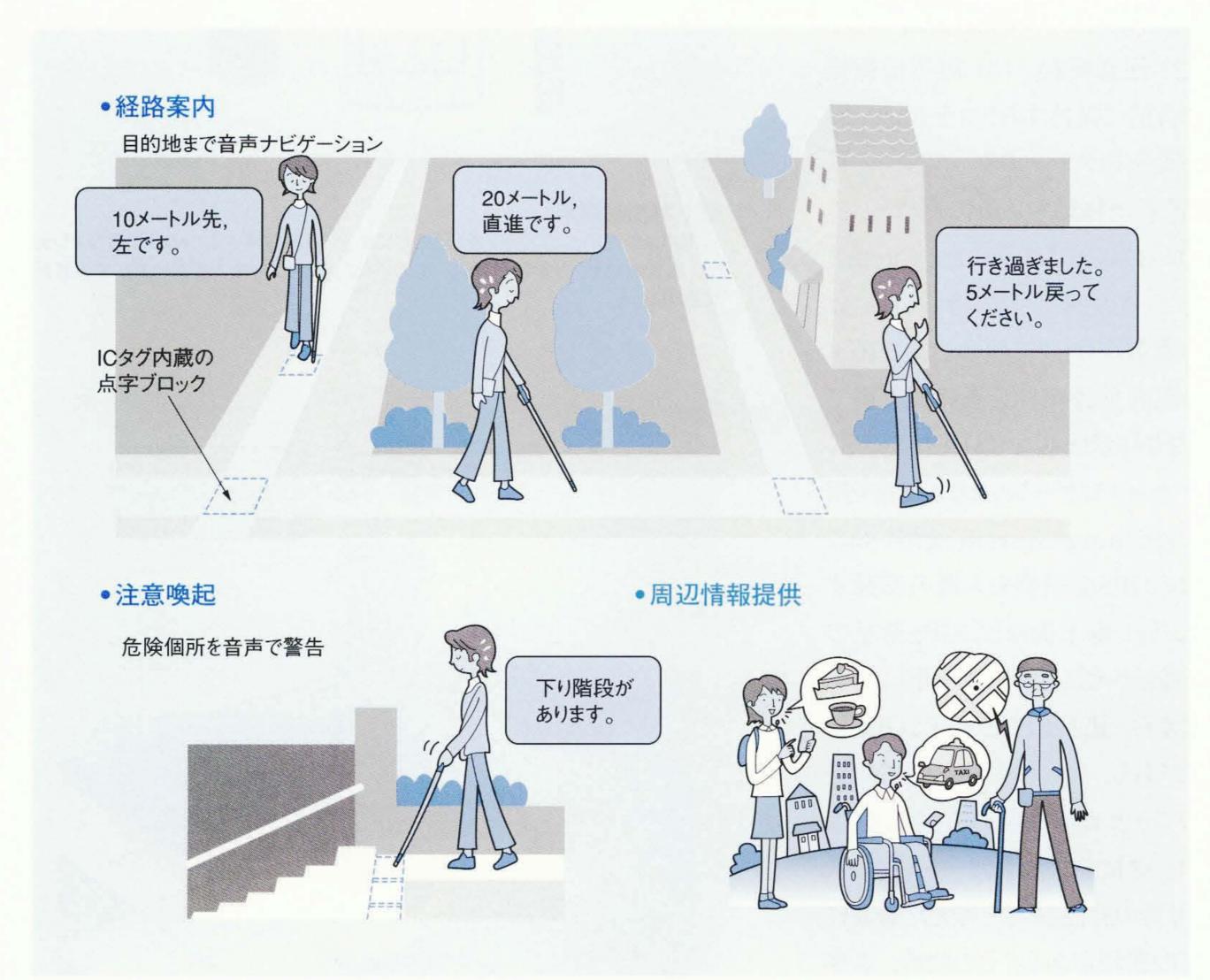
障害者のための移動支援システム

歩行者ITSへの取り組み

Navigation System for Disabled Pedestrians

鵜沼宗利 Munetoshi Unuma 倉田謙一郎 Ken'ichirô Kurata

堀江 Takeshi Horie 塚田大介 Daisuke Tsukada



歩行者ITSで提供するサー ビス

歩行者の位置検知技術,詳細な ディジタル地図,情報提供機能等 を持った携帯端末などを用いて、(1) 経路案内,(2)注意喚起,(3)周 辺情報提供の三つの基本サービス を総合的に提供することができる。

注:略語説明

ITS (Intelligent Transport Systems;高度道路交通システム)

