

GPS携帯電話を用いた行動分析のトータルソリューション*

Total Solution for Traffic Behavioral Survey Using GPS Phone*

目黒浩一郎**・佐藤 賢**
By Koichiro MEGURO**・Satoshi SATO**

1. はじめに

2007年4月からの第3世代 (3G) 携帯電話へのGPS機能の搭載義務付けを皮切りに、携帯電話は、交通行動データ等の収集ツールとしての期待が高まってきている。

こうした期待の高まりとともに、低コストで効率的にデータ収集すること、収集するだけでなく目的に応じて処理・加工・提供するといった、トータルのソリューションが求められる。こうした課題認識のもと、株式会社三菱総合研究所はPhoneGPSを開発した。本稿では、GPS携帯電話を用いた行動分析のトータルソリューションについて概観するとともに、特にモニター募集の仕組みと、データのマップマッチングについて述べる。

2. GPS携帯電話を活用した行動分析ソリューションの開発

(1) 行動分析調査ツールとして必要な機能とPhoneGPSの特長

a) 小型、軽量、かつ丈夫である機能

従来の調査機器は、カーナビや専用の調査機器を改造したものを多用することが多く、比較的大型で重量のあるものが多かった。また、PDAを使用した機器等も存在したが、稀にフリーズする等の問題がある。こうしたツールと比べて、PhoneGPSはGPS携帯電話にアプリケーションをインストールしたものであるため、小型・軽量で丈夫という携帯電話の特長を十分に生かしている。また、安価であり、自動車等の行動調査を行う場合に取り付け工事等の負担が小さいという利点もある。

b) 高精度な測位機能

PhoneGPSは、通常のGPS機器と同様にGPSのみで自律測位する方法を用いているため、測位誤差は10m程度と、十分な精度を有しており、明らかなエラーデータを除去

した後のマップマッチング成功率は100%に近い結果が得られている。

ただし、携帯電話のGPSの場合、測位開始時に基地局から衛星の航行情報等を取得して効率よく測位を行うため、完全にGPS単独で測位する場合と比べて起動から測位開始までの時間が短い、一方で通信圏外では測位開始できないという欠点がある。

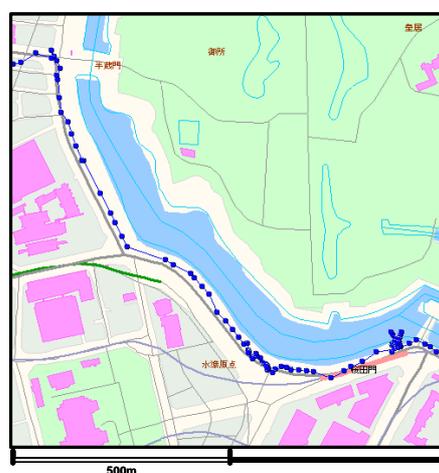


図-1 PhoneGPSによるデータプロット例

表-1 端末設置位置別の測位状況

	ダッシュボード上	車内 コンソールボックス内
サンプル数	2,017	498
平均取得間隔	1.5秒に1回	6.1秒に1回
平均測位誤差	10.63m	13.36m

※平均取得間隔とは、測位成功回数を測位期間で割ったもの。
※平均測位誤差とは、測位結果とDRMリンクとの垂直距離の平均。

c) 画像撮影機能

携帯電話ならではの機能として、カメラを用いた画像撮影機能を有する。画像データを調査ツールとして効率的に取得できる機能として有している点で、PhoneGPSは極めて特長的である。なお、音声入力機能については現在開発中である。

d) ボタン・テキスト入力機能

従来の調査機器では、ボタン入力は不可能か、外部機器の追加装備が必要である場合が多かったが、PhoneGPSは携帯電話の15種のボタンを用い、さらに各ボタンに名前付け(出発、到着、乗り換え、作業開始等)を行う

*キーワード: GPS携帯電話、プローブデータ、行動分析

**正員、工務、株式会社三菱総合研究所

(〒100-8141 東京都千代田区大手町2丁目3番地、
TEL03-3277-0759、FAX03-3277-3467)

