

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24年 5月28日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21360247

研究課題名（和文） 視覚障害者のQOL向上のための街歩き支援ハイブリッド携帯電話ナビ
実用化研究研究課題名（英文） Mobile phone based hybrid pedestrian navigation system for visually
handicapped people to enhance their quality of life

研究代表者

内田 敬（UCHIDA TAKASHI）

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：60203535

研究成果の概要（和文）：視覚障害者が晴眼者に遜色なく買い物や街歩きを楽しむことを支援する歩行者ナビ実用化研究である。利用者機器として市販 GPS 携帯電話を利用し、視覚障害者に必要な機能、すなわち、（1）交差点などで屈折方向を誤らないために必要な詳細位置特定精度または詳細な歩行支援情報、（2）環境音の聴取を阻害しないナビ信号・指示、（3）目的施設・店舗などの確実・高精度な通知、を付加する。中期的（5～7年程度）に実用化されることを狙って、その基礎となる成果を得た。

研究成果の概要（英文）：Pedestrian navigation system for visually handicapped people to enjoy their daily life such as shopping has been developed. As an end user device, GPS-equipped mobile phone is designed to be utilized. Following features are developed to be added to conventional navigation systems: (1) more precise audio directions to move, (2) easily recognizable directional sounds which are compatible with other sounds/noises encountered in daily lives, (3) precise notification of destination such as a small shop. The results are expected to be applied to practical use in several years.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2011年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	7,100,000	2,130,000	9,230,000

研究分野：交通計画、都市・地域計画

科研費の分科・細目：土木工学、土木計画学・交通工学

キーワード：ITS、バリアフリー、ユニバーサルデザイン、歩行者、RFID、ケータイ、実験

1. 研究開始当初の背景

GPS 機能と web アクセス機能のついた携帯電話の普及により、「NAVITIME」など歩行者を対象としたナビゲーションサービスの機能的進展が著しい。人工衛星からの電波を利用する GPS の特性として、屋内のみならずビル谷間においても歩行者への道案内

内としては精度に不満が残る場面があること、大資本のチェーン店などが主たるコンテンツ提供者であって、街を面的に知る、歩き回るという観点からは不十分であることなど、改良すべき点はあるものの、晴眼者にとっては以前とは比較にならないほど高機能の街歩き支援ツールが提供されている。

ところが視覚障害者にとっては、「らくらくホン」のように音声読み上げ機能のついたインターネット対応携帯電話の市販によってメールを外出先でもやり取りできるようになるなど、コミュニケーション支援の向上こそなされているものの、外出行動自体を支援するには至っていない。例えば、通勤などで通いながれた道であっても、曲がるべき交差点の識別は記憶とあいまいな「目印」（白杖の路面感触など）に頼っており（現状のGPS携帯電話の精度、音声案内では使い物にならない）、また、沿道にある施設や店舗についてはほとんど何も知ることが出来ないという状況に置かれている。あるいは、新たに開業したショッピングセンターを訪問してみようとすると、清眼者とスケジュールを合わせて「連れて行ってもらう」という地位に置かれたままである。このようなQOL（生活の質）の低さをいくばくかでも解消したい、しかも、不十分な点は残しながらであっても可能な限り早く実現したいという欲求（申請者のみならず、これまでの研究過程において実験にご協力いただいた多くの視覚障害者たちの切なる願望）のもとにこの研究を構想した。

なお、本研究で目指す歩行支援システムはあくまでもQOL向上の観点から「街歩き」の楽しさを提供することを狙いとしており、安全性に関わる機能を提供するものではない。視覚障害者自身の白杖あるいは盲導犬と聴覚による安全確保、ならびに音響信号や点字ブロックなどの安全施設・機器の整備を大前提としている。

2. 研究の目的

(1) 研究の経緯

「早く」という点から、既に実用化されているサービスや、かなりの程度の普及が見込める要素技術を活用し、それらを一体的なシステムとして組上げるために必要となる事柄を本研究の課題とする。本研究にとっての要素技術に位置づけられる研究として以下を行ってきた。

