

位置情報とスケジュール情報を用いた人の行動推測に関する研究

鈴木和宏 小笠原直人 佐藤究 布川博士

あらまし 固定電話や携帯電話,電子メールなど,多くのコミュニケーションメディアが発達しているが,人の位置や状況などに応じて,使用可能なメディアが限られてくる.そこで本稿では,PHSおよびGPS携帯電話によって得られる位置情報とスケジュール情報を用いて,メディアの選択を容易にするための人の行動推測手法について提案し,評価実験および考察を行った.

Research on an action guess using position and schedule information

Kazuhiro Suzuki, Naohito Ogasawara, Kiwamu Sato, Hiroshi Nunokawa

Abstract Many communication media, such as a telephone, a cellular phone, and an E-mail, are developed. The media which can be used are restricted according to people's position, a situation, etc. This paper describes position information and schedule information according to PHS and a GPS cellular phone are used it proposed about the action guess technique of the man for making selection of media easy, and evaluation experiment and consideration were performed.

1. はじめに

現在,世の中には電子メール,PHS,携帯電話,固定電話,FAXなどさまざまなコミュニケーションメディア(以下,メディア)が存在し,個人が複数のメディアを保持し,使用している場合も多い.しかし,保持しているすべてのメディアが常に使用可能である訳ではなく,状況に応じて最適なメディアを選択する必要がある.例えば,コミュニケーションを取ろうとする相手が自宅にいない場合は,自宅の固定電話にかけても通話はできない.また携帯電話にかけたとしても,相手が電車の中にいる場合や車の運転中,会議中の場合はすぐに出られず,メールの方が望ましい場合もある.つまり,使用可能である

か,望ましいメディアであるかどうかは,相手の状況に大きく左右されると言える.

また,近年携帯端末での位置情報システムが普及し,PHSやGPS搭載の携帯電話により端末の位置情報(緯度経度)を高い精度で取得することが可能となった.

そこで本稿では,メディアの選択を容易にすることを目的として,位置情報とスケジュール情報を用いて,どこにいるか,何かしているか,移動しているかなどの状況を判断し,人の行動推測を行う手法の提案,評価実験および考察について述べる.

本稿では,2章でメディア選択の為の行動分類を行い,3章で行動を推測し,分類するための手法を提案する.4章で実験システムおよび,評価実験の概要を述べ,5章で実験結果の考察をする.最後に6章でまとめと今後の課題について述べる.

2. メディア選択の為の行動分類

2.1 メディアの特性

使用可能なメディアを選択するためには、どのメディアがどんな時に使用可能であるかの特性を考慮する必要がある。そこで我々はメディアの特性として「位置による特性」「状況による特性」の2つに着目した。

位置による特性とは、そのメディアが使用可能な場所が限定されるかどうかの特性である。例えば自宅の固定電話は自宅、会社の固定電話は会社でないと使用できない、携帯電話はどこでも使用できる。などである。

状況による特性とは、そのメディアが使用可能な状況が限定されるかどうかの特性である。例えば、会議中や電車に乗っている時などには、電話にできる事がない。しかし、受信に限りゃメールはいつでも受け取ることができると言える。

この特性には2種類が考えられる。1つは、会議や講義（以下、タスク）の最中であるなど、即座に相手の応答に答えることができない場合に利用可能であるか否かである。もう1つは車の運転中や電車に乗っている時などの移動中の場合に利用可能であるか否かである。

2.2 行動分類

前節で述べたメディアの特性とその例は、メディアを主体としてみた場合である。次にこれを、人を主体として分類する。

まず、位置による特性により、特定の場所でないと使用できないメディアについては、その人が特定の場所にいるか否かが分かれば、使用可能かどうか判断できる。また状況による特性で、タスクの最中や移動中に使用不可能なメディアについては、それぞれ、その人がタスクの最中か否か、移動中か否かが分かれば、使用可能かどうか判断可能となる。

ここでいう移動中というのは、乗用車、バス、電車、新幹線など、乗り物に乗っている場合とする。これは電話を例にあげると、乗り物による移動中の場合には電話に対応できない、もしくは電話を受けることは可能でもメールの方が望ましい場合が多いが、徒歩などによる低速の移動の時は、他の状況が重ならなければ、電話は受けられると予想されるからである。

そこで、「特定の場所にいる／いない」「タスク中である／ない」「移動中／滞在中」の3つの特性を用いて人の行動を分類した。この時、特定の場所にい

る場合には、移動している事はなく、タスクの最中であるか否かに分類される。また特定の場所にはいない場合には、タスクの最中である事はなく、移動中か滞在中かに分類される。

