

視覚障害者用単独トレーニングのための ウォーキングガイドの開発

新潟大学 牧野秀夫
(共同研究者) 新潟県立 井出国男
新潟盲学校
同 間三男

Development of a Walking Guide for Single Training for the Visually Impaired to Allow Them to Exercise Independently

by

Hideo Makino

Niigata University

Kunio Ide, Mitsuo Aida

Niigata School for the Blind

ABSTRACT

We developed an automatic walking guidance system for the visually impaired such that they may walk or jog by themselves in a gymnasium. In detail, the system consists of an electrically powered wheelchair, with an infrared barcode reader, which moves ahead of the person through predetermined points along a route. It is therefore possible for a user to enjoy independent physical training whenever they want. help.

The key technology of this system is finding your position in a gymnasium or corridor. Although, it is possible to move around with a wheelchair using ultrasound sensor, it is desirable and necessary to have the actual position information so as to know when you have reached a specific point or turn. We therefore used a specially designed infrared barcode plate, along the side of a corridor, as a

position identifier. The plate, being invisible, is not obvious and therefore does not spoil the building design.

The results were;

- 1) Invisible type barcode plates and
- 2) a mobile position data reader were developed. Moreover,
- 3) an effective sound information method for the system was developed for the system.

要 旨

視覚障害者が、屋内を単独で歩行ならびに軽いジョギングを行うための自動ガイド装置開発に関する研究を行った。具体的には、電動車椅子等に近赤外線バーコード読取り装置を取り付け、あらかじめ与えられた地点や周回径路を障害者の先頭に立って移動する動作を行わせる。したがって、障害者は自由な時間に他人の手を借りずに単独で自己のトレーニングが可能となる。

ここで装置開発の核となるのは、現在地の取得方法である。すなわち、廊下あるいは体育館の移動動作は車椅子と超音波センサー等により、ある程度可能であるが、特定の目的地あるいはトラックを廻る動作の場合は、実際に移動する地点の位置情報が不可欠である。そこであらかじめ廊下の側面下部にバーコードを貼り付け、さらにこれを近赤外線反応塗料で作成することにより、通常目には見えない形式で建物の美観にも配慮した高速な位置検出が可能となる。本研究の成果として、1) 廊下用非可視型バーコード標識、2) 移動型位置情報読み取り装置を開発し、さらに、3) 効率的な音声案内方法に対する検討を行った。

緒 言

視覚障害者が単独での歩行あるいはスポーツ等を行おうとする場合には、まず移動する際の安全な移動手段ならびに位置情報の入手が是非とも必

要となる。ここで、屋外での移動手段としては、従来の白つえや盲導犬の利用が考えられ、さらに位置案内やナビゲーションの機能を持つ電子装置の開発や歩行補助ロボットの研究も進められている¹⁻³⁾。

こうした、人手に頼ることなく視覚障害者の移動を補助することのできるロボットの開発は、障害者の自立にとって非常に大きな可能性を提供するものである。ここでロボット開発上問題となるのは、周囲環境認識すなわち現在位置を正しく検出するための演算処理速度である。一般に、ロボットは自動走行試験車も含め CCD カメラによる画像入力と超音波、レーダ等を組み合わせたセンサーシステムを使用している。しかし、画像解析により周囲の特徴認識を実時間でを行うためには高速の画像処理装置が必要となり、これがシステム全体を小型化する際の大きな問題となっている。そこでわれわれは、周囲環境の画像から現在地をすばやく認識する方法として、商品管理や車の誘導実験などで用いられているバーコードに着目し、さらにこれを近赤外領域のみで反応する材料で作成することにより、景観を考慮した肉眼では検出できない形式の非可視型バーコード標識の研究を行ってきた⁴⁻⁶⁾。

今回の研究では、この標識を屋内におけるスポーツトレーニングのうち軽いジョギング時の位置情報案内に応用し、移動中にその位置を音声案内する装置の開発を行った。以下に、その概要を

