

# 音信号を用いた歩行者ナビゲーションシステムの開発

## Pedestrian Navigation User Interface Using Simple Auditory Signals

内田 敬\* 菅 芳樹\*\* 田名部 淳\*\*\* 大藤 武彦\*\*\*\* 丹下 真啓\*\*\*\*\*

Takashi Uchida, Yoshiki Suga, Jun Tanabe, Takehiko Daito and Masahiro Tange

### 1. まえがき

近年、歩行者 ITS (Intelligent Transport Systems 高度道路交通システム) の本格的な実用化を目指し、全国で研究開発、実験が盛んに行われている。その一つとして歩行者を対象としたナビゲーションシステムがある<sup>(1),(2)</sup>。

本研究では商店街・繁華街・観光地などへの来訪者（一般市民、地理に不案内な国内観光客、言語に関するバリアもつ海外観光客等）に対して観光スポット・店舗・公共交通等の情報提供と、それらへの行き方案内・誘導を一体的に行う情報システムを開発・実用化することを目的としている。本論文では歩行者を目的地まで経路誘導するための経路誘導手法（ユーザインターフェース）について提案を行い、実環境での実証実験によりその有効性を示す。

### 2. 歩行者ナビゲーションシステム構成

歩行者を地上やビル内、地下街などの環境で目的地までをシームレスに経路誘導するためには、所在位置や進行方向を正確に把握することが重要であり、高精度の位置特定技術が必要である。位置特定技術としては PHS, GPS, Pseudolite, Bluetooth, RFID タグ<sup>(3),(4)</sup>などが提案されているが、歩行者を経路誘導するには既存技術のみでは不十分である。本研究では低出力の RFID タグを高密度配置することで高い位置特定精度を確保することとし、歩行者ナビゲーションシステムのプロトタイプ（図 1）を作製した<sup>(5)</sup>。

RFID タグはアクティブタイプとし、受信機が近傍に存在するときのみ固有の ID を一定間隔で発信する。この ID を受信機により受信することで利用者の現在位置を特定する。なお、RFID タグの設置場所は、経路誘導の必要性から交差点や曲がり角、交差点間の距離が長い場合にはその中間点、階段、エスカレータ、目的施設周辺である。

携帯端末は受信機と市販の PDA (Compaq 社製, iPAQ H3870) をシリアル接続して運用を行った。PDA の OS は Linux (Pocket PC2002 上からエミュレート) を用い、C 言語によりナビゲーションソフトウェア<sup>(6)</sup>を開発した。

### 3. ユーザインターフェース

ウインドウショッピングや観光、散策を楽しむ「ながら歩行」の利便性を図るため、本システムでは音信号による誘導を基本としている。これは、歩行中に PDA を参照、操作させることは交通事故などの危険性が高くなること、及び、PDA 画面を参照する煩わしさを考慮したためである<sup>(6),(7)</sup>。しかし、情報量の限られた音信号のみで、安全・



図 1 受信機, RFID タグ及び携帯端末 (PDA)

誘導指示	音信号パターン
直進	・ ・ ・ ・
左折	—— — — — —
右折	—— — — — —
戻れ	—— — — — —
ゴール	・ ・ — — — —
OB / 警告	・ ・ ・ ・ ・ ・

・ 短音 - 長音

図 2 音信号

円滑な誘導を実現するには限界があるため、画面情報もあわせて利用者に提供している。

以下に(1)音信号と(2)画面情報、(3)誘導指示情報について述べる。

#### (1) 音信号

音信号はモルルス信号と同様に短音と長音からなり（図 2）、誘導指示（直進右左折指示やゴール、OB など）に応じて出力する。なお、音信号は街中の喧騒などにより聞き逃す可能性があるため、複数回出力する。

階段やエスカレータなど上下方向の誘導時、また、交差点形状が十字路以外の場合の誘導時など、音信号だけでは安全・円滑な経路誘導が難しい場合には警告音を出力し、画面を参照するよう利用者を促す。

#### (2) 画面情報

本システムでは、画面情報として図 3 に示すような地図、出発地、目的地、現在位置、誘導経路、進行方向を示す矢印及び文字を PDA 画面上に表示し、歩行者の経路誘導を行う。なお、現在位置は利用者により表示/非表示の切り替えが可能である。

#### (3) 誘導指示情報

図 4 は誘導時における進行方向を示す矢印と、文字情報、及び音信号の関係をまとめたものである。ここで OB とは利用者が経路を大きく逸脱したため、経路誘導を継続することができない状況を示す。

利用者が目的地に到着した際には目的地に到着したことを音信号により知らせるだけではなく、目的施設の方向も提供の方が利用者にとっての利便性は高くなる。そのため、歩行してきた方向から見てどの方向に目的の施設があるのかを文字情報として出力する。また、目的地の到着直前では「まもなくゴール」という文字情報を方向の指示情報とあわせて画面表示している。

\* 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻

\*\* (株) 空間システム

\*\*\* (株) 都市交通計画研究所

\*\*\*\* (株) 交通システム研究所

\*\*\*\*\* (社) システム科学研究所

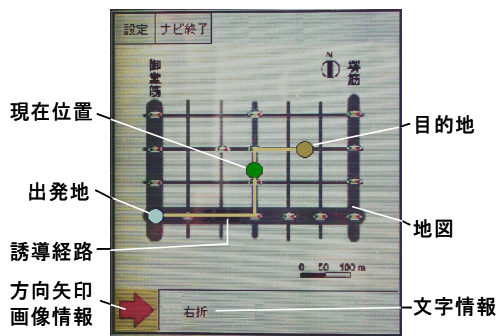


図3 PDA画面情報

画像	音信号	文字情報	画像	音信号	文字情報
	直進	直進		警告	左前方直進
	ゴール	ゴール 前方		ゴール	ゴール 左前方
	左折	左折		警告	右前方直進
	ゴール	ゴール 左		ゴール	ゴール 右前方
	右折	右折		警告	左後方戻れ
	ゴール	ゴール 右		ゴール	ゴール 左後方
	戻れ	戻れ		警告	右後方戻れ
	ゴール	ゴール 後方		ゴール	ゴール 右後方
	警告	地上へ		警告	地下へ
	OB	OB ナビ終了せよ			