高齢者人口の増加に伴い、障害者もさらに増加す ると予測され、障害者・高齢者の自立と社会参加が重 要な課題となっている。日立製作所は、障害者・高齢 者が自分の力で歩ける街づくりをサポートする「移動支 援システム」の開発に取り組んでおり、その中で、国土 交通省と共同で「歩行者ITS」の開発を行ってきた。

歩行者ITSは歩行者の現在位置を検知し、ディジタ ル地図情報と照らし合わせることにより、(1)経路案

内,(2)注意喚起,(3)周辺情報提供の三つのサー ビスを提供するシステムである。白杖(はくじょう)や点 字ブロックなど視覚障害者にとって使い慣れた設備 に、IT活用による情報提供機能を付加し、「何がどこ にあるのか」、「どう行けばよいのか」といった歩行に必 要な情報をリアルタイムにユーザーへ提供することで、 いっそうスムーズな歩行を支援する。

はじめに

わが国における身体障害者の人数は、2001年現在で約 325万人であり、このうち45.7%が70歳以上の高齢者である。 高齢化社会が急速に進むことにより、2015年には約4人に1人

が高齢者になり、それに伴って障害者もさらに増加すると予 測される。これからは、障害者・高齢者の自立と社会参加が 重要な課題となっている。このような背景から、2000年11月に は交通バリアフリー法が施行され、2010年までのバリアフリー 化が義務づけられるなど、バリアフリー社会の構築が開始さ れた。高齢者・障害者をはじめとする移動制約者のために、

段差の解消などの物理的なバリアの除去が進められている一 方,今後は,通信・情報処理の技術によって円滑に移動でき る手段も提供する必要がある。

国土交通省国土技術政策総合研究所は, 障害者に対応 する歩行空間のバリアフリー化を目的に「歩行者ITS(Intelligent Transport Systems)」の技術基準の策定を目指し、 五つの民間企業グループ(24社)との共同研究とシステム開発 を進めてきた。これは、歩行者の位置を高精度に測定する技 術,詳細なディジタル地図,通信機能を持った携帯端末など を用いて、(1)経路案内、(2)注意喚起、(3)周辺情報提 供の三つの基本サービスを総合的に提供するシステムである。

この取り組みに参加した民間企業グループの一つである日 立コンソーシアムは、視覚障害者が移動する際に道標として 利用する警告ブロック(点状ブロック)にIC(Integrated Circuit) タグを埋め込む方式を採用した。視覚障害者の持つ白杖(は くじょう)にアンテナを内蔵し、警告ブロックに埋め込んだICタ グとの通信によって利用者の現在位置情報を正確に取得で きることから, 適切な経路案内や注意喚起などが提供できる。

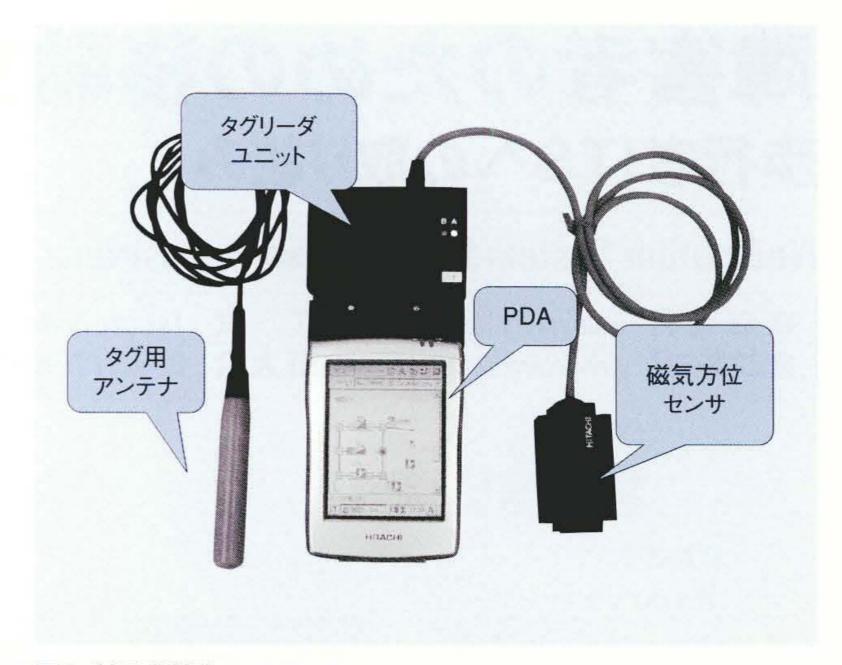
位置の検出手段としては、カーナビゲーションなどで広く用 いられているGPS(Global Positioning System)を用いるこ とも考えられる。しかし、通常のGPS受信機を人間の移動す る歩行空間で利用する場合,(1)地下街など,GPS衛星の 電波をとらえられない場所が多い、(2)屋外でも、車に比べ ると道路の端を移動することから、建物の影となってGPS衛 星の電波をとらえにくい場合がある、(3)移動中、GPS衛星 の電波をとらえられるように、アンテナが常に空の方向を向くよ うに意識する必要がある、(4) 測位誤差が数メートルから数 十メートル程度あり、視覚障害者の経路誘導を考えた場合に は、精度が不十分であるなどの問題がある。そのため、点字 ブロックにICタグを埋め込み、位置を検出する方法を採用した。

