

高さ情報を考慮に入れた 三次元歩行者ナビゲーションシステムに関する検討

小出 祥平 加藤 誠巳
(上智大学理工学部)

1. まえがき

GPS は世界規模でかなりの精度で絶対的位置を測位できる優れたツールであるが、ビルの谷間や建物内など歩行者が必要とする場所では電波が十分に受信できず使い物にならないことが多い。そのため歩行者が GPS を利用する場合は他の手段を用いてこの問題を克服する必要がある。本研究では推測航法を主とした歩行者向けの位置検出を使ったシステムを提案する。これにより室内も含めた「いつでも・どこでも三次元」が可能となる。

人間のもっとも基本的な移動手段は歩行であり、その移動は車などとは異なり平面的ではなく立体的であるという点を考慮し、高さを含めた三次元の歩行者向けの Point to Point のナビゲーションシステムに関し検討を行った。またネットワークに歩行者の特性にあったコストを与えて探索を行うようにした。地図が無い部分では高さ情報を含めた三次元軌跡データを自動収集し、将来のデータベースへと活かすことを考えた。

2. 一般的な歩行者向け位置検出の方法

歩行者向けのナビゲーションを実現するためには、ビルの谷間や建物内においての位置検出が不可欠であり、また歩行者の移動形態として高さ情報の取得が求められる。これを実現するには GPS のみでは不可能であり、実現法には大きく分けて二つの方法がある。一つは無線など外部からの情報を元に他律的に検出する方法、もう一つは加速度センサなどを搭載することにより自律的に測位する方法である。前者の例としては NEC のインフォナビを利用したシステム^[1]がある。これは、Bluetooth 用いて自己の位置情報を発信する基地局を用い、その電波の受信範囲内に歩行者がいる場合、その基地局の高さを含めた位置を検出するものである。他に、複数の基地局からの電波により最尤推定を用いて位置検出をする手法もあるが、多くは平面情報の検出であり高さ情報を取得することは極めて難しい。

本研究ではアクティブ装置用の電源設置などの問題が生じず、かつ歩行軌跡の自動データ収集が可能となる後者の方法を採用した。

3. 本システムの内容

3.1. 位置検出の概要

本研究では三軸の加速度センサ、地磁気センサおよびジャイロの出力を元にカルマンフィルタを用いて移動距離の演算を行い、位置を更新していく自律航法のもっとも基本の推測航法を使用した。今回はこの部分の実現に Point Research 社の推測航法ユニット^[2]を採用した。

この航法は移動距離の差分を算出する相対測位であるため、あらかじめ初期位置を設定する必要がある。また気圧高度計情報にフィルタリング処理を施すことにより高さデータを取得しているが、気圧の差分から高さを求めているため正確な測定には初期化が必要とされる。GPS が受信可能な場合には初期化は問題とならないが、歩行者という特性を考慮し、いつでもどこでも位置検出が可能となるよう各所に貼り付けされた位置情報を記憶させた RFID タグを初期化に利用することが本研究の特長である。

このように RFID タグの内容を読み込むことにより初期化のみならず情報提供のメディアとして利用することができ、さらには推測航法のずれをマップマッチングと共に補正することが可能となる。具体的にはパッシブ型の RFID タグを点字ブロックやドアの表札などに埋め込み、ユーザ側はリーダにより情報取得を行う。パッシブ型を選ぶことにより電源の問題をクリアしている。本システムは筆者らが先に提案^[3]した RFID タグのみを用いて位置情報を取得するのではなく、推測航法と有機的に組み合わせることによりシームレスに屋内外のナビゲーションを可能とするものである。

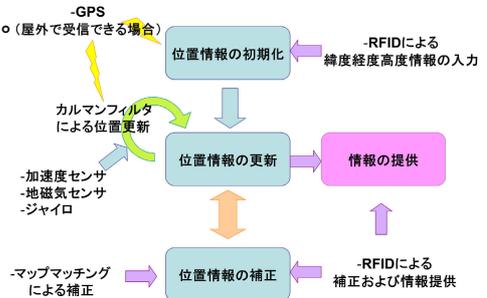


図 1 システム概要図

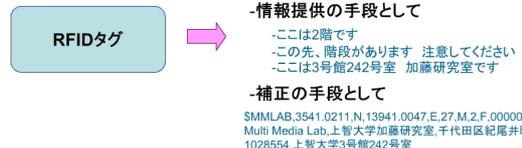


図 2 RFID タグの利用法

A 3-D Pedestrian Navigation System with Altitude Information Considered
Shohei KOIDE, Masami KATO
Sophia University

