

携帯端末による人物行動履歴の分析に関する一考察

The study about an analysis of human action history of mobile device

松本光弘*¹ 清原良三*² 福井秀徳*¹ 沼尾正行*³ 栗原聡*³
Mitsuhiro Matsumoto Ryozo Kiyohara Hidenori Fukui Numao Masayuki Satoshi Kurihara

*¹大阪大学大学院 情報科学研究科 情報数理学専攻

Department of Information and Physical Sciences, Graduate School of Informartion Science and Technology, Osaka University

*²三菱電機(株) 情報技術総合研究所

Mitsubishi Electric Corp., Information Technology R & D Center

*³大阪大学産業科学研究所

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

Recently the operation of cellular phones is becoming complex because they are getting to have a lot of function. If Users have some pattern on use of the cellular phone, it can support them well. In this paper, first at all, We chose the application often regularly used and classified this application with time and location. At the end, we evaluate this classification and consider the result.

1. はじめに

近年、携帯電話は高機能化している。電話やメールだけではなく、カメラで動画を撮ったり、テレビを見たり、音楽を聞くこともできる。このように、携帯電話の機能が増えていけば、その操作も複雑になっていく。このように操作が複雑になれば、ユーザの負担は増え、アプリケーションの立ち上げに時間がかかってしまう。携帯電話は屋外で、地図や乗り換え案内など、いち早く調べ物をする際にしばしば使われる。屋外であるが故に、できるだけ歩きながらあまり画面を見ずに操作できるほうが望ましい。予め短時間で作業できるようにメニューを準備しておくこともできる。しかし、良く使う機能はこれでも十分かもしれないが、地図や乗り換え案内は頻繁に使うものではないため、メニューに登録するほどでもないかもしれない。このようにアプリケーションをすばやく立ち上げるには、メニューを前もって用意しているだけでは不十分である。

一方で、ユーザは時刻や位置というまわりの状況や、それまでの操作などの状況に依存して携帯電話を利用する傾向がある[1]。これは、実体験からしても、人の様子を観察してもそのように感じられる。これらの傾向はユーザごとに異なるため、予め端末のユーザインタフェースをすべてのユーザにあわせて形で設計することは困難である。そこで、ユーザごとに利用履歴からその状況によって適したUIを提供するコンテキストウェア技術の研究が多く実施されている。

時刻や位置で、携帯電話の利用の仕方が変われば、時刻や位置で利用されるアプリケーションを分類することが可能である。また、分類によって携帯電話はユーザが利用したいアプリケーションを予測することができる。これにより、携帯電話がユーザの利用したいアプリケーションを提示することで、ユーザがアプリケーションを探す必要がなくなる。

そこで本論文では、実際に端末の操作ログを取り、その操作履歴から時刻と位置で利用したアプリケーションを機械的に分類し、その分類に対して評価と考察を行った。まず、操作ログ

を収集するために携帯電話の代わりに小型パソコンを持ち歩いた。その操作履歴から、アプリケーションと、時刻と位置の関係性を視覚的に分かりやすくするため、緯度と経度と時刻の三次元上にアプリケーションをマッピングした。さらに、よく使われているアプリケーションを選び出し、そのアプリケーションが時刻と位置にどのように依存しているのかを調べた。また、アプリケーション毎にどのように分類できるのかデータマイニングツール Weka[2] を用いて決定木学習を行った。最後に、決定木を 10-fold cross-validation により評価し、その有効性を確認した。

2. 関連研究と先行研究

2.1 論文の位置づけ

本研究は、携帯電話がユーザの望むアプリケーションを予測するための一研究である。これは、ユーザに負担のかからないUIを提供することを目的としている。

2.2 関連研究

UIの研究は盛んに行われている。例えば、人によって使いやすいUIを設計する手法として、予測/例示インタフェースの研究[3]が報告されている。携帯端末上で一般ユーザが例示しながら覚えさせるという方法はあまり考えられないが、予測インタフェースは仮名漢字変換を代表とするように有効な手法と考える。また、一般ユーザでなくある程度携帯電話の知識を持ったユーザであるならば実世界指向プログラミング[4]も有効と考える。

