

スマートフォンを用いたコンテンツ検索 支援のためのモバイルコンテキスト認識

嶋谷 健太郎^{†1} 間下 以大^{†1} 宮本 大樹^{†1}
岩田 麻佑^{†1} 原 隆浩^{†1} 清川 清^{†1}
竹村 治雄^{†1} 西尾 章治郎^{†1}

近年スマートフォンが普及し、いつでもどこでも情報を得ることが可能になった。例えば移動中に周辺施設の情報や目的地までの経路を調べることが一般的になっている。しかし、移動中の検索は画面の注視が難しく、利用者自ら文字サイズを拡大したり、立ち止まったの確認が必要となる。本論文では、利用者の移動中の状況の変化に応じて表示方法を切り替えるコンテキストウェアシステムを本システムではスマートフォン内蔵のセンサのみを用いてユーザとスマートフォンの状況を認識する。短時間フーリエ変換によって得られたパワースペクトルを特徴量とし、サポートベクターマシンで利用者のコンテキストを認識する。実験では、実際の移動中の状況で、表示方法の切り替えに成功した割合を調べ、64.4%以上の認識率を示した。

Context Recognition Mechanism for Contents Searching Using Smartphone

KENTAROU SHIMATANI,^{†1} TOMOHIRO MASHITA,^{†1}
HIROKI MIYAMOTO,^{†1} MAYU IWATA,^{†1}
TAKAHIRO HARA,^{†1} KIYOSHI KIYOKAWA,^{†1}
HARUO TAKEMURA^{†1} and SHOJIRO NISHIO^{†1}

Recently, smart-phones enabled us to provide information in various situations. For instance, smart-phone users can search information about surrounding facilities or a route to the destination. However, it is difficult to get or search information while walking because of low legibility. To address this problem, users have to stop walking or enlarge the screen. We have previously proposed a system to support information searching with a smart-phone. Our system switches the information presentation policies in response to the user's context. In this paper we describe our context recognition mechanism for this system.

Our context recognition mechanism estimates user context from sensors embedded in a smart-phone. Experimental results show that the user context recognition rate is 64% in an outdoor environment.

1. はじめに

近年、スマートフォンなどの携帯端末は小型化・高機能化が進んでいる。一般にも普及が進み、移動中の情報収集に活用している利用者が多数存在する。しかし現状ではアプリケーションの選択、起動、情報の検索や選択といった作業を利用者自身が手動で実施する必要がある。また利用者の状況によって、画面内の小さな文字を読む余裕がない場合には、立ち止まったの確認や画面の拡大が必要である。このような問題には、様々なセンサを利用して利用者とその周囲の状況(コンテキスト)を認識し、そのコンテキストに合わせてコンテンツの提示内容及び提示方法を切り替えることが重要である。このようなシステムは、コンテキストウェアシステムなどと呼ばれ、近年盛んに研究されている。コンテキストウェアシステムには利用者の現在位置や時間帯に応じたコンテンツや情報を提示するものが多い[1-4]。また、ユーザの状況認識手法も提案されているが、その多くは携帯端末や胴体へセンサを取り付けて認識を行っている[5-7]。これらの研究をまとめたものを表1に示す。しかしこれらのコンテキストウェアシステムの多くでは、別途用意した小型のセンサを利用者が装着する必要があるため、着脱の煩雑性や利用者に与える拘束感などの点で問題があった。そこで本研究では、スマートフォンに内蔵されるセンサだけで完結する、コンテキストに応じて情報検索のためのインタフェースを切り替えることで、移動中の情報検索に伴う手間を削減するコンテキストウェアシステムを提案する。本稿ではその基盤となる、スマートフォン内蔵のセンサを用いたコンテキスト認識機構を提案するとともに試作した認識機構について報告する。

2. 提案システムの設計

2.1 概要

図1にコンテンツ動的提示システムの概要を示す。コンテンツ動的提示システムは、コ

^{†1} 大阪大学
Osaka University

ンテキスト認識機構とコンテンツ提示機構からなる。コンテンツ認識機構はスマートフォンに内蔵するセンサを用い、スマートフォンの状態や利用者の動作を認識し、そのコンテンツをコンテンツ提示機構へ送信する。コンテンツ提示機構はコンテンツ認識機構から受け取ったコンテンツを用いて移動中の利用者の移動目的の推定、提示情報の絞り込み、提示方法に則したコンテンツの再構築を行いスマートフォンの画面に提示する。

