

GPS による視覚障害者歩行支援システムの開発

石川 准[†] 兵藤 安昭[‡]

[†] 静岡県立大学国際関係学部 教授 〒422-8526 静岡県静岡市谷田 52-1

[‡] 株式会社アルプス社 〒105-0012 東京都港区芝大門 1-16-3

E-mail: [†] ishikawa@u-shizuoka-ken.ac.jp, [‡] hyodo@alpsmap.co.jp

あらまし 現在、われわれは GPS(Global Positioning System)を用いた視覚障害者歩行支援システムの開発とその実用化をめざしている。

その研究のフェーズ 1 段階の成果として、Windows 上で動作する視覚障害者歩行支援システムパーソナル版の開発を行ったので、その概要を報告する。

キーワード GPS、ナビゲーション、視覚障害者、歩行、支援技術

Developing an Accessible GPS System for the Blind

Jun ISHIKAWA[†] Yasuaki HYODO[‡]

[†] University of Shizuoka, Department of International Relations, Professor 52-1 Yata, Shizuoka-shi, Shizuoka-ken, 422-8526 Japan

[‡] ALPS MAPPING Co.,Ltd. 1-16-3 Shibadaimon Minato-Ku, Tokyo, 105-0012 Japan

E-mail: [†] ishikawa@u-shizuoka-ken.ac.jp, [‡] hyodo@alpsmap.co.jp

Abstract The objective of our project is to develop a GUI-guided navigation system for the visually impaired persons.

As its phase one outcome, we've developed a personal version of such a system running on Windows.

Keyword GPS, Navigation, visually impaired persons, walking, assistive technology

1. 研究目的

視覚障害者の歩行をサポートする支援技術には様々なものがある。従来から用いられているものとしては、視覚障害者誘導用ブロック（通称点字ブロック）、音響式信号機、音声誘導装置（電波方式、赤外線方式、磁気方式、タッチ方式、人熟感知方式など）、視覚障害者誘導用チャイム、視覚障害者用道路横断帯、安全柵などがある。また、ユビキタス・コンピューティング社会を象徴するような先端的な取り組みとして、RFID タグ（電子タグ）による歩行支援の研究がある。その代表的なものは、国土交通省が進めている「自律移動支援プロジェクト」であり、

ユニバーサルな歩行支援システム構築のための実証実験が行われている。

これらはすべて一定の有効性を有する支援技術であるが、それらはインフラとして整備されてはじめて機能するものでもある。たとえば、いつの日か、電子タグがわが国の国土の隅々にまで貼られるようになる時代が到来するとはなかなか想像しづらい。

一方、GPS は測位誤差、施設内や地下街で利用できないなどの欠点はあるものの、工夫によっては歩行者支援の有力な支援技術となりうることは、カーナビゲーションの普及と有用性を思えば容易に想像できるところである。

本研究は、GPS(Global Positioning System)のそのような特性に期待し、GPSを用いた視覚障害者歩行支援システムの開発とその実用化をめざしている。

われわれの研究目的は、即戦力となる歩行支援システムの開発にある。この点でテレサポート協会(代表：長谷川貞夫)のテレビ携帯電話を利用したリモートサポート(テレサポート)と実践的な関心を共有しているといえる。

ところが、GPSによる視覚障害者歩行支援システムは、わが国ではいまだ実用化に至っていない¹。そこでわれわれは、これまでボトルネックとされてきた問題を解消しつつ、以下の5フェーズを3年間で順次実現する予定である。

本研究は、文部科学省科学技術振興調整費による研究助成を得て行っている研究「障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発」の一部であり、「認知・知覚障害者への地理情報等の提示に関する研究」の初年度前半の研究成果である。

なお、本研究が想定する視覚障害者は、通勤、通学、買い物など、日常的に独力で歩いている人である。高齢になって失明したなどの理由で単独での歩行ができない人に対しては、ガイドヘルパーによる支援が必須である。

