

携帯電話における操作複雑性とコンテキストに応じた操作機能推薦方式

Recommendation Method of Functions Based on Complexity of Operations and Context in a Mobile Phone

清原 良三*1
Ryozo Kiyohara

三井 聡*2
Satoshi Mii

松本 光弘*1
Mitsuhiro Matsumoto

沼尾 正行*3
Masayuki Numao

栗原 聡*3
Satoshi Kurihara

*1 大阪大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

*2 三菱電機 (株)

Mitsubishi Electric Corp.

*3 大阪大学産業科学研究所

Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

Recent technology advancement makes mobile terminals such as smartphones and car navigation systems small PCs with full of functions. The increasing number of functions designed to help user could produce an undesigned problem; increasing complexity of the operation. To solve the problem, a lot of researches have been proposed to utilize context-aware technology, which could predict a user's preference based on past user-experiences in similar context. In this paper we propose a user support system using an application-dependent operation log which is separately designed for each application. We also present preliminary evaluation based on a simulation using the proposed system.

1. はじめに

近年、携帯電話やカーナビゲーションシステムは高機能化が進み、広域・近距離の無線通信を備えたユビキタス時代の情報アクセス・収集・情報交換の中心端末となりつつある。端末の高機能化と共に操作方法/UIも複雑になる傾向がある。

それほど多くの機能を必要としないユーザや、通常は一定の機能しか利用しないユーザも多く存在する。また、利用環境を考えると、携帯電話では「歩きながらの操作」や、カーナビゲーションシステムでの「信号停止中での操作」など、簡潔な操作が求められる場合が数多く存在する。

ユーザ・利用環境によって異なる操作やUIに対する要望にこたえるべく、ユーザカスタマイズできる機能を搭載した端末も登場してきているが、まだユーザに多くの知識と手間を要求するものが少なくない。そこで、製品を購入してから短操作で作業できる項目をユーザが設定しカスタマイズする機能が搭載されてる製品も登場している。しかし、設定が面倒なケースも多く決して使い易いわけではない。

ユーザは時間や場所という周辺の状況に基づいて端末を利用する傾向がある [1] ことが知られている。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た形で設計することは困難である。そこで、図1に示すようにユーザごとに操作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アウェア技術の研究が多く実施されている。

ユーザのコンテキストを知るためには、端末上で知ることのできる時刻情報、GPSによる位置情報、あるいは限られた範囲で入手できる情報として近距離無線のインフラが充分整ったところで入手できる位置情報など様々な情報を利用することができる。また、携帯電話に各種センサを取り付けることにより、さらに詳しい状況を知るような手段も出てきている。

本論文では、ユーザが使い易い携帯電話を目指し、使い易さの評価指標を「キーの操作回数」および「目的を達成するまでの時間」の関数と定義した。この定義に基づいてより使い易い操作

連絡先: 大阪大学産業科学研究所知能アーキテクチャ研究分野

〒567-0047 茨木市美穂ヶ丘 8-1,

<http://www.ai.sanken.osaka-u.ac.jp/en/>

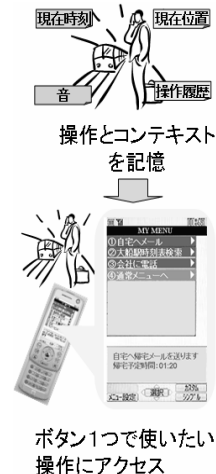


図 1: コンテキスト情報を利用した携帯電話利用シーン

性を目指してコンテキスト情報および操作の複雑度を考慮してユーザが望む機能を推定し、推薦する方式を提案する。

2. 関連研究

携帯電話の使い易さの向上を目指す研究や製品としては、UIの使い易さを向上するための研究の他に、従来からあるUIをより自分にあった形にカスタマイズする研究 [3] や製品 [4] 等がある。これらはユーザがある程度プログラミングできる必要がある。

プログラミングではなく、マクロ機能やショートカット機能でのカスタマイズを実現するアプローチも報告されている [5]。しかし、やはりユーザは知識を必要とするため万人向きではない。また、多くのユーザが現状の携帯電話に慣れ親しんでいるため、現状のUIの拡張で考えるアプローチは重要であると考えられる。

