

音声歩行案内システム

畠山卓朗[†] 伊藤啓二^{††} 白鳥哲夫^{††} 城口光也^{††} 久良知國雄^{††} 春日正男^{†††}

[†]横浜市総合リハビリテーションセンター ^{††}三菱プレシジョン株式会社

^{†††}宇都宮大学工学部情報工学科

あらまし 視覚障害者が道路や建物内などで移動する際、環境情報をいかに正確に入手し、頭の中の地図（メンタルマップ）をたよりにしながらいかに目的地へ安全に到達できるかが課題である。これまでに様々な装置が開発されてきたが、解決すべき課題が残されている。本論文では、視覚障害者の白杖歩行時に、目的地の方向を効率良く正確に知ることができるための新しい音声案内システムを提案する。このシステムは視覚障害者だけでなく、高齢者も含めたユニバーサルな利用を目指す。

Audible Signage System for Pedestrians

Takuro HATAKEYAMA[†], Keiji ITO[†], Tetsuo SHIRATORI^{††}, Mitsuya SHIROGUCHI^{††}, Kunio KURACHI^{††}, Masao KASUGA^{†††}

[†]Yokohama Rehabilitation Center ^{††}Mitsubishi Precision Co. Ltd..

^{†††}Faculty of Engineering, Utsunomiya University

Abstract. When a person with visual disability moves on the road or in the building, he or she must acquire environment information accurately and reach his or her destination safely, relying on his or her mental map. To support this, various devices have been developed, but many problems are left unsolved. To seek the convenience of the people with visual disability, we propose a new audible signage system for pedestrians. This system is intended to cover the aged as well as the people with visual disability.

1. まえがき

視覚障害者が道路や建物内等で移動する際、環境情報をいかに正確に入手し、頭の中の地図（メンタル・マップ）をたよりにしながら目的地へ安全に到達できるかが課題である。従来からこれを支援するための様々な装置が開発されてきたが、同時に未解決の課題を多く抱えている。

今回、視覚障害者の利便性を中心に追求していくことを通して、新たな音声歩行案内システムを提案する。本システムは障害者利用だけでなく高齢者等をも含めたユニバーサルなシステムを目指す。

2. 歩行案内システムの現状と課題

視覚障害者の歩行を補助する手段には大きく分けて2種類ある[1]。その一つは、白

杖や盲導犬さらに前方の障害物を超音波等で検知するシステム等であり、これは視覚障害者の知覚範囲を拡大し代替するためのものである。もう一つは、誘導ブロックや音響信号さらに音声で場所を知らせる位置表示装置であり、これは環境側から視覚障害者に指示を与えたり情報を伝えたりすることを目的としている。ここでは後者のシステムを歩行案内システムと呼ぶことにする。実際の視覚障害者の歩行においては、それらの中から適宜選択し、あるいは組み合わせ利用する。第二のグループのうち、誘導ブロックと音響信号はすでに実用に供している。しかし、誘導ブロックは道路工事等を伴うため費用もかかり、公共的な建物や交通機関の周辺に利用が限定されている。また、車いす利用者や杖歩行の高齢者

にとっては、誘導ブロックは移動や歩行の妨げとなることがある。音響信号に関しては、信号機と連動して音楽が流れる仕組みになっているが、周辺住民にたいする騒音問題を引き起こしている。近年では、カード型の無線送信機のボタンを押すことで信号機が連動して音にかわり、さらに音楽が流れるという信号機がある。しかし、現存するすべての信号機が対応しているわけではないため、視覚障害者にとってはまだ十分活用できていない。位置表示装置としては、提供したい情報を微弱FM電波で常に流しておき、携帯型のFM受信機を持った視覚障害者があるエリアに入ると音声情報を入手できるシステム[2][3]がある。ただし、電波を使用しているため、視覚障害者が方向に関する情報を得ることは困難である。近年では、衛星からの電波を基に視覚障害者の地球上の位置を割り出し音声で伝えたり、目的地までの道順を指示する装置が開発されている[4]。しかし、建物の中や地下下街では電波が届かない、たとえ位置が分かっても、ほんとうに必要なまわりの詳細な情報までを伝えてくれるわけではない等、未解決な課題は多い[5]。そこで筆者らは位置表示装置に着目し、以上で述べた問題点を踏まえながら、視覚障害者に必要な情報を簡易に提供できるシステムの開発を以下に提案する。