フェーズ1：GPSを用いた視覚障害者歩行支援システムパーソナル版の基本設計と Windows 環境での実装

フェーズ2：GPSを用いた視覚障害者歩行支援システムアドバンスド版の基本設計と Windows 環境での実装

フェーズ3：GPSを用いた視覚障害者歩行支援システムパーソナル版およびアドバンスド版の機能拡張と改良

¹海外では、少なくとも2つの企業により視覚障害者用GPS歩行支援システムが開発され、商品化されている。1つは、米国の Sendero Group 社が開発した BrailleNoteGPS Ver.3 というソフトウェアで、ニュージーランドの Pulse data International 社の BrailleNote という、WindowsCE ベースの音声点字PDA上で動作するもの、もう一つは、米国の Freedom Scientific 社が開発した PAC Mate という、やはり Windows ベースの音声点字 PDA 上で動作するものがある。

フェーズ4：Windows CE、もしくは、Linux ベースの日本語対応音声点字 PDA を共同開発する。

フェーズ5：GPSを用いた視覚障害者歩行支援システムの音声・点字 PDA への移植

今回はこの研究のフェーズ1について報告する。

2. システム概要

本システムは、フェーズ1段階では主に以下の機能を実装している。

- **現在位置住所および現在位置の周辺施設検索**
GPSにより取得した緯度・経度情報からの現在地の住所の提示。自分の生活圏にはどのような施設があり、それら施設の地理的所在はどこであり、道路はどのように走っているのかなどの地理情報を視覚障害者に伝えることができる。
- **住所や施設名称からの目的地設定**
中継地を複数設定することもできる。
- **現在地から目的地までの経路探索**
交差点までを一つの単位として、方位、距離、通過する施設の情報を提示する。
- **探索された経路に対して歩行者を誘導するルートガイダンス**
歩行者の移動につれて、経路案内を音声および点字表示で提供する。
- **仮想の現在地から目的地までの経路探索**
外出中のみならず、外出前や帰宅後に自宅で出発地から目的地までの経路を確認することができる。
- **ログ再生機能**
帰宅後に自宅で、自分の歩いた経路を再生して確認することができる。

図1に歩行支援システム概要図、図2にアプリケーション画面例を示す。本システムは、Windows上で動作し、システムアプリケーション部、各種データベース部および入力・出力インタフェース部から構成される。

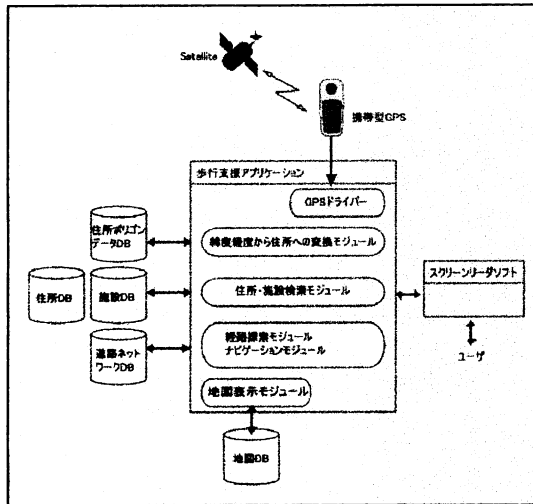


図1 システム構成図

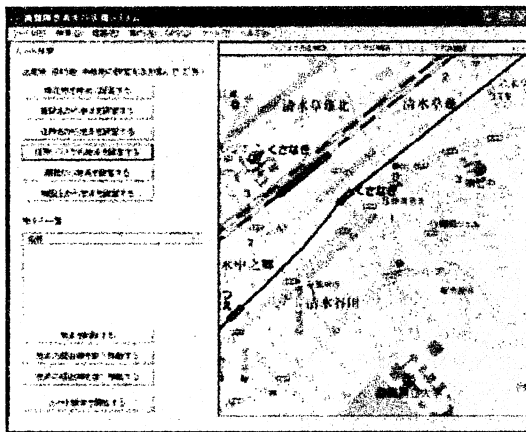


図2 アプリケーション画面例

アプリケーション部は、目的地を指定するための検索モジュール、現在位置に関する住所情報や周辺施設情報を提示するモジュール、および経路探索および経路誘導を行うナビゲーションモジュールからなる。データベースには、健常者が現在位置を確認するための地図データベース、住所・施設検索用データベース、道路ネットワークデータベースが用意されている。

視覚障害者は、スクリーンリーダーソフトを使用し、

画面に表示されている文字やキーボードから入力した情報を合成音声で読みながら本システムを操作する。ただし、頻りに使うコマンドは、テンキーなどに割り当てることで、操作を容易にしている。

