

平成21年 3月31日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18360247
 研究課題名（和文） 視覚障害者のための街歩き支援システムー携帯電話とUHF帯RFID
 タグの応用開発
 研究課題名（英文） A System for Visually Handicapped to Town Walk: Application
 development of mobile phone based system combined with RFID
 研究代表者
 内田 敬（UCHIDA TAKASHI）
 大阪市立大学・大学院工学研究科・准教授
 研究者番号：60203535

研究成果の概要：本研究は、携帯電話機を情報処理およびユーザインタフェース装置として活用し、さらにUHF帯RFIDタグを利用する視覚障害者用ナビシステム構築を目的としている。実システムを模した機器を用いた市街地歩行誘導実験を延べ被験者数130名の規模で実施して、①UHF帯RFIDタグを位置特定基盤として活用する際の設置条件などの考え方、②視覚に障害を持つ人にとってわかりやすいユーザインタフェース（音信号や振動など）、③誘導される視覚障害者と周辺通行者の双方の安全性を担保する誘導のあり方、に関する知見を得た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	6,200,000	1,860,000	8,060,000

研究分野：交通計画，交通工学，地域都市計画

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：生活支援，ITS，歩行者ナビ，システム開発，フィールド実験，歩行誘導実験，実環境実験，ユーザーインタフェース実験

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者の外出を支援するための自己位置や経路情報を提供するシステムへの社会的要求は大きい。特に情報通信技術を活用して、小型の携帯型情報機器（たとえばPDA）により位置特定や誘導を行うシステムの研究開発は活発であり、いくつかのシステムが提案・開発され、既に社会実験も実施されている。しかし、地下街などにおける自己位置の特定精度向上，向かうべき方向の特定，そして低コスト化が大きな課題として挙げられている。

一方、トレーサビリティの確保など物流面での応用を主動因としてUHF帯の電波を用いたRFIDタグ（電波タグ）の開発、国際標準化が進められつつある。このRFIDタグを位置特定基盤として活用するならば、低コストで社会的な基盤整備が可能となろう。実際、携帯電話通信事業者も携帯電話でUHF帯RFIDタグと通信する付属機器の開発を進めている。つまり、ハードウェアに関しては、高精度位置特定の低コスト化の条件が整いつつある。

上述の通り、視覚障害者向けの誘導システ

ムは多数、提案・提案されている。たとえば、国土交通省が実施している「歩行者 ITS 共同研究」では H12～13 年度に全国 5 箇所検証実験が行われ、システム標準化を目指した取り組みがなされている。更に H.16 年度からは「自立的移動支援プロジェクト」（自律的移動支援プロジェクト推進委員会ホームページ <http://www.jiritsu-project.jp/>）として社会実験が実施されている。本研究はこれらのプロジェクトと目的を同じくしている。これら類似研究の成果として、提供情報の標準化については、社会実験を通して多くの知見が得られており、本研究も提供系の標準化には従う。一方で、「地下における自己位置特定技術」と「進行方向特定技術」に関しては、大きな問題点として指摘されている段階にある。本研究はこの 2 課題を解決するものとして位置づけられる。

2. 研究の目的

本研究の申請時（2005 年 10 月）における当初の目的は、一般利用も含めたユニバーサルな用途で、位置と方向情報を安価に提供可能とするシステムを開発することである。開発するシステムは以下の仕様を満たすものである：

- ① 地下街などでの自己位置特定精度の向上：位置特定誤差数 m 未満
- ② 向かうべき方向の特定方法確立：希望進行方向線からのずれ 2m 未満
- ③ 低コスト化：普及時に、個々の利用者の自宅から周辺バス停までの間は個人負担でタグ整備ができる程度の価格

研究代表者らは既にプロトタイプシステム（HIT ナビ）の開発および健常者を対象としたフィールド実験（社会実験、H14 年 11 月および H15 年 10 月）を行っている。ここでは独自規格の RFID タグと PDA（携帯型コンピュータ）を用いた。

