

# 複数センサを用いたコンテキスト推定法の検討

## A Study on Context Presumption Method Using Plural Sensors

森岡 英之†  
Hideyuki Morioka

新津 善弘†  
Yoshihiro Niitsu

### 1. まえがき

近年、ユーザの位置情報、スケジュールを考慮した情報提供サービスである i コンシェル[1]のような、コンテキスト(ユーザの行動や状況、周囲の環境など人やものに関するあらゆる情報)に合わせて最適な情報やサービスを提供するコンテキストウェアサービスが、より一層普及することが期待されている。そのため、加速度センサなどの携帯端末に搭載可能な小型センサを用いて、ユーザのおかれているコンテキストを推定する研究が盛んに行われている。加速度センサはユーザが動くことによって発生する加速度を取得できるため、ユーザの行動を推定する際によく利用されている。しかしその場合、加速度センサを用いている研究が多く、加速度だけではコンテキストの推定に限界があり、実用に供するためにはまだ研究の余地がある。

そこで、本研究では、複数センサを用いて、より精度の高いユーザのコンテキスト推定の実現を図る。

### 2. 先行研究と問題点

これまで加速度センサを用いた研究は数多く行われてきた。しかし、加速度センサの身体への装着箇所が多いため実用性に欠けていた[2]。逆に単一の加速度センサのみの場合は、推定できるコンテキスト数が少ないという問題がある[3]。また、センサから取得した加速度データは FFT (高速フーリエ変換) を用いて処理しているケースが多いが、この場合は処理時間が長く、データの更新に遅延が生じ、リアルタイムでのサービス提供が困難である。

そこで、データの処理時間が短く、より多くのコンテキストが推定可能になれば、リアルタイムでコンテキストウェアサービスを提供可能となる。

### 3. 研究概要

#### 3.1. 目的

本研究では、処理時間を考慮した精度の高いコンテキストの推定法を明らかにし、最小限の複数種センサで高精度な推定法を目指す。

#### 3.2. 想定環境

本研究では、行動情報のことをコンテキストと呼ぶことにする。

対象ユーザは学生とし、大学校内のコンテキスト推定を行うものとする。学生はコンテキスト推定のために、加速度センサ、気圧センサの搭載されている携帯電話を所持しているとする。

#### 3.3. コンテキスト推定システム

コンテキスト推定システムの処理の流れを以下に、システムの構成を図 1 に示す。

- ① センサからデータを取得する。
- ② 取得データを参照する。
- ③ 取得データより特徴量を抽出する。
- ④ 推定アルゴリズムを用いてコンテキストを推定する。
- ⑤ 推定結果を出力する。

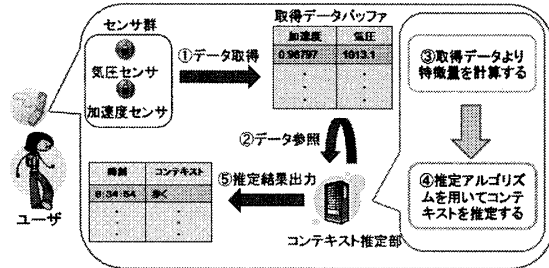


図 1. コンテキスト推定システム

コンテキスト推定部が本研究の対象範囲であり、推定アルゴリズムについて提案を行う。

#### 3.4. 提案方式

本研究では、センサから取得した加速度、気圧データからユーザの「歩く」「走る」「階段上り」「階段下り」「エレベータ上り」「エレベータ下り」「立ち」の 7 つのコンテキストを推定する。

使用するセンサは、加速度センサと気圧センサで、加速度センサからは、加速度の分散値を、気圧センサからは気圧の分散値と気圧差を特徴量とし抽出し、本研究で提案する推定アルゴリズムを用いてコンテキストの推定を行う。今回、コンテキストを推定するアルゴリズムを 2 つ考案した。

