

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 28 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500516

研究課題名（和文） 視覚障害者の単独歩行を支援するための道案内機器に関する研究

研究課題名（英文） A study of the navigation system which supports independent walking of the visually impaired.

研究代表者

曲谷 一成 (MAGATANI KAZUSHIGE)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：00181610

研究成果の概要（和文）：我々は今回のテーマとして主にインテリジェント白杖を用いた視覚障害者の道案内システムの開発を行った。このシステムは道案内装置と地図情報システム都から構成され、これらの装置は一体となって白杖に組み込まれている。この道案内装置は道案内をする場所の床に貼られた色の付いた誘導ラインを辿ることにより目的地までの道案内を行う。白杖の先端にはカラーセンサが組み込まれ誘導ラインの色を検出し、白杖に組み込まれたバイブレータの振動により視覚障害者に誘導ラインに沿って歩いていることを知らせる。

研究成果の概要（英文）：We mainly developed a navigation system for the visually impaired using an intelligent white cane. Our developed instrument consists of a navigation system and a map information system. These systems are installed on a white cane. Our navigation system can follow a colored navigation line that is set on the floor. In this system, a color sensor installed on the tip of a white cane, this sensor senses a color of navigation line and the system informs the visually impaired that he/she is walking along the navigation line by vibration.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

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：道案内装置、視覚障害者支援

1. 研究開始当初の背景

全盲またはそれに準ずる視覚障害者は白杖を用いた歩行訓練を受けることにより、既知の場所であれば歩行することが可能となる。しかしながらこのような白杖の使用に習熟した障害者であっても未知の場所を介助者無しで歩行することは困難である。視覚障害者はできるだけ自分で自由に歩行できることを希望し、また介助者にとっては歩行介

助はかなりの負担となっている。この問題を解決するためには視覚障害者が介助者無しで単独歩行を行うことを支援する道案内装置が必要である。

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

研究目的の項で述べたように本研究の目標は視覚障害者の単独歩行を支援する機器の開発である。この研究は屋外における使用を前提とした「GPSを利用し視覚障害者の位置を捕捉し地図データベースを参照して道案内を行う装置」と、公共機関や地下街等の屋内における使用を前提とした「目的地まで敷設された色のついた誘導ラインとそれを検出する電子化された白杖により道案内を行う装置」の2つに分けて行われた。

GPSを利用した道案内装置では、過去の研究においてGPSにより利用者の位置を検出すること、利用できるGPS衛星の数が少ない等GPSが利用できないときは開発した自立測位装置により利用者の位置を推定すること、利用者の位置から目的地までの歩行経路を地図データベースを参照することにより算出すること、およびこれらの結果に基づき音声により利用者を目的地まで道案内することが可能となっている。この道案内装置はGPS受信機、自立測位装置、およびこれらの機器を制御するとともに内蔵する地図データベースに基づき音声案内を行うノートコンピュータにより構成されているが、そのサイズはかなり大きなものとなり視覚障害者が気楽に携帯するには無理があった。従ってこのシステムを小型軽量化し実用化することを目指し研究を行った。

インテリジェント白杖を用いた道案内システムはGPSを使用することのできない地下街や駅の構内などで視覚障害者を道案内するものであり、利用者の歩く経路に沿って床に目的地ごとに異なった色テープ（誘導ライン）を敷設し、白杖でその色テープを検出し目的地まで視覚障害者を道案内するというものである。

このシステムの開発においては、床に敷設された8色の色テープの中から指定した色を検出し、白杖に内蔵したバイブレータを振動させ利用者に正しい誘導ライン上にいるこ

とを知らせること、および誘導ライン上に設置されたICタグを白杖で検出し、その位置の情報を音声で利用者に知らせることが実現できている。今回は周囲の明るさや利用者の進行方向に対しても配慮をした実用的な道案内装置の開発を目指した。

4. 研究成果

GPSを利用した道案内装置に関しては、道案内装置を小型化する場合であっても、多くの視覚障害者が健常者が持たない目立つものを携帯することに難色を示すことから、身近に一般的なものとして存在するものがこの目的のために利用できることが望ましいと考えた。現在多くの携帯電話でJAVA言語によって開発したアプリケーションが動作すること、GPS機能を内蔵した携帯電話が市販されていること、また携帯電話は健常者のみならず視覚障害者も一般的に利用していることを考慮して、現在までに開発してきた道案内装置の機能を携帯電話のアプリケーションプログラムの一つとして実現したいと考えた。