3. 新しい音声案内システムの提案

3.1 システムの設計方針

次に述べる7点をシステム構築方針とする。

(1)白杖歩行に対する

補助的手段である

(2)方向情報を提示可能とする

(3)視覚障害者へパーソナルな情報提示を行う

(4)提示情報の書き換えが容易である

(5)操作方法が容易である

(6)大規模な設置工事を必要としない

(7)高齢者等も含めたユニバーサルな利用が可能

3.2 システム構成

システム構成のブロック図を図1に示す。システムは、電子ラベル部と携帯部から構成する。電子ラベル部は、音声記録部、音声圧縮／伸張部、音声信号変調器、赤外線送信器、赤外線受信器、さらに制御器から構成する。一方、携帯部は、赤外線受信器、音声信号復調器、情報取得スイッチ、スピーカ、制御器から構成する。

電子ラベル部は、建物の出入り口や物の位置を示す、すなわち情報を提示しようとする場所に設置する。これにたいして、携帯部は視覚障害者が歩行時に携帯する。電子ラベル部と携帯部は赤外線によるデータ通信で結合する。電子ラベル部と携帯部の距離は、電子ラベル部の赤外線の出力量調整に依存し、最小60cmから最大30m程度

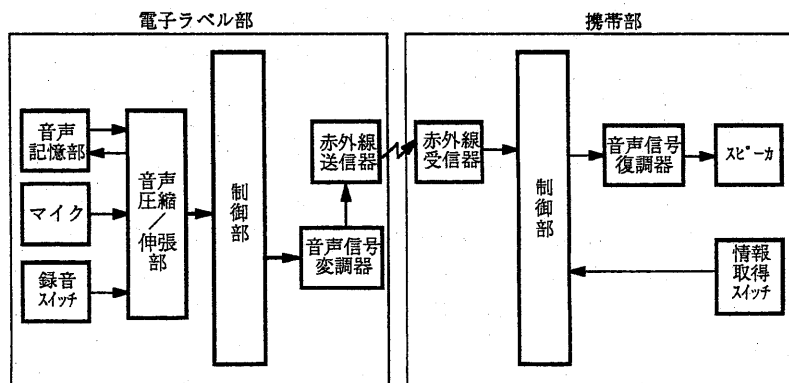


図1 システムブロック図

とする。電子ラベル部の電源は、当面はAC100V電源アダプタを使用するが、将来的には電池駆動も検討する。

3.3 赤外光線を用いた情報伝達方向確認方式

3.3.1 機能

- 電子ラベル部からは、照射角度180度で赤外光線を常時発光させる。
- 赤外光線には、音声情報をFM変調した信号を含ませる。
- 携帯部の情報取得スイッチが押されたとき、携帯部が受光した赤外光線を音声信号に復調し、携帯部に内蔵した小型のスピーカから再生する。

なお、携帯部に内蔵した赤外線受信器の受光角は40度である。(図2)

3.3.2 方向確認の原理

ここでは方向確認方式の原理について述べる。方向確認とは、視覚障害者が携帯部を用いて電子ラベル部が設置してある方向を見いだすことである。

電子ラベル部からの赤外光線と携帯部の受光素子の中心軸が一致したとき最も明瞭な音声を再生させる。これにたいして、中心軸の角度が外れるに従い、音声信号のノイズ成分が増すことになる。従って、視覚障害者が携帯部を左右または上下に振ることにより、水平方向または垂直方向に適宜中心軸を調整し、もっとも明瞭な音声が得られる方向が、電子ラベルのある方向として特定できる。