述べる。

1. 方 法

図1に、公共建造物にみられる床と壁面の様子

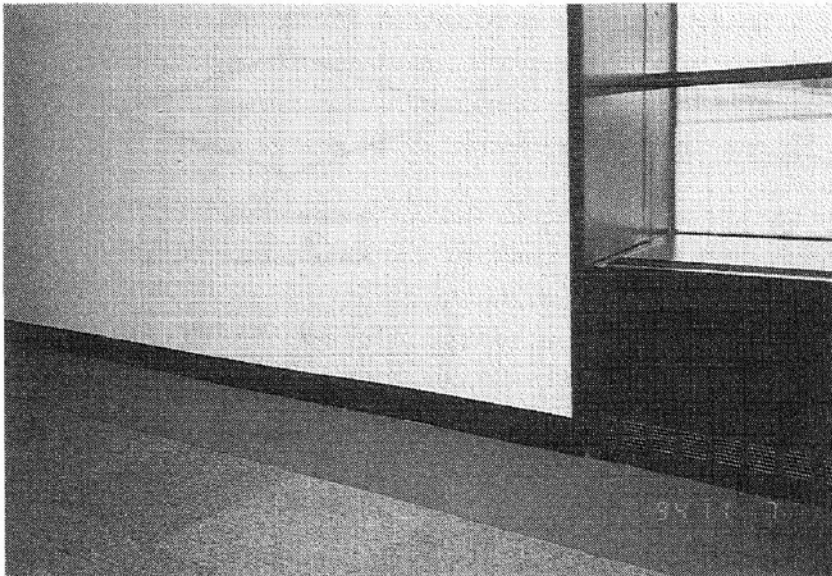


図1 床と壁面の様子

を示す。通常、床と壁面との間には幅約 10 cm の黒い帯状のパネル（以下、幅木とする）が取り付けられている。そこで今回は、この幅木の部分に貼付する形式で位置情報識別用バーコードを作成し、その標識部分ならびにバーコードそのものを CCD カメラにより自動検出することとする。ここでバーコードは、可視光領域と近赤外領域で反射率の異なる 2 種類の試料を組み合わせる。

通常室内で得られる自然光の分光特性を前提に、入射光の波長が 800 nm であるとき、反射率が約 80% の試料 R をホワイトバー、約 20% の試料 C をブラックバーとしてバーコードを作成した。バーコード作成形式は JIS-ITF シンボル形式を使用し⁷⁾、先の幅木の幅を参考にその内側に貼り付け、可能なサイズ（横 235 mm×縦 85 mm）とした。さらに、バーコードの汚れ等を防ぐために表面をラミネートフィルムで加工した。

図2にシステム構成を示す。具体的な屋内の画

像入力、先の壁面幅木部分に貼付したバーコードをビデオカメラ（Canon：LX-1）により撮影する方法で行う。この画像をパーソナルコンピュータ（Proside：JD 194-50）および画像入力ボード（CANOPUS：Super CVI）を用いて処理する。ビデオカメラは本体内部の赤外線カットフィルターを事前に取り除き、レンズ前面で可視光透過フィルター（HOYA：CAW-500、径 52 mm）と近赤外線透過フィルター（HOYA：RT-830、径 52 mm）を交互に交換することにより、可視光領域の画像（以下、可視光画像）と近赤外線領域の画像（以下、近赤外線画像）をそれぞれ入力可能とした。具体的なフィルターの分光特性は文献に示されているので、ここでは省略する⁸⁾。

照明（ビデオライト）は、カメラ上部に取り付け可能な 30 W のハロゲンランプ（SUNPAK AUTO CV-300）を使用し、近赤外線画像を入力する場合に照射する。また、移動時の音声案内には音声合成装置を使用する。ここでは、外付型の音声合成装置（SANYO：VSS 300）および内