##### 方式案 1: 一括推定方式

特徴量として抽出した加速度の分散値、気圧の分散値、気圧差をすべて考慮して構築したデータマイニングの手法である決定木を使用するアルゴリズム。

##### 方式案 2: 段階推定方式

特徴量として抽出した加速度の分散値、気圧の分散値、気圧差から各々構築した決定木を使用するアルゴリズム。両方式案の処理フローを図 2 に示す。

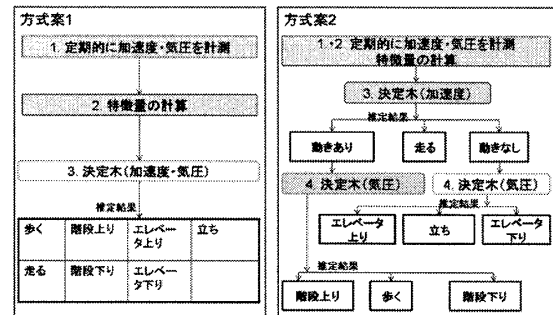


図 2: 方式案 1, 2 の処理フロー

### 4. 評価

#### 4.1. 評価方法

以下に示す試作システムを実装し、実際にセンサからデータを取得し、コンテキストを推定する実験を行う。

#### 4.2. 試作システム

今回試作したシステムでは、実際にデータを取得するセンサと、センサから送られてきたデータをリアルタイムに計算処理を行いコンテキストの推定をする処理用 PC を用

† 芝浦工業大学大学院工学研究科, SIT

いる。

センサはパイテック社製の「TDS01V」で、3 軸加速度、3 軸地磁気、気圧測定ができる。小型で、安価なセンサであり、将来携帯電話のような小型端末に搭載可能と考えられるサイズとコストである。

処理用 PC は、Panasonic の Let's note 「CF-R3」を使用した。表 1 にスペックを示す。

表 1: スペック表

TDS01V		CF-R3	
サイズ	62×30mm	CPU	Intel® Pentium® M processor 1.20GHz
加速度測定範囲	±2G	メモリ	768MB
気圧測定範囲	710hPa-1062hPa		
最大サンプリングレート	10Hz		

3 軸合成加速度を最新の 12 個の値と気圧 10 秒分 (100 個) の値を一度バッファに蓄え、3.4. で述べた特徴量を計算処理し、提案するアルゴリズムに従い推定を行う。

装着方法は一般的な携帯電話の装着場所の 1 つであるズボンのポケットとする[4]。

#### 4.3. 実験手順

実験を行うにあたって前処理として推定する行動を予め行い、各コンテキストに対する平均的なデータを集めておいた。そのデータを代表モデルとし、3.4. で述べた特徴量を計算しそれをもとに方式案 1, 2 ともに決定木を構築した。決定木の構築にはオープンソースのデータマイニングツールである weka を用いて C4.5 の分類法で構築した。

以上の前処理を行い、推定環境を整えたうえで実際に大学構内を、7 つのコンテキストである行動を行いながら、前もって決めておいたルートを移動し推定を行った。

#### 4.4. 実験結果

各方式案について、推定結果と実際に行った行動を比較し、どれだけ正しく推定できたかを示す推定率を求めた。今回、気圧データを 10 秒分考慮して推定を行っているため、行動の変化から 10 秒の半分である 5 秒間は評価対象とせず計算した。表 2 にコンテキストの推定率の結果を示す。

表 2: コンテキスト推定率

	歩く	走る	階段上り	階段下り	エレベータ上り	エレベータ下り	立ち
方式案1	61.8% (616/996)	34.7% (111/320)	48.9% (199/407)	62.6% (283/453)	97.3% (253/260)	72.9% (159/218)	84.8% (1674/1973)
方式案2	93.8% (2278/2429)	94.7% (947/1000)	61.2% (604/987)	79.0% (816/1033)	78.8% (331/420)	97.9% (282/288)	96.1% (1580/1621)

さらに、今回決定木の構築に使用した代表モデルは実験を行った人物 1 人のデータであるが、他のユーザでも推定できるかを検証してみた。気圧は人によって変化しないので方式案 2 の加速度で推定する「動きあり」、「動きなし」、「走る」の推定率を図 3 に示す。

