

動的経路案内可能な三次元歩行者移動支援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 搭載の携帯電話が普及し、歩行者向けのナビゲーションは以前にまして注目を浴びようになってきた。筆者らは、人間のもっとも基本的な移動手段は歩行であり、その移動は平面的ではなく立体的であるという点を考慮することで、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を検討し、人の移動特性に合わせたさまざまな経路案内の提案を行ってきた^[1]。

本稿では歩行者向けの障害物検出、使いやすいやさしいインタフェースの搭載などにより、健常者をはじめ、障害者などの情報取得困難者にも役立つ、単なる経路案内にとどまらない、「いつでも・だれでも・どこでも」使える移動支援システムについて検討を行った。

2. 本システムの内容

本システムは高さをも考慮した屋内外の経路案内を行う「P-Navi3D」部と、特に視覚障害者の移動支援ができるように作成した補助装置「盲導 cane(杖)」部の2つから構成される。



図1 システムの概要

2.1. 経路案内システム P-Navi3D

P-Navi3D では健常者をはじめ、障害者や外国人などの情報取得困難者にも使いやすいような経路案内システムの設計を心がけた。例えば車椅子などの移動困難者にとっては段差がない経路や緩やかな坂の案内、交通量の少ない安全な道の案内などが望まれる。外国人にとっては言葉が理解できなければどこにいるのか、どこへ行くのかということも分かりにくい。視覚障害者であれば簡単なガイダンスがあれば平易な移動は一人でできることが多い。本システムではこれらの移動困難者に対しても安全で自立的な移動を支援するよう考えられている。

2.1.1. 屋内・屋外シームレスな位置検出

歩行者向けのナビゲーションシステムの開発を行う場合、GPS 電波が十分受信できないビルの谷間や建物

A Study on a Dynamic 3-D Pedestrian Navigation System
Shohei KOIDE, Masami KATO
Sophia University

内における位置検出が不可欠であり、また人の移動に際しては高さ情報の取得が求められる。しかしながら、どのような環境下でも位置が取得できる普遍的かつ包括的な位置検出手段がないのが現状である。

筆者らは、屋内においては推測航法^[2]を基本とし、RFID 技術を併用した、屋内外双方で利用可能な位置検出を提案してきた。GPS 以外の無線を利用した位置検出と違い、壁や床などの透過・反射の問題なども回避できるだけでなく、パッシブ型 RFID タグを用いるため電源も不要であり、使用可能エリアの制限も少ないなどの特長がある。推測航法とは加速度センサやジャイロ、地磁気センサなどの情報を統合的に扱うことにより移動差分量を算出する手法である。これによって求まる相対移動を地図上での絶対座標へ変換するためには初期位置を与える必要がある。その解決手法として絶対位置情報を記憶させた RFID タグの読み込みを採用することで、ユーザに負担をかけないようにしている。本システムではタグを、位置の取得のための主たる手段として利用するのではなく、推測航法の位置修正のために副次的に利用しているのが特長である。そのため、推測航法を補正しながら位置を更新できるので、タグを至る所に貼り付けることなく、案内を必要とする場所に重点的に設置するだけで済むようになる。屋外の GPS が受信できる場所においては GPS のデータも利用することで、シームレスな位置検出が可能となり、Point to Point の完全なナビゲーションが実現される。

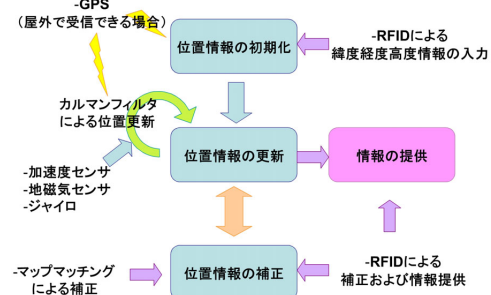


図2 位置検出の概要

2.1.2. 文章生成および音声出力

経路探索アプリケーションにおいて案内経路を提示する場合、ユーザへの最も簡単な伝達方法は地図への描画である。しかしユーザが利用する立場で考えた場合、単に地図上に提示するだけでなく、文章による説明があった方が好ましい。またこれは視覚障害者への応用を考慮すると音声によるガイダンスは、簡単かつ効率的な伝達方法である。さらに移動中に画面を注視することが不要となり、健常者でも実用的と考えられる。そのため経路の提示を地図上への描画のほかに、文章および音声で出力可能にしている。文章生成においては、あたかも人に道を尋ねたときの回答のように、わかりやすい文章で効率的に情報を伝達できるように工夫した。