ことを可能としている。これらを活用することにより、時刻・位置データに付加情報を追加することができる。加えて、上記の画像撮影と加えてテキスト入力機能を有することにより、移動中のコメント入力等を行うことができる。

e) データ蓄積・送受信機能

従来の調査機器では、SDカード等の外部メモリ媒体を有するが通信機能を持つものが少なく、蓄積したデータを収集・利用するためには外部メモリ媒体を持ち運ぶ必要があった。そのため、手作業で媒体を回収する負担があるほか、蓄積時には外部メモリの書き込みエラーや、持ち運び時のデータの取り違い等のヒューマンエラーが生じる可能性があった。

PhoneGPSは、携帯電話の内蔵メモリを使用し、データを自動あるいは手動でサーバーに送信する機能を有するため、人的な負担はほとんど無く、データ欠損のリスクも極めて少ない。

なお、送受信にあたっては、PhoneGPSは携帯電話内でデータ収集・蓄積・送信を行うため定額制を利用できるため、従来の調査機器の課題であった通信コストを大幅に軽減している。

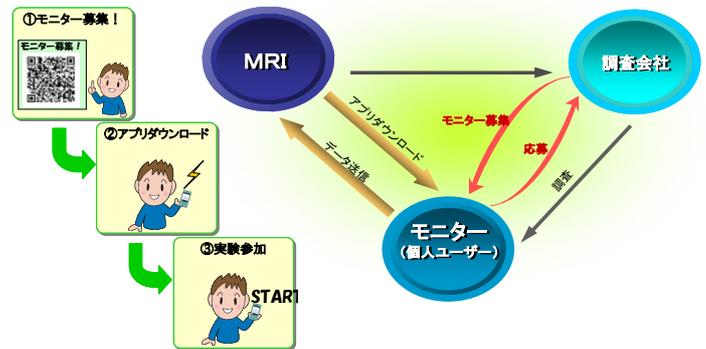
f) Webブラウザ、メール利用機能

従来の調査機器では、こうした機能を使用するという概念自体が存在しなかったが、PhoneGPSではモニター募集やダウンロード前の機能告知、調査後のアンケートの手段として、また、自己位置を他者に知らせる機能としてWebブラウザとメール送受信機能を活用している。

g) アプリケーションダウンロード・実行機能

PhoneGPSは携帯電話のBREW実行環境を活用することにより、プログラムを実行している。このため、プログラムの改修が容易であり機能を随時バージョンアップすることが可能である。また、個人が保有している携帯電話にアプリケーションを自由にダウンロードすることもできる点が極めて特長であり、調査ツールとしてはPhoneGPSが国内初の機能となる。

具体的には、これまでの調査機器では、調査を実施するにあたっては、予めアプリケーションをインストールした端末を準備し、調査員や調査モニターに配布する必要があった。このため、調査実施にあたっては物理的な制約から300～500サンプル規模の調査が限界であったが、ダウンロード機能の実現により、物理的な制約無く、対応する携帯電話を保有しているユーザーであれば誰でも参加できることとなり、格段に大規模で低コストな調査実施が可能となる。



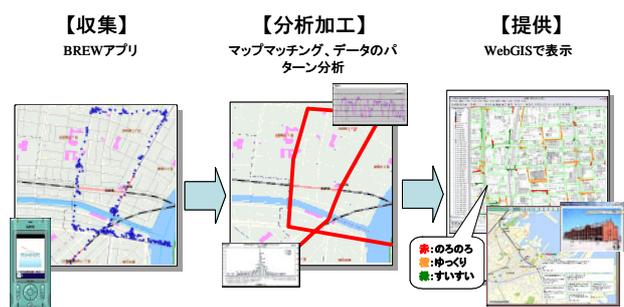
図ー2 PhoneGPSのビジネスモデル（アプリダウンロード型サービスの場合）

こうした調査を実施するにあたってはモニター募集のスキームを確保し、モニターのデータを適切に管理する必要がある。PhoneGPSのビジネスモデルにおいては、GPS携帯電話を保有するモニターを多数確保しているインターネット調査会社と連携することにより、迅速なモニター募集と厳正なデータ管理、加えてモニターの参加インセンティブ確保を実現することができた。

(2) トータルサービスの確立

行動分析においては、データの収集から蓄積・集計を経て価値ある情報に加工して始めて利用可能なサービスとして成立する。

PhoneGPSは、前節で説明した様々な機能に加えてデータをWeb上で修正するWebダイアリー機能、データを分析加工するためのマップマッチング機能、成果を美しく表現し、かつ調査モニターが楽しく調査に参加するためのWebGIS機能を構築し、収集から提供までの一貫したサービスを確立した。