本研究では、携帯電話機（移動機）の情報処理能力の飛躍的発展をうけ、携帯電話機を情報処理およびユーザインタフェース装置として活用し、さらに通信事業者が開発した UHF 帯 RFID タグを利用することで、実用システムに限りなく近い形態のシステム構築を達成目標とする。

上述の通り、UHF 帯電波を用いた誘導のプロトタイプシステムは既に開発しているので、これを携帯電話ベースのシステムに移植し、実際に視覚障害者に使用・評価してもらうことを通じて、システムの改良を進める。上記仕様を満たすような、視覚障害者にも活用してもらえるシステムの実用化（製品化の直前段階）を実現することを目的とする。

主要課題は、

- ・ 携帯電話用 UHF 帯 RFID タグを位置特定基盤として活用するにあたっての設置条

件などのガイドライン確立・検証

- ・ 視覚に障害を持つ人にとってわかりやすく安全なユーザインタフェース（音信号や振動などによる）の開発
 - ・ 誘導される視覚障害者と周辺通行者の双方の安全性を担保する誘導アルゴリズムへの発展・改良
- である。

3. 研究の方法

本研究課題の目指す成果は、街歩き支援「システム」の実用開発であるが、そのためにはハードウェアを用意して、実環境などでの実験評価を行わねばならない。そこで従来研究と同様に、産学が連携した枠組みで研究を遂行した。

研究の手順・方法は以下の通りである。

(1) 位置・方向特定精度の向上のための電波タグ仕様・配置の検討

本研究のベースとなる健常者向けシステムでは位置特定精度は 10m 程度で良い。また方向の指示も視覚情報を併用することができるため、あまり厳密に行う必要はない。ところが視覚障害者を対象とする場合には、地下街の広場部のように複数通路が集まる地点でも迷うことなく誘導するために、数 m 以下の位置特定精度が必要であり、方向特定にも厳密さが要求される。

本システムは位置・方向特定のための地上側インフラとして RFID（電波）タグを用いる。位置・方向特定の精度は、電波タグの出力、配置と歩行者空間の電波伝搬特性によって規定される。一般に低出力のタグを高密度に配置することで位置・方向特定の精度は向上できるが、インフラ整備費用の増大につながるため、最低限のタグ個数で所期の精度を達成するような配置を検討した。

(2) 歩行支援情報提供タイミングの検討

前項に示したことと同様に、視覚障害者の場合には情報を受けた視覚障害者が執り行う行動が数 m 以下の精度を持つように、歩行支援情報を適切なタイミングで提供することが必要である。

情報提供手段（音声、振動など）と、その提供タイミングに関して、安全性の観点も入れて屋内で実験を行い、検討を行った。

(3) ユーザインタフェースの検討

ユーザー機器として携帯電話を用いることを試行した。さらに、視覚障害者にとって安全かつわかりやすい情報提示・誘導方法に関して、屋内で実験を行い、検討した。

(4) フィールド実験（第 1 期）

前 3 項の観点から拡張・改良を加えた歩行支援ナビゲーションシステムを視覚障害者に、実環境で試用してもらった。

大阪市内の中心市街地において、誘導実験を行った。安全性評価のために被誘導者なら

びに周辺歩行者の挙動をビデオ撮影し、画像解析した。

(5) 歩行支援アルゴリズムの拡張・改良

前項フィールド実験の結果を踏まえて、実用化へ向けたアルゴリズム改良を行った。

(6) ユーザインタフェースの改良

歩行支援情報の提供方法のみならず、携行機器自体の使い勝手も改良した。

(7) フィールド実験（第2期）

大阪市内の中心市街地において、フィールド実験を行い、実用化前の実証試験とした。安全性評価のための被誘導者・周辺歩行者挙動ビデオ撮影も行った。

4. 研究成果

視覚障害者の外出を支援することを目的として自己位置や経路誘導情報を提供するシステムについて、研究代表者らは既にプロトタイプシステムの開発および健常者を対象としたフィールド実験を行っている（H14年11月およびH15年10月）。本研究では、携帯電話機（移動機）の情報処理能力の飛躍的発展をうけ、携帯電話機を情報処理およびユーザインタフェース装置として活用し、さらにUHF帯RFIDタグを利用することで、一般に普及可能な実用システムに限りなく近い形態のシステムを構築することを達成目標としている。

