

M-066

# 携帯端末を用いた位置検出システム ALTI における個人軌跡特定手法 A Method for Trajectory Estimation in ALTI System

岩本 健嗣<sup>†</sup>                      横山 浩之<sup>†</sup>                      西山 智<sup>†</sup>  
Takeshi Iwamoto                  Hiroyuki Yokoyama                  Satoshi Nishiyama

## 1. はじめに

屋内環境では、屋外と異なり GPS が利用できないため、様々な位置取得システムが提案されている [1][2][3]。ALTI[4] と呼ぶ屋内位置取得方式は、環境に設置されたカメラと、モーションセンサを備えた携帯端末によって、個人の位置を特定する。本方式では、各個人の位置特定はその個人が持つ端末上で行い、各端末から他の個人位置を特定することはできない。そのため、プライバシーに配慮した位置情報取得を可能としている。

しかし、既存の ALTI における個人識別は、ある瞬間の軌跡情報とセンサ情報を照合によって行なわれている。この手法の問題点として、カメラを用いた画像認識特有の検出エラーに脆弱な点があった。本稿は、既存の ALTI を拡張し、軌跡を連続的に評価することで、検出エラーへの耐性を高め、個人位置特定の精度を高めることを目標とする。

## 2. ALTI の概要

ALTI の概要を図 1 に示す。

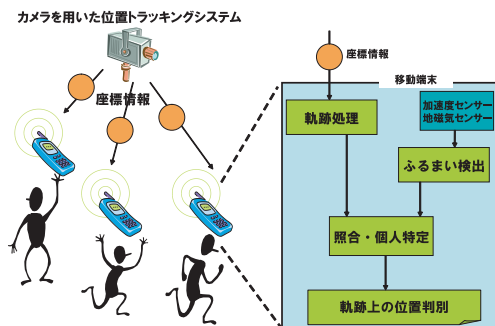


図 1: ALTI の概要

ALTI は、環境に設置されたカメラと、ユーザの携帯端末を利用することを想定している。ALTI の個人位置特定の手順を以下に示す。

### 1, 画像認識による動物体認識

カメラからの画像を用いて、トラッキングシステムによる画像認識を行い、環境内の全ての動物体の位置を取得する。この際、オブジェクト位置は取得するが個人の識別は行わない。このオブジェクトを匿名オブジェクトと呼ぶ。

### 2, 位置情報の配信

無線 LAN などを用いて、環境内の携帯端末に対して同報通信を行い、全ての匿名オブジェクトの座標情報を送信する。これにより、匿名オブジェクトの位置に関して全ての携帯端末が同じ情報を得る

### 3, 軌跡処理

時系列で匿名オブジェクトの位置を受信することで、全てのオブジェクトに対して軌跡情報を生成し、管理する。

### 4, 振る舞い検出

ALTI では、携帯端末が、モーションセンサを持つことを想定している。このセンサを用いて、各携帯端末では、常時、振る舞い情報を取得し、記録する。振る舞い情報として ALTI では、直進歩行、右折、左折、停止の 4 種類の認識を行う。

### 5, 照合・個人特定

生成した複数の匿名オブジェクトの軌跡と、自身の振る舞いを照合する。軌跡の形状と振る舞いを時系列で照合し、複数の軌跡から、自身の軌跡を選択する。

### 6, 自身の位置情報取得

選択した軌跡の現在位置を、自身の位置として決定する。

## 3. 個人軌跡特定手法

本稿では、ALTI の個人軌跡特定手法として、新たな手法を導入する。まず、既存の ALTI における個人軌跡特定手法とその問題点について述べ、本稿で提案する軌跡特定のアルゴリズムについて述べる。

### 3.1 既存の軌跡特定手法

ALTI では、軌跡の形状と個人の振る舞いを比較して個人軌跡を特定するため、同じ動きをしている複数の軌跡があった場合、その時点では個々の軌跡を区別することができない。そのため、既存の手法では、まず、複数の軌跡情報を比較し、他と異なる動きをしているオブジェクトを発見する。このオブジェクトを特異オブジェクトと呼び、またその区間を特異点と呼ぶ。例えば、ある区間で、3 つのオブジェクトが存在していた時、[移動、移動、停止] という軌跡が出力されていれば、停止しているオブジェクトは特異オブジェクトとなる。この特異オブジェクトの軌跡を、振る舞い情報と比較し、一致した場合、その軌跡を個人と特定する。

しかし、この方式では、画像認識の精度が低下すると、ALTI 全体の精度に問題が発生する可能性があることがわかった。具体的には、ALTI が利用する画像認識システムでは、頻繁に軌跡の分断や、細かい認識ゴミが出力されることがある。

例えば、既存の ALTI では、特異点のみで軌跡と振る舞いの照合を行い、軌跡が存続している期間中は、その特異点での識別結果を利用する。そのため、個人として識別されている軌跡が一度途切れてしまうと、新たに照合結果が与えられるまでそのユーザの位置が不明となってしまう。