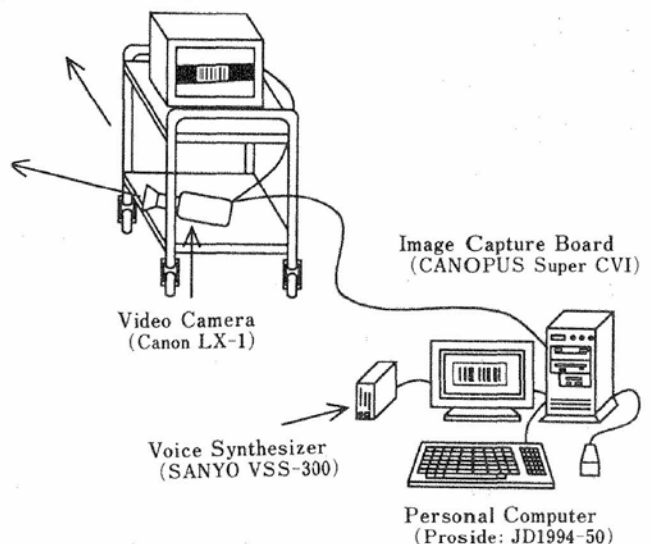


図2 システム構成

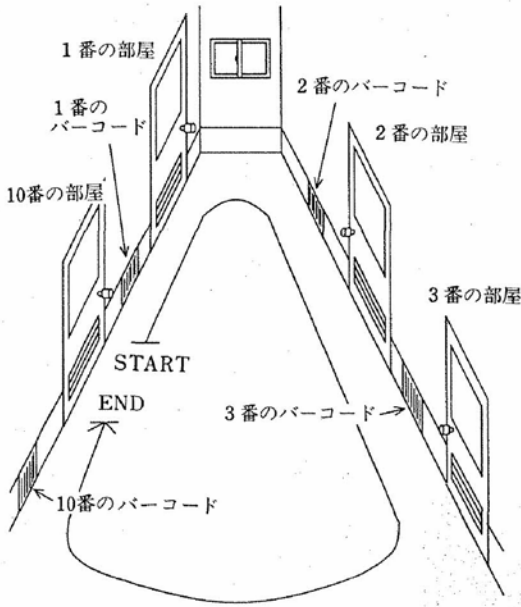


図3 実験方法

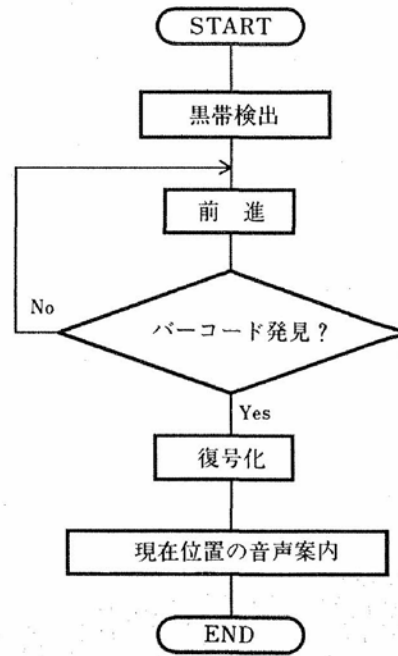


図4 位置情報検出方法

蔵型の装置 (Creative Lab. : Soundblaster CD 16) を用意した。

つぎに実験方法について説明する。バーコード検出のための計測場所としては、大学建物内の廊下を使用した。測定状況を図3に示す。ここでは廊下の幅が約2mであり、ビデオカメラからバーコードまでの被写体距離を、前方を斜めにとらえる形で約1.5mに設定した。バーコードは全体で10枚用意され、それぞれ1番から10番までの番号がコード化されている。さらに壁面の変化ならびに環境光の変化に対するバーコード検出方法を検討するために、進行方向に向かって左側にドアがあり、前方に太陽光の入射する窓がある場所を選択した。したがって、入力画像は壁面とドアの部分で幅木の輪郭線部分に変化し、さらに窓から遠ざかるにつれて全体の輝度値が変化することになる。

つぎに、屋内画像から位置情報を検出するアルゴリズムを図4に示す。ここではあらかじめ、近赤外画像のみを入力するために近赤外帯域透過フィルターをカメラに装着し、カメラの視野には

バーコード領域を含む幅木全体が入るようにカメラ位置やズーム倍率を調整する。移動中に検出される入力画像からは幅木部分が抽出され、さらにその内部にバーコードが含まれているかどうかを判別される。ここでバーコードが検出された場合には、その復号化が行われ、計算機内部に記録されている位置情報データが音声合成装置から出力される。