2.1.1 利用者のコンテキスト

スマートフォンは一般にその画面サイズが小さく、一度に提示できるコンテンツの情報量が限られる。そのため、利用者のコンテキストの違いによってコンテンツの内容や表示方法を適切に選択することが重要である。静止中は画面に集中できるため、情報量が多く文字が小さくてもコンテンツを読むことが可能である。一方小走りで急いでいるような状況では画面を注視すると周囲の状況確認がおろそかになり、交通事故などに遭う危険性も高くなる。そのため、そのとき最も必要である情報を優先的に大きい文字で表示したり、状況に対して最適な選択肢を提示し、文字の入力をせずに目的の情報へと誘導することで注視する時間を最小限にする。本研究では、利用者が画面に注意を向けられる度合いが利用者の移動状態に依存すると想定し、「静止」、「歩行」、「走行」の3種類を取り扱う。一方、そもそもズボン

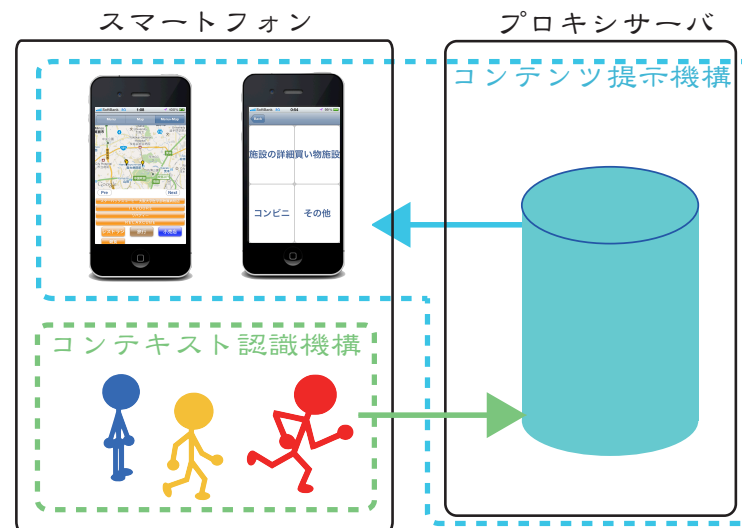


図1 コンテンツ動的提示システムの概要

表1 従来研究の利用者コンテキスト認識手法

認識手法	倉沢らの手法 [5]	佐藤らの手法 [6]	DeVaul らの手法 [7]
使用センサ	加速度センサ	加速度センサ 生体センサ	加速度センサ
前処理方法	基本統計量 フーリエ変換	基本統計量	フーリエ変換
分類手法	決定木	決定木	ガウス混合モデル マルコフモデル
認識項目	動作なし 座っている 立っている 歩いている 走っている &走るリズム 前傾姿勢 後傾姿勢 横傾姿勢	歩く 走る 立ち止まる デスクワーク 食事する	座っている 歩いている 走っている 自転車をこいでいる 電車の中にいる 前の5状態の混合
備考	認識項目はセンサの装着箇所により変化		

や鞆の中にスマートフォンが入っている場合は画面が隠れているために画面への表示は必要ない。そこで、提示情報を切り替えるための端末の状態として「手に持っている」、「ズボンに入っている」、「鞆に入っている」の3状態を取り扱う。これら3×3の合計9通りの状態を認識することによりコンテンツの提示方法を切り替える。

2.1.2 コンテンツ提示機構の概要

ここでは本研究で想定しているコンテンツ提示機構の機能について説明する。コンテンツの提示方法は、利用者のコンテキストに応じて詳細表示と項目表示及び表示なしを切り替える。詳細表示では現在地の周辺地図及び周辺施設の情報が表示される。項目表示は急いでいるときや画面を注視不可能な状況を対象とする。こういった状況では、アプリケーションの選択及び起動、画面上のソフトウェアキーボードでの情報検索は特に煩わしく、困難である。そこで目的の情報まで素早く到達できるように、4択の選択肢となるボタンが大きく表示する。順に最も関連する選択肢を選択していくことで目的の情報へ少ない操作で辿り着くことができる。この選択肢は木構造で定義された選択肢要素群と、利用者の状況ごとに予め定義された確率表を用いて優先度が決定される。その時の利用者コンテキストとプロファ



