

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2006 年度～2008 年度

課題番号：18500440

研究課題名（和文）視覚障害者の単独歩行を支援する道案内装置に関する研究

研究課題名（英文） A research for the navigation system that assists independent walking of the visually impaired.

研究代表者

曲谷 一成 (Kazushige Magatani)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：00181610

研究成果の概要：歩行訓練を受けた視覚障害者は既知の場所であれば一人で自由に歩行することが可能である。しかしながら未知の場所では介助者なしで歩行することは困難である。このような状態を解消するため、未知の場所であっても視覚障害者が単独で歩行できるような支援装置の開発を行った。開発した装置は 2 種類で、GPS により利用者の位置を把握し道案内を行う屋外での案内装置と、床に色で区別した誘導ラインを設けそれを白杖でトレースする屋内における案内装置である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	1,500,000	0	1,500,000
平成 19 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
平成 20 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	600,000	4,100,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：視覚障害者、単独歩行、道案内

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者の多くは白杖を用いた歩行訓練を受けることにより、既知の場所なら白杖から得られる周辺の情報を頼りに単独で歩行することが可能である。しかしながらメンタルマップのできていない未知の場所を移動しようとするとき、視覚障害者が介助者なしで歩行することは極めて困難である。すなわち視覚障害者が未知の場所を歩行する場合、目的地までの道案内を行う介助者が必ず必要となり、このことは視覚障害者のみならず介助者にとっても大きな負担となっている。

2. 研究の目的

本研究ではこのような背景から視覚障害者が自分自身で目的地を入力し、他者の介助を受けることなく最適経路を決定し、目的地に到着することを支援する道案内装置の開発を目指している。本装置は屋外において使用するものと屋内において使用するものに分けられる。屋外において使用するものは GPS を用い利用者の位置を計測し、その情報と地図データベースにより目的地までの最適経路を算出し、それに沿って音声で道案内を行うものである。また屋内において使用するものは、屋内の施設の床面に誘導経路に沿

って貼付した色テープによる誘導ラインと、そのラインを感知し利用者に知らせる白杖および、経路上の要所において音声による道案内を行うための IC タグによる標識とから構成される。この2種の装置により屋内外における視覚障害者の単独歩行を支援するシステムを構成することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

近年、広く利用されているカーナビゲーションシステムでは、車の位置を GPS で捕捉しつつ目的地までの最適経路を割り出しそれに従った道案内を行う。このシステムの精度を上げ、音声やバイブレーション等視覚障害者に適したヒューマン・インタフェースを用いて障害者の使用に対応できるようにすれば、視覚障害者も自由に歩行できると考えられる。また GPS が使用できない地下街などの広い屋内の施設においては、RFID タグ等を用いた標識を要所に設置する、何らかの誘導経路を敷設する等により、障害者のいる位置を検出し適切に道案内することが可能であると考えられる。

本研究では前述の通り視覚障害者が自分自身で目的地を入力し、他者の介助を受けることなく最適経路を決定し、目的地に到達することを支援する道案内装置の開発を目指している。本システムの目標とする動作を次に示す。

- (1) 利用者（視覚障害者）が希望する目的地を自分で、あるいは介助者により入力する。
- (2) 利用者の位置を確認しながら、地図データベースからの情報を基に決められた経路に従って道案内を行う。
- (3) 利用者が経路を誤った場合には自動的に経路の修正を行い、新たに求められた最適な経路に従った道案内を行う。

すなわち本研究で開発を目指すシステムは、視覚障害者が使用することを想定して作成された地図データベースおよび視覚障害者とのヒューマン・インタフェースを含む小型コンピュータシステム、および利用者のいる場所を計測するための測位システムを統合することにより構成され、これを利用者が携帯することにより道案内を行うものである。

4. 研究成果

本研究ではまず、GPS を利用した視覚障害者用の道案内装置の開発を行った。この装置ではカーナビゲーションシステムと同様に、GPS (Global Positioning System)を用い利用者の位置を測定する。測定された利用者の位置と地図データベースとを比較し目的地までの最適な経路を算出して利用者の道案内を音声で行う。また、GPS 衛星からの信号

