

M-054

携帯端末におけるユーザ行動パターン動的モデル化手法のための 評価システムの開発

Evaluation System of Dynamic User-Behavior Modeling Method for Mobile Phone

上坂 大輔†
Daisuke Kamisaka

小林 亜令†
Arei Kobayashi

横山 浩之†
Hiroyuki Yokoyama

西山 智†
Satoshi Nishiyama

1. はじめに

近年、端末の多機能化とサービスの多様化に伴って、携帯端末の UI が複雑化している。一方、ユーザの利用スタイルは千差万別で、その全てに適合する共通の UI を設計する事は困難である。携帯端末は場所や時間などの状況に依存して利用される[1]ため、その時々状況に適した機能・サービスに即座にアクセスできる事が重要である。しかし現行の携帯端末の UI の多くは、カスタマイズ可能なメニュー等を備えるものの、画一的であり状況変化に対する柔軟性が低い。

これに対するアプローチの一つとして、コンテキスト推定技術がある[2]。位置や時刻、明るさ、温度等の情報を観測し、「会議中」のような様々なコンテキスト(状況)を推定しようとするものである。端末操作支援のほか、サービス推薦等への適用も研究されている。多くの場合、予め学習済みモデルを用意しておく必要があり、推定精度は、基本的には設計者が主観によって行うしか無いコンテキストの定義方法に大きく依存する。全てのユーザに合わせたコンテキストを定義する事は、全てのユーザに合わせた UI を設計する事と同様に困難である。

我々はこれまでに、端末やユーザ自身、その周囲の状況・状態を示す情報と、最終的な予測対象である「ユーザが行おうとしている行動(端末操作)」の相関関係を直接学習・モデル化する手法を提案した[3]。提案手法は、中間的なセマンティクスの定義や推定を介在させず、観測可能な情報からモデル化を行うため、周囲の環境が駅なのか会社なのか等は、システム側は知る必要が無い。このため行動を決定する重要な情報を恣意的に落とす事が無いほか、多種多様なユーザ個々の利用スタイルに対応可能な柔軟性を持つのが特徴である。本提案手法を評価するために、評価システムを試作した。携帯端末とセンサボックスを用いたロガーで携帯端末の日常利用での各種ログを収集し、PC上のオフライン解析システムで学習・推定テストを行い評価する。

本稿では、提案手法について2章で、評価システムについて3章で詳しく述べる。

2. 提案手法

図1に処理フローを示す。学習の処理プロセスは主に3つの段階から成る。情報を収集し特徴量抽出や量子化等といった前処理を行うログ収集部、情報の種別毎に時間軸上で類似性・再現性のある区間を探索・シンボル化し入力データ系列をシンボル系列に変換出力するパターン解析部、および、シンボル化済みの各種の情報の組合せを学習するユーザ行動パターン学習部である。

† (株) KDDI 研究所

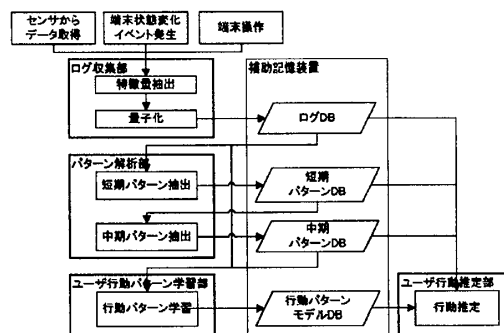


図1 処理フロー

ログ収集部では、センサから得られた情報や端末内部の状態変化、ユーザによる端末操作イベントを入力とし、これらの情報の種類に応じて、FFT等の特徴量抽出・量子化の処理を行う。

続くパターン解析部では、ログ収集部で処理済みの時系列データのシンボル化を、情報の種類ごとに行う。再現性・類似性の認められる区間を探索し、全データをその組合せで表現するための基本的な構成要素をHMM(隠れマルコフモデル)を用いてモデル化する。入力データ系列を単位区間に分割し、1つの基準HMMに対する各区間データの尤度をもって分類を行うというのが基本的な考え方である。HMMは時間軸方向の移動・伸縮にロバストなため、可変長の時系列データを扱うのに適している。提案手法では、ログ収集部で処理したデータを比較的短い区間に分割し抽象化を行う「短期パターン抽出」処理と、短期パターン抽出処理の出力シンボル列を入力として、それを比較的長い可変長の区間に分割して、中期的な類似性・再現性を探索する「中期パターン抽出」処理の2段階で抽象化処理を行う。

抽象化処理の後、ユーザ行動パターン学習部にて、各情報の対応関係のモデル化を行う。モデルとしてベイジアンネットワークを採用した。端末の開閉状態や位置といった情報がそれぞれノード(確率変数)となり、中期パターン抽出後のシンボルがノードの状態である。学習処理は、各情報の中期パターン系列とアプリケーションログの単位時間ごとの組合せを学習データとして実行される。ノードには時刻情報も加えることができる。

ユーザ行動(操作)の推定を実行するには、学習済みの行動パターンモデルを利用する。

3. 評価システム

提案手法の評価システムを試作した。様々なパラメータを変えながら同じデータに対し繰り返し処理を実行し比較評価を行う必要があるため、システムは、ユーザの状況、周囲の環境、端末内部の状態、端末操作を監視・収集する

ためのロガーと、収集済みの情報を取り込み、提案手法によるモデル化や推定テスト、精度評価をオフラインで行うための解析システムの2つで構成した。図2に評価システムの構成を示す。

