

携帯電話における時空間的利用履歴を基にしたアプリケーション推薦システム

松本 光弘[†], 清原 良三^{††}, 沼尾 正行[‡], 栗原 聡^{‡‡},

[†] 大阪大学大学院情報科学研究科 ^{††} 三菱電機(株) 情報技術総合研究所

[‡] 大阪大学産業科学研究所 ^{‡‡} JST CREST

近年、携帯電話は高機能化しており、様々なアプリケーションを利用することができる。その一方、多くのアプリケーションの中から必要なものを選択する必要があり、携帯電話の操作は複雑になっている。しかしながら、携帯電話はユーザが素早く且つ手軽に所望のアプリケーションを利用できることが非常に重要である。一方、携帯電話の利用に関して、ユーザは時刻や位置、それまでの操作の状況や日々のスケジュールなどの、様々な外的要因に依存して利用する傾向がある。このような外的要因に基づく携帯電話の特徴的な利用パターンを抽出できれば、ユーザが所望するアプリケーションを予測することができる。本論文では、時空間的利用履歴を基にしたアプリケーション推薦システムを構築し、頻度のみを用いたアプリケーション推薦システムと比較することで、本システムの評価を行った。

Application Recommendation System Based on Temporal-spatial History Log for Cellular Phone

Mitsuhiro MATSUMOTO[†] Ryozo KIYOHARA^{††} Masayuki NUMAO[‡] Satoshi KURIHARA^{‡‡}

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

^{††} Mitsubishi Electric Corp., Information Technology R & D Center

[‡] The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

^{‡‡} JST CREST

Recently, cellular phones are made high performance, because they provide with various application. On the other hand, a user must select the application one wants to use from among a complex application menu structure. A cellular phone might be used in various contexts and, therefore, it is very important that users can find the desired application easily and quickly. Besides, users use some applications depending on a variety of external factor (e.g. time, location, process of operation and dairy schedule et.al). Hence, there are some patterns in our daily behavior. So, if the habitual operation patterns can be extracted, this means that we can predict the operation of cellular phone. In this paper, we built an Application Recommendation System Based on Temporal-spatial History Log, and compared with a conventional frequency based application recommendation system.

1 はじめに

近年、携帯電話は高機能化しており、その操作性は複雑になっている。そのためユーザが利用しやすいユーザインタフェース(以降、UIと記す)の開発が求められている。

一方、ユーザは携帯電話を普段適当に使用しているというより、時刻や位置、それまでの操作の状況や日々のスケジュールなど、様々な外的要因に依存して利用していると考えの方が自然であろう¹⁾。よって、個人の携帯電話の使用の仕方に特化したUIを作ることが出来れば、多いに有用であることが推測されるもの、ユーザごとに特化したUIをいちいち用意することは非常に困難である。そのため、ユーザの所望するアプリケーションを予測し、素早く目的のアプリケーションを起動させるUIを作成する必要がある。

そこで本論文では、携帯電話における時空間的利用履歴からユーザの所望するアプリケーションを予測す

る手法を提案する。予測した結果を用いてアプリケーション推薦システムを構築し、このシステムがユーザの意図を予測できているか評価する。

2 関連研究

本研究は、操作方法が複雑化する携帯電話・端末において、個々のユーザの望むアプリケーションを予測するシステム構築が目的であるが、この課題に対しては、これまでもユーザごとの利用履歴からその状況に適したUIを提供するコンテキストウェア技術に関する様々な研究が行われている。

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。

様々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。

3 時空間情報とユーザの行動の関連性

携帯電話は時刻や位置といったユーザのコンテキストに依存して利用される傾向にある¹⁾ことが知られている。そこで、我々は実際にユーザの行動を記録することで、ユーザの行動がコンテキストに依存していることを確認する。ユーザの行動がコンテキストに依存しているのであれば、コンテキストからユーザの行動、つまり、ユーザが所望するアプリケーションを予測することができる。

3.1 時空間的操作履歴の取得

ユーザの行動を記録するには、携帯電話にログ収集ソフトを入れて、ユーザの行動を監視する必要がある。しかし、携帯電話のログを取得することが困難であったため、携帯電話の代わりに小型 PC (VAIO TYPE-U) を用いてログを収集した。キーボード操作やアプリケーションの稼動についての履歴を記録するソフトウェア (野田工房 どんとねっとのキーロガー⁷⁾) を使用して操作履歴の記録を行った。被験者には、普段携帯電話で行っているような操作を小型 PC で行ってもらった。取得されるログは以下のようである。

```
14:59:08 Caption > 無題 - メモ帳
14:59:15 Type >korehatesutodesu[SPACE].[Enter]
14:59:22 Caption > マイ コンピュータ
14:59:25 Explorer >file:///C:/borland
14:59:28 ClipBoard>test
```

キーロガーで得られる履歴は、アプリケーションの操作時刻、操作の種類 (Caption, Type, Explorer, ClipBoard), そして操作内容である。操作の種類の詳細を如何に示す..