一方、携帯電話ユーザが状況によって使い機能の傾向が異なることがユーザを観察することによってわかったという報告がある [1]。我々も文献 [2] で実験データにより確かに状況に応じて使い分けている場合があることを検証している。このようなコンテキストに応じて端末を動作させる例としては文献 [6] や、メニューにおいて選択するアプリケーションの候補を変更するようなモデル [7][8][9] 及び、そのモデルを実現するためのプラットフォーム研究 [10]、近距離無線を利用し、端末側だけでなく、環境側でも対応しようという試みも報告されている [11]。これらは良く使う機能の操作性の向上に着目している。しかし、実際にはたまにしか使わない機能へのアクセスを容易にすることも同様に重要と考える。

また、コンテキストではなく単純に過去の操作履歴の列より次の操作を予測する手法も提案されている [12]。まわりの状況を判断するより単純で良いが、やはりあまり使わない機能へのアクセスの煩わしさは課題である。

このような各種手法は UI に関するものであり、評価が一般に難しい。評価の指標として入力に着目した手法の研究がある [13]。この手法ではコンテキストアウェアのサービスを比較することはできるが、携帯電話のユーザインタフェースの評価のように決まった入力に対して、どう処理するのが良いかという観点では検討されていない。そこで我々は、操作の複雑性という概念が重要であるということを経験的に文献 [14] で報告している。

本論文では使い易さの一つの評価指標を定義し、コンテキスト情報を使って使い易さの向上を狙うとともに、あまり使わない機能へのアクセスの煩わしさを克服するために、操作複雑性を考慮した操作機能の推薦方式を提案する。

3. 操作性評価指標

操作性の指標は、操作の回数と操作の時間から決まるものと定義する。操作の回数は、キー押下の回数のことであり、少ないほど使い易いことを示す。しかし、実際には、何も考えずに同じキーを 3 回押す方が、1 回ではあるが、画面を見てどのキーを押すべきかを考えた上で押下するよりも使いやすく感じることもある。即ち、操作の回数だけを使い易さの指標にはできない。そこで、操作の時間も評価の指標に加えるべきである。そこで、機能の数を n 、機能 i に対する操作性を V_i とする。 $C(i)$ を機能 i の機能呼び出すまでの操作回数、 $T(i)$ を機能 i を呼び出すまでの平均時間とすると、機能 i に関する操作性は次式で定義する。

$$V_i = C(i)T(i) \quad (1)$$

一般に、携帯電話には多くの機能が搭載されており、しかも機能ごとに使われる頻度は違う。機能 i を利用する頻度を $H(i)$ とすると全体としての操作性 V は次式で表される。

$$V = \sum_{i=1}^n C(i)T(i)H(i) \quad (2)$$

ここで、携帯電話の画面で表示するメニューの数を m 個とすると、階層をたぐる深さは $\log_m n$ 段になる。均等に階層化していると、各階層では 1 回の操作でダイレクトにメニューを特定できるとすると、と操作数は次式で示される。

$$C(i) = \log_m n \quad (3)$$

同様に $T(i)$ も表示されたメニューを順に見て選ぶこととし、一つのメニューを見る時間とキー操作に伴う時間の合計を t とすると次式になる。要素が m 個あり、平均して半分の要素は見ると

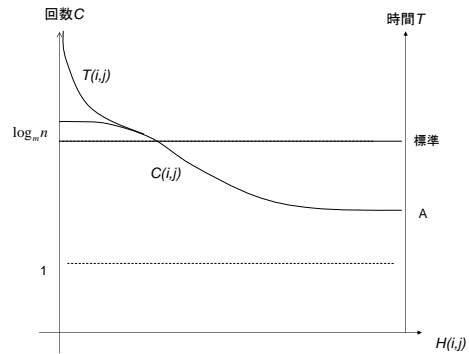


図 2: 頻度と操作回数、操作時間の関係

考えるとメニューを見て判断するために $\frac{m}{2}$ の係数がかかるため次式となる。

$$T(i) = \frac{tm \log_m n}{2} \quad (4)$$

以上はすべての機能の操作方法を知っている理想的なユーザが操作した場合である。実際には頻度の高い機能を選ぶ場合には、メニューをじっくり見て判断してないであろうし、頻度の高い機能を他の機能と同様のメニュー階層に置くことはなく、ジャンプメニューなどの利用により、機能の頻度に依存してこの数値は変わると考えるべきである。ユーザによって機能の使い方は異なるし、状況に応じて使い方が異なることが [1] で報告されており、コンテキスト情報を利用することによりこの評価指標値の改善が期待できる。そこで、コンテキスト j の元での機能 i の利用を想定した場合の評価指標 V を次式で示す。

$$V = \sum_{i=1}^n \int C(i, j)T(i, j)H(i, j)dj \quad (5)$$

$C(i, j)$ は誤った操作という部分を除くと、頻度が低くても一定の操作回数に抑えることができる。しかし、探すための時間は慣れなどに応じるため、時間に関しては頻度が低いと一定時間に抑えられないと考えられる。そのため、 $H(i, j)$ を横軸にとり、 $C(i, j)$ および $T(i, j)$ を縦軸にとった想定される関係は図 2 のようになると思われる。現実には使う頻度の低い機能は誤った操作も繰り返すので、結局 $C(i, j)$ と $T(i, j)$ は共に大きくなると想定される。

4. 提案方式

コンテキスト情報と操作複雑性情報を利用して、操作性評価指標値 V を下げる方式、とくに使用頻度の低い機能でも一定の操作回数と操作時間に抑える操作機能推薦方式を提案する。

1. マイメニューボタンで、頻度の高い機能の推薦機能候補を表示する。基本的にはツータッチでよく使うと想定される複数の機能が選択可能となる。学習をした結果に基づくものの、安定状態になれば、少し違う機能を選択したことがあっても頻繁にメニューの順序は変わらないと想定する。
2. クリアキーなどのボタン一つで通常の画面に遷移できるようにする。これは頻度の低い機能を使う場合に、頻度の高い機能としては推薦されていないケースが想定できるためである。

3. 通常画面ではトップメニューなどに”困った時”のメニューを置き、ここをクリックすると、履歴探索を行い、その階層下で誤った操作も含んで期待される機能の候補を提示する。頻度の低い機能は、履歴探索機能から推薦されることになるが、頻度が低いため、コンテキスト情報との関連が明確ではないと考えられるが、例えば圏外などというコンテキスト情報を使うと、今使えない機能はグレイアウトなどにより表示することができる。

図3に提案方式の実装の例を示す。この例では、左上画面例が、通常の待ち受け画面上でマイメニューボタンを押下した後のマイメニュー画面である。推薦機能が表示されている。右上画面例は通常メニューである。右下画面例の”困った時”キーを押下すると、その下にあるような頻度は少ないがどこにあるかわからない推薦機能が表示される。左下画面例は、一階層メニューを入った後に”困った時”キーを押下した例である。いずれも、そのメニュー階層の下から選択するのではなく、そのメニュー階層からたどったことのある機能を履歴から抽出し、複雑度、コンテキストに応じて推薦機能を表示する。提案方式のソフトウェア構成を図4に示す。操作履歴はアプリケーションの起動履歴をコンテキスト情報とともに取得することと、キーの操作履歴も合わせて取得する。

操作複雑性は、機能*i*を起動するまでの操作数 $C(i)$ と $T(i)$ で決まるとする。PCなどでネットワークのコンフィギュレーションなどに年に1回の異動の時にしか利用しない機能はいつも同じ手順で間違ふことなどを経験することが多い。そこで、操作数 $C(i)$ は、誤った操作などを含めた操作数として過去の操作履歴より取得する。操作時間も同様に、メニューボタンを押下してから、機能を起動するまでの時間である。

履歴上の $C(i)$ および $T(i)$ とメニュー内を探索した足跡に基づき推薦すべき機能を抽出する。これらの推薦機能は瞬時に計算され表示される必要が有る。携帯電話でこのような機能に関するコンテキスト情報は時間であるとか電波強度も圏外か圏外かといった情報程度であると考え、予めコンテキスト、メニュー階層ごとに候補の絞りこみを行う方式とし、瞬時性を保つ。

最近普及している携帯電話では下記に示すデータを取得することが可能である。また、今後はさらに携帯電話に搭載するセンサなどが増えるためより詳細にコンテキストを推定することが可能になると考える。

- ユーザ
- 位置情報
- 加速度情報
- 直前の操作列履歴
- 時刻
- 電池の残量
- 電波強度

ここで、利用頻度の少ない機能は、ユーザごとのコンテキストに依存するのではなく、機能そのものが使えるか使えないかに依存するところが大きいと考える。しかし、使えない機能は推薦機能からはずすとその機能を探すことになるため、推薦機能の候補に入れた上で使えないことを示すためにグレイアウトする。

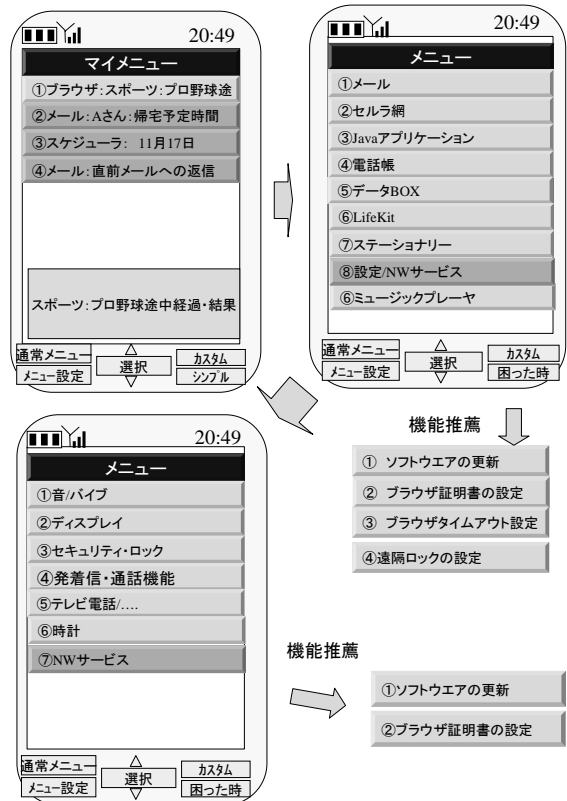


図3: 困った時の機能推薦

5. 評価

5.1 頻度の少ない機能の機能推薦

$H(i, j)$ が比較的小さい場合に関して、 $C(i, j)$ および $T(i, j)$ の大きさで評価する。まず、利用したことのない機能に関しては、本提案方式でも解決していない。直感ではわかりにくい機能などを探すとこの $C(i, j), T(i, j)$ は従来の方式と全く同じである。しかし、1度でも利用した機能に関しては、探す手間が省けるため飛躍的に小さくなると考える。最悪ケースとして、すべての機能を一度だけ利用した場合を想定する。機能推薦で現れるのはたかだか1画面程度であるため、所望の機能が機能推薦では出てこない可能性がある。各階層ごとに機能推薦をしてみても、戻るを繰り返すと確実に $C(i, j)$ は $2 \log_m n$ 回大きくな

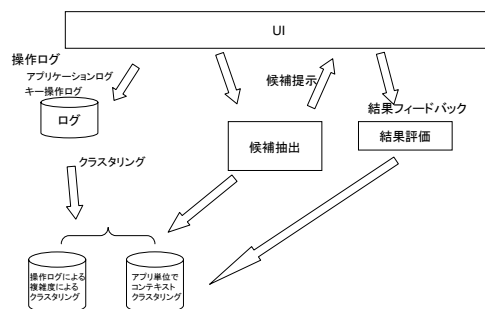


図4: ソフトウェア構成図

ると想定される。しかしながら、推薦されない機能に関してはより直感で見つけ易い機能であるため、以前と同じ思考パターンであればメニューの階層での絞り込みで発見される割合があがると推定できる。また、過去に一度しか使ってなくても確実にわかってる機能に関しては推薦機能を利用しないと想定されるため、 $C(i, j)$ は従来方式と変わらない。一般的にはすべての機能を一度のみ利用しているケースはないと考える。図5に本推薦方式を採用した場合の効果を示す。一方 $T(i, j)$ は従来方式と同じ比率で効果があがるわけではない。階層の下にメニューが一定数としても見た上で判断するための時間は通常のメニューを選ぶより少し長いと想定されるからである。しかし、誤操作をして探す手間に比べるとはるかに小さい差と考える。

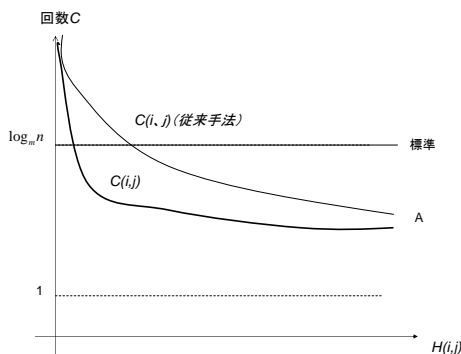


図 5: 頻度と操作回数の関係の改善

5.2 頻度の多い機能の機能推薦

本機能に関してはユーザがショートカットを設定するのと同様の効果があるため、よく使う機能に関しては $C(i, j), T(i, j)$ とともに一定値以下に抑えられる。最初にマイメニューを呼び出すキーとアプリケーションの指定のキーの2回が最も多く、次に次候補を選ぶ場合などが利用シーンが想定できる。ショートカットキーを使うとしても最低2回は必要となる。ショートカットキーとマイメニューを組み合わせることで評価値 V を下げることができる。多くても1回キーを押下する分を下げる程度ではあるが、利用頻度が高いため効果があると考えられる。

5.3 議論

図5に改善の様子を示したが、頻度が少ないところと、頻度が多いところは確かにこのような振る舞いになりが、実際には頻度分布がきれいなわけではない。また、本提案方式を採用すると、推薦機能を表示するためのキー操作が最低でも1回は増える。このオーバーヘッドと頻度分布の関係をさらに検討しなければ、実際に効果があるかどうかはわからない。

また、複雑度の判定には、回数と時間をどのような重みで判定するかによって結果が変わると考える。多くの実験に基づき重みに関しては決める必要がある。

6. おわりに

本論文では携帯電話を例にとり、使い易さの向上を目指す一つの手法を提案した。使い易くなったことを確認するための評価指標として、操作回数と操作時間の積分を行った評価指標を定義した。この評価指標値の振る舞いは、各機能ごとに良く利用する

のか、たまに利用するので振る舞いが違うことを示し、とくにたまに利用する場合の操作性の改善方法に関して示した。具体的には過去の操作履歴から操作回数と操作時間で決まる操作複雑性の高いものから推薦機能として提示することにより評価指標値を下げられることがわかった。今後の課題を以下に示す。

- 過去に経験したことのない機能の選択などは従来の方式から改善されておらず他の端末との情報共有やサーバを利用した方式などの検討
- 頻度分布に偏りがあるような場合の振る舞いの解析と改善すべき場合にはその方式検討
- 実際のデータに基づく方式の有効性の検証

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] 松本光弘他, "携帯端末による人物行動履歴の分析に関する一考察", 人工知能学会第21回全国大会, 2F3-3, 2007
- [3] 佐藤 充子他, "カスタマイズ可能な携帯端末向けユーザインタフェースの実装と評価", 情報処理学会, 第13回 UBI研究会, pp.195-202, 2007
- [4] <http://www.acrodea.co.jp/product/ui/index.html>
- [5] 遠山緑生他, "コンテキスト情報と操作履歴の関連付けによる操作予測システムの提案", 情報処理学会, 第6回 UBI研究会, pp.83-90, 2004
- [6] 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
- [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] Mika Racento et al., "ContextPhone: A Prototyping Platform for Context-Aware Mobile Applications", IEEE Pervasive Computing, Vol2, pp.51-59, 2005
- [11] 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
- [12] Niels Landwehr and Luc De Raedt, "r-grams: Relational Grams", IJCAI2007, pp.902-912, 2007
- [13] 山田辰美他, "実世界指向コンテキストウェアサービスの入力に着目した比較", 電子通信学会論文誌 D Vol.J90-D, No.3, pp.820-836, 2007
- [14] 三井聡他, "携帯端末 UI の操作性向上方式の提案", 電子通信学会 2007 総合大会講演論文集, D-13-6, 2007