3.2. デジタル地図データベースの構築

現状のカーナビなど、広く普及しているナビゲーションシステムはZ方向、すなわち高さ情報を経路探索に利用していない。自動車の場合は勾配がさほど問題にならないが、歩行者の場合は考慮する必要がある。そこで三次元情報を持つデジタル地図を作成した。屋外の地図データとしては今回、国土地理院が提供している数値地図2500(空間基盤)の道路ネットワークを使用し、これに対して同じく国土地理院が提供している5mメッシュ(標高)のデータを使用して三次元的な持ち上げを行った。また屋内における例としては、上智大学の校舎の詳細図面を元にデジタル化および座標変換することによりデータを作成した。座標系は世界測地系(WGS84)を採用した。



図3 建物内のデジタル地図(上智大学2階部分)

3.3. 本システムの特徴

✓ いつでもどこでも3D位置検出

概要で述べたとおり、歩行者の必要とする任意の場所で位置検出が可能である。屋内でも高価な基地局が不要で、ビルの谷間でも可能である。またRFIDタグによる情報提供も可能である。

✓ 歩行特性に見合ったコスト変化による探索

歩行者の場合、経路の高低差が非常に重要になる。本研究では、これをコストに反映させ、上りのときは平坦なときよりコストを上げ、逆に下りの場合は下げるということを行っている。車椅子などにも対応したナビゲーションも可能であり、また、天候が悪い場合は、室内や地下道などを通るようにナビゲーションをしたり、時間によっては通れない部分がある場合にも対応できるようにした。

- 三次元的なナビゲーションの実現
- 高さをコストとして表現
- 階段/エレベータなどユーザに合わせた案内
- 天候による室内・地下道への迂回案内
- 時間外通行不可への対策

図4 本システムの特徴

✓ デジタル地図データの蓄積

自律航法を用いているため、リアルタイムに位置に関する情報を得ることができる。この特性を活かし、地図データが整備されていない場所を歩行した場合、その三次元情報(緯度・経度・高度)

を自動収集することによりユーザ自身が後にそのデータを利用できるような仕組みも考えた。

4. システム実行例

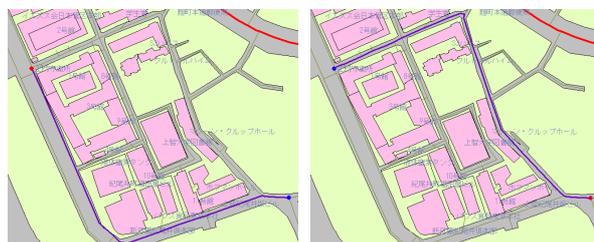


図5 アップダウンを考慮した場合の実例(左:往路 右:復路)



図6 時間を考慮した場合の実例(左:日中 右:夜間)



図7 屋外とのシームレスなルート探索の例

5. むすび

本研究では、高さ情報を考慮した、歩行者の特性に応じたナビゲーションに関して検討を行った。位置検出として推測航法を用い、その補正用としてRFIDタグ/GPSを使用することで屋内、屋外がシームレスにつながり、Point to Pointのナビゲーションが実現できる。この手法を用いれば、屋内のインフラとしては安価、電源不要、かつ簡単に実現でき、また地図データの自動収集もできるといったメリットが生まれ、極めて実用的であると考えられる。実際のアプリケーションとして人間の特性を考慮したナビゲーションを行うことができた。

最後に、有益な御討論を戴いた本学 e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表する。

参考文献

- [1] T. Ariizumi, A. Miyamoto, S. Nomura: "3-Dimensional Pedestrian Navigation System Utilizing a Bluetooth™ Enabled Mobile Phone and Bluetooth™ Position Markers," 11th World Congress on Intelligent Transport Systems (2004).
- [2] T. Judd: "A Personal Dead Reckoning Module," Institute of Navigation's ION GPS Conference (1997).
- [3] J. Kubota and M. Kato: "A Position Related Information Acquisition System through the Use of IC Labels and Mobile Data Communications," 8th World Congress on Intelligent Transport Systems (2001).