- 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。

一人の被験者に、約 3 ヶ月間小型パソコンと GPS を

持ち歩いてもらい、行動履歴を収集した。その中で小型 PC を利用した日数は 51 日であり、総操作数は 8013 回であった。

3.2 アプリケーションと時刻、位置の依存関係

ユーザがいつ、どのようなアプリケーションを利用しているのかを把握するために、各アプリケーションを図 1,2,3 のように 3 次元空間上にプロットした。図 1,2,3 はそれぞれ航空会社、乗り換え案内、Web メールについて、全 51 日分をデータを 3 次元空間上にプロットしたものである。

図 1 より、航空会社は夜に利用されていることが分かる。つまり、航空会社は時刻に依存して利用されているアプリケーションである。また、図 2 より、乗り換え案内は大阪より東京で利用されていることが分かる。つまり、乗り換え案内はユーザの位置に依存して利用されるアプリケーションである。このように、時刻や位置といったユーザのコンテキストによってアプリケーションが使分けられていることが分かった。しかし、図 3 から Web メールのように時刻や位置に関係なくどのような状況であっても利用されているアプリケーションも存在する。

4 提案手法

携帯電話には、航空会社や乗り換え案内のように時刻や位置に依存して利用されるアプリケーションが存在する。そのため、時刻や位置からユーザの所望するアプリケーションを予測できると考えられる。また、ユーザの一連の操作パターンも同様にアプリケーションの予測に用いられると考えられる。本論文では、時刻や位置のみから、ユーザの所望するアプリケーションを予測することを提案する。

時刻や位置を用いて、アプリケーションを予測するためには、ユーザがいつでもどのアプリケーションを利用しているのかを抽出する必要がある。例えば、夕方の 5 時から 7 時の間に、駅周辺でグルメサイトを習慣的に見る人がいれば、5 時から 7 時の間に駅周辺でグルメサイトを利用したというログが集まる。そこで、グルメサイトが利用される時間帯や地域を抽出するために、時刻と位置それぞれに関してクラスタリングを行う。さらに、その利用範囲でどのアプリケーションがどの程度利用されているのかによって、どのアプリケーションが利用される可能性が高いのかを求める。このアプリケーション優先順位の高いアプリケーションがユーザが所望するアプリケーションとみなす。

4.1 クラスタリング

各アプリケーションが頻繁に利用されている時間帯や地域を抽出するために、クラスタリングを行う。本論文では、密度に基づくクラスタリングの 1 つである DBSCAN²⁾ を用いてクラスタリングを行った。同じクラスタに属するデータは同じ時間帯または同じ地域

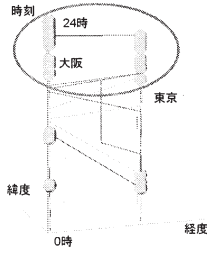


Fig.1 航空会社

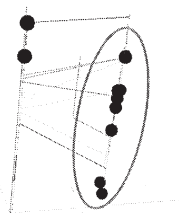


Fig.2 乗り換え案内

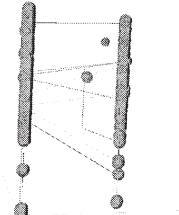


Fig.3 Web メール

で利用されたみなすことができるため、クラスタ自体がアプリケーションが利用されている時間帯や地域を表す。

4.2 アプリケーションの優先順位

複数のアプリケーションが同じ時間帯や地域で利用されることがある。そのような場合、どのアプリケーションを推薦する必要があるのかを選択しなければならない。そこで、利用頻度と利用範囲からアプリケーションの優先順位を決定する。アプリケーション i の時刻における優先度 (以降、時刻優先度と記す) と位置における優先度 (以降、位置優先度と記す) について、以下のような定式化をおこなった。

$$PAT_i = \frac{NT_i}{ST_i}$$

$$PAL_i = \frac{NL_i}{SL_i}$$

PAT_i, PAL_i はそれぞれアプリケーション i の時刻優先度と位置優先度、 NT_i, NL_i は時刻、位置クラスタ内での利用頻度、 ST_i, SL_i は時刻、位置における利用範囲を示している。この時刻優先度と位置優先度から、アプリケーション優先度を求める。全アプリケーションの数が k 個だとするとアプリケーション i におけるアプリケーション優先度 PA_i は以下のように求められる。

$$PA_i = \frac{PAT_i}{\max(PAT_1, PAT_2, \dots, PAT_k)} + \frac{PAL_i}{\max(PAL_1, PAL_2, \dots, PAL_k)}$$

右辺の第1項は時刻優先度、第2項は位置優先度がアプリケーション優先度に反映されており、分母に各優先度の最大値を置くことで、それぞれの項が最大値1となるように標準化を図った。優先度の高い順にアプリケーションが推薦される。推薦システムの概要を図4に示す。