以下は人を主体として4つに分類された行動A～Dとその時の状況および、使用可能なメディアの例である。

■行動A

条件：「特定の場所」＋「タスク中」

例：「学校」＋「講義中」

メディア：携帯メール、電子メール

■行動B

条件：「特定の場所」＋「タスク中ではない」

例：「自宅」＋「休養中」

メディア：自宅の電話、携帯電話

■行動C

条件：「特定の場所にはいない」＋「移動中」

例：「場所不明」＋「車の運転中」

メディア：携帯メール

■行動D

条件：「特定の場所にはいない」＋「滞在中」

例：「場所不明」＋「買い物中」

メディア：携帯電話

3. 位置情報とスケジュール情報を用いた人の行動推測

本稿では現在位置、移動速度、行動範囲の場所、スケジュール情報という4つの情報から、前章で述べた、4つの行動分類に分ける事を行動推測と呼ぶ。

3.1 行動推測のための情報定義と取得方法

現在位置は、現在その人がいる緯度、経度とする。情報の取得には、PHSによる位置情報システムまたはGPS携帯電話から得られる位置情報を用いる。

移動速度は時速とする。情報の取得には、現在位置の取得を定期的、例えば15分ごとに行い、その間の平均移動速度を用いる。

行動範囲の場所は、その人が通常の生活でよく利用する場所の緯度、経度とする。例えば、学校や自宅、会社の緯度、経度を指す。情報はその人があらかじめ登録する。

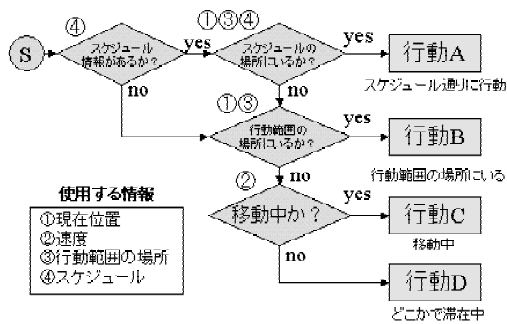


図1 行動推測の流れ

スケジュール情報は、時間、内容、行動範囲の場所とする。例えば毎週月曜日 13:00～16:10、講義、学校というスケジュールがあるなら、学校という場所を行動範囲の場所としてあらかじめ登録する必要がある。

3.2 行動推測の手法

4つの情報を用いた行動推測は図1のような流れで行う。まずスケジュール情報があるかを判断し、スケジュールがあれば、その予定通りの場所にいるかを判断する。そして、現在位置とスケジュールの場所が一致すれば行動Aと推測される。またスケジュールが無い場合や、スケジュールと違う場所にいる場合は、行動範囲の場所にいるかを判断し、もしも行動範囲の場所にいると判断されれば行動Bと推測される。そして、スケジュールも無く、行動範囲の場所にいない場合には、移動速度により移動しているかを判断し、移動していれば行動C、滞在であれば行動Dと推測される。

本手法には3つの問題があげられる。1つめは現在位置と行動範囲の場所とを比較する精度である。PHSおよびGPS携帯電話により得られる位置情報には誤差が含まれる他、自宅や会社といった行動範囲の場所は1点の緯度経度では表せないため、位置を比較する際には、行動範囲の場所の広さや形を判断する必要がある。厳密に場所の範囲をトレースしてその範囲内であるかどうかを判断する方法も考えられるが、1つの場所を登録するのに大きな手間がかかってしまう。そこで、本稿では登録された1点の緯度経度と、現在位置が何m以内であれば、行動範囲の場所にいると判断する手法をとる。その時、何mの誤差を考慮すれば良いかを考察する必要がある。

2つめは、得られた移動速度から移動、滞在かを判断する精度である。移動速度は、定期的な現在位置の取得により計算しているので、平均移動速度しか

得ることができない。現在地の取得間隔が短い場合には、精度の高い移動速度が取得可能だと予想されるが、長い間隔で現在位置を取得している場合は、その間の移動と滞在の量によって大きく左右される。そこで、移動速度が何 km/h 以上と認識された時に行動C、それ以下であれば行動Dと判別する為の閾値を取得間隔別に求める必要がある。