また、細かな認識ゴミも軌跡と判断してしまうと、実際に存在する人数以上の軌跡が発生し、特異オブジェクトの発見が正確に行えなくなる問題も発生する。

<sup>†</sup> (株) KDDI 研究所, KDDI R&D Laboratories Inc

### 3.2 スコア付けによる軌跡評価

本稿では、軌跡識別のために、スコア付けする手法を導入し、従来特異点のみで識別していた軌跡を、連続的に評価する手法を提案する。

本手法では、振る舞い判定は、一秒区間毎に 5Hz 周期で検出を行い、歩行、停止、左右カーブの 4 種類の振る舞いを識別する。まず、加速度データを FFT で処理し、パワースペクトラムを得て、特定の周波数成分と、それ以外の周波数成分を比較して閾値判定し、歩行状態の推定を行なった。左カーブ、右カーブは地磁気センサのデータを、姿勢情報を用いて方位情報に変換し、方位の変位量を閾値で判定することで行なった。1 秒区間内で最も多くセンサによって検出された行動をその区間の振る舞いとする。

これを軌跡の形状と比較し、表 1 に示すルールでスコアを付けた。最終的に、その時点で最もスコアの高い軌跡を自身の軌跡と判定した。

表 1: スコア付けルール

カーブ(左右)	2.0
直進	2.0
停止時	0.5
時間による減算	0.2 秒毎に 0.1

### 3.3 軌跡のグループ化

本研究における軌跡判定アルゴリズムでは、軌跡が分断されてしまうと、スコア情報を新しい軌跡に引き継ぐことができず、識別精度が低下することが予想される。本手法では、複数の分断された軌跡を時間と距離によって接続することで、パスグループを生成する。スコアや個人識別はこのグループ単位で行う。

## 4. 実装

gumstix[5] に加速度、地磁気の各 3 軸のモーションセンサを取り付けたハードウェアを試作し、これを携帯端末として利用した。また、カメラを用いた位置トラッキングシステムとして、41 万画素のアナログカメラ 6 台を天井から、真下方向に向けて設置し、各カメラの画像は Siteview[6] で処理して、動物体の座標情報を生成した。Siteview では、オブジェクトの座標情報を、各カメラで独立した座標系で得るため、これらを接続し、一つの座標系で処理するソフトウェアを実装した。その他の個人特定アルゴリズムは、全て携帯端末上で動作するソフトウェアとして実装を行なった。

## 5. 評価

評価として、被験者 2 名で図 2 に示す各コースを歩行する実験を行なった。

結果を図 3 に示す。各実験につき、3 回の測定を行い、各被験者の携帯端末における判定率を測定した。75% の実験において、既存の手法を上回る判定率を得ることができた。また平均判定率でも向上が見られた。

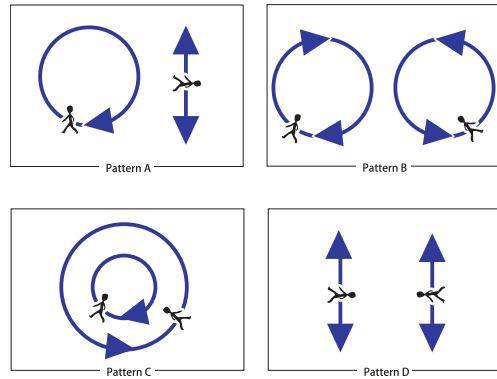


図 2: 実験コース

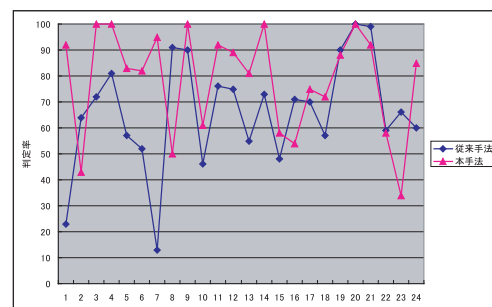


図 3: 実験結果

## 6. おわりに

ALTI は、環境に設置したカメラと各個人の持つ携帯端末上のモーションセンサを用いて、個人の位置を特定する手法である。本稿では、ALTI の精度向上のための軌跡判定アルゴリズムの設計と実装について述べた。ALTI の既存の手法では、画像認識の特性によって起こる検出エラーに対して脆弱な面があった。具体的には、頻繁に起り得る軌跡の切断に対し、従来の特異点による軌跡判定に加えて、連続的にスコアを付けて判定する方式を提案した。また、本方式の実装を行い、実環境での評価を行った。

## 参考文献

- [1] Ward, A., Jones, A., Hopper, A.: A new location technique for the active office. (October 1997) 42–47
- [2] Priyantha, N.B., Chakraborty, A., Balakrishnan, H.: The cricket compass for context-aware mobile applications. In: Proc.7th ACM MOBICOM. (2001)
- [3] Ekahau: Ekahau rtls <http://www.ekahau.com/>
- [4] 岩本健嗣, 小林亜令, 太田慎司, 西山 智: 環境カメラと携帯端末を用いた位置特定手法, 情報処理学会 第 129 回 DPS 研究会 (2006).
- [5] Gumstix Inc.: Gumstix <http://gumstix.com>
- [6] VitraCom: Siteview <http://www4.kke.co.jp/siteview/>