3. 視覚障害者歩行支援システム

3.1. GPSドライバ

本システムで接続可能なGPS受信機は、NMEA (National Marine Electronics Association) 0183規格のデータを出力可能な機器である。また、GPSとの接続はシリアルで行うが、Bluetooth GPSに関しても仮想シリアルポート接続により接続可能である。

本ドライバでは、歩行者がGPSでの受信を行いながら移動した位置情報をログファイルに保存することが可能である。そのため、外出後、実際にどのような経路で歩行したかを確認することが可能である。

3.2. 現在位置住所検索・周辺施設検索

ユーザが現在位置を把握するために、住所および現在位置周辺にどのような施設が存在するかを提示する機能を用意した。

現在位置住所検索では、例えば「東京都港区芝大門1-16-3」といった番地・号レベルと呼ばれる住所提示が可能である。GPSから入力された緯度・経度に対して、町丁目ポリゴンデータベース²を使用することで、例えば「東京都港区芝大門1丁目」といった町丁目レベルの住所名を検出する。そのあと、検出された町丁目ポリゴン内にある番地・号レベルのポイントデータ³に対して、入力緯度・経度ともとも距離的に近いポイントの住所を検索して出力する。

周辺施設検索では、例えば、コンビニ・銀行・駅といった提示してほしい施設のジャンル、および検索範囲をあらかじめ設定する。ユーザが必要に応じてコマンドを実行すると、設定情報に基づき、施設名、現在位置から施設までの距離・方向を提示する。

² アルプス社プロアトラスの町丁目ポリゴンデータを使用。

³ アルプス社プロアトラスのポイント詳細データを使用。

3.3. 地点の指定方法

出発地・目的地の指定方法としては、①現在地を地点として指定、②住所文字列を直接入力して指定、③住所リストから選択して指定、④施設ジャンルおよび施設名を指定、⑤以前指定した地点履歴から選択して指定、⑥地図上から直接地点を指定、以上6種類を用意した。本システムでは、旅行前にあらかじめ室内で目的地などを指定し、実際に外で使用する際には、⑤の地点履歴から選択して目的地を指定する方法を想定している。

なお、中継地を複数指定して、経路探索を行うことも可能である。

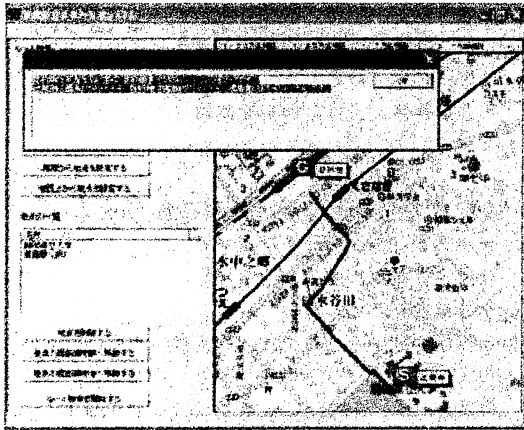


図3 経路探索結果画面

3.4. 経路探索およびルートガイダンス

地点を2つ以上指定して経路探索⁴を実行すると、探索結果が文字情報と地図上に表示される。例えば、静岡県立大学から、最寄駅であるJR草薙駅までの経路探索結果を図3に示す。経路探索結果については、出発地から目的地までの方向、道のり距離、出発地と目的地の標高、標高差がダイアログ上に表示され、スクリーンリーダソフトがこの文字を読んで視覚障害者に提示する。例えば、図3では、「目的地は北方向にあり、目的地まで971メートルの道のりです。出発地は標高約53メートル、目的地は標高約

⁴経路探索エンジンは、株式会社ファーストライト (<http://www.firstlight.co.jp/>)で開発中のエンジンを使用。

16メートル、標高差は約-37メートルです。」といった探索結果が出力される。なお、健常者が経路を確認することができるように、地図上にも、地点アイコンおよびルートが表示される。