3つめは、行動推測の流れにおいて、行動範囲の場所を優先させるべきか、移動速度を優先させるべきかである。図1では、行動範囲の場所と判断された場合には、移動速度がどんなに速い場合でも、行動Bと判断する。この時、行動範囲の場所の付近を車で移動している場合など、実際には行動Cの状態でも行動Bと推測してしまう。逆に、移動速度を優先して判断した場合、車で移動してきて、行動範囲の場所に到着した直後など、実際には行動Bの状態でも、行動Cと推測してしまう。よって、どちらを優先した方が、精度の高い推測ができるかを検証する必要がある。

また4つの行動分類の他に、位置情報が取得できない場合も考えられる。その場合には、スケジュール情報がある場合と無い場合の2つの行動分類が可能であるが、本稿では考察しない。

4. 実験システムと評価実験

実験システムには、PHSおよびGPS携帯電話により、位置情報および移動速度を取得する位置情報取得システム、行動範囲の場所とスケジュール情報を登録するアプリケーションで構成される。

4.1 実験システム

4.1.1 PHSによる位置情報取得システム

現在位置を取得するために、www から PHS 端末の位置情報を取得する事ができる NTT DoCoMo の「いまどこマピオン」[6]のサービスを利用した。誤差は100～200m以内の精度である。

PC上で動作するJavaアプリケーションとして実装し、動作は図2のようにになっている。①いまどこマピオンにPHSの位置を問い合わせるメッセージをHTTP通信によって送信する。②いまどこマピオンサーバにより、PHSの現在位置が取得される。③実験システムにPHS端末の位置情報が通知され、実験システムはこれを記録する。また定期的に現在位置を取得する事で平均移動速度も記録する。

4.1.2 GPS 携帯電話による位置情報取得システム

auのGPS携帯電話による位置情報測位機能を用いて端末の現在位置を取得する。誤差は屋外では1～

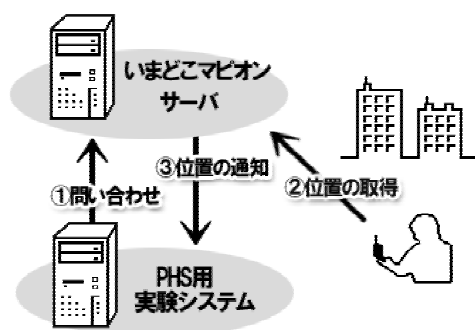


図2 PHSによる位置情報の流れ

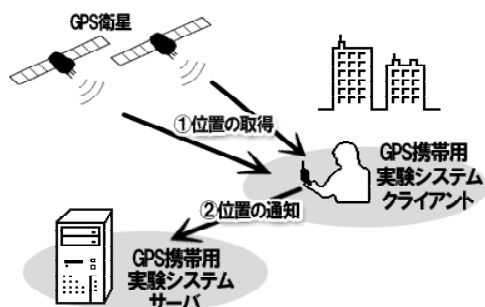


図3 GPS携帯電話による位置情報の取得の流れ

30m以内、屋内で100～200m以内の精度である。ただし屋外でも携帯端末がカバンの中にある場合など、GPS衛星の電波を検知できない場合は屋内と同様の精度となる。

本システムは、携帯端末で動作するクライアントとWEB上のCGIで動作するサーバで構成される。クライアントは携帯Javaアプリケーション、サーバはPerlで実装した。動作は図3のようになっている。①クライアントが端末の位置情報測位機能を用いて現在位置を取得する②サーバに現在位置を送信し、サーバはこれを記録する。またクライアントが定期的に現在位置を取得、送信することでサーバは平均移動速度も記録する。

4.1.3 行動範囲の場所、スケジュールの登録

行動範囲の場所およびスケジュール情報を登録することが可能な、PC上で動作するJavaアプリケーションを実装した。

行動範囲の場所は緯度、経度、場所の名前を登録する。緯度、経度はWEB地図情報サービスであるマビオンのURLを用いて登録することが可能である。

スケジュール情報は時間とスケジュール名を行動範囲の場所と関連付けて登録する。

4.2 評価実験

4.2.1 目的

提案した行動推測手法の問題点および、得られた行動推測結果の精度について考察する。具体的な考察項目は以下の通りである。

- ・ PHS と GPS 携帯電話による位置情報精度の比較。
- ・ 何m程度の誤差を判断すれば、行動範囲の場所にいるか否かを判断可能か。
- ・ 現在位置を15分間隔で取得した場合、移動速度が何km/h以上の時に、移動していると判断し、それ未満であれば滞在と判断できる閾値を求める。
- ・ 提案した手法による行動推測の精度。
- ・ 行動範囲の場所と移動速度のどちらを優先した方が、より精度の高い行動推測ができるか。