図 2 コンテンツ提示機構の詳細表示の画面例



図 3 コンテンツ提示機構の項目表示の画面例

イル情報を比較することで「いつもより遅く家を出発した」、「通勤／通学ではない」など利用者の状況を推定し、その状況において目的の情報である確率の高い選択肢が4択で表示される。詳細表示、項目表示中の画面例をそれぞれ図2と図3に示す。

2.1.3 コンテキスト認識機構の概要

前項でコンテンツ提示機構では詳細表示、項目表示、表示なしの3つの提示方法を切り替えることを示した。コンテキスト認識機構でこの提示方法を切り替えるためのコンテキストを認識する。表2に示したように利用者が静止している時は詳細表示を、歩行中は項目表示、走行中は表示なしの提示方法を選択するように対応づけた。

スマートフォンによるコンテキスト認識機構の設計 前節で述べたように、スマートフォンにおいて認識する必要のあるコンテキストは、移動中であることと、利用者の動作を認識することが特徴として挙げられる。そこで本研究では同様の状況を想定している、中村らの利用者コンテキスト認識機構 [8] をベースとして利用者のコンテキスト認識機構を設計した。中村らの認識機構は利用者の動作認識と移動認識をすることが可能である。動作認識では、大腿部に取り付けたウェアラブル加速度センサから取得した加速度データを短時間フーリエ変換 (Short-term Fourier Transform : STFT) によりパワースペクトルに変換し、サポートベクターマシン (Support Vector Machine : SVM) を用いて利用者の姿勢を「立位」「座位」「歩く」「走る」の4状態として認識する。

表 2 利用者コンテキストに対応するコンテンツ提示方法

利用者のコンテキスト	提示方法
静止	詳細表示
歩行	項目表示
走行	表示なし

スマートフォンで認識する場合の課題 従来手法では、センサを取り付ける位置が固定されていたり指定した位置に装着する必要があった。スマートフォンでは持ち方や位置が頻繁に変わる状況は想定されず、また向きも不定である。

スマートフォンの姿勢 まず「静止」、「歩行」、「走行」の3状態を認識するためのセンサについて考える。人間が歩いたり走ったりしている時には周期的に体が重力方向に対して上下に振動している。また、その周期は歩いている状態に対し走っている方が一般に短い。これらの性質を利用して、利用者の移動状態を認識するには加速度センサの値を用いることが有効である。従来手法では加速度センサの装着位置や向きを固定しているが、スマートフォンは様々な姿勢で携帯、利用される。手持ちや鞆の中ではセンサの向きや位置を固定することができない。本研究で用いている中村らの手法も例外ではなく加速度センサの装着位置を固定しているため、そのまま提案システムに利用することができない。そこでスマートフォン内の加速度センサの値を、姿勢に依存せず、かつ、利用者の動作の特徴がよく現れる値に変換する必要がある。

朝の出勤時間帯における通勤男性と女性の単位時間当たりの歩数の平均値はそれぞれ2.02歩/秒と2.14歩/秒であることが知られている [9] ため、歩いたときに加速度センサから取得されるデータの周期は約1秒となる。そこで1秒間の加速度センサのデータから利用者の動作の特徴を調べる。使用したスマートフォンに内蔵する加速度センサのz軸が重力方向に並行になるような手持ちの状態ですべて「歩行」、「走行」、「静止」のそれぞれの時に実際に取得したz軸方向の加速度センサデータを図4に示す。「歩行」、「走行」がそれぞれ周期的に振動しているのに対し「静止」は周期性がなく、「歩行」と「走行」では「走行」の方が周期が短く、3状態を表す体の振動はそれぞれ異なることがわかる。