2.1.3. さまざまな経路探索機能

本システムでは、最短経路だけではなく歩行者の移動のニーズに合わせた様々な経路探索を提供する。ダイクストラ法を基本とし、経路のコストを変化させることで、屋外では歩道のある安全な経路の優先、大通りの優先、道の起伏の考慮、天候の考慮、時間による通行可否の考慮が可能である。屋内では、車椅子のためのエレベータ・スロープ優先探索や、最適な階段とエレベータの組み合わせ探索が可能である。経路探索は、必ずしも最短経路が最適な解ではない。ユーザがどのような経路にしたいかを選択することで、個々の要求に応じた探索が可能となっている。

2.2. 移動支援システム「盲導 cane」

視覚に問題がなければ経路案内システム「P-Navi3D」のみで十分であるが、視覚障害者に対しては、より周囲の情報を考慮し、詳細に伝えて移動支援をする必要がある。

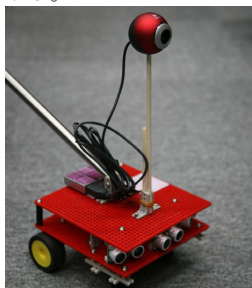


図3 視覚障害者のための補助装置「盲導 cane」

2.2.1. 障害物検出

視覚障害者は、障害物がないと予めわかっている安全なルートや慣れた道を通ることが多い。しかしながら、これらのルートは遮断されたり、天気が悪くなったり、時とともに変わることが多い。そのため、本システムでは安価な2つの手法を組み合わせた簡単な障害物検出手法を採用している。すなわち超音波センサを複数個利用することによりユーザ近傍の障害物を検出し、遠方の障害物はUSBカメラを利用して近傍の床画像の色情報を元に画像処理^[3]することで検出している。

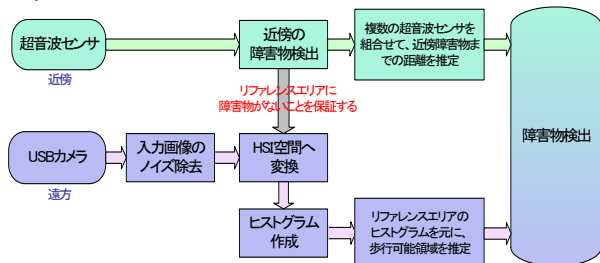


図4 障害物検出手法

2.2.2. 点字ブロック検出

視覚障害者を歩行支援するにあたり、極めて有用なことは点字ブロックの検出である。杖を使う場合でも、ひとたび点字ブロックの敷設してある場所から離れてしまうと、再び点字ブロックの場所を認識するには

困難を伴う。そのため、本システムでは画像処理により検出した点字ブロックの場所を音声により伝達するようにしている。障害物検出とあわせて、従来の杖よりもより有効なものとなる。

3. システムの構成と実行例

経路案内システム P-Navi3D は CPU、RFID リーダ・ライター、推測航法ユニット（3 軸加速度・3 軸地磁気・ジャイロセンサ）から構成される。視覚障害者のための補助装置「盲導 cane」は超音波センサ 3 台、USB カメラ、RFID リーダ・ライターを搭載する。経路探索データは国土地理院の数値地図 2500 を基本データとし、横断歩道や周辺の目印となるランドマークの付加などの改良を行っている。屋内については、本学校舎の設計図を基にしたデータを構築し、屋内外を問わず利用できるようにした。

図 5 に本システムの実行画面例を示す。屋内・屋外にかかわらず現在位置を表示し、また経路は地図上への描画、文章および音声として出力される。盲導 cane を使用している場合には、障害物検出や案内も提供することで移動の支援を行う。



図5 状況検出とナビゲーションへの反映の例

5. むすび

単なる経路探索ではない、「いつでも・だれでも・どこでも」使える、人にやさしい移動支援システムについて述べた。本システムは屋内外シームレスに利用でき、また多様な移動困難者のことも考慮されており、極めて実用的であると考えられる。

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] S. Koide, M. Kato: "3-D Human Navigation System with Consideration of Neighboring Space Information." Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (2006).
- [2] Judd: "A Personal Dead Reckoning Module," Institute of Navigation's ION GPS Conference (1997).
- [3] T. Iwan Ulrich, I. Nourbakhsh: "Appearance-Based Obstacle Detection with Monocular Color Vision," Proceedings of the 17th National Conference on Artificial Intelligence and 12th Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, 2000.