4.2.2 実験概要

大学生2名を被験者として、それぞれ1週間の実験を行った。現在位置の取得間隔は、短いほど正確な行動推測が可能だが、位置取得の通信コストを考慮して15分間隔とした。

PHS 端末には、NTT DoCoMo の P-docomo mini, GPS 携帯電話には、au の A5401CA と A3012CA を使用した。

■実験の流れは以下の通りである。

1. 行動範囲の場所およびスケジュールを登録する。
2. 実験期間の間、PHSおよびGPS携帯電話の2つにより現在位置が取得される状態で、普段通りの生活を送る。
3. 実験ログデータを見ながら、実際の行動について回答する。

No	時間	差	GPS	距離	速度
1	00:13:29	941秒	地図	0.196km	0.749km/h
2	00:29:13	944秒	地図	0.197km	0.751km/h
3	01:00:53	1900秒	地図	0.077km	0.145km/h
4	01:16:43	950秒	地図	0.134km	0.507km/h
5	01:32:27	944秒	地図	0.075km	0.286km/h
6	01:48:27	960秒	地図	0.039km	0.146km/h
7	02:04:14	947秒	地図	0.019km	0.072km/h

図4 実験ログデータの一部

ログデータには日時、緯度、経度、移動距離、移動速度、マビオンの地図URLのレコードが15分ごとに記録される(図4)。端末が圏外で、位置情報が取得できない場合は記録されない。図4ではNo2からNo3の間で1回圏外があった事がわかる。

被験者はそのレコード毎に、実際にいた場所、移動

していたか、車や電車などの移動手段について回答する。

5. 考察

5.1 得られたデータの概要

表1 得られたレコード件数

	PHS	GPS 携帯
被験者 A	649	653
被験者 B	609	547
合計	2458	

表1は、実験で得られたレコード件数である。被験者Aより、PHSにて649件、GPS携帯電話で653件のレコードが得られ、被験者BよりPHSにて609件、GPS携帯電話で547件のレコードが得られた。すべてのトータルで2458件のレコードが得られた。

PHS、GPS携帯電話共に15分間隔で行ったが、得られたレコード件数が違うのは、圏外が除外されているからである。圏外は合計163回であった。

表2 速度別の件数

速度 (km/h)	件数
1～5	2404
6～10	25
11～15	21
16～20	3
21～25	2
26～30	1
31～35	2
合計	2458

表2は、全レコードの速度別の件数である。ほとんどの件数が1～5 km/hである事が分かる。

5.2 PHS と GPS 携帯電話による精度の差

図5は地点AのPHSによる誤差分布、図6は地点AのGPS携帯電話による誤差分布である。どちらも製品の仕様通り（誤差100～200m以内）の結果で、どちらも同程度の誤差となった。ただGPS携帯電話の方は、レコード件数1200件のうち10回ほど、300m～数kmの誤差が出ることが確認された。



図5 地点AのPHSによる誤差分布

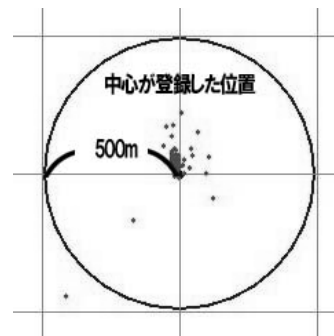


図6 地点AのGPS携帯電話による誤差分布

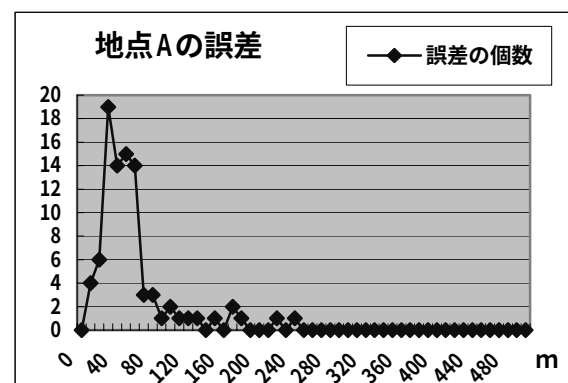


図7 地点AのGPS携帯電話による誤差分布のグラフ

5.3 何m程度の誤差を判断すれば良いか

図7は地点AにおけるGPS携帯電話による誤差をグラフ化したものである。誤差300mを考慮すれば、その場所にいると判断可能であると言える。このほかの地点でもほぼ同等の結果が出ており、建物の種類や形、その場所の電波状態に左右されるが、今回の実験結果では、大学など大きな建物で500m、アパート、一軒家などは300mを考慮すれば判断可能であった。