スマートフォンの持ち方 携帯電話の所持方法についてのアンケートによると、77.6%の人が、「鞆の中」、「ズボンのポケット」、「上着のポケット」のいずれかということが知られている [10] ことと、スマートフォンも携帯電話であることを参考にして、スマートフォンのコンテキストとして位置を「手持ち」、「鞆の中」、「ズボンのポケット」に3つに分類し、これを端末状態とする。コンテキスト認識機構では利用者の移動状態と利用者のコンテキストとスマートフォンのコンテキストをそれぞれ組み合わせて認識する。本研究のコンテキスト認識機構で認識対象とするコンテキストを表3に示す。図4と同様にスマートフォンをズボンのポケットに入れた場合と鞆に入れた場合の加速度センサデータの例を図5と図6にそれぞれ示す。

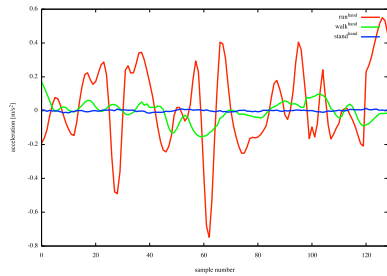


図 4 「手持ち」の加速度センサデータの例

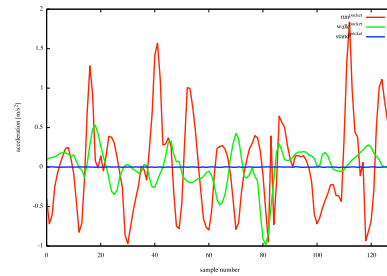


図 5 「ズボン」の加速度センサデータの例

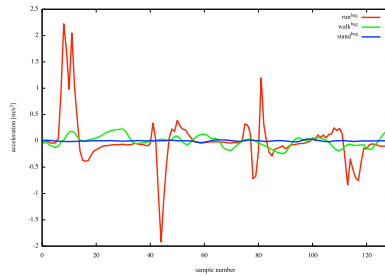


図 6 「靴」の加速度センサデータの例

2.2 提案手法

2.2.1 認識の流れ

表 3 で示したように、本論文で認識することとしたコンテキストは利用者の移動状態と端末状態とを組み合わせた 9 状態である。図 7 に提案するコンテキスト認識機構の処理過程を示す。加速度センサと地磁気センサを用いる。取得した加速度センサの値から、鉛直方向の値と利用者の進行方向の値を抽出する。抽出した値を STFT によってパワースペクトルへ変換し、これを特徴量とする。データの分類には SVM を識別器として用いてデータを分類する。以下で処理過程の詳細について述べる。

表 3 認識対象とするコンテキスト

	静止	歩行	走行
手持ち	「手持ち・静止」	「手持ち・歩行」	「手持ち・走行」
靴	「靴・静止」	「靴・歩行」	「靴・走行」
ズボン	「ズボン・静止」	「ズボン・歩行」	「ズボン・走行」

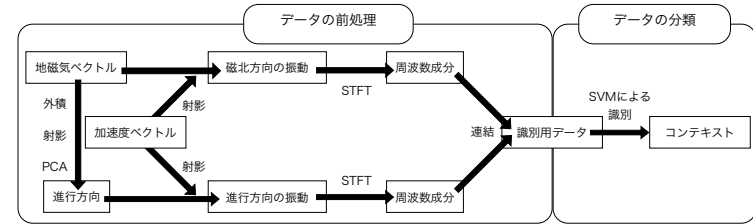


図 7 提案する利用者コンテキスト認識機構の処理過程

ルへ変換し、これを特徴量とする。データの分類には SVM を識別器として用いてデータを分類する。以下で処理過程の詳細について述べる。

2.2.2 データの前処理

従来研究ではデータの前処理として基本統計量とフーリエ変換によるパワースペクトルが用いられている。前者は計算量が少なく、データの欠損などの計測ノイズに強い [6] のに対し、後者は時間領域の問題を周波数領域の問題に変換するため周期性の強いデータに有効であるという特徴がある。

2.1.3 節で示した通り、加速度センサのデータの変化には周期性が見られるため、STFT を前処理として用いることとした。磁北方向の振動データをフーリエ変換することによりデータの振幅と位相からスペクトルパワーを求める、フーリエ変換する前よりデータの特徴が顕著に現れ、次の段階である識別器での認識率を向上させることができる。しかし、この前処理はセンサの向きが一定である前提のもとに行っているため STFT の処理をする前にデータの正規化をする必要がある。そこで加速度ベクトルを磁北方向に射影することで正規化する。