以上の方法で、廊下を毎秒10～20cmのゆっくりとした速度で移動しながら、歩行位置の実時間案内を試みた。

2. 結果

具体的な位置案内実験は、以下の方法で行った。まず図4左のSTART地点で幅木を検出する。検出後は、前進するように音声案内する。カメラがバーコードをとらえた時点で復号化の処理に入る。復号化が終了したところで、停止するように案内した後、位置情報を案内する。もしここで復号化に失敗した場合には、「復号化失敗です」と音声出力する。今回の、復号化が終了した時点

で音声案内を行う方法では、復号化処理中に利用者は前進を続け、復号化終了時点でドア等の附近にたどり着くことになる。つぎに、処理を継続するかどうかを尋ね、継続であれば前方の状況により前進かUターンかを出力する。この場合、進行方向はバーコードのSTOPバーの位置で決定する。このようにして、1～10番の順で音声案内を試行した。

今回の実験では、1, 2, 3番までの実時間案内はほぼ1秒以内で成功した。しかし、10番のバーコードは、表面の形状的なシワにより復号化に失敗した。また、ドア附近を通過した場合には、入力画像の輝度値変化によりドア部分をバーコードと誤認識する場合が発生した。このため、ソフトウェア的に輪郭線追跡による雑音除去プログラムを検出プログラムに追加して再度実験を行い、ドア部分による影響を除去することができた。同時に、画像処理において常に問題となる環境光の影響について調査した。

実際には、測定実験の廊下において自然光の入射する窓ぎわから徐々に離れた標識に移動し、カメラを連続作動させながらバーコード復号を試みた。その結果、全体の光量の減少に伴い画像の輝度については、電子的なシャッタースピードを最大1/30秒まで増加させることで向上させることができたが、移動に伴う画像のブレが発生し、これが誤検出の原因となった。そのためカメラに並行にハロゲンランプを設置し、またその前面に近赤外透過フィルターを使用することにより非可視領域における光源を追加した。その結果、バーコード検出方法としては多少複雑となるものの、環境光変化による誤検出あるいは検出不能の状況を防ぐことができた。

つぎに、位置情報を提供する方式としては音声合成装置を使用し、あらかじめ設定した音声の出力動作を確認した。さらに、音声出力そのものも海外等で使用できるよう汎用性を持たせるため
デサントスポーツ科学 Vol.16

に、音源ボードとソフトウェア的な操作により、オフラインではあるがサウンドブラスタによる案内情報出力動作を確認した。

3. 考 察

まず、バーコード標識および認識結果について考察する。今回使用したバーコードは、その製法自体はすでに従来の研究結果から確立されてきたものであり、本実験の場合は、さらにその大きさおよび表面加工を行い、ほぼ実用的なものを作成することができた。ここで標識そのものは、検出する際の輝度値の変化を最大とするため黒色のものを使用し、壁面下部の幅木部分に貼付する方式をとった。さらに現在、黒色以外の部分にこのバーコードを応用するため、自然色のバーコードによる情報検出を実験中である。

測定装置については、具体的に音声案内を実現することができた。実際には、壁面の複雑な変化、あるいはより高速な移動に対する検出精度の向上が必要ではあるものの、今回のような基本的なポータブル実時間音声案内装置は現在のところ実用化されておらず、今後さらに研究を進め盲学校での動作試験を行いたいと考えている。また、音声案内出力部分についても、日本語専用のハードウェアではなく、汎用の音源ボードが利用可能なことから、音声データを差し替えるのみで、海外でもそのまま使用可能な装置が実現できる。

つぎに、当初の計画と到達レベルについて考察する。まず装置開発については、基本的な装置構成として図5に示すような電動車椅子と超音波センサーによる、比較的大型の移動ユニットを想定している。しかし実際には最近の電子技術の進歩により、超小型のCCDカメラが開発され、さらに無線伝送装置も内蔵されるようになったため、より軽量・小型のショッピングカート程度の装置構成が将来的には可能となる。さらに、検出装置自体も低電力化が進んでいるため、大型のバッテ