(1) 第1年度の成果

平成18(2006)年度は、視覚障害者にとって安全で分かりやすく、不快感を与えない誘導・指示信号を明らかにするため、実験およびヒアリングを行った。実験は大きくは2段階に分けて実施した。それらを①音色実験、②タイミング実験と呼ぶ。

①音色実験では、進行・屈折方向を指示するメッセージについて、a)簡略な自然言語、b)丁寧な自然言語、c)機械的な信号音の3タイプを比較・評価した。ここでは、メッセージの音程やリズムについても種々のバリエーションを検討した。

②タイミング実験では、屈折行動をとるべき地点に先立って与える予告メッセージのリードタイムと歩きやすさ・安全性の関係について、屋内歩行実験により検討した。

以上の実験および視覚障害者へのヒアリングにより、視覚障害者向けナビシステムで歩行誘導中に使用すべきユーザインタフェースを定めることができた。

(2) 第2年度の成果

第1年度にあたるは屋内（研究室周辺）での検討を中心として実施したが、第2年度は、フィールド（都市内の公的施設・空間）での検討を主体とした。

①フィールド実験（第1期）

第1年度の成果を踏まえて拡張・改良を加えた歩行支援ナビゲーションシステムを、視覚障害者にも実環境で試用してもらった。被験者数は延40人弱であった。安全性評価のために被誘導者ならびに周辺歩行者の挙動をビデオ撮影し、画像解析した。

② 歩行支援アルゴリズムの拡張・改良

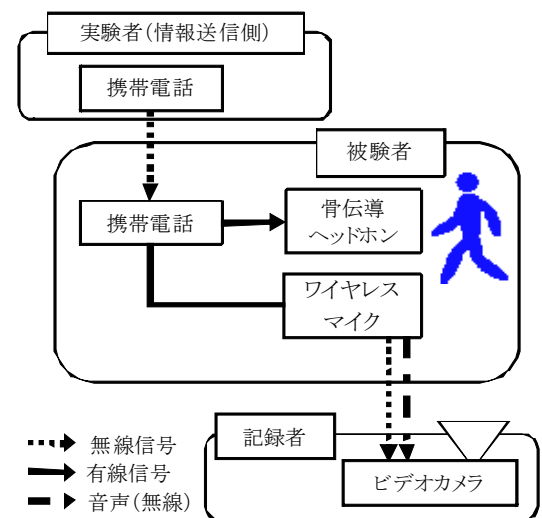
前項フィールド実験の結果を踏まえて、実用化へ向けたアルゴリズム改良を行った。

③ ユーザインタフェースの改良

歩行支援情報の提供方法のみならず、携行機器自体の使い勝手、特に目的地設定などナビ開始までの操作性も改良した。



フィールド実験第1期の状況(2007年11月)



フィールド実験の機器構成概念図

(3) 第3年度の成果

当初2カ年（2006～2007年度）に、実システムを模した機器を用いた市街地歩行実験（フィールド実験）を、延べ被験者数100弱の規模で実施して、システムを改良してきた。最終年度にあたる平成20(2008)年度は、以下の3項目を実施した。