進行方向の振動を抽出するために、磁北方向に垂直な平面を求め、その平面上に加速度ベクトルを射影したデータの集まりを主成分分析し、第 1 主成分を進行方向の振動とする。磁北方向に垂直な平面は、磁北方向を M 、ある一時的なベクトルを T としたときにその外積である $V_1 = M \times T$ 及び V_1 と M の外積である $V_2 = M \times V_1$ の 2 つのベクトル V_1, V_2 で表される平面で、この平面上に加速度ベクトルを射影する。加速度ベクトルを A とすると、この平面上に射影された座標は $x = (A \cdot V_1, A \cdot V_2)$ で表される。過去一定時間内の x について主成分分析を行い、第 1 主成分を進行方向の振動とする。

2.2.3 データ分類

データ分類では、予め9状態それぞれに対応するフーリエ変換後のデータで学習させておいたサポートベクターマシンを用いて、前処理で行ったフーリエ変換後のデータを9状態に分類する。本論文では識別器としてSVMを用いることとした。

SVMは2値分類器であるので、多値分類に対応するためには複数のSVMを用いる必要がある。SVMを多値分類として使う方法として一般的に“one-against-all”と“one-against-one”の2つの方法が用いられる。本研究では、Ulrichら[11]の研究において“one-against-one”が優れているという結果が報告されているため、“one-against-one”方式を用いることとした。

3. スマートフォンによるコンテキスト認識機構の実装

2.2節で示したように、コンテキスト認識機構は「データの取得」、「データの前処理」、「データの分類」の3つの段階に分かれている。以下では実装のプラットフォームについて述べた後、「データの前処理」、「データの分類」のうち本研究で実装するにあたって決定した詳細を説明する。

3.1 システム構成

スマートフォンとしてApple社のiPhone 4を対象としてコンテキスト認識機構の実装を行う。iOS4.2およびXcode 3.2.5を用いて、Objective-Cにより開発する。主成分分析にはiPhone上でも動作するOpenCVを使用し、STFTにはiOS SDKに付属するAccelerate Frameworkに含まれるvDSPライブラリを使用し、SVMには多値分類として“one-against-one”を採用しているlibsvm[12]を使用した。

3.2 データの前処理

データの前処理としてSTFTを利用することを2.2.2節で述べた。本論文では数ある窓関数のうち、振幅分解能と周波数分解能の両方に優れるハンニング窓(式(1))を用いた。 $W(n)$ は窓関数、 n は0番から数え始めた場合の n 番目のサンプル、 N は窓のサイズである。

$$W(n) = 0.5 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), (0 \leq n \leq N-1) \quad (1)$$

3.3 データの分類

データの分類にはSVMを利用することを2.2.3節で述べた。本研究ではカーネル関数には変数の少ないRBFカーネルを用いることとした。

加速度センサデータは、STFTによって256サンプル毎に128次元のベクトルがひとつ



図8 試作アプリケーション

現れる。本手法ではこの128次元のベクトルのうち、特徴の現れた先頭6つのベクトルとそれに対応する利用者コンテキストを教師信号としてSVMの学習用データを作成し、それらを用いて交差検定(Cross-Validation: CV)を行いカーネル変数を決定した。

3.4 スマートフォンでの測定アプリケーション

これまで説明したコンテキスト認識機構の有効性を検証するために実際にスマートフォン上で動作するアプリケーションを試作した。教師データを作成するためのアプリケーションとして、図8のようなインタフェースを持つアプリケーションを作成した。このアプリケーションは、本研究を今後発展させるにあたり必要となる可能性のあるデータも記録することができるように、iPhone 4に内蔵するほぼ全てのセンサのデータを記録することができるように設計、実装した。また、このアプリケーションがデータを記録する一方で本稿で提案したコンテキスト認識機構が動作しているため、現在の利用者のコンテキストもあわせて表示することができる。

図8の上段のグラフが加速度センサの直近256サンプルのデータで、下段のグラフが加速度センサのデータを主成分分析し、正規化した後にSTFTの処理をした結果のグラフである。下段のグラフの縦軸が-3から3までとなっているが、このグラフに表示するためにSTFTの処理後の値を-3から3にスケールしてあるので実際のグラフとは縮尺が異なる。2つのグラフの間に表示されている“WALKING”の部分がコンテキスト認識機構による認識結果で、その右がSTFT処理後に最大値をとった周波数の番号とその値、最小値である。グラフの下にあるセレクトで教師データに対する現在のコンテキストを選択する。今回の実験で使用したデータはstand, walk, runのみを使用した。最下部はGPS受信機で