- ①10メートル程度の通信エリアを持つUHF帯の無線ICタグを電波灯台として用いることにより、交差点など屈曲点ごとに逐次的な進行方向指示を行う歩行者ナビシステムの開発。本研究においては、GPSの精度が期待できないエリアでの適用（GPSと無線ICタグとのハイブリッド位置特定）を検討する。
- ②視覚障害者にとって周辺環境把握に最重要である聴覚に負担を掛けないように、骨伝導ヘッドフォンを用いることを前提として、簡潔かつ明瞭な信号音および指示メッセージ内容と、それらを提供すべきタイミング・地点について検討を進めてきた。

右左折やUターンなど道案内において最低限必要となる信号を電子音で与え、その他、円滑な歩行に必要な付加情報を簡潔なメッセージ群として定義し、それらを提示すべきタイミング・地点を明らかにしている。さらに、複雑な経路を簡略なメッセージで記述するためのサイン体系についても検討をしてきた。本研究においても、一部拡張しながら、これら成果を用いる。

- ③視覚障害者は目的施設の近傍に到達しても、その入り口が詳細にわからなければ（1メートル程度以内に到達しなければ）目的を果たせない。したがって地上・施設側から誘導する何らかの手立てが必要である。そのために用いることのできる設備として店頭設置可能で無線ICタグ（RFID）を内蔵したまちナビシール・看板や、大規模施設や駅頭に設置するディレクトリ（直感的に理解でき、触知図や点字などとの親和性にも配慮した「電子案内板」）を提案している。これらハードのみならず、「電子案内板」とwebコンテンツの連携（ハイブリッドまち情報ナビサイト）のあり方も検討している。

(2) 研究期間内の成果目標

本研究は、上記の研究経緯を踏まえて、総合化を行うものであり、中期的（5～7年程度）に実用化されることを狙いとして、そのために必要となる機能・技術指針を明らかにすることを目的とする。

健常者向け携帯電話ナビの進展状況を鑑みると、視覚障害者向けのシステムを独立して構築するのは得策ではない。機能の拡張や変更・ユニバーサルデザイン化を指向すべきであろう。

市販品で既に実現されており、本研究で、その活用を図ろうとする機能の主たるものは、1)GPS歩行者ナビ機能（NAVITIMEなどの商用サービスとの連携または同様の機能の独自実装）、2)「らくらくホン」などに実装されているwebページ、コマンドなどの音声読み上げ機能、である。

付加すべき機能の主たるものは、①交差点などでの屈折方向を誤らないために必要な詳細な位置特定精度（誤差1メートル程度以下）または詳細な歩行支援情報の提供、②わかりやすく、かつ環境音の聴取を阻害しないナビ信号・指示、③目的施設・店舗などの確実・高精度な通知である。

その実現に資する機能的ガイドラインの提案を目標とする。その内容には前項（研究の経緯）に示す成果に加えて、次の事項を含む：

- ①ハイブリッド位置特定：GPSによる位置特定・誘導で十分なエリアと無線タグ技術によって詳細誘導を行うべきエリアとの明

確な区分、それらの遷移エリアの設定方法、全体システム構築コストも考慮した役割分担の考え方。

- ②ことばの地図：無線タグなどの支援機器が未設置である地点や、複雑な街路・交差点形状（例えば五叉路）であって逐次的な進行方向指示では不適用、不十分な地点における代替的な案内方法や音声による街路形状記述。
- ③ハイブリッドまち情報ナビサイト：駅頭や大規模施設入口に設置すべき「電子案内板」や店頭設置の電波灯台など支援インフラの情報メディアとしての基本仕様、ならびに、それと携帯電話 web サイトとのコンテンツ連携のあり方。

(3) 研究の意義

期待される研究成果は、視覚障害者の社会的活動を支援するという直接的な社会的便益につながるのみならず、音声による空間記述・方向指示のあり方を明らかにすることで空間認知に関する学術的知見も提示することが期待できる。また、支援インフラの漸進的整備の方針を明らかにするという点からは、今後の社会基盤整備における官民連携のあり方など、計画論にも貢献できよう。

