

歩行者ナビゲーション (HITナビ) システムの開発と実証実験に基づく評価*

Development and Evaluation of HIT Navi Pedestrian Navigation System

大藤武彦**・内田敬***・佐藤光****・田名部淳*****・丹下真啓*****

By DAITO Takehiko**・UCHIDA Takashi***・SATOU Kou****・TANABE Jun*****・TANAGE Masahiro*****

1. はじめに

高齢者・障害者の外出機会を担保するだけでなく、観光振興や都市のにぎわいを創出するための仕組みとして、安心・快適な移動環境を実現する歩行者ナビゲーションシステムに注目が集まっている。

近年、わが国においては、官民の協力・連携のもとに歩行者ナビゲーションシステムの研究開発、実験が盛んに行われている。国土交通省では、平成12年度から、歩行者、車いす使用者、自転車利用者等を対象とした注意喚起、周辺情報提供、経路案内等に関する総合的な共同研究を実施している¹⁾。また、平成14年度には、IT戦略本部によるe!プロジェクトの一環として、京都市内で観光客を対象としたナビゲーションシステムの実証実験が行われた²⁾。その他にも、車椅子利用者にバリアフリールート案内するものなど、様々な研究開発や実証実験が行われている。

本研究では、観光振興やにぎわい創出を通じた都市活性化に資する仕組みの一つとして歩行者ナビゲーションシステムを位置付ける。適用フィールドとしては、地上やビル内、地下街といった複雑な階層構造を有する都心商業地など高密度市街地を想定した。筆者らは、このような環境においても、地上・地下を問わない高精度の位置特定を実現するため、低出力のRFIDタグを高密度に配置することを提案するとともに、安全かつ快適な歩行を実現するためのシンプルなユーザーインターフェイスを備えた歩行者ナビゲーションシステム

(HITナビ)のプロトタイプを開発した。本稿では、このシステムの概要について述べるとともに、大阪市の繁華街において実施した実証実験時の調査結果の分析を通じて、システムの有効性について評価する。

2. 歩行者ナビゲーションシステムの概要

開発したプロトタイプシステムの構成は、図-1及び図-2に示すとおりである。機器としては、地上側に設置するRFIDタグとユーザが携帯する端末によって構成されている。携帯端末は、市販のPDA (Compaq社製、iPAQ H3870)を用い、RFIDタグの受信機 (特注品)をシリアル接続して運用した。

このシステムは、都市部での導入・実用化を可能とするよう、低出力のRFIDタグ (通信距離: 約20m)を用いて高精度に位置を特定し、道路ネットワークが密で細かい誘導が必要な都心商業地における歩行者ナビゲーションを可能としているところに特徴がある。また、このRFIDタグは屋内外を問わず取り付けが容易であり、しかも地下街や施設内においても精度低下がないため、利用者を目的地までシームレスに誘導するこ

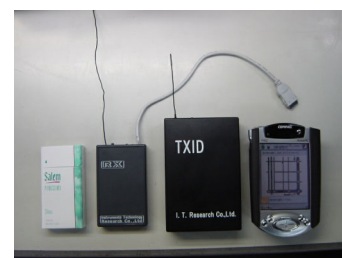


図-1 左から受信機, RFIDタグ, PDA

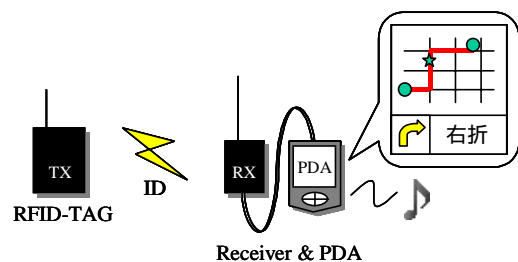


図-2 ナビゲーションシステムの機器構成

*キーワード: ITS, 歩行者交通行動, 情報提供
**正員, HITナビコンソーシアム事務局
(大阪市淀川区西中島7-1-20 第一スエヒロビル801, TEL. 06-6101-7001, E-mail: daito@tss-lab.com)
***正員, 博士 (工学), 大阪市立大学大学院工学研究科
(大阪市住吉区杉本町3-3-138, TEL. 06-6605-3099)
****正員, パシフィックコンサルタンツ株式会社
(東京都新宿区西新宿2-7-1, TEL. 03-3344-1499)
*****正員, 株式会社都市交通計画研究所
(大阪府中央区釣鐘町1-1-11, TEL. 06-6945-0144)
*****正員, 社団法人システム科学研究所
(京都市中京区小結棚町428, TEL. 075-221-3022)

| 方向 | 音信号 |
|-------|---------------------------------|
| 直進 | ・ ・ ・ ・ ・ |
| 左折 | —— ・ ・ —— ・ ・ |
| 右折 | —— ・ —— ・ —— ・ —— |
| 戻れ | —— —— —— —— —— —— —— |
| ゴール | ・ ・ —— —— —— —— —— —— —— |
| OB・警告 | ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ |

・ 短音 - 長音

図 - 3 音信号パターン

とが可能である。

シンプルかつ操作性の高いユーザインターフェイスも、本システムの特徴の一つである。「略地図によるエリア選択 施設カテゴリーの選択 施設選択」と段階的な目的施設選択を採用し、あわせて外観、営業時間、取扱品目といった施設情報を画像や文字によって提供することで、土地に不案内な利用者でも容易に目的施設を設定できるインターフェイスを構築している