計測した位置情報のデータで、緯度、経度、高度、水平方向の誤差、移動速度、移動方向、電子コンパスによる方位となっている。最下部のボタンはログの記録開始、中断、再開を行うボタンである。

4. 実験

4.1 実験内容

提案手法の有効性を検証するため、試作システムの評価実験を行った。以下の実験は1名の被験者により行われた。コンテキスト認識機構の有効性を検証するために、実際の移動時にコンテキストが連続的に変化する場合の認識可能性を調べる前段階として9種類の状態それぞれについてコンテキストが変化しない場合の認識可能性を調査する。認識実験を始めるにあたり、本システムのSVMを学習させる必要がある。学習には教師データとして9種類全ての状態を実際に行った時に取得したデータを使用した。移動中にコンテキストの認識をするためには9種類の状態が独立して認識できる必要があるため、まず9状態がそれぞれ識別可能かどうかを調べることにした。事前に9種類の状態それぞれのSVMの学習を行っておき、各状態を一定時間継続した場合のデータで認識のテストを行う。SVMの学習に用いる教師データとテストデータの数は共に各状態100サンプルとした。ここで、認識率とは各状態やコンテキストに対して全サンプル数のうちシステムが正しく認識できた割合(再現率)である。

4.2 各コンテキストごとの認識精度の評価

事前学習させておいたSVMで9種類のコンテキストを正しく識別できるかを調査する。状態が変化しない9種類の状態各100サンプルずつをSVMで識別することで、各コンテキストごとに実際のコンテキストとシステムの認識の一致した割合を求めた。

表4に実験の結果を示す。外側の3×3の状態が利用者の状態で、内側の3×3の状態がシステムが認識した状態である。太字の数字がシステムが正しく認識したサンプル数である。表5に各状態ごとの認識率、表6にコンテンツ提示機構での表示方法に対する認識率を示す。各状態ごとの認識全体での認識率は51.6%と低い認識率となった。一方コンテンツ提示方法として認識すると全体の認識率は76.0%となった。特に認識率が低い状況として、手持ち時にズボンに入っていると誤認識していること、歩行時に走行と誤認識されていることが挙げられる。手持ちをズボンと誤認識する原因に、手持ちとズボンは共にスマートフォンが体に接するか近接するためシステム設計時に考慮した振動の特徴では区別できない特徴が含まれているのではないかと考えられる。また歩行を走行と誤認識する原因として歩く

速さが学習時の速さよりも速い場合に走行と誤認識しているのではないかと考えられる。

4.3 連続的なコンテキスト認識精度の評価

事前学習させておいたSVMが実際の移動中にコンテキストを正しく識別できるかを調査する。iPhoneを持った状態で行動、記録したデータに対してコンテキスト認識機構を用いてコンテキストの認識を行った。この実験により、コンテキストの変化への対応を確かめる。実験データのサンプル数は222サンプルであった。

表7に実験の結果を示す。表4と同様に外側の3×3の状態が利用者の状態で、内側の3×3の状態がシステムが認識した状態である。太字の数字がシステムが正しく認識したサ

表4 利用者の状態ごとの認識結果の内訳

	静止			歩行			走行					
	静	歩	走	静	歩	走	静	歩	走			
手持ち	手	31	6	手	5	18	7	手		5	48	
	靴	21		3	靴	4	14	靴			10	
	ズ	27	2	10	ズ	2	9	41	ズ		3	34
靴		静	歩	走		静	歩	走		静	歩	走
	手	14			手		1	10	手		3	31
	靴	81			靴		77	10	靴			42
ズボン		静	歩	走		静	歩	走		静	歩	走
	手	6	4	1	手	4	14	6	手		7	5
	靴	11		1	靴	7	2	19	靴			7
	ズ	76		1	ズ		16	32	ズ		6	75