3. 研究の方法

(1) 全体構想

本研究は実用化を目指すものであるから、実世界に限りなく近い状況で試作機器・システムを視覚障害者に使ってもらい実験を主体として進める。応用しようとしている GPS 携帯電話や無線タグ技術は変化が激しいこと、また、成果であるガイドラインも逐次公表することが実用化に有利に作用すると期待することから、6ヶ月程度を1期として開発・提案－実験－評価・改良のプロセスを繰り返す漸進的アプローチをとる。実験は、2つのサイトを定めて実施する。

実験サイトは、実用化された場合に視覚障害者が次の例のような「街歩き」を行うことを想定して選定した：地下鉄で、ある街に着いた視覚障害者（機能拡張した携帯電話と骨伝導ヘッドフォンを所持・装着）は、駅頭に設置された「電子案内板」を情報アクセスの基点として周辺施設の案内情報をブラウジングし、植物園の散策、商店街での買い物、複合ビル内での喫茶を行うことを決める（ナビの目的地設定を行う）。駅から目的地へ向けて歩き始めると、「間もなく左」などの道案内が骨伝導ヘッドフォンから聞こえ、植物園内では、花木の名称などの音声ガイドが聞こえる。商店や複合ビルの入口では電波灯台で誘導される。複合ビル入口には、また、「電子案内板」によりビル内の喫茶店への詳細アクセス情報を取得して、ビル内でも「道案内」

を受けて歩く。

上記の想定に基づいて実験サイトは、①大学内の中層ビル（大学サイト）、②大規模都市公園、近接地下鉄駅および周辺市街地（公園サイト）の2つを設ける。①大学サイトは「電子案内板」、ハイブリッドまち情報ナビサイトに関する課題の検討と試用システムの予備試験を主目的とし、②公園サイトはGPS 連携すなわちハイブリッド位置特定とことばの地図に関わる検討を主目的とする。さらに②公園サイトでは、研究最終フェーズにおいて被験者に“自由に”歩き回ってもらうという実証実験も実施する。

(2) 研究体制

被験者（視覚障害者）が接する機器・システム・コンテンツに関しては限りなく実用品に近いものを用いるため、また、機能拡張に利用する周辺技術動向を把握する必要があることから、メーカーの研究者など民間の研究員に研究協力を求める。視覚障害を持つ当事者には、被験者として参加してもらいのみならず、研究全般についてコメントをもらうために研究協力者としても参画してもらう。実験の実施や、データ解析などの補助作業には大学院生を充てる。

(3) 研究の年次計画・実績

研究計画の骨格は、6ヶ月程度を単位として漸進的に繰り返して実施する実験（視覚障害者を被験者とする）により成り立つ。

実験サイトは2つ設ける。「大学サイト」は学内の中層ビル、「公園サイト」は大阪市内の大規模都市公園と地下鉄駅を含む市街地である。それぞれの主目的は、大学サイトは「電子案内板」、ハイブリッドまち情報ナビサイトに関する課題の検討と試用システムの予備試験、公園サイトはGPS 連携すなわちハイブリッド位置特定とことばの地図に関わる検討である。

各実験は、1週間程度の期間で5人～20人程度の視覚障害者を被験者として募って実施する。各被験者には実際に機器などを操作・体験してもらい（30分程度）、その後ヒアリングや質疑応答（30分程度）を行って評価や研究展開にあたっての留意事項・要望などを得る。

以下、年度ごとの研究実績を示す。

- ① 3箇年計画の初年度にあたる2009年度は、既往研究の成果であるナビ機器ならびに誘導メッセージの機能拡張のための基礎的な検討・実験を行った。実験は2つのサイトで実施した。
 - 1) 公園サイト（屋外、歩行距離約2Km）では、詳細な歩行支援情報（「言葉の地図」と称する）とGPS誘導よりも精度の高い詳細位置特定誘導のあり方について考案した「ガ