3)。また、本システムでは、歩行中の画面確認動作によって利用者の安全性・快適性を阻害しないように、長音と短音の組合せによって構成された音信号パターン(図 - 3)による誘導方法を基本としている⁴⁾。音声ではなくシンプルな音信号パターンを用いることは、外国人観光客への直接的な適用を可能とするだけでなく、将来的な携帯電話等のバイブレーション機能を用いたナビゲーションへの展開を意図したものである。

3. 実証実験の概要

(1) 実証実験の枠組み

開発したプロトタイプシステムの有効性を確認するため、平成14年11月に大阪市中央区内の繁華街において健常者を被験者とする実証実験を行った。

実験対象地区は、図 - 4に示すよう、地下鉄心斎橋駅を中心とする約500m四方のエリアである(大規模地下街を含む)。このエリア内に152基のRFIDタグを設置し、約70の施設・店舗へのナビゲーションを行った。ナビゲーション対象施設は、公共交通施設、金融機関、ホテル、百貨店・ブティック等の小売店、飲食店、観光スポットなどである。

実験期間は延べ10日間(前期5日、後期5日)であり、期間中に60名のモニター(性別:男性50%,女性50%)が参加した。対象エリアへの来訪頻度は「今回が初めて」が39%、「年に数回以下」が45%となって

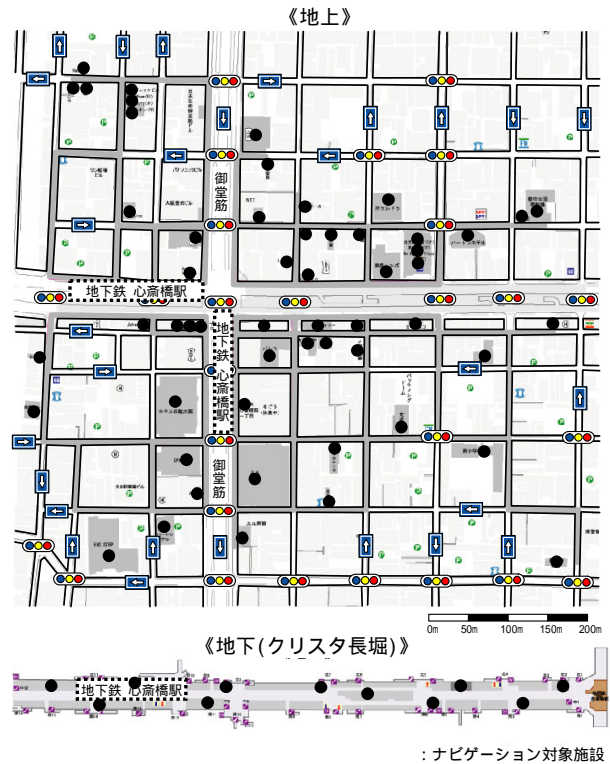


図 - 4 実験対象エリア

おり、対象エリアの地理に不案内なモニターが多数を占めていた。また、PDAの利用頻度も低く、65%が今回の実験で初めて利用すると回答している。モニターは、PDAの操作方法や音信号などに関して20分程度の事前説明(試聴を含む)を受けた後、地下鉄心斎橋駅を起点として約1時間の誘導歩行実験を行った。

(2) 調査観察項目⁵⁾

システムによる誘導の有効性を評価するためには、モニターが「いつ」、「どこで」、「どのような」行動をとったのかを詳細に把握する必要がある。この実験では、システムのログファイル、ストーキング調査、及びアンケート調査によってモニターの行動を記録した。

システムログファイルは、システムの挙動を正確なタイムスタンプとともに記録したものである。受信したタグID、システム出力(画面表示、音信号)の内容、モニターによるPDA操作といったイベント情報を、時刻とともに出力し、トリップ単位でログファイルを作成して、PDAのメモリに記録した。

ストーキング調査は、誘導歩行時のモニターの挙動を把握するために実施した。モニター1名に対しトレーサー(追跡調査員)を1名配置して、出発から到着までの行動や挙動を地図上に逐一記録するとともに、

目的施設到着直後に当該トリップに関する誘導指示のタイミングに対する評価（早すぎる／遅すぎるなど）を記録した。

さらに、全てのトリップが完了した後で、システムの使い勝手に関するアンケート調査を行った。調査項目は、被験者属性、システムの使用感、今後の利用可能性に大別される。また、アンケート調査結果を補うため、記入後の調査票を参照しながら10分程度のヒアリング調査をあわせて実施した。

4. システムの評価

本章では、上述の調査結果に基づいて、使用したナビゲーションシステムの有効性を検証する。なお、本研究においては、RFIDタグや情報提供タイミングに関するキャリブレーションを実施した後（後期実験：被験者数30、トリップ総数202）の結果に基づいて分析を行った。

(1) 誘導の成功率

本システムによる誘導によって、目的地まで到着することができたトリップの割合（成功率）を図-5に示す。全体的に8割以上の高い成功率になっており、本システムによる経路誘導は有効であったことが確認できた。

(2) 誘導タイミング

利用を促進する上で重要な要素の一つである誘導のタイミングに関しては、「やや遅い」との回答が、「ちょうどよい」という評価を上回っている（図-6）。しかし、同一地点を同一方向に進行した場合でも「人通りなどによる電波伝搬状況の変化」、「歩行速度の違い」、「情報提供のタイミングに関する個人的嗜好の差異」などによって、評価が分かれる場合がある。したがって、「早すぎる」と「遅すぎる」の回答をあわせて7%程度であったことを鑑みれば、