上段: 経路誘導時  
下段: 目的地到着時

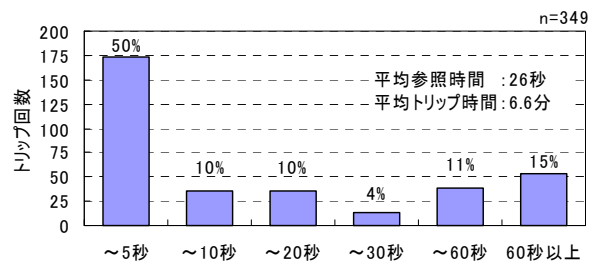
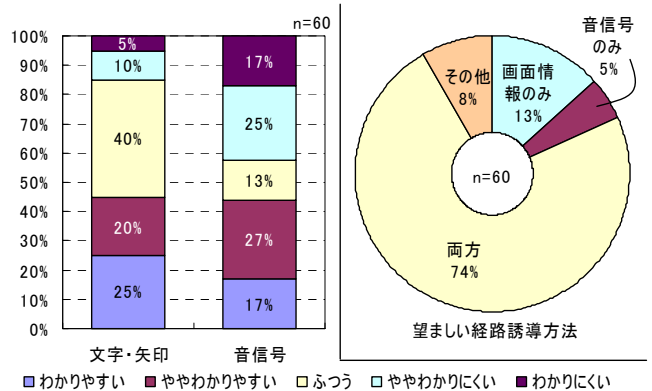
図4 誘導用指示一覧

#### 4. 実証実験

今回開発したナビゲーションシステムを用いて、平成14年11月に大阪市中央区内で健常者を対象とした実証実験を行った。繁華街（地下鉄心斎橋駅を中心とする約500m四方のエリア、地下街を含む）に152基のRFIDタグを設置し、約70の施設・店舗への経路誘導を行った。延べ10日間の実験期間中に60名のモニターが参加した。各モニターは20分程度の事前説明（ソフトウェアの利用方法や、音信号の試聴など）の後、1時間程度の誘導歩行実験を行い、引き続きアンケート調査を行った。また、追跡調査のため各モニターには調査員が随行し、モニターの行動や挙動を逐一記録した。

図5はユーザインターフェースに対する評価（左図）と望ましい経路誘導方法（右図）について集計した結果である。文字・矢印による誘導と比べて音信号による誘導は評価が低くなっている。これは音信号による誘導にモニターが慣れていないためであり、約1時間の誘導歩行実験の後半では音信号のみで目的地まで到着するモニターが多く見られた。また、モニターがPDAを参照した時間について追跡調査から集計した結果（図6）からも、1トリップあたりのPDAの参照時間が5秒以下であるケースが約50%を占めており（平均トリップ時間は約6.6分）、音信号のみで目的地まで誘導がなされていることが確認できる。

望ましい経路誘導方法については、画面情報のみを望むモニターは全体の約13%程度と少なく（図5右）、大部分は音信号と画面情報の両方を望んでいる。これらのことから音信号による歩行者のナビゲーションシステムの有効性が確認できる。



#### 5. おわりに

本論文では、音信号により歩行者を目的地まで経路誘導するための歩行者ナビゲーションシステムの経路誘導手法（ユーザインターフェース）を提案した。さらに、実証実験を通じて音信号による経路誘導が有用かつ実用に耐えうる手法であることを示した。

しかしながら、音信号は街中の喧騒などにより聞き逃す可能性があり、また、利用者にとってはいつ出力されるのかわからないため、実証実験では聴覚に過度に気をとられたというモニターが多く見られた。そのため、出力回数に応じて音の高さやテンポを変更するなど利用者がストレスなく聞き取れるような音信号への改良を予定している。

【謝辞】 実証実験にあたっては国土交通省近畿地方整備局、大阪市計画調整局、NPO法人長堀21世紀計画の会にご支援、ご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- (1)国土交通省道路局 <http://www.its.go.jp/its/>
- (2)e!京都プロジェクト <http://www.astem.or.jp/proj/e-proj/>
- (3)内田敬, "用語と解説 電波タグ," 交通工学, vol.37, no.5, pp.56, 2002
- (4)椎尾一郎, "RFIDを利用したユーザ位置検出システム," 情処学 HI 研報, vol.2000, no.39, pp.56-50, 2000
- (5)内田敬, 大藤武彦, 菅芳樹, 田名部淳, 佐藤光, "RFIDタグによる位置特定と歩行者ナビゲーションシステムの開発," 信学論(A) 投稿中
- (6)Mikko Tarkiainen, Kimmo Kauvo, Jari Kaikkonen, Harri Heine, "SIMPLE TURN-BY-TURN ROUTE GUIDANCE FOR PEDESTRIANS," The 8th World Congress on ITS in Sydney, 2001, CD-ROM
- (7)中村則雄, 福井幸男, "GyroCubeを用いたヒトナビシステム HapticNavi の提案," 日本人間工学会シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」, 2003