3.4 システム運用

システム操作の概念図を図3に示す。白杖歩行を行う視覚障害者は、エレベータの入り口や建物の出入り口等の方向を確認したい時、携帯部を手に保持し、情報取得ス

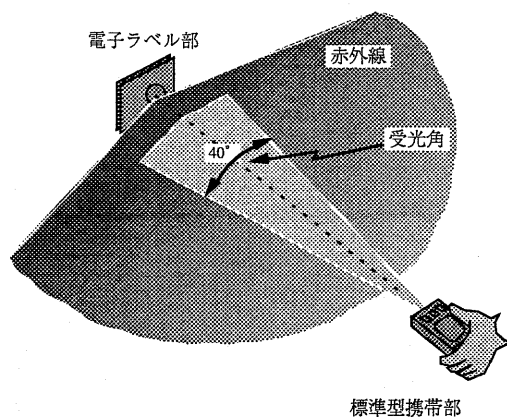


図2 携帯部の受光角

イッチを押しながら、ゆっくりと左右に旋回させる。電子ラベル部からの赤外光線が携帯部の受光角に入射した時、携帯部のスピーカから、ノイズが混じった音声が発せられる。視覚障害者は、その音声が最も明瞭に聞くことが出来るように方向合わせを行うよう努力する。視覚障害者は、目標物に向かって徐々に移動しながら、携帯部による方向合わせを繰り返す。

利用者と電子ラベル部との位置関係の確認のため、電子ラベル部を比較的高所(2m~3m)に設置する。利用者が、電子ラベルに近づくに従い、明瞭な音声を聞くために、携帯部を徐々に上方に向け、最終的に

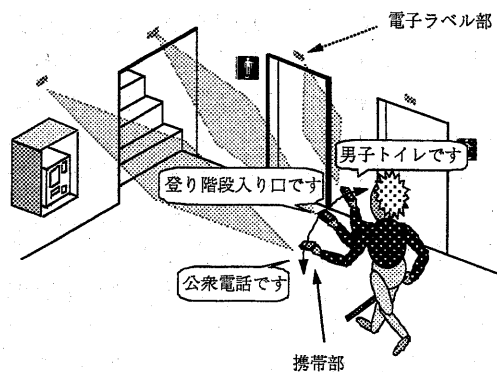


図3 システム操作の概念図

ラベル部の真下に到達した時は、手は完全に真上を指し示すこととなる。周囲が人で混み合う場所では、遮光を避けるため、より高所に電子ラベルを設置する場合も考えられるが、操作の標準的観念を利用者に持って貰うため、なるべく一律の高さに電子ラベル部を設置することが望ましい。

4. システムの有効性評価と考察

提案したシステムの基本となる機能が、いかに視覚障害者の白杖歩行に有効に働くかを検証するために、同様の装置の開発を行っている米国トーキングサインズ社の協力を得て評価試験を実施した。この目的は、利用者の利便性を最優先に考え、通信方式に互換性を持たせること、さらに、より良いシステムを迅速に開発すること、等である。

4. 1 評価条件

試験協力者は16名（全盲7名、弱視9名）である。試験場所は、横浜市障害者スポーツ文化センター「横浜ラポール」1階で、主要箇所（受付、エレベータ、トイレ等）に計21個の電子ラベル部を設置した。

本システムを運用した時の有効性（歩行効率性、安全性、心理的ストレス等）の定性分析評価を行う。試験路は、最初30m直線歩行を行い（最初の20mのみ誘導ブロック有り）、次に左に90度曲がり10m直線歩行したところに目的となる電子ラベル部を設置した。経路中の主要箇所と目標地点には電子ラベル部が設置してある。試験に先立ち、被験者に実験者が同行して歩行を行い、メンタルマップの作成を行う。試験は、携帯部を用いた白杖歩行時と白杖のみ歩行時の違い等について被験者の感想を求める。また、試験実施後に直ちに表1に示す各項目について被験者に口頭で質問を行い、5段階評価を行う。また、被験者に自

