行動しない場合(睡眠中)や滞在中の余分なデータを収集せずに、後の分析作業の負担を軽減することが可能である。

6. おわりに

今後、PEAMONを調査デバイスとして取り扱っていくためには次のような実験と改良が必要である。①都市内だけでなく郊外での位置特定実験②高速な移動手段での位置特定実験③様々な調査に対応できる加速度閾値の設定などである。また、PEAMONから収集されたデータをどのように有効活用していくかについては、経路探索、移動・滞在判定、移動手段識別アルゴリズムなどのソフト面を充実させていかなければならない。

(参考文献)

- (1) Zitto, R, D'Este, G. and Taylor, P. ; Global Positioning Systems in the Time Domain: How Useful a Tool for Intelligent Vehicle-Highway Systems? Transportation Research C. Vol. 3, No4, pp. 193-209, 1995.
- (2) 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調査手法, 土木学会論文集 (印刷中) (2000)
- (3) 鈴木明宏, 高橋隆行, 猪岡光 ; 歩行経路推定のための無拘束行動識別, 電子情報通信学会秋季大会 (1994)