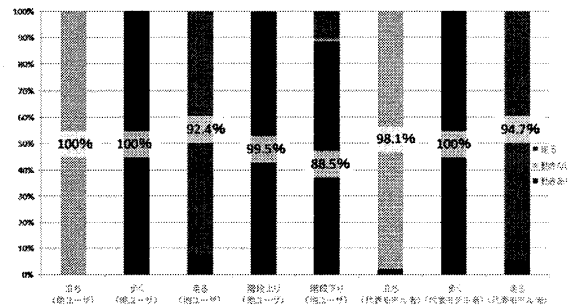


図 3: 推定の割合とコンテキスト推定率

#### 4.5. 考察

表 2 を見てわかるように、方式案 2 ではほとんどのコンテキストで 8 割近くの推定が実現できたのに対し、方式案 1 では加速度センサのみの先行研究で高精度な推定が実現できていた「歩く」や「走る」の精度まで下がってしまった。原因としては気圧の急激な変化だと考えられる。建物の出入り口付近、窓際、部屋と廊下の変り目など温度が変化しそうな場所を通過した時、気圧が急激に変化してしまったと考えられる。

これに対して、方式案 2 では、まず加速度でユーザのコンテキストを 3 つに分類して、加速度だけでは判断が難しいものに補助的に気圧を用いて推定する段階的な手法を用いているので、誤差の影響を受けにくかったと言える。

また、エレベータの上り下りについては、推定率が下がっているものがあるが、これは何度か途中の階で止まってしまったからである。

次に図 3 より、他のユーザでも加速度での推定率はほぼ 9 割を得ることができた。「階段下り」に関して、若干「走る」のコンテキストを誤推定してしまっているがこれは、人によっては歩くよりも走るに近い加速度の値がでているためと考えられる。しかし、それを踏まえても今回の代表データでも他のユーザに対して有効であったと言える。

処理時間に関しては、方式案 1, 2 ともにデータの更新にかかる時間は 0.08~0.09 秒とサンプリングレート内に収まっているためデータ遅延の問題はないと言える。また、コンテキストの推定までにかかる時間は方式案 1 では 0.15~0.35 秒、方式案 2 では 0.15~0.2 秒と若干方式案 2 のほうが速かったが、どちらもサービスを推薦するにあたっては十分な速さだと言える。

#### 5. 追加実験

考察で問題点として挙げた気圧と温度についての関係を調べるために、同一階上で温度が違うと思われる場所、3 箇所それぞれ気圧と温度を調べた。表 3 に結果を示す。

表 3: 気圧と温度

	研究室内	研究室前廊下	階段前
気圧[hPa]	1024.357	1023.859	1023.834
温度[°C]	28.98	22.78	18.03

表 3 からわかるように、温度と気圧の相関が確認されるため、誤推定の改善に利用することが可能になると思われる。

#### 6. むすび

本研究では、加速度センサと気圧センサを用いてのコンテキスト推定を、データの処理時間を考慮しつつ推定アルゴリズムを提案し、評価結果を示した。今後は温度との関係を考慮したアルゴリズムを考案し、より高精度な推定法を検討する予定である。

参考文献

- [1] コンシェル NTT DOCOMO [http://imode.press.jp/imode/top/new\\_service/concierge/index.html](http://imode.press.jp/imode/top/new_service/concierge/index.html)
- [2] 田淵 勝宏他, “加速度センサを用いた日常行動識別におけるデータ収集条件の識別性能への影響評価” 信学技報 PRMU2006-27 MI2006-27(2006-5)
- [3] 倉沢 央他, “装着箇所を考慮した 3 軸加速度センサを用いた姿勢推定法” 2006 年 電子情報通信学会総合大会 B-15-8
- [4] アイシェア, 意識調査 “携帯電話、忘れて困る。自宅に忘れた経験 9 割,” November 2005 [http://blog.ishare1.com/press/archives/2005/11/post\\_19.html](http://blog.ishare1.com/press/archives/2005/11/post_19.html)