ロガーは、auの携帯端末とセンサボックスから構成され、ユーザは両者を携帯する。携帯端末上には、位置情報や電界強度、バッテリー残量等といった状態情報のほか、アプリケーション起動/終了、発着信、端末の開閉等の操作履歴を常時監視し記録するロガーアプリが常駐する。携帯端末の通常利用を阻害しないよう、ロガーアプリはGUIを持たない。ロガーを設定・制御するGUIアプリは別途用意され、必要時のみ利用する。GPSの測位所要時間は不定のため、一定周期に近づけるため、過去の所要時間実績に基づき測位開始タイミングを毎回動的に調整する。センサボックスは、現在の携帯端末に搭載されていないセンサを先行的に使用するためのアプライアンスとして開発した。今回は、加速度センサとマイクを搭載したセンサボードをCPUボードに装着し、加速度、環境雑音、および携帯端末から転送されたデータを保存させている。所持方法を制限しないよう、携帯端末との通信には赤外線ではなくBluetoothを採用した。長時間の連続記録を考慮し、バッテリーは3900mAhのものを備えた。特徴量の抽出方法や量子化精度等がモデル化に寄与する度合いを評価することも本システムの目標であることから、ロガーは収集したローデータをそのまま保存する(そのためロガーが行うのは図1で示したログ収集部より前の部分である)。1時間あたりの推定ログデータサイズは、環境雑音: 86.4 MB (記録/休止の時間比を1:1とした間欠動作の場合)、加速度: 2.8MB (128Hz動作の場合)、GPS: 2.2KB (測位周期 60秒の場合)、その他: 各1KB未満である。1日分の記録が十分可能なよう、保存先には大容量フラッシュメモリ(MMC mobile)を採用した。可逆圧縮を具備しているため、実際にはこれよりさらに小さなサイズとなる。

解析システムはPC上で動作し、ログコンバータ、解析ソフトウェア、ビューアから構成される。

ログコンバータは、ロガーにて分割記録されたファイルの連結・変換を行う。アプリケーションログにおいて、ユーザが自覚的に起動したもの以外(システムに関わるもの等)と制御アプリに関する履歴は除去される。ロガーアプリも一般アプリであり得られる情報には限界があるため、アプリケーションログはCSV形式に変換され、ロガーアプリが取得不能な情報を手動で補足することもできる。「行動パターン」を擬似的に生成してテスト可能なよう、例えば1日分のログを複製・連結し30日分のログに変換する機能も実装した。

解析ソフトウェアは評価システムの心臓部であり、ログコンバータにて変換されたログを読み込み、設定された各種パラメータに従い学習・推定を実行し、処理経過や結果を記録する。オフライン処理だが、携帯端末上で情報を収集しながらオンラインで動作することを模擬し、ログファイルから読み込まれたローデータを、その瞬間に取得したデータと見なして処理を行う。ログの読み込み、学習、推定処理等はそれぞれ内部時計に従ったタイミングで実行される。パターン抽出時に利用するHMMについては、パラメータ推定のほかAIC(赤池情報量基準)を利用した構造探索も実装した。学習データのシンボルの取る状態数が極端

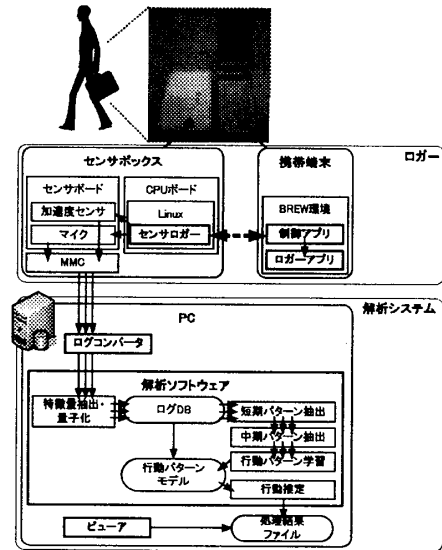


図2 評価システムの構成

に少ない(充電状態のような2値情報等)、AICが収束しないことがあるため、HMMの最大状態数を情報の種類ごとに設定可能な設計とした。中期パターン抽出結果は同時に複数の状態を取り得るが、ベイジアンネットワークのパラメータ学習の際に与えるデータには順序の概念がないため、全ての組合せを個別の学習データに展開して学習を行う。パラメータ学習アルゴリズムにはEMアルゴリズムを採用し、推論アルゴリズムは複数実装し、比較評価可能である。

学習済みの行動パターンモデルに基づく行動推定とその結果の正否判定は、端末上でのオンライン実行を想定し、端末を開くイベントが発生したタイミングで実行できる。推定結果の正否はログから機械的に判断可能である。比較のため、頻度主義的確率論に基づく単純推定アルゴリズムも実装した。

学習や推定の結果は保存され、ビューアを用いて後から参照が可能である。

4. おわりに

本稿では、携帯端末の操作に関わる個人のパターンの動的モデル化手法と、その評価を行うための試作システムについて述べた。今後は、データ収集実験を行いある程度の期間収集したログを本解析システムで処理し、学習や推定処理のための最適なパラメータの決定と、提案方式の最終的な精度の評価、他の方式との比較を行っていく予定である。

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] 清原良三, 三井聡, 松本光弘, 沼尾正行, 栗原聡, "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", 第21回人工知能学会全国大会(JSAI2007)論文集, June 2007.
- [3] 上坂大輔, 小林亜令, 西山智, "携帯端末におけるユーザ行動パターンの動的モデル化手法の提案", 電子情報通信学会2007総合大会論文集, D-19-10, March 2007.