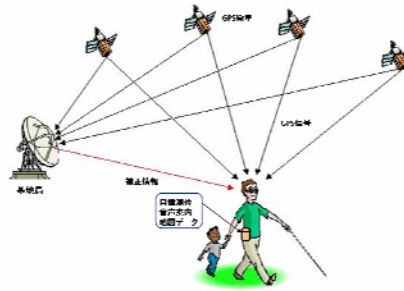


図1 GPS を利用した道案内装置

を受信できない等、GPS が使用できない場合には加速度センサ、地磁気センサを用いた自律測位装置により利用者の歩行状況を推定して道案内を行う。この道案内システムの概要を図1に示す。

現在までに GPS を利用した道案内装置では以下の事項が達成されている。

- (1) 通常は GPS により利用者の位置を検出し、一時的に GPS が使用出来ない場合には自律測位装置(ジャイロスコップ、加速度センサ等で利用者の運動状態を計測し、利用者の移動距離・方向を推定する装置)により位置の推定を行う機能。
- (2) 視覚障害者が利用するシステムに適した(視覚障害者の歩行における安全性を考慮した)地図データベースの開発。
- (3) 視覚障害者である利用者が装置を利用する際に不安を感じないように、利用者の要求に応じて音声により道案内を行うための手法。
- (4) ノートコンピュータを中心とした上記の機能を有する道案内装置の試作。

一般に視覚障害者は自分が視覚障害を持っているということを他の人に知られることを避ける傾向がある。視覚障害者の多くは単独歩行を行うための道案内装置を求めているものの、それが大げさなものであると使用するのをためらう場合がある。このような視覚障害者の傾向を考えたとき以下の2点が我々のシステムでは問題となった。

- (1) 視覚障害者は自分が置かれている環境の音を聞くことにより、自分がどのような場所にいるかを判断することが多い。このため視覚障害者に対して音声で道案内をする場合、ヘッドフォンを用いることは外界の音を遮断することになり不可能である。従って我々のシステムでは小型スピーカにより道案内音声を流していたが、この音を利用者の周りにも聞こえてしまう。
- (2) 上述のように道案内装置は GPS 受信機、地図データベースを含むコンピュータ、および自律測位装置からなる。これはあ

程度の大きさを有するため、持ち歩いている場合使用している様子が目立ってしまう。

このような問題点に対して、本研究ではまず音声案内に関しては骨伝導ヘッドフォンを用いることにより解決を図った。骨伝導ヘッドフォンは骨伝導を利用し、耳の横に位置する骨にパッドを当てることにより音を聞かせる装置である。このため耳から入る周囲の環境音を聞きつつ音声案内も同時に聞くことが可能となる。また市販されている骨伝導ヘッドフォンはその形状もスマートであり使用している状態でも周囲の人に違和感を与えないというメリットもある。

また、装置が大規模になってしまうという問題点に関しては、携帯電話の機能を利用した新しい道案内装置の試作を行った。現在多くの携帯電話が GPS 受信機を内蔵している。また携帯電話では JAVA 言語で書かれたアプリケーションを実行できる物も多数存在する。そこで道案内システムのソフトウェアを JAVA を使用して記述し、利用者の位置を携帯電話内蔵の GPS を利用して取得すれば、携帯電話だけで視覚障害者の道案内が可能であると考えた。現在 NTTDocomo より Foma シリーズに搭載されている JAVA のエミュレータが無料で提供されている。そこでこれをノートコンピュータ上に搭載し、ノートコンピュータを仮想的な Foma の JAVA システムとして道案内システムの構築実験を行った。GPS 受信機は市販の物を用い、この出力をコンピュータの RS-232C インタフェースを介して取り込み、JAVA で構成した道案内プログラムをエミュレータ上で動作させ、アイマスクで全盲状態にした被験者の誘導実験を行った。その結果、GPS の受信状態が良好な場所であれば十分に道案内を行うことが可能であることが示された。今後は自律測位システムをどのように組み込んでゆかかということが、問題となると考えている。

上述の GPS を利用した視覚障害者のための道案内装置は GPS が正しく機能することが前提となって開発されたものである。従って GPS 衛星からの信号を受診することができない場所では利用者の位置を特定することが出来ない場所では使用することは不可能である。このような問題点を解決するため GPS が受診できない屋内において使用することを前提とした道案内装置の開発も行った。