ここでは、きめ細かな視点から、ユーザーにとって使いやす い「移動支援システム」の実現を目指す、日立製作所の「歩 行者ITS」への取り組みについて述べる。

利用者端末の概要

利用者端末の構成

利用者端末の構成を図1に、端末の装着イメージを図2に それぞれ示す。利用者端末は、地上に埋め込まれたICタグ、 このICタグに記憶された情報を読み出すタグリーダ、利用者 の進行方向を検出するための地磁気方位センサ, 利用者が 入力を行うテンキーボード, 音声ガイダンスを出力するための 骨伝導スピーカ(骨を振動させて音を伝えるヘッドセット),お よびそれらの機器の制御を行うPDA (Personal Digital Assistant)で構成する。利用者はPDAをポシェットなどに入 れ、腰に付ける形態となっている(図2参照)。なお、車いす



図〕利用者端末

PDAにタグリーダユニットを差し込む形になっている。このユニットにタグ用のアンテ ナ,磁気方位センサを取り付ける。タグ用のアンテナは白杖の先端や車いすの底部 に取り付ける。



図2 実験システムの装着イメージ

ICタグのIDをアンテナ内蔵の白杖で読み取り、PDAへ送る。PDAでは、IDを基に 位置を検知し、各種案内を行う。

利用者の場合には、タグリーダのアンテナ部分を車いすの下 に取り付けて、点字ブロック上を通過することによって位置を 検知する。

2.2 ICタグ内蔵の点字ブロック

利用者の位置検出は、点字ブロックに埋め込まれたICタグ によって行う。ICタグの外観を図3(a)に示す。ICタグは、 あらかじめ書き込まれたID (Identification)情報のほかに、 データの読み書きが可能なメモリとコントローラが一体になっ たICチップ、タグリーダからの電力供給と通信を行うためのコ イルで構成する。ICタグは、電力をタグリーダ側から供給して