図ー3 PhoneGPSによるデータ収集から情報・サービス提供までの流れ

a) Webダイアリー機能

PhoneGPSにおいても、収集した情報を補完するものとして、Webダイアリー上でデータを入力・修正する機能を開発した。



図-4 Webダイアリー機能

具体的には、PhoneGPSのカウンター機能を応用して利用交通機関や移動目的を入力し、Webダイアリー上でこれらデータの修正を行うこととしている。

なお、プローブパーソン調査においても調査コストが高いこと、調査実施のための物理的な制約が大きく数百サンプル程度の収集が限界であることが指摘されているが、PhoneGPSのアプリダウンロード機能を活用することにより、極めて大規模なサンプル確保が可能となる。

b) マップマッチング機能

PhoneGPSにより取得したデータは、基本的には誤差を有する緯度経度の羅列情報となるが、分析・加工を行うにあたっては、これらのデータに意味を持たせる、具体的には緯度経度情報を道路のリンク（線）・ノード（点）番号に変換し、誤差の無い分析可能なデータに変換する必要がある。この変換をマップマッチングと呼び、特に大量のデータを扱う場合に必須の機能となる。

c) WebGIS機能

収集したデータを表示するにあたっては、分析しやすく、利用者の直感に訴えるデータ表示を行うことが重要である。そこで、GISを活用したデータ分析スキームを構築した。特に、分析だけではなく利用者がデータを興味を持って閲覧できるよう、WebGISを開発した。WebGIS開発にあたっては、オープンソースのマッピングエンジンであるka-mapを活用し、移動軌跡表示や掲示板機能、blogとの連携機能等を付加し、LOGMAPと名付けてサービスを構築した。



図-5 LOGMAP

(3) 残された課題

PhoneGPSの課題には、現時点で以下が挙げられる。

a) GPS精度

PhoneGPSは携帯電話内蔵のGPSを用いて測位しているため、その精度はGPS衛星に依存する。

PhoneGPSは連続測位中に極端にデータが外れる場合は削除する等の対策を行っているものの、GPS誤差の解消には技術的な限界がある。

なお、前述したとおり、PhoneGPSを用いて誤差を実測した結果は、±10m程度であった。

b) 室内での測位

上記と関連するが、建物内や地下等、GPS衛星からの電波を受信できない位置では測位不可能である。

c) 端末の稼働時間

PhoneGPSは、毎秒連続データ取得を行う環境下では、バッテリーの稼働時間は7時間程度となっている。端末の稼働時間を1日程度に延ばすためには、測位間隔を3～5秒程度に広げるか、あるいは自動車等の充電可能な環境下では充電しながら稼働する等の対処が必要となる。

d) モニターの参加インセンティブ

PhoneGPSを個人の携帯電話にインストールして利用する場合、個人は携帯電話のアプリケーションが常時起動状態となるため、起動中は通話やメール利用等を行うことができず、バッテリーの消耗や、定額制に加入していない場合は通信コストがかかるという欠点がある。

モニター調査の場合は、これらのデメリットも考慮したインセンティブ（謝礼）を提供するとともに、デメリットについて十分な説明を行う必要がある。

3. マップマッチング

PhoneGPSにより取得したプローブデータを統計処理するためには、走行経路を特定すると共に、道路リンク別の旅行時間等に変換（マップマッチング）する必要がある。ここでは、本研究にて開発したマップマッチングロジックの概要と特長について述べる。

(1) マップマッチングロジックの概要

本研究で開発を行ったマップマッチングロジックの処理の流れは以下の通りである。

【処理の流れ】

- ① 滞留時のデータの集約処理
- ② 移動履歴に基づき進行方向をベクトル判断し走行経路を特定（上下方向も判断）
- ③ 複数経路の先読み処理を行い信頼性の高い経路を順次特定

- ④経路の連続性を重視し、断片的なルートとならないようにルート(連続するDRMリンク)を特定
- ⑤特定ルートの所要時間をDRMリンク単位で算定

(2) マップマッチングロジックの特長と今後の課題

a) マップマッチングロジックの特長

マップマッチングの精度は、様々な移動環境下のデータに対して、安定的かつ正確に移動経路を特定できることにより、評価を行った。具体的には、自動車での移動を精度高くマッチングすることを目標に、マップマッチングロジックの検証とチューニングを行い、高い精度で走行ルートを特定することに成功している。