5.4 移動か滞在かの閾値

ログデータの移動速度と被験者の回答による実際の移動、滞在を比較した結果、15分間隔の位置情報から移動か滞在かを判断する閾値 8km/h が算出された。

しかし、今回の実験では総レコード 2458 件に対して、移動していた件数が 53 件と少なく、もっと移動の多い被験者で実験を行った場合は違った結果になると思われる。そして、求められた閾値を使った場合の推測成功率は低く、実際に移動していた 53 件のうち 26 件しか正しく判断することが出来なかった。

精度の高い移動情報を取得する方法としては、今回のような一定間隔の平均移動速度ではなく、一定時間毎に連続 2 回位置情報を取得する方法が考えられる。

5.5 提案した行動推測の精度

考察によって得られた位置の誤差及び、移動か滞在かの閾値を用いて、行動 A～D に分類し、その時の分類が正しいかどうかをアンケート結果より判定した。

表 3 分類した結果

	件数	正	誤	推測成功率
行動 A	456	447	9	98.03%
行動 B	1913	1843	70	96.34%
行動 C	21	19	2	90.48%
行動 D	68	37	31	54.41%
圏外	163	0	163	0.00%
合計	2621	2346	275	89.51%

行動 A の誤りは、実際には別の場所にいたにも関わらず、スケジュールの場所の付近にいた為に行動 A と判断されたケースである。行動 B の誤りは、位置情報の誤差により、行動範囲の場所の付近にいたために誤判断されたケースである。また行動 C 及び行動 D の誤りは、移動か滞在かを誤判断したケースである。

行動 A、行動 B の分類はおおむね良好な結果となったが、行動 C と行動 D の分類では大きく精度が下がる結果となった。これは移動と滞在の閾値による判断精度が低いのがネックになっている。

5.6 行動範囲の場所優先か移動速度優先か

行動範囲の場所と判断された場合、かつ移動速度が閾値の 8km/h を超えていた場合、どちらを優先させるかによって推測の精度が変わってくる。しかし今回の実験結果では、どちらを優先させても精度に大

きな差は無かった。5.5 の考察では、行動範囲の場所を優先させて推測しているが、実際には行動 C の状態にも関わらず、行動 B と推測された件数が 20 件含まれる。それに対して、移動速度を優先させて判断した場合には、実際には行動 B の状態にも関わらず行動 C と誤判断されるケースが 22 件含まれる結果となる。

この問題を解決するには、人が滞在しているという情報を位置情報以外から取得するか、取得される移動速度の取得精度をあげる必要がある。

6. まとめと今後

本稿では、メディアの選択を容易にするために、メディアの持つ「位置」および「状況」の 2 つの特性に着目した。そして、PHS と GPS 携帯電話による位置情報、スケジュール情報を用いて、人の行動をメディアの特性に考慮して分類する手法の提案および、評価実験、考察を行った。

その結果、PHS、GPS 携帯電話それぞれの位置情報が同程度の精度であること、現在位置から行動範囲の場所の判断が十分可能であることが分かった。

今後は、より精度の高い移動速度の取得、携帯電話のマナーモードの状態情報を取得することを用いるなどして、より精度の高い行動推測を目指す。

また、本手法により得られた行動分類を、メディア選択に利用することを考察したい。

参考文献

- [1] 小笠原、安部、佐藤、布川: MIA(Media Integration Agent)によるシームレスなコミュニケーション環境、日本 VR 学会 CSVC 研究会、CSVC99-7, pp.1-5
- [2] 菅野、大谷、光岡、神野: 人に関するリソース適したアクセス制御機構の提案、第 57 回情報処理学会全国大会論文集、平成 10 年
- [3] 中西、辻、大山、箱崎: Context Aware Messaging Service: 位置情報を用いたコミュニケーションシステムの構築及び運用実験、情報処理学会論文誌、Vol.42 No.7, 2001-07
- [4] いまどこマピオン: <http://imadoko.mapion.co.jp/>
- [5] 高橋、辻、中西、大山、箱崎: iCAMS: 位置情報とスケジュール情報を用いたモバイルコミュニケーションツールの構築、DICOMO2001, 2001/06