イドライン」案の妥当性を、実地検証した。実験は2009年10月～11月に実施し、被験者は視覚障害者24名であった。

2) 大学サイト(屋内・学内、歩行距離約1Km)では、「言葉の地図」に加えて、玄関ホール設置の案内板や個室ドアからの誘導音との連携について実験を行った。実験は2次(2009年12月、2010年1月)にわたり、被験者は視覚障害者延41名(10名+31名)であった。

② 研究第2年度にあたる2010年度は、次の3課題に取り組んだ。

1) 大学サイト(屋内)において電子案内板としての活用を図る電波タグ(RFID)応用品(市販品)の特性を把握し、携帯電話ベースの連携ソフトウェアの動作・操作性を確認した。

2) 昨年度に実施したGPS連携ナビに関する成果を洗練化して、視覚障害者を対象とする道案内として実用に耐える水準で、携帯電話に実装した。

3) 屈曲・蛇行した路や、多枝交差点など、単純な進行方向指示では道案内が不可能な地点などでは図による記述が有効であるが、視覚障害者のためにはそれを音声(「ことばの地図」)で提供しなければならない。公園サイトをフィールドとして多様なケースを検討した。

なお、スマートフォンの急速な普及などハードウェア環境の変化が激烈であったため、大規模な実験は次年度に持ち越すこととし、アルゴリズムやガイドラインの精緻化と、移動支援ニーズの把握に重点において研究を進めた。

③ 研究第3年度(最終年度)にあたる2011年度は、以下の研究実績を上げた。

1) 昨年度までに実施した屋外でのGPS連携ナビに関する成果を洗練化するとともに、屋内外をシームレスに案内するナビの実験システムを作成した。そして、大学サイトにおいて、その挙動を確認した。

2) 上記実験の結果を、視覚障害者ナビ技術指針(素案)としてまとめた。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

前項に示した様に、視覚障害者向け歩行者ナビのアルゴリズムならびに音声メッセージの具体仕様(いつ、どこで、どのような言い回しによる案内をすべきか)を、視覚障害者を被験者とする試用実験を通じて、明らかにしてきた。

利用者機器として用いるべきケータイ、スマートホンを特定すれば、ほぼ実用に供することが可能な段階に到達しつつある。

(2) 国内外における位置づけ・インパクト

スマートホンアプリとして晴眼者向けの音声ナビは既に商用化されている。しかし、視覚障害者を対象とするアプリは、そのマーケット規模が小さいために、未だ開発が進んでいない。そのような状況において本研究は最先端をいくものであり、被験者として参画していただいた視覚障害者(直接的には約70名、さらに関連団体の人々も)の期待は極めて大きい。

(3) 今後の展望

本研究を構想し、遂行してきた2009～2011年度時点と現在とでは、ハードとしてのケータイのあり方が大きく変化している。その変化を踏まえて本研究の成果を活用するべく、2012年度～2014年度の基盤研究(B)「音声ARとRFIDを融合した視覚障害者向け街歩き支援ナビシステムの実用化研究」を進めていく。

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 内田敬、吉井芳聡、視覚障害者街歩き支援ナビの誘導システムに関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol. 27、No. 4、pp. 831-839、2010。【査読有】

[学会発表](計3件)

① 森幹太、内田敬、日野泰雄、吉田長裕、ことばの地図による音声ナビゲーションシステムの実用化実験、平成22年度土木学会関西支部年次学術講演会、2012年6月9日、神戸市立工業高等専門学校。

② 根木和幸、内田敬、日野泰雄、吉田長裕、視覚障害者ナビシステムの誘導・空間記述メッセージの研究、平成22年度土木学会関西支部年次学術講演会、2010年5月22日、京都大学吉田キャンパス。

③ 吉井芳聡、内田敬、視覚障害者街歩き支援ハイブリッドケータイナビの実用化に関する研究、第40回土木計画学研究発表会、2009年11月22日、金沢大学角間キャンパス。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内田 敬 (UHIDA TAKASHI)

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：60203535

(2) 研究分担者

(なし)

(3) 連携研究者

(なし)