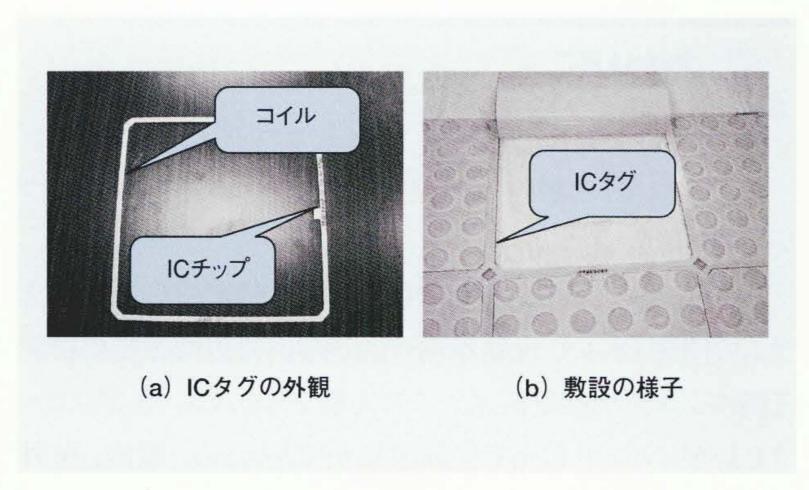


図3 ICタグの外観と敷設の様子

ICタグは、30 cm四方のコイルの一辺にICチップが取り付けられている。点字ブ ロックの周囲あるいは下にICタグを敷設する。

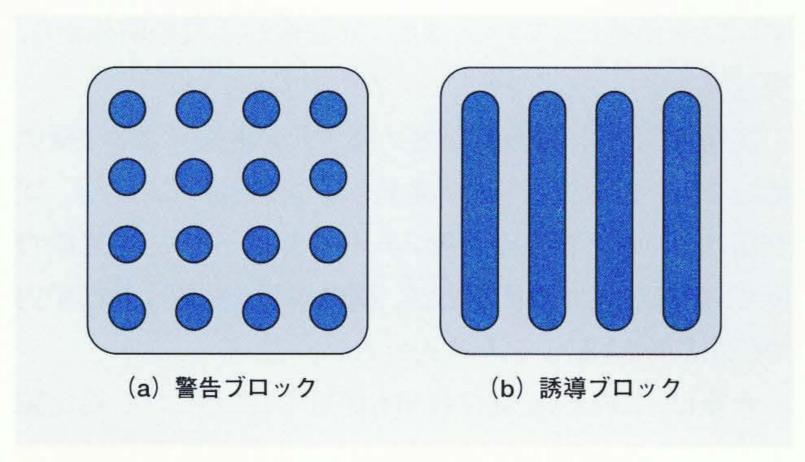


図4 点字ブロックの種類

点字ブロックには、警告ブロックと誘導ブロックの2種類がある。ICタグは、主に警 告ブロックに埋め込まれる。

ICチップを動作させるため、本体のバッテリは不要である。

ICタグを点字ブロックに埋め込んだ例を図3(b)に示す。点 字ブロックには図4に示すように警告ブロックと誘導ブロックの2 種類がある。警告ブロックは分岐点や注意喚起を行う位置に, 誘導ブロックは警告ブロック間を結ぶ誘導路にそれぞれ敷設 されている。ICタグは、注意喚起や経路誘導に重要な役割 を果たす警告ブロックに主に埋め込んでいる。埋め込んだIC タグのID情報と、敷設した位置情報を対応させることにより、 ID情報から位置情報を取得できるようにする。ICタグの通信 エリアは, 点字ブロックの内側30 cm四方, 上方に最大15 cm程度である。タグリーダの先端がこのエリア内を通過する と、ICタグに書き込まれたID情報を読み取ることができる。

2.3 音声案内

利用者への情報提供と操作のガイダンスには, 音声案内 を用いている。音声出力には、骨伝導スピーカを使用し、利 用者の両耳をふさぐことなく、頭がい骨を介して直接的に音 を伝える方法を採用した。これは、視覚障害者が周囲の音 から障害物や危険を検知することを考慮したためである。

経路案内 2.4

経路探索では、ICタグの埋め込まれた点字ブロックの位置

を分岐点(ノード)とし、カーナビゲーションなどで用いられてい るダイクストラ法□を用いて、現在地と目的地間の最短経路を 算出している。この際, 利用者の身体的特性を考慮した最 適な経路計算を行うことも可能になっている。経路計算で算 出された経路は、ノード列の情報としてPDA内に記憶される。 経路上を利用者が進むと、タグリーダから検出されたノードID に応じて、次のノードへの方向と距離が音声ガイダンスによっ て案内される。進行方向の案内は、腰に装着した磁気方位 センサを利用している。例えば、「20 m直進してください。」、 「右に2 m直進です。」, 「2 m先, 右です。」, 「右に5 m先, 左 です。」というように案内することができる。なお、経路計算に よって求めた経路上に存在するICタグのIDとは別のIDを検 出した場合には,経路から逸脱したと判断し,再度経路計算 を行うリルート機能も持っている。

2.5 注意喚起

経路誘導中に、段差や階段、自動ドアなど、転落・衝突の 危険性がある場所に接近すると、音声ガイダンスを用いて注 意を促す。例えば、下り階段に向かって進んでいる場合には、 5m手前の地点でICタグを検出すると、「5m先,下り階段で す。」と注意喚起を行う。

2.6 周辺情報検索

自分の位置を基準にして、近くの交通機関や、トイレ、飲 食店, 売店などを検索する。検索項目の指定は, 音声ガイダ ンスを利用したメニューによって選択する。検索した施設の詳 細情報を提供することも可能であり、例えば、トイレ内の設備 の配置や飲食店のメニューなどを読み上げて案内する。

事例紹介

視覚障害者と車いす利用者を対象に、2001年11月には国 土技術政策総合研究所敷地内(つくば市)で,2002年2月に は梅田地下街(大阪市)で、このシステムの検証のための社 会実験をそれぞれ行った。実験の様子を図5に示す。実験後 の被験者からのアンケートでは、(1)経路案内、(2)注意喚 起, (3) 周辺情報提供のいずれのサービスについても、「有 効である」、「使用したい」といった好意的な意見が聞かれた。 (1) 経路案内:音声ガイダンスがやや遅めで、曲がるタイミン グを逃してしまったといった意見も聞かれた。しかし、全体的 に見れば,「便利である」,「使用したい」といった意見が多 かったことから、経路案内の有効性が確認できた。