3.5. 現地でのルートガイダンス

次に、探索されたルートに対する各交差点までのガイダンス文が表示される。図3の探索結果に対するルートガイダンス例を以下に示す。

1. 出発地を出て三叉路の交差点まで北東に約158メートル進む。
2. 交差点で左折し、4叉路の交差点まで北西に約264メートル進む。標高差は約-14メートルです。
3. 交差点で右折し北西に約538メートル進むと目的地です。標高差は約-22メートルです。

以上の操作は、GPSを接続しないでも可能なため、外出前に行うことで、実際にどのような経路で歩行すればいいのかを事前に確認することが可能となる。

3.6. 現地での操作の流れ

まず始めにGPSとの接続を行い、現在位置を取得する。現在位置は地図上にも表示される。次に、現在地を地点に設定し、目的地は住所、施設リスト、地点履歴などから選択した後、経路探索を実行する。経路が確認できたらルートガイダンスをスタートさせ、歩行を開始する。

ルートガイダンス時には、①現在位置住所および周辺施設の案内、②現在位置から次の交差点までの案内文出力、③目的地までの距離と方向の案内文出力、が可能である。また、交差点から何メートル手前で案内するかを事前に設定することで、交差点に近づくと自動的に次の交差点での案内文が出力される。尚、外出先では、できるだけ簡単に操作できるように、これらの案内機能はテンキーに割り当てられている。

通常、GPS信号は、ビルがあるなど、周辺の状況により、測位位置のずれが発生する場合がある。その場合、設定範囲内(例えば1メートルなど)のずれに関しては、マップマッチング処理により、一番近い道路に位置を補正することでルート上を歩行していると認識される。しかし、設定範囲を超えた場合は、ルートから外れたことをユーザに知らせる

ため、必要に応じて、ユーザは、現在位置を出発地として目的地までの経路を再探索し、ルートガイドンスを続けることが可能である。

4. システム評価

評価実験で用いたハードウェア

PC

- ・ VAIO type U50

点字 PDA

- ・ KGS BM24

GPS 受信機

- ・ SONY Bluetooth GPS unit GU-BT1
- ・ アイ・オー・データ CFGPS (外部アンテナ付)
- ・ アイ・オー・データ CFGPS2 (外部アンテナ付)
- ・ GARMIN 社 eTrex Vista
- ・ DELORME 社 Blue logger
- ・ DELORME 社 Earthmate

4.1. GPS 受信機の性能

6 種類の GPS 受信機について、測位誤差、測位条件の環境依存性、測位可能になるまでの時間、ユーザビリティの観点から性能を評価した結果、受信機により比較的大きな差のあることがわかった。

- 受信機によっては、雨天、高速移動中の測位に弱点のあるものがあつた。
- コールドスタート時の測位可能になるまでの時間は、もっとも速いものでも 30 秒程度必要であつた。最速だつたのは GARMIN 社 eTrex で、電源投入から測位状態 (二次元測位または三次元測位) まで 30 秒である。
- ユーザビリティの観点からは、ワイアレス (Bluetooth) 仕様の受信機が望ましいことがわかつた。

4.2. 改良すべき機能

- 道路名の提示、ルート上あるいはルート付近にある施設の案内などの情報を追加する必要があることがわかつた。
- 東西南北による方位の説明だけでなく、時計式の説明を選択できるようにするのがよいことがわかつた。
- 仮想歩行 (バーチャルウォーク) 機能があるとよいことがわかつた。

4.3. 方位の測定とその提示

GPS 受信機 (たとえば GARMIN 社や MAGELLAN 社のもの) によっては電子コンパスを内蔵する機種がある。MNEA プロトコルに加えてそれら受信機の独自 API をサポートし、歩行者が停止しているときにも身体の正面の方位を提示できるようにしたい。

4.4. 安全対策

ルート案内を音声で聞きながら歩行することはかえって危険な場合があるので、情報提示方法や使い方についてさらなる検討が必要であることがわかつた。

5. おわりに

ユビキタス時代の歩行支援システムとしては電子タグによるアプローチとともに本研究のような GPS によるアプローチが有力である。

とはいえ、いうまでもなく、どちらのアプローチにも短所はある。GPS と電子タグを相互補完的かつシームレスに用いて歩行支援システムを構築していくのが合理的である。

なお、われわれはけっして GPS による歩行支援に過大な期待をかけているわけではない。むしろ、本システムは、いわば地図ブラウザとでもいうべきものであり、われわれは地図情報を視覚障害者に提供するシステムとして本システムを位置づけている。