① 歩行支援アルゴリズムの拡張・改良：昨年度のフィールド実験の結果を踏まえて、実用化へ向けたアルゴリズム改良を行っ

た。

- ② ユーザインタフェースの改良：歩行支援情報の提供方法のみならず、携行機器自体の使い勝手も改良した。
 - ③ フィールド実験（第2期）：大阪市内および東京都内の中心市街地において、被験者数31人のフィールド実験を行った。これは実証試験と位置づけられる。安全性評価のための被誘導者・周辺歩行者挙動ビデオ撮影も行った。
- 3 ヶ年にわたる研究成果の取りまとめは、以下の観点で行った。
- ① 携帯電話用UHF帯RFIDタグを位置特定基盤として活用する際の設置条件などの考え方
 - ② 視覚に障害を持つ人にとってわかりやすいユーザインタフェース（音信号や振動など）
 - ③ 誘導される視覚障害者と周辺通行者の双方の安全性を担保する誘導のあり方
具体的な内容は、学术论文（審査中）に示している。

(4) 国内外における位置づけと今後の展望

本研究テーマは、国際的にも大きな課題として研究が行われているが、未だ具体成果は報告されていない。従って、既にフィールド実験を実施しており、さらに携帯電話を情報処理端末として活用する本研究は、世界最先端のレベルにある。

引き続き、本研究をさらに発展させる研究（課題番号21360247）を平成21～23年度に実施する。

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 5 件）

- ① 内田敬、望月翼、吉井芳聡：視覚障害者ナビにおける信号音の種類及び使用可能環境に関する研究、土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol. 38, 4pp., 2008, 査読無。
- ② 吉井芳聡、望月翼、内田敬、日野泰雄：視覚障害者街歩き支援ケイタイのユーザインタフェースに関する研究、平成20年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2pp., 2008, 査読無。
- ③ 望月翼、内田敬：視覚障害者ナビの基本指示に用いる音色とタイミングに関する実験、第27回交通工学研究発表会論文報告集(ISBN978-4-905990-66-6), pp. 165-168, 2007, 査読有。
- ④ 望月翼、内田敬、日野泰雄：視覚障害者ナビの基本指示に用いる音色とタイミングに関する研究、平成19年度土木学会関西支部年次学術講演概要集(CD-ROM), 2pp.,

2007, 査読無。

- ⑤ 内田敬：まち歩き支援ナビゲーションシステムの開発経緯と実運用への展望、第5回ITSシンポジウム2006 Proceedings (ISBN 4-9901438-4-1), pp. 407-412, 2006, 査読無。

〔学会発表〕（計 5 件）

- ① 内田敬、望月翼、吉井芳聡：視覚障害者ナビにおける信号音の種類及び使用可能環境に関する研究、2008年11月2日、和歌山大学。
- ② 吉井芳聡、望月翼、内田敬、日野泰雄：視覚障害者街歩き支援ケイタイのユーザインタフェースに関する研究、平成20年度土木学会関西支部年次学術講演会、2008年5月24日、近畿大学。
- ③ 望月翼、内田敬：視覚障害者ナビの基本指示に用いる音色とタイミングに関する実験、第27回交通工学研究発表会、2007年11月14日、砂防会館別館。
- ④ 望月翼、内田敬、日野泰雄：視覚障害者ナビの基本指示に用いる音色とタイミングに関する研究、平成19年度土木学会関西支部年次学術講演会、2007年5月26日、大阪大学吹田キャンパス。
- ⑤ 内田敬：まち歩き支援ナビゲーションシステムの開発経緯と実運用への展望、第5回ITSシンポジウム2006, 2006年12月7日、東京大学生産技術研究所。

〔その他〕

- ① 体感ルポ「携帯電話を使った歩行誘導—移動の有効性を探る」、『点字毎日活字版』、2008年2月21日、第4面
- ② 体感ルポ「携帯電話を使った歩行誘導」、週刊『点字毎日』、No. 4378(2008年2月17日号)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内田 敬 (UCHIDA TAKASHI)

大阪市立大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：60203535

(2) 研究分担者

※2006,2007年度

吉田 長裕 (YOSHIDA NAGAIRO)

大阪市立大学・大学院工学研究科・講師
研究者番号：20326250

(3) 連携研究者

※2008年度

吉田 長裕 (YOSHIDA NAGAIRO)

大阪市立大学・大学院工学研究科・講師
研究者番号：20326250