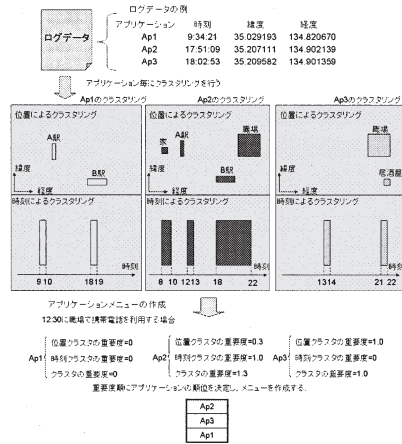


Fig.4 推薦システムの概要

5 実験と評価

本論文で提案した推薦システムがどれほどユーザの意図に合致しているのかについて検証する。本論文では、ユーザが所望するアプリケーションを予測するために、予測を行う日以前の14日間の行動履歴を用いて、時刻と位置における利用範囲を抽出する。予測を行うデータの時刻と位置に対して、各アプリケーションの優先度を計算し、優先度の高い順に順位を付ける。その時刻と位置で、実際に利用されていたアプリケーションが、何番目に推薦されるのかで本システムの評価を行う。一番目に推薦されていれば、ユーザの意図を完璧に予測できたことになる。

5.1 クラスタリングの効果

本論文では、クラスタリングを用いてアプリケーションの利用範囲を抽出する。実際に Web メール のログを用いて形成した位置クラスタを図5に示す。四角い部分がクラスタリングにより生成された Web メール の利用範囲である。クラスタリングにより、Web メール がよ

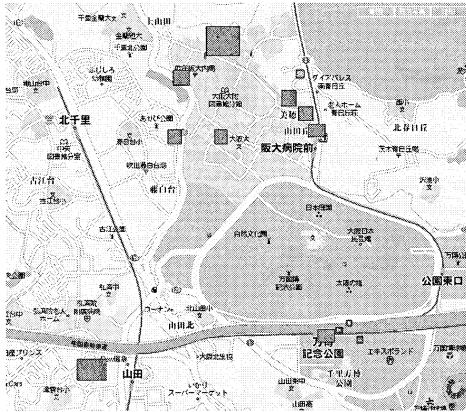


Fig.5 Webメールの利用範囲

Table1 各アプリケーションにおける平均予測順位の比較結果

	提案手法	比較手法	ログ数
Webメール	1.616	1.205	808
無線通信の設定	2.690	2.597	449
航空会社	2.808	4.804	205
乗り換え案内	10.88	11.65	26
全アプリケーション	3.981	4.042	2596

く利用されている位置とその利用範囲を抽出することができた。

5.2 推薦システムの評価

本推薦システムを評価するために、比較手法として利用頻度から推薦する順位を決定するシステムを作成した。比較手法も本システムと同様に予測を行う日以前の14日間の行動履歴を用いて、優先順位を決定する。提案手法と比較手法の結果を表1に示す。表1は各アプリケーションの平均予測順位を表している。平均予測順位が小さいほうがユーザの所望するアプリケーションを良く予測できていることを示す。

表1より、全アプリケーションにおいて頻度のみを用いた手法とそれほど大きな差はなかった。これは、比較的使用頻度の高いアプリケーションがどのような状況でも頻繁に利用される可能性が高いからである。特に、Webメールや無線通信の設定は時刻や位置に関係なく利用されることが多いため、頻度のみを用いた手法である程度予測できる。このため、利用頻度が高く時刻や位置に依存しないアプリケーションにおいては、利用頻度のみを用いた手法のほうが予測精度は高い。しかし、航空会社や乗り換え案内のような時刻や位置に依存するアプリケーションにおいては、本推薦システム

がユーザの利用したいアプリケーションを予測することができた。利用頻度の高いアプリケーションについては、ショートカットを用意しておくことで対応可能であるが、このような利用頻度は高くはないが時刻や位置に依存するアプリケーションについてより良い推薦を行うことができれば、屋外で立った状態でアプリケーションを選択するような状況において、非常に利用しやすいUIを用意することができると考えられる。

6 まとめ

本論文では、複雑化しつつある携帯電話の操作に対し、ユーザの所望するアプリケーションを予測することで、ユーザがより簡単に所望のアプリケーションを利用できるアプリケーション推薦システムを構築することを提案した。各アプリケーションがどの状況で利用されるのかを抽出するために、各アプリケーションを時刻と位置でそれぞれクラスタリングを行った。これにより、各アプリケーションがいつどこで利用されるのかを抽出することができた。さらに、その結果を用いてアプリケーションを推薦するシステムを構築した。提案手法の有用性を検証するために、提案手法を用いて作成されたメニューと頻度のみを用いて作成されたメニューを比較した。全体的には、大きな差はなかったものの、時刻や位置に依存して利用されるアプリケーションに対して、良い結果を得ることができた。

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) Martin Ester, Hans-Peter Kriegel, Jörg Sander, Xiaowei Xu, "A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise", Proc. 2nd int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '96), Portland, Oregon, 1996, AAAI Press, 1996
- 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回情報処 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) 野田 工房 ど っ と ね っ と
http://www.urban.ne.jp/home/noda/