多くの場合、視覚障害者は必要に迫られて目的指向的に歩いている。それゆえ、自分の生活圏の地理的理解は断片的であり、また、しばしばその認知には大きな歪みがある。本システムのような地図ブラウザを用いることで、自分の生活圏や興味のある場所を地理的に隔々まで理解し、位置関係を把握し、どこにどのような施設があるのかを発見することで、視覚障害者の生活の自由と QOL はおおいに高まるとわれわれは考えている。

なお、研究はすでにフェーズ 2 の段階に入っており、24 ドット×32 ドットの点図ディスプレイ (KGS 社 DV-1) を用いて道路全体と出発地から目的地までの経路を表示し、触覚で経路や道路を認識できるシステムの開発を進めている。その成果については別の機会に報告を行う予定である。

文 献

- [1] 伊沢義貴, 浜末希子, 戸川望(他) “歩行者を対象とした地図データ配信システムにおける専用プロセッサの設計と評価(システムオンシリコン設計技術ならびにこれを活用した VLSI)” 信学技報, 99(658), pp.15-22, Mar. 2000
- [2] 入江博樹, 今村恭己, “ローカルエリア DGPS の補正データ推定の検討” 信学技報, 100(244), pp.35-40, Jul. 2000
- [3] NTT ソフトウェア(株)ITS 推進本部, ユーザ事例 GPS と PDA を組み合わせて歩行者ナビゲーションを実現” コンピュータ & ネットワーク LAN, 20(6), pp.62-64 Jun. 2002
- [4] 田野英一, 牧野秀夫, 前田義信(他) “視覚障害者用 GPS 位置案内装置における測位方式-SA 解除後の DGPS の有効性評価” 日本航海学会論文集, 105, pp149-156, Sep.2001
- [5] 田野英一, 牧野秀夫, 前田義信(他) “視覚障害者用 GPS 位置案内システムにおける情報多層化の評価” GIS-理論と応用, 9(2), pp41-51, Sep.2001
- [6] 田野英一, 牧野秀夫, 前田義信(他) “GPS を用いた視覚障害者用屋外位置案内装置(2)FM-DGPS による位置案内” 信学技法, 100(98), pp101-108, May. 2000
- [7] 田野英一, 牧野秀夫, 前田義信(他) “GPS を用いた視覚障害者用屋外位置案内装置-FM-DGPS による測位精度の向上” 信学技法, 99(82), pp35-40, May. 1999
- [8] 桧垣宏行, 牧野秀夫, 渡部礼二(他) “視覚障害者用音声位置案内システムにおける GPS 携帯電話・PDA の実験と評価” 信学技法, 103(327), pp61-66, Sep. 2003
- [9] 福島莊乃介, 斉藤真二, “多基準による狭域 DGPS の測位性能評価(GPS 論文小特集)” 信学論(B)通信, 84(12), pp2212-2219, Dec. 2001
- [10] 古川万寿夫, 香山健太, 塚田成美, “視覚障害者のための地図利用補助装置の提案” 長野工業高等専門学校紀要, 35, pp25-28, 2001
- [11] 松山孝彦, 門倉翠, 八釜和紀, “ポータブル GPS 受信機による DGPS 測位評価” 神戸市立工業高等専門学校研究紀要, 38(2), pp51-54, Mar. 2000
- [12] 森岡裕一, 寺師慎屋, 中川正雄 “GPS 連携通信システムの提案及び実験” 信学技法, 101(99), pp13-18, May. 2001
- [13] 李欣洙, 間瀬憲一, 阿達透(他) “GPS 歩数計及び方位計を用いた歩行者移動経路追跡法(GPS 論文小特集)” 信学論(B)通信, 84(12), pp2254-2263, Dec. 2001
- [14] Siekierska Eva, Labelle Richard, Brunet Louis, and McCurdy Bill, “Enhancing spatial learning and mobility training of visually impaired people—a technical paper on the Internet-based tactile and audio-tactile mapping.” Canadian Geographer, Vol.47, pp480-494, Winter 2003.
- [15] North Andrew, “Virtual reality shows blind the way” Geographical, Vol.65, Issue12, p5 Dec. 1993.