具体的にはGPSは携帯電話に内蔵されているものを使用し、自立測位装置からの情報は携帯電話に装備されているRS232Cインタフェースを用い携帯電話に取り込むこととし、その情報を処理し道案内を行うソフトウェアをJAVA言語により記述し携帯電話への道案内機能の実装を試みた。なお、ターゲットとする携帯電話はNTT DocomoのFOMAとし、NTT Docomoが無償で配布しているJAVAアプリケーション開発用エミュレータを用いソフトウェアの開発を試みた。

現在までにJAVAアプリケーションソフトとして携帯電話より位置情報を取得し、デジタル化されている地図データベース上にて利用者の存在位置を確認すること、およびその位置から利用者の目的地までの経路を算出することが可能であった。今回は音声データ等を携帯電話に登録しGPSデータに基づき音声で道案内を行うことが可能となった。ここでは地図データとして我々が作成したものをを用いているが、地図が利用できる範囲は極めて限定的な物である。今後の実用化に際しては市販されている地図データ等を利用できるようにソフトウェアを改良する必要があると考えている。また、RS232Cインタフェースを介して携帯電話と通信することは可能となったが、これを開発したソフトウェアにリンクし統一するのは今後の課題である。

次に誘導ラインを利用した道案内装置について述べる。図-1に誘導ラインを利用した道案内装置の概要を示す。この道案内装置は、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

を組み込んだインテリジェント白杖で検出し辿ることにより道案内を行うものである。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。また案内を行う上で重要な場所には IC タグが設置されており、これを白杖が検出すると音声による道案内が行われる。

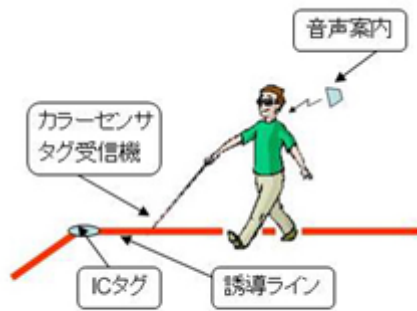


図-1 誘導ラインを利用した道案内装置

以前開発した道案内装置では利用者の位置を知るために誘導経路の天井に敷設した赤外線標識を使用していた。この赤外線標識を用いたシステムはその地点の位置コードを赤外線のパルスとして発信しそれを受信機で受信することにより音声案内を行うものであった。このシステムは有効に機能することが確認されているが、以下に示す欠点があった。

1. 赤外線標識自身が位置情報を発信するためのマイクロプロセッサを必要とし、その結果常に電源を必要とするためランニングコストが掛かる。
2. 誘導経路上に赤外線標識はかなりの数必要となるが、敷設するのにかかる経費が大きなものとなる。
3. 標識の発信する赤外線パルスを受信するために別途受信機が必要となり、このシステムを利用する視覚障害者は白杖以外にも受信機を持つ必要があった。

すなわち経常的に費用がかかることと、道案内システム自身が結構大がかりなものとなり視覚障害者が簡単に持ち歩けるといえるものではなかった、という問題点があったわけである。そこで今回は赤外線標識の代わりに低コストでそれ自身電源を必要としないパッシブタイプの IC タグを利用しこれを誘導ライン下に設置することで利用者が位置情報を得られるように改良した。またこの改良に伴い IC タグとの通信に用いるアンテナを白杖の先端部に取り付け、また受信機を白杖に内蔵することで、利用者が持たなければいけないものを白杖だけにした。これに伴い開発した道案内装置は以前のものと比較し性能は変わらないもののかなり小型化され使

用しやすさが改良されたと考える。

後述の通り、現在のシステムでは認識すべき誘導テープの色は2色であるが、研究開始当初は目的地別に誘導テープを敷設することが前提であったため、目的地の下図だけ誘導テープが色分けされている必要があった。従って白杖が認識しなければならない色数は多い方が良く、これが安定に認識できる必要があった。このシステムにおいての大きな問題は、特にシステムが使用される環境の明るさの変動により色識別が安定しないことであった。そこで本システムではカラーセンサから読み込んだ RGB データをそのまま利用している識別を行うのではなく、いったん Yxy 標識に変換している。Yxy 標色系では (x, y) の値が光の輝度に無関係に一定になることから、この形に色を変換すれば周囲の明るさに関係なく同じ色のテープなら (x, y) 値は同じ値を取るようになる。この方式を採用することにより識別することのできる色数が8以上に増加し、また周囲の環境に影響されることなく安定に識別することが可能となった。