- (2) 注意喚起:音声ガイダンスのタイミングや, 頻度について のアンケートを行った結果, 階段や支柱など歩行に危険なも のの周囲での注意喚起は有効であるとの意見が得られた。
- (3) 周辺情報提供:「便利である」,「面白い」といった意見が



図5 社会実験の様子

大阪市梅田地下街での社会実験の様子を示す。白杖の先端にICタグ用のアン テナが内蔵されており、点字ブロックに埋め込まれたICタグのIDを読み取る。

多かった。

また,総合的な評価の中で,「何十年ぶりに一人で知らな い道を歩くことができた」、「本当に楽しかった」などの意見も 聞かれ、 開発したシステムが障害者にとって想像以上に価値 のあるものであることがわかった。

しかし一方で、「装置が重い」、「音声ガイダンスが聞き取り にくいという意見もあった。案内のメッセージが理解できずに 誤ったコースに進んでしまった例もあり、改良すべき点も見受 けられた。

また、車いす利用者からは「点字ブロックの上は車いすで は通行しにくい。別の位置検知手段はないか。」などの意見 が寄せられたことから、屋内での位置検知手段をさらに開発 していく必要性が感じられた。

おわりに

ここでは、日立製作所の「歩行者ITS」への取り組みにつ いて述べた。

国土交通省と行った歩行者ITSの共同実験では、実験シス テムの開発を行い、経路案内・注意喚起・周辺情報提供機能 を持つシステムを試作した。この実験システムは、点字ブロッ クを基準にピンポイントで位置検知ができるため、屋内、屋外 を問わず外乱に強く、高精度な位置検知・誘導が可能である。 モニタ実験により、その有効性と課題を把握することもできた。

今回開発したシステムは、屋内や地下街などでの利用を考 慮したため、ICタグの埋め込まれた点字ブロックに沿って移動 することを前提にしている。また、位置検知手段の関係から、 視覚障害者にかなり特化したシステムとなっている。

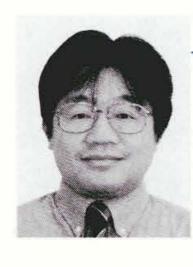
高精度GPS², 高感度GPS・ハイブリッド測位³, および擬似 衛星を用いた測位技術4が開発されつつある。これらは、空 が開けていれば精度が数センチメートル以下であり、窓際程 度であればGPSで測位が可能, 擬似衛星を配置すれば屋内 でも測位ができるといった技術である。

今後は、このような測位技術も併用することにより、視覚障 害者ばかりでなく車いす利用者やその他の障害者、さらに高 齢者・健常者にも経路案内や位置に基づく情報提供を行える システムを開発していく考えである。

参考文献

- 1) 伊理正夫(監修):計算幾何学と地理情報処理, 151, 共立出版(1986)
- 2) 柳原, 外:RTK-GPS, 情報処理学会誌, Vol.43, No.8, pp.831-835 (2002)
- 3) 玉地,外:サーバ支援型位置情報システム,情報処理学会誌, Vol.43, No.8, pp.845-852 (2002)
- 4) H. S. Cobb: Theory and Applications of GPS Pseudolites, GPS シンポジューム2001, pp. 69-81 (2001)

執筆者紹介



鵜沼宗利

1985年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第二研究部 CISユニット 所属

現在, 歩行者ナビゲーション, 行動認識技術の研究開発に 従事

電子情報通信学会会員, 電気学会会員, 情報処理学会会員 E-mail: unuma @ hrl. hitachi. co. jp



倉田謙一郎

1992年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第二研究部 CISユニット 所属

現在, 歩行者ナビゲーションの開発に従事

電気学会会員

E-mail: kkurata @ hrl. hitachi. co. jp



堀江 武

1986年日立製作所入社、トータルソリューション事業部 所属 現在, 道路交通を中心とした公共システムの取りまとめ業 務に従事

E-mail: horie @ tsji. hitachi. co. jp



塚田大介

1993年日立製作所入社,公共システム事業部 官公システム 第八部 所属

現在、ITS関連の公共システムの設計・開発取りまとめ業 務に従事

E-mail: d-tsukada @ itg. hitachi. co. jp