表5 利用者の状態ごとの認識率

	静止	歩行	走行	平均認識率
手持ち	31%	18%	48%	32.2%
靴	81%	77%	42%	66.7%
ズボン	76%	16%	75%	55.7%

表6 コンテンツ提示方法に対する認識率

	正当数	データ数	認識率
詳細表示	272	300	90.7%
項目表示	137	300	45.7%
表示無し	275	300	91.7%
全体	684	900	76.0%

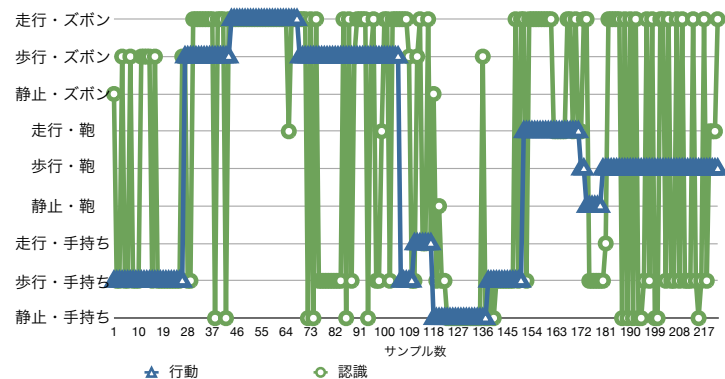


図 9 利用者のコンテキスト及びシステムの認識の変化

ンプル数である。図 9 に利用者の状態が遷移した様子と、システムの認識が変化の様子を示す。表 8 に各状態ごとの認識率、表 9 にコンテンツ提示機構での表示方法に対する認識率を示す。表 8 の各セルは認識率(正当数/サンプル数)を表している。各状態ごとの認識全体での認識率は 28.3%で、コンテンツ提示方法として認識すると全体の認識率は 64.4%となった。特に認識率が低い状況として歩行時に鞆の中、ズボンのポケットの中が「手持ち」、「ズボン・走行」と誤認識されていることが挙げられる。これは地磁気方向の振動抽出に失敗している可能性があること、手持ち状態から鞆の中やズボンのポケットの中へ出し入れする動作を考慮していないこと、鞆やズボンのポケットの中での学習データに偏りがあり、実験中の振動をうまく識別できなかったことが原因と考えられる。

5. おわりに

本研究では、スマートフォンのみを用いて利用者の状況に応じたコンテンツを自動的に選択・提示するシステムの基礎となるコンテキスト認識機構を設計し、実装した。またコンテキスト認識機構の動作確認用の試作アプリケーションを作成した。試作アプリケーションでは、スマートフォンに内蔵する加速度センサ及び地磁気センサから取得したデータを用いてそれぞれ「静止」、「歩行」、「走行」及び「手持ち」、「ズボンのポケットの中」、「鞆の中」を識別する。各加速度センサの値は、取得した加速度ベクトルを磁北方向へ射影したものと、磁北方向に垂直な平面上に加速度ベクトルを射影し、主成分分析して得られた第 1 主成分

を取り出すことでスマートフォンの向きによらないデータに正規化する。正規化したデータからそれぞれ STFT を用いて周波数毎のパワースペクトルを取り出し、SVM を用いてクラス分類することで状態を認識している。

提案したコンテキスト認識機構の有効性を検証するために動作実験を行った。被験者が一定の動作を維持している場合に、正しく利用者の状態を認識できるかどうかを調べた実験では、各状態の認識率が平均して 51.6%、提示方法での認識率は 76.0%で認識可能であることが示された。実際の移動中に状態の変化を正しく認識できるかどうかを調べた実験では、各状態の認識率が平均して 28.3%、提示方法での認識率は 64.4%であることが示され

表 7 利用者の状態ごとの認識結果の内訳

	静止			歩行			走行					
	静	歩	走	静	歩	走	静	歩	走			
手持ち	手	11	5		手	1	37		手		1	1
	鞆	2			鞆				鞆			
	ズ	1	1		ズ	1	3	2	ズ		1	4
鞆		静	歩	走		静	歩	走		静	歩	走
	手		4		手	3	30	1	手		7	2
	鞆	0			鞆		0	1	鞆			6
ズボン		静	歩	走		静	歩	走		静	歩	走
	手				手		29		手		17	
	鞆				鞆				鞆			2
	ズ	0			ズ	2	23		ズ			6