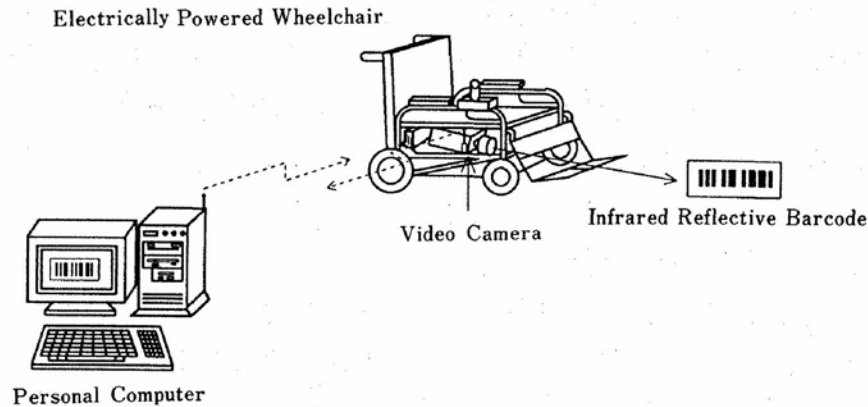


図5 装置の基本モデル

リーを搭載する必要もないため、まさにトレーニングに最適な補助装置の開発が可能である。

今後、技術的には検出の信頼度、あるいは特定地点までの案内プログラムの作成等の課題が残されているが、今後6ヵ月程度で是非デモンストレーションを行い、関連学会で発表していきたいと考えている。

4. 結 語

視覚障害者が、屋内を単独で歩行ならびに軽いジョギングを行うための自動ガイド装置開発に関する研究を行い、車椅子に近赤外線バーコード読み取り装置を取り付け、あらかじめ与えられた地点や周回径路を、障害者の先頭を移動しながら音声案内を行う動作を実現した。したがって、障害者は自由な時間に他人の手を借りずに単独で自己のトレーニングが可能となる。

現在位置の取得方法については、あらかじめ廊下の側面下部にバーコードを貼り付け、さらにこれを近赤外線反応塗料で作成することにより、通常目には見えない形式で建物の美観にも配慮した高速な位置検出方法を実現した。

今後は、装置全体を盲学校に移動して、まだ実現していない安全面を中心とした盲学校における利用しやすさの検討と、健康増進面でのトレーニングの定量的評価を行う予定である。

謝 辞

本研究に対し、貴重な研究助成金を交付していただいた石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深く感謝致します。また、新潟大学工学部情報工学科4年尾形利文君には、具体的な動作実験に協力していただいた。記して謝意を表する。

文 献

- 1) Susumu Tachi, Kiyoshi Komoriya ; *GUIDE DOG ROBOT*, International Symposium on Robotics Research, Vol. 2, pp 333-340 (1985)
- 2) 小谷信司, 安富 敏, 西川和弘, 山口健一, 森英雄; 盲導犬ロボットの開発 (第3報), 第18回感覚代行シンポジウム (1992)
- 3) R. Madarasz, L. Heiny, R. Crompt, N. Mazur ; The Design of an Autonomous Vehicle for the Disabled, *IEEE J. Robotics Automat.*, Vol. 1. RA-2, No. 3, pp 117-126 (1986)
- 4) 牧野秀夫, 森下文仁, 石井郁夫ほか4名; ステルス型バーコードを用いた盲人用物体案内装置, 電子情報通信学会技術研究報告, ET 92-101 (1993)
- 5) 菅原哲也, 牧野秀夫, 石井郁夫, 中静 真; 赤外線反射型バーコードを用いた物体情報検出, 平成5年度電子情報通信学会信越支部大会予行集, pp 149-150 (1993)
- 6) 尾形真樹子, 牧野秀夫, 石井郁夫, 中静 真; 近赤外反射型バーコードを用いた視覚障害者用位置案内の一方法, 第19回感覚代行シンポジウム発表論文集, pp 137-142 (1993)
- 7) JIS 物流商品コード用バーコードシンボル, JIS X 0502, 日本規格協会 (1987)
- 8) COLOR FILTER GLASS カタログ, RT 830, HOYA E 9304-1 B 010 D, pp 57