表1 評価項目

評価項目	質問事項
有効性	役に立つ
	案内の内容はわかる
	到着したことがわかる
安心性	安心して歩行できる
携帯部の機能・性能	方向を見つけるのは簡単
	持ちやすい
	重さは問題ない
	大きさは問題ない
5段階評価： 5. まったくそう思う 4. ややそう思う 3. どちらともいえない 2. あまりそう思わない 1. 全然そう思わない	

由な感想を述べてもらい記録する。

4. 2 評価結果

アンケート調査による5段階評価の結果から、以下に述べるようなことが分かった。

「役に立つ」が94%（15名）、「案内の内容が分かった」が94%（15名）、「安心して歩行できた」が88%（14名）、「方向を見つけるのは簡単」が63%（10名）であった。（ここでは、評価段階5、4に属するものを統計対象とした）これらに対して、「到達したことが分かりにくい」が25%（4名）、「持ちにくい」が69%（11名）、「重い」が69%（11名）、「大きい」が75%（12名）と答えている。（ここでは、評価段階3、2、1に属するものを統計対象とした）さらに試験データを多変量解析することで、以下に述べるような結果を得た。図4の相関係数グラフより、「安心して歩行できる」「方向を見つけるのは簡単」が「役に立つ」に貢献していることが分かる。これに対して、「大きい」「持ちにくい」が「役に立つ」に貢献していないことが分かる。また、図5のクラスター分析樹形図が示すように、調査項目の独立性を3分割すると、「役に立った」「安心して歩行できた」等が50%、「案内の内容は分かった」が13%、「重い」「持ちにく

い」が38%となり、「保持性」が重要な評価基準の一つであることがわかった。

この他、被験者からのおもな感想には以下に述べるものがあった。

(a) 良い点

3次元の世界が開かれる事を強く感じた、メンタルマップを作るのに役立った、手元で聞けることは周りの人に迷惑をかけず嬉しい

(b) 特に設置して欲しい場所や情報

バスのりばやタクシー乗り場、地下鉄の入り口、バスの行き先表示、ショッピングセンター、信号機の状態

(c) 不安な点や不満な点

両手が塞がるのが不安、従来からの装置との互換性がないこと

(d) 付け加えて欲しい機能としては、

目標に到着したことがわかる機能、自分の歩いた経路をメモするための録音機能等があげられた。

5. 考察

評価結果から、携帯部について「大きい」「持ちにくい」等の問題点が明らかになり、今回の評価に用いた装置の保持性にやや難点があることがわかった。この問題にたいしては、現在開発中の装置は小型・軽量化、さらに保持性を考慮した携帯部のデザインを進めており、改善が期待できる。さらに、被験者からは「目的地に到達したことが分かり難い」ことにたいする指摘があった。この問題にたいしては、携帯部にラベル音要求スイッチを設けることを検討している。すなわち、利用者が目的地の一定距離内に入った時、ラベル音要求スイッチを押すと、電子ラベル部に向けて赤