また、過去のシステムでは誘導ラインが単なる着色されたテープであったことから、利用者がどちらの方向に進んでいても、選択された色が適合していれば白杖を通して誘導ラインの上に乗っていることを利用者に知らせていた。このため一つの標識を検出してからもう一つの標識を検出するまで利用者の進行方向がわからず、進行方向が誤っている場合それを利用者に知らせることができなかった。そこで今回は一つの誘導ラインを方向判別色と誘導色の2色のテープを貼り合わせたもので構成し、また杖がどのように振られているかを検出するために白杖先端に3軸加速度センサを取り付けた。この装置を用いることにより利用者が白杖を左右に振った場合、杖がどちらの色を先に検出するかで利用者の進んでいる方向を検出することが可能となる。また、この方式を取ることにより要所に RFID タグを設置するだけでテープさえ敷設されていればどの方向にも利用者を誘導できることになる。従ってこれまでは目的地の下図だけ異なった色のテープが必要であったが、このシステムでは全ての目的地まで同じ誘導テープを敷設するだけで利用者を道案内できることになる。これは今回開発した方式の大きな利点であると考えている。

本道案内システムでは、道案内に音声を用いているが、以前のシステムではスピーカーを通して音声案内を行っていた。この場合道案内音声の利用者の周囲にかなりの音量で聞こえることになり、視覚障害者の方々からはこの点が気になるとの指摘があった。そこで今回の道案内システムでは音声案内に周囲に音が聞こえないようイヤホンを用いる

ことにしたが、通常のイヤホンで利用者の耳を塞いでしまうと、周囲の環境音を利用し歩行する視覚障害者には危険なため、耳を塞がないでも音声を伝達することが可能である骨伝導イヤホンを用いている。

本研究で開発した道案内装置の能力は以下の通りである。

- (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ことが可能である。
- (2) 一旦取り込んだカラーセンサデータをYxy 標識に変換することにより、周囲の明るさに影響を受けず安定に誘導ラインを識別することができる。
- (3) 一本の誘導ラインの構成を方向判別色と誘導色の2種類の色から構成することにより利用者が歩いている方向を判別することが可能である。
- (4) 誘導ライン上に設置された IC 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ことができる。

大学キャンパス内に誘導ラインを敷設し、試作を行った白杖を用いて道案内実験を行った。被験者は20代の健常成人であり、アイマスクを着用し全盲状態として実験を行った。その結果全ての被験者が安全に誘導ラインを辿ることが可能で目的地に容易に到達できることを確認している。

以上のことから、本研究によりインテリジェント白杖と誘導ラインを用いた視覚障害者のための道案内装置はほぼ実用段階に達したと考えている。今後は実用化に向けての取り組みを強化してゆく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

1. Kazushige Magatani, Jin Fukazawa: “A navigation system for the visually impaired an intelligent white cane.”, Proceedings of 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp4760 - 4763 (2012) 査読あり

[学会発表] (計 5 件)

1. 深沢 仁、曲谷 一成: ” 電子白杖と色分けされた誘導ラインを用いた視覚障害者道案内装置”、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012、2012 年 5 月 19 日、アクトシティ浜松
2. 深沢 仁、曲谷 一成: “電子白杖と誘導テープを用いた視覚障害者用道案内装置の開発”、第 12 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、2011 年 12 月 25 日、京都大学吉田キャン

パス

3. 深沢 仁、曲谷 一成: “電子白杖と色分けされた誘導ラインを用いた視覚障害者道案内装置”、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011、2011 年 5 月 27 日、岡山コンベンションセンター
 4. 深沢 仁、曲谷 一成: “色テープと RFID タグを用いた視覚障害者道案内システム”、第 50 回日本生体医工学会大会、2011 年 4 月 30 日、東京電機大学神田キャンパス
 5. 深沢 仁、曲谷 一成: “視覚障害者支援”、第 11 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、2010 年 12 月 25 日、東北大学川内キャンパス
- [図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

曲谷 一成 (MAGATANI KAZUSHIGE)
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