本研究で検証した走行パターンを大きく分類すると以下の通りであり、基本的な走行パターンとして国道などの幹線道路や市道や私道などの街路における“①直線走行”、“②右左折”を検討したうえで、高速道路の並行道路などの走行、交差点でのショートカット走行、高架下でのUターンなどの“③複雑な走行”を取り上げ、検討を行った。本研究で開発したマップマッチングロジックは、基本的な走行パターンに対して正確なマップマッチングを行うとともに、複雑な走行についてもGPSデータの取得精度が高い場合には正しくマッチングする性能を有している。

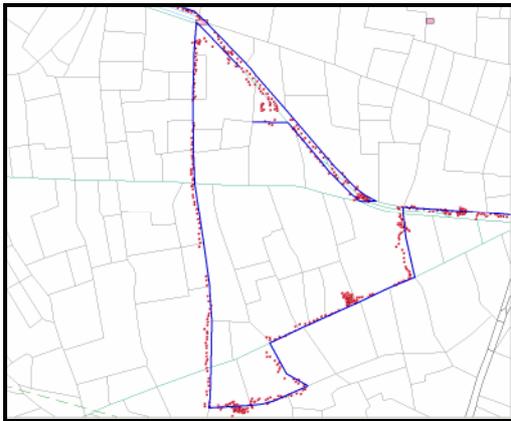


図-6 走行軌跡とマップマッチング結果

b) 今後の課題

本研究で開発したマップマッチングロジックは、上記でも述べたとおり、GPSの測位状況が良いデータであれば、正確にマップマッチングすることが可能である。しかし、PhoneGPSなどのプローブデータ取得機器により取得されたGPSデータの中には誤差が大きいものもあり、これらのデータを如何に正確にマッチングするかがロジックの精度の違いとなる。プローブデータ取得機器の多くは、カーナビゲーションシステムのように走行開始時にデータ取得者本人が自分の位置を補正する機能を有しておらず、人の手による個別データの補正は不可能である。また、プローブデータの処理は多くのデータ

を一括処理することが求められることから、個別データについて人が判断を下すような処理には対応できない。

以上のようなプローブデータの制約から、今回開発したマップマッチングロジックの限界として、時系列的なデータの連続性から経路を特定することが難しい“走行開始直後区間”、並びに“走行終了直前区間”については、正しいマップマッチング処理が出来ないことがある点が課題として上げられる。

5. 本論文の成果

本研究では、行動分析ツールとしての携帯電話の特性を考察するとともに、実際にツールを開発した。また、行動分析ツールとしてのPhoneGPSによって得られたプローブデータの分析ツールとして、マップマッチングロジックの開発も実施した。PhoneGPSとマップマッチングロジックを組み合わせることで、人や車の移動情報を容易に収集し、精度高くそのデータを分析することを可能としている。本論文では、研究成果の具体的な利用事例についても紹介した。今後も、一層活用の幅を広げべく様々なシーンでの活用を試みていくとともに、データの信頼性等の特性を見極めていきたい。

PhoneGPSは、商用サービスとして既に運用中であり、その機能については特許出願済みであるが、当面は学術利用に限り、論文等において成果を公表することを条件として、短期間の小額での利用を許可している。本サービスに興味を持たれた方は、是非筆者までお声かけいただきたい。

参考文献

- 1) MEGURO K., PCD Collection and Various PCD based Services by Downloadable Mobile Phone Application, “Proc. of 13th ITS World Congress”, 2006
- 2) PhoneGPS, <http://www.its-club.net/>
- 3) 目黒浩一郎、auケータイとWebGISの連携による位置情報管理・分析ソリューション、「PhoneGPS」、KDDI法人ユーザー会セミナー、2007
- 4) 目黒浩一郎、佐藤賢、行動分析調査ツールとしてのGPS携帯電話の可能性、『土木計画学研究講演集』、Vol134、2006
- 5) 目黒浩一郎、土木計画におけるプローブデータの可能性、第35回土木計画学研究発表会(春大会)スペシャルセッション「プローブパーソン技術の周辺とその展開」、2007
- 6) LOGMAP, <http://orkney.jp/logmap/>
- 7) 特願2007-141494、「移動履歴システム、サーバ及びそのプログラム」
- 8) 特願2005-199883、特開2007-18314、「交通データ測定システム」