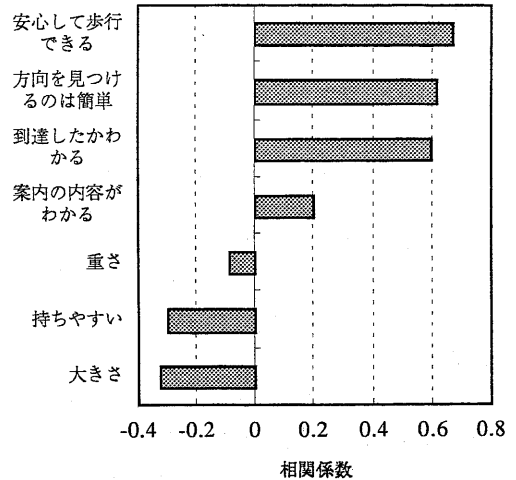


図4 「役に立つ」と各評価項目との相関係数

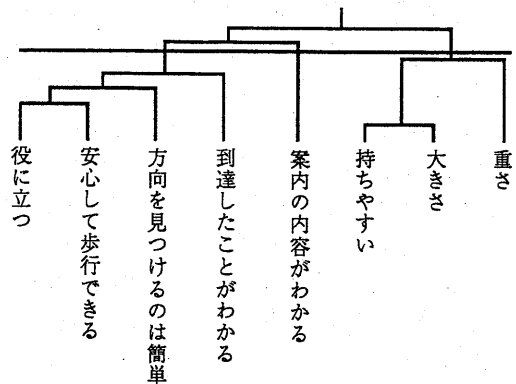


図5 クラスタ分析樹形図

外光線が発光する。すると電子ラベル部から電子音が鳴り、目的地の間近にいることが利用者自身で分かるようになって考えている。今後、評価試験から得た結果をシステム設計に反映させながら今後の開発を進める。

6. あとがき

本システムは、視覚障害者だけでなく高齢者や外国人等にたいする情報提供手段として、また一般の美術館や博物館等での情報提供手段として、ユニバーサルな活用が

できると考えている。

なお、本システムは現在もなお開発段階にあり、今後、さらに実用性の高いシステムの実現を目指す。

本研究開発にたいしては、三菱プレシジョン株式会社が財団法人テクノエイド協会から福祉用具研究開発事業助成金の交付を受けていることをここに付記する。

謝辞

本研究を進めるにあたり、以下に掲げる方々から貴重な助言や多大なご協力をいただいた。この場を借りて、深く感謝の意を表します。

元筑波大学付属盲学校 長谷川貞夫氏、
東京電機大学 齊藤正男氏、東京都心身福祉センター 御旅屋肇氏、労働省 吉泉豊晴氏、東京都八王子盲学校 三崎吉剛氏、
横浜市総合リハビリテーションセンター大場純一氏、青野雅人氏、横浜市身体障害者団体連合会 三浦辰男氏、国際プロダクティブ・エージング研究所 白石正明氏、
米国トーキングサインズ社 C.Ward Bond氏、評価試験にご協力いただいた視覚障害者の方々

参考文献

- [1] 御旅屋肇，“視覚障害者用歩行補助システムの検討，”第11回リハ工講論，pp.241-246，Jul.1996.
- [2] 半田志郎，藤城孝夫，武井純一郎，大下真二郎，“視覚障害者用音声アシストシステム，”第10回リハ工講論，pp.281-282，Aug.1995.
- [3] 坊岡正之，相良二郎，赤澤康史，“微弱電波を用いた音声案内システムの開発，”第11回リハ工講論，pp.237-238，Jul.1996.
- [4] 判澤正人，篠田陽理子，曲谷一成，築島謙次，増本優，“DGPSを用いた視覚障害者用ナビゲーションシステムの開発，”

- 信学技報HCS96-18，pp.71-78，Sep.1996.
- [5] 青野雅人，畠山卓朗，田中理，“視覚障害者用音声案内装置の調査，”第13回リハ工講論，pp.441-446，Aug.1998.
- [6] 畠山卓朗，伊藤啓二，白鳥哲夫，城口光也，久良知國雄，春日正男，“音声歩行案内システムの開発，”第13回リハ工講論，pp.349-354，Aug.1998.
- [7] 畠山卓朗，伊藤啓二，白鳥哲夫，城口光也，久良知國雄，春日正男，“音声歩行案内システム，”第14回HIS論集，pp.577-582，Sep.1998
- [8] “視覚障害者を赤外線で案内，”日本経済新聞社，Feb. 18 1998.