表 8 利用者の状態ごとの認識率

	静止	歩行	走行	平均認識率
手持ち	55.0%(11/20)	84.1%(37/44)	14.3%(1/7)	69.0%(49/71)
鞆	0.0%(0/6)	0.0%(0/45)	28.6%(6/21)	8.3%(6/72)
ズボン	0.0%(0/0)	3.7%(2/54)	24.0%(6/25)	10.1%(8/79)

表 9 コンテンツ提示方法に対する認識率

	正当数	データ数	認識率
詳細表示	15	26	57.7%
項目表示	101	143	70.6%
表示無し	27	53	50.9%
全体	143	222	64.4%

た。認識精度が高くない原因として、提案手法では「手持ち」と「ズボンのポケットの中」の違いを生む特徴をうまく捕捉できなかった可能性があること、歩く速さの違いを考慮できていないこと、学習データが偏っている可能性があることが挙げられる。

今後の課題としては、まず今回行った実験において明らかになった誤認識の軽減が挙げられる。その具体的な方法として、SVM の教師データの増加や、スマートフォンの端末状態によって識別機を切り替える方法が考えられる。また、現在認識可能なコンテキストが歩行時のコンテキストのみなので、認識可能なコンテキストの種類を増やすことが挙げられる。具体的には、GPS 受信機を導入して、移動速度を考慮して車や電車へ乗車していることを認識したり、通学経路を学習することで通学中かそうでないかを判断できるようにすることなどが考えられる。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省グローバル COE プログラム（研究拠点形成費）による。

参考文献

- 1) 石田将吾, 河口信夫. 個人を見守るサーバシステムに基づくコンテキストウェアな情報提示手法. マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, pp. 1162–1170, July 2009.
- 2) 松本光弘, 清原良三, 沼尾正行, 栗原聡. 携帯電話におけるユーザの操作パターンを用いたアプリケーション推薦方式の提案. マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, pp. 1149–1155, July 2009.
- 3) 林智天, 川原圭博, 田村大, 森川博之, 青山友紀. 小型モバイルセンサを用いたコンテキスト適応型コンテンツ配信サービスの設計と実装. 電子情報通信学会技術研究報告. 情報ネットワーク, Vol. 104, No. 691, pp. 149–154, February 2005.
- 4) 矢野幹樹, 岩崎陽平, 河口信夫. 駅.Locky: 無線 LAN 位置推定を用いた時刻表アプリの開発. 情報処理学会全国大会講演論文集 6ZP-4. 一般社団法人情報処理学会, March 2010.
- 5) 倉沢央, 川原圭博, 森川博之, 青山友紀. センサ装着場所を考慮した 3 軸加速度センサを用いた姿勢推定手法. 情報処理学会研究報告. UBI, Vol. 2006, No.54, pp. 15–22, May 2006.
- 6) 佐藤誠, 森田千絵, 土井美和子. 生体データと加速度データを用いた行動認識. 情報処理学会第 65 回全国大会, Vol. 3T5B-2, pp. 239–242, March 2003.
- 7) Richard W. DeVaul and Steve Dunn. Real-Time Motion Classification for Wearable Computing Applications. Technical report, MIT Media Laboratory, December 2001.
- 8) 中村友宣, 小川剛史, 清川, 竹村治雄. 連続的なウェアラブル学習システムのための利

用者コンテキスト認識機構の実装と評価. 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, Vol. 106, No. 396, pp. 17–22, November 2006.

- 9) 日岐喜治. 都市交通システムへのユニバーサルデザインの適応について-物理的バリアについての評価方法-. 交通安全環境研究所研究発表会講演概要, 2004.
- 10) アイシェア. 携帯電話, 忘れて困る. 自宅に忘れた経験 9 割. <http://www2.nikkei-rim.net/fromreport/DB/mining/members/review/0512/review07.htm#DATA2> (Last Access : Feb, 4th, 2011), November 2005.
- 11) Ulrich H.-G. Krebel. *Pairwise classification and support vector machines*, pp. 255–268. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1999.
- 12) Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin. LIBSVM – A Library for Support Vector Machines. <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/> (Last Access : Nov, 1st 2010).