図 2 にこの道案内装置の概要を示す。このシステムは、目的地別に色分けされそれぞれの目的地まで床に敷設された誘導ラインを、色識別装置を組み込んだ白杖で検出し辿ることにより道案内するものである。目的の誘導ラインが検出されたことは白杖に組み込まれたバイブレータの振動により利用者に知らされる。当初このシステムでは利用者の

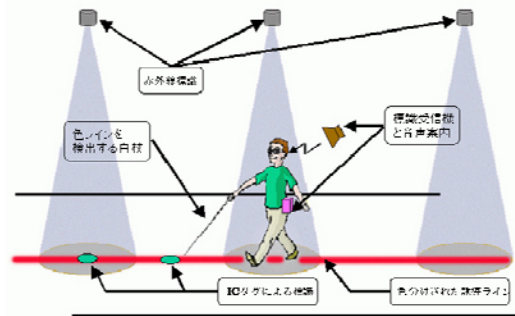


図 2 色分けされたラインによる誘導システム

位置を取得するために、誘導経路に沿った施設の天井等に位置コードを連続的に発信する赤外線標識を設置した。つまり利用者が持つ受信装置によりこの位置コードを読み取り利用者の位置の測定を行った。しかしながら、この場合赤外線標識のサービスエリアが大きくなりピンポイントでの利用者の位置把握が出来ないことや、赤外線標識は利用者がいないときでも常に一コードを発信している必要があるためシステムとしてのランニングコストが大きくなるといった問題点があった。そこで現在では図 2 にも示すように誘導ライン上の位置を取得したい場所にパッシブ型 RFID タグを設置し、白杖先端に設置したアンテナで位置コードを受信する構造に変更した。これにより上記の問題点は殆ど改善された。

この装置について現在までに以下の事項が達成されている。

- (1) 白杖の先端に取り付けたカラーセンサにより 8 種類以上の異なった色の誘導ラインを検出する技術。
- (2) 誘導ライン上に設置された IC タグ (RFID タグ) に記録された位置コードを白杖に取り付けた受信機で読み取り、利用者の位置に応じた音声道案内を行う技術。
- (3) 上記の 2 機能を組み込んだ白杖の試作。

試作を行った道案内装置を用いた実験では、装置が安定に機能し視覚障害者を安全に道案内できることが確認されている。しかしながら、現在の装置では目的地に到達するための誘導ライン上に利用者がいることは判断できるものの、利用者が誘導ライン上をどちらの方向に進んでいるのか分からないという問題点があることも明らかとなった。

今後は、この問題点を解決するため利用者の進行方向を判断する技術の開発を行う予定である。また、利用者の進行方向を特定できるなら、この技術と IC タグによる位置検出により目的地別に色の異なる誘導ラインを用意しなくても一種類の誘導ラインで複数の目的地に道案内することが可能となる。すなわち誘導ラインに分岐点を設け複数

の目的地までラインを敷設し、分岐点には位置検出用に IC タグを設置する。分岐点では音声案内で選択するラインを案内することにより道案内が行える。このような種類の誘導ラインで複数の目的地まで適切に道案内することのできる道案内装置の開発も今後行って行きたいと考えている。

5. 主な発表論文等
〔雑誌論文〕(計6件)

1. Naoki Inoue, Tomoyuki Kanno, Shinya Akiyama, Kazushige Magatani: "THE NAVIGATION SYSTEM FOR THE VISUALLY IMPAIRED USING GPS.", Proceedings of The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering, pp97-100 (2008) (査読有)
2. Tomoyuki Kanno, Kenji Yanashima, Kazushige Magatani: "The Navigation System for the Visually Impaired Using GPS.", Proceedings of 13th International Conference on Biomedical Engineering, pp938-941 (2008) (査読有)
3. Tatsuya Seto, Yuriko Shiidu, Kenji Yanashima, Kazushige Magatani: "A Navigation System for the Visually Impaired Using Colored Guide Line.", Proceedings of 13th International Conference on Biomedical Engineering, pp919-922 (2008) (査読有)
4. Yuriko Shiizu, Yoshiaki Hirahara, Kenji Yanashima, Kazushige Magatani: "The development of a white cane which navigates the visually impaired." Proceedings of the 29th Annual International conference of the IEEE EMBS, pp5005-pp5008 (2007) (査読有)
5. Yuriko Siizu, Yoshiaki Hirahara, Norihiko Takatori, Kenji Yanashima, Kazushige Magatani: "Development fo A Navigation System for The Visually Impaired by Using RFID Tags." Proceedings of the ISBME 2006, pp341-342 (2006) (査読有)
6. Junya Tanaka, Syunsuke Kumashiro, Yusuke Murakami, Kenji Yanashima, Kazushige Magatani: "Development of the Guidance System for the Visually Impaired using GPS." Proceedings of the ISBME 2006, pp347-349 (2006) (査読有)