携帯端末は、時計機能、加速度センサ、周辺の音センサといった端末独自の機能のほか、GPS、広域通信機能といったほぼどこでも使えるインフラ機能と近距離無線など特定のエリアで利用できる機能を備えた機種が多くなっており、ユーザの状況を的確に把握できるようになりつつある。このようなコンテキスト情報を利用する研究としては、状況に依存して起動するアプリケーションが変わる研究[5]がある。この方式は、近距離無線を活用して状況を確認し、一つのボタンで所望の動作をさせようというコンセプトである。このような考え方は携帯端末に対しても有効であると考えられる。携帯端末に応用した例[6]では、環境側のコンテキストとユーザ側のコンテキストを

連絡先: 松本光弘, 大阪大学産業科学研究所, 沼尾研究室,

〒 567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1,

Tel:06-6879-8426 Fax:06-6879-8428

E-mail:m_mit@ai.sanken.osaka-u.ac.jp

分けて、双方において状況に依存した動作ができるようにしており、非常に有効な方法と考える。

また、どのようにしてユーザの操作を予測するかも課題であり、状態遷移を含めてモデル化を行う研究 [7],[8],[9] がある。操作をどのような観点から見るかによってモデルは変わる。

本論文では、ユーザの操作の中から、定期的によく使われていた3つのアプリケーション (web メール, 航空会社にホームページ (以下、航空会社), 乗り換え案内) に焦点を絞り、そのアプリケーションを時刻と位置で分類したモデルを作成した。さらに、そのモデルの有効性を検証し、携帯電話の操作が時刻や位置といった状況によって変わることを示した。

2.3 先行研究

アプリケーションごとに異なる時刻や位置の扱い方に着目し、状況に依存したアプリケーション候補の抽出方式の構成案を提案し、操作履歴の扱い方を中心に簡単な評価を行った研究 [10] がある。この研究では、操作履歴から時刻と位置の状態空間を構成し、それぞれの状態においてどのアプリケーションが起動されたかが、確率的に求められている。確率が高いものがメニューの中に入る。メニュー内のアプリケーションが選択されたか否かで、アプリケーションに報酬を返す形で強化学習を行い、メニューの再構築し、学習の進行によって状態空間を再構成する方式が提案されている。

本論文は、実際の操作履歴を用いて時刻と位置の分類モデルを作成することで、先行研究で提案された状態空間の構成を行った。

3. 分類モデル

本論文では、データマイニングツール Weka を用いて操作ログを分類した。用いた手法は決定木学習である。決定木学習は、データ集合を属性値に応じて部分集合に分割することを再帰的に繰り返すことで、決定木を生成する手法であり、決定木が分類モデルになる [11]。

携帯電話のアプリケーションは、時刻に依存するものと位置に依存するもの、そしてその両方に依存するものがあると考えられる。例えば、ワンセグで決まった時刻のニュースを見る場合は時刻に依存するだろうし、時刻表を見る場合は駅周辺で見ることが多いと考えられるため、位置に依存する。また、会社終わりに職場の人とよく外食する人は、会社で退社時にグルメサイトをみるかもしれない。これは時刻と位置に依存したアプリケーションであると言える。

上の3つのパターンが見られる場合、図1のような分類モデルが見られるはずである。

4. 実験と結果

この章では、実験の具体的な流れとその結果について述べる。

4.1 ログの取得

ここでは、操作ログと位置データの取得方法について説明する。

携帯電話の操作ログは、携帯電話でのログ取得が困難なため、小型パソコンを携帯代わりに使用し、野田工房・ねっと [12] のキーロガーというツールを使うことで取得した。キーロガーを用いて抽出できる情報例を以下に示す。

14:59:08 Caption > 無題 - メモ帳

14:59:15 Type > korehatessutodesu[SPACE].[Enter]

14:59:22 Caption > マイ コンピュータ

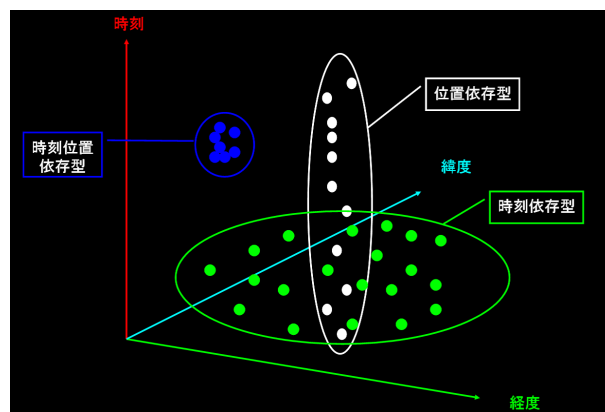


図 1: 予測される分類モデル

14:59:25 Explorer >file:///C:/borland

14:59:28 ClipBoard>test

キーロガーより、操作時刻、操作の種類 (Caption, Type, Explorer, ClipBoard)、操作内容を取得できる。操作の種類を以下に説明する。

- Caption... アクティブウィンドウのタイトルを表示する。
- Type... キーボードから入力されたテキストを表示する。
- Explore... エクスプローラで表示したディレクトリを表示する。
- ClipBoard... クリップボードにコピーされたテキストを表示する。

また、位置情報を取得するためパソコンとは別に GPS を持ち歩き、ユーザの位置を取得した。

被験者には、約二ヶ月間小型パソコンと GPS を持ち歩いてもらい、データを収集してもらった。その中で、パソコンを操作した日数は 38 日であり、操作数は全部で 5140 回だった。Web メールを使用した回数が 423 回、航空会社を閲覧したのが 95 回、乗り換え案内を利用したのが 19 回である。

4.2 データの可視化

パソコンの操作履歴と位置データから、図2のように時刻と位置の三次元空間にパソコンの操作内容をマッピングした。図2は二ヶ月分のデータを一度にマッピングしているため、日付毎にデータを重ねて表示している。

球の色は操作の内容によって分けている。赤色が Web メール、緑色が航空会社、白色が乗り換え案内を見ていることを示している。

4.3 分類モデルの構築と検証

本論文では、決定木学習を用いて分類モデルを構築した。そこで、決定木学習を実装するために、データマイニングツール Weka を用いた。

4.3.1 分類モデルの構築

分類モデルを構築するために、3つのアプリケーション (web メール, 航空会社, 乗り換え案内) の全データを訓練データとして決定木を作成した。決定木で得られた条件から3つのアプリケーションの分類モデルを三次元上に表した。それぞれ図3, 4, 5に示す。

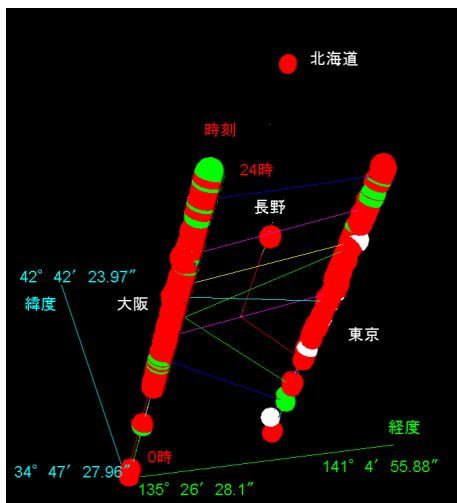


図 2: 操作ログの三次元マップ

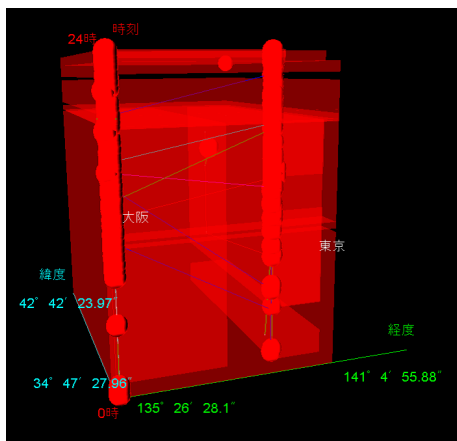


図 3: Web メールの予測モデルの可視化

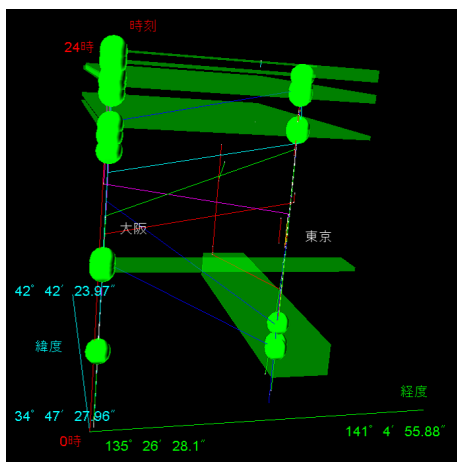


図 4: 航空会社の予測モデルの可視化

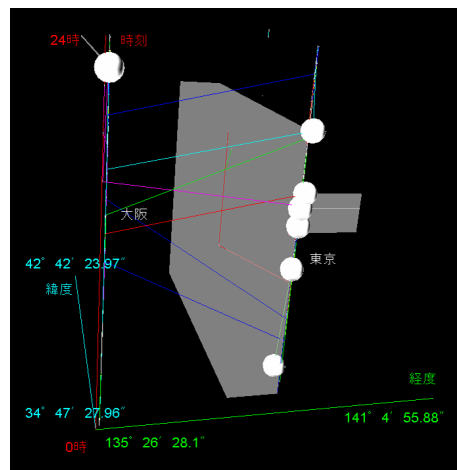


図 5: 乗り換え案内の予測モデルの可視化

それぞれ直方体は分類モデルから得られた操作内容の占める空間を表している。つまり、図 4 の直方体内であれば、Web メールや乗り換え案内より航空会社を閲覧する可能性が高いことを示している。

4.32 検証

前小節では分類モデルを構築した。しかし、決定木学習で構築された分類モデルで予測ができるか否かは不明である。そこで、発見されたモデルを評価するために 10-fold cross-validation を行った。結果を表 1 に示す。

属性	精度	再現率	F 値
web メール	0.927	0.96	0.943
航空会社	0.821	0.726	0.771
乗り換え案内	0.667	0.526	0.588

表 1: 分類モデルの評価

web メールと航空会社に関しては、F 値が高いことから決定木が有用であることが分かる。乗り換え案内に関しては、web メールと航空会社に対して絶対数が少ないため、この 2 つの領域に含まれてしまう傾向にある。しかし、乗り換え案内は Web メールと航空会社の領域に含まれている数より、乗り換え案内の領域に含まれている数の方が多く、2/3 が乗り換え案内の領域に含まれている。そのため、これに関しても有用であると考えられる。従って、10-fold cross-validation により、構築した分類モデルが有用であることが示された。

また、時刻と位置に依存した携帯電話の利用パターンが見られる。さらに、分類モデルが有用であることから、携帯電話の操作が時刻や位置といった状況によって変わることが示された。

5. 考察

図 3, 4, 5 から、Web メールのおける割合は残りの 2 つに比べて大きいことが分かる。これは、Web メールの使用頻度が大きいことと、Web メールは場所と時間に関係なく使われるからである。

図 4 から航空会社は位置ではなく、時刻に依存して利用される傾向にある。特に、22 時以降にこの傾向が見られる。こ

れは、被験者が飛行機のウェブチェックインのために航空会社を利用しているためである。航空会社のウェブチェックインは出発前日の 22 時以降でなければできないため、前日の 22 時以降に必ずウェブチェックインを行う。その傾向が図 4 に表れている。また、10 時頃に航空会社の領域が存在する。これは、出発前に出発便を確認するために、航空会社を訪れているからである。

一方、図 5 より、乗り換え案内に関しては、時刻より位置に依存して利用される傾向にある。大阪では、乗り換え案内を見ることは少ないが、東京では時刻に関係なく利用されている。大阪では電車をあまり利用することがなく、東京では電車を使って移動することが多いためであると考えられる。

これらより、22 時以降であれば航空会社がメニューの上位に行き、東京であれば、乗り換え案内がメニューの上位に来ていれば、ユーザは簡単に航空会社や乗り換え案内を見ることができる。

また、22 時以降に航空会社を見た翌日は、別の位置に移動する傾向にあることが分かった。例を前日分と合わせて図 6 に示す。

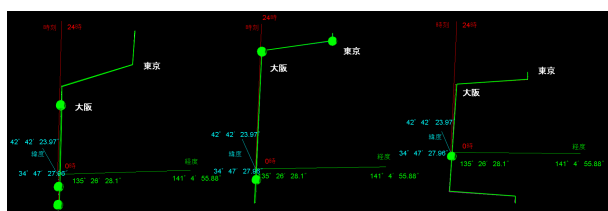


図 6: 航空会社を起動したときの行動パターン

左から 2/8、3/20、4/4 のデータである。時刻が負の部分は前日のデータである。このように、何か操作をした後に、何か行動をするという情報はとても重要であると考えられる。なぜなら、その操作によって次の行動を予測することができ、ユーザに有用な情報を発信できるからである。航空会社の場合であれば、翌日に携帯電話が開かれたときに、フライトの確認を促すことができる。また、アプリケーション間にこのような関連性があれば、さらに使いやすい UI を提供できる。例えば、朝、天気予報を見たあとに、ウェブ上でテニスコートの予約を行う人がいれば、天気予報からテニスコートの予約画面にいけるような UI を提供することで、ユーザは天気予報を閉じて、テニスコートの予約画面を探すという手間をかけなくて済む。

6. まとめ

本論文では、実際の操作履歴を用いてアプリケーションを時刻と位置で分類した。分類には決定木学習を用い、それが有効であることを示した。また、決定木が被験者の行動の特徴的な習慣を表していることも考察で述べた。

しかし、本論文は携帯電話の代わりに小型パソコンを用いたため、利用の仕方が異なってしまう。携帯電話では気軽に行える操作でもパソコンではなかなか行えない。また、電話も使えず、メールの宛て先やウェブの URL も取得できない状況で実験を行った。そのため、本論文ではよく定期的に使われていた web メールと航空会社と乗り換え案内に焦点を絞り分類を行った。

今後は、携帯電話での操作ログで分類を行っていきたい。また、データが 2 ヶ月分と少ないため、データの数を増やしてい

く予定である。また、被験者も一人しかいないため、別の人の操作ログでも同じことが言えるのか検証したい。

参考文献

- [1] Jan Blom et al., "Contextual and Cultural Challenges for User Mobility Research", CACM, Vol.48, No.7, pp.37-41, 2005
- [2] Weka <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
- [3] 増井俊之, "予測/例示インタフェースの研究動向", コンピュータソフトウェア, Vol.14, No.1, pp. 1-16, May 1997
- [4] 増井俊之, "実世界指向プログラミング", 第 40 回情報冬のプログラミングシンポジウム予稿集, pp.19-25. January 1999.
- [5] 中島秀之, "マイボタンによる状況依存支援", 人工知能学会誌, Vol.16, No.6 PP.792-796, 2001
- [6] 河口信夫他, "ユビキタス情報環境における履歴を用いた機器操作支援手法", 情報処理学会, 第 4 回 UBI 研究会, pp.57-62, 2004
- [7] Ivo Widjaja et al., "SPHERES OF ROLE IN CONTEXT-AWARENESS", OZCHI 2005
- [8] Panu Korpipää et al., "Utilising Context Ontology in Mobile Device Application Personalisation", MUM'04
- [9] Karen Henriksen et al., "Developing context-aware pervasive computing applications: Models and approach", pervasive and mobile computing, Vol.2, No.1, 2006
- [10] 清原良三他, "携帯端末におけるユーザ操作支援方式の提案", 情報処理学会, Vol.2006, No.120, pp.89-96, Nov 2006
- [11] 元田浩他, "データマイニングの基礎"
- [12] 野田工房・ねっと <http://www.urban.ne.jp/home/noda/>