〔学会発表〕(計14件)

1. 秋山真也, 菅野智行, 井上直樹, 曲谷一成: "GPSと携帯電話を利用した視覚障害者道案内装置の開発", 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門

- 講演会、(2008年12月長良川国際会議場)
2. 富川博貴, 瀬戸達也, 築島謙次, 曲谷一成: "白杖とRFIDタグを用いた視覚障害者道案内装置の開発", 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、(2008年12月長良川国際会議場)
3. 菅野智行, 築島謙次, 曲谷一成: "GPSを利用した視覚障害者誘導装置の開発", ロボティクス・メカトロニクス講演会 08、(2008年5月長野ビッグハット)
4. 瀬戸達也, 椎津百合子, 北野建, 加藤翔, 築島謙次, 曲谷一成: "RFID タグと色テープを用いた視覚障害者を誘導する装置", ロボティクス・メカトロニクス講演会 08、(2008年5月長野ビッグハット)
5. 菅野智行, 築島謙次, 曲谷一成: "GPSを用いた視覚障害者誘導システムの開発", 第8回システムインテグレーション部門講演会、(2007年12月広島国際大学)
6. 瀬戸達也, 椎津百合子, 築島謙次, 曲谷一成: "RFIDタグと色テープによる誘導路を用いた視覚障害者道案内装置の開発", 第8回システムインテグレーション部門講演会、(2007年12月広島国際大学)
7. 椎津百合子, 平原 義朗, 築島謙次, 曲谷一成: "視覚障害者を誘導するための電子白杖の開発", ロボティクス・メカトロニクス後援会07、(2007年5月秋田拠点センターALVE)
8. 瀬戸達也, 平原義朗, 築島謙次, 曲谷一成: "白杖と色テープを用いた視覚障害者道案内装置の開発", ロボティクス・メカトロニクス後援会07、(2007年5月秋田拠点センターALVE)
9. 平原義朗, 椎津百合子, 金村亮輔, 塚田裕樹, 築島謙次, 曲谷一成: "白杖と色テープを用いた視覚障害者誘導装置の開発", 第7回システム・インテグレーション部門別講演会、(2006年12月札幌コンベンションセンター)
10. 田中潤也, 伊藤綾乃, 築島謙次, 曲谷一成: "GPSを用いた視覚障害者道案内装置の開発", 第7回システム・インテグレーション部門別講演会、(2006年12月札幌コンベンションセンター)
11. 田中潤哉, 熊代俊介, 村上勇佑, 築島謙次, 曲谷一成: "GPSを利用した視覚障害者誘導装置の開発", ロボティクスメカトロニクス講演会 2006、(2006年5月早稲田大学理工学部)
12. 平原義朗, 櫻井祐輔, 椎津百合子, 築島謙次, 曲谷一成: "白杖と色テープを用いた視覚障害者誘導装置の開発", ロボティクスメカトロニクス講演会 2006、(2006年5月早稲田大学理工学部)
13. 椎津百合子, 平原義朗, 櫻井祐輔, 築島謙次, 曲谷一成: "白杖を用いた視覚障害

者誘導装置”、第 45 回日本生体医工学会
大会、(2006 年 4 月福岡国際会議場)

14. 高鳥紀彦，野島研吾，松本雅史，築島謙
次，曲谷一成：“ICタグを用いた視覚障害
者音声誘導装置の開発”、第 45 回日本生
体医工学会大会、(2006 年 4 月福岡国際
会議場)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

曲谷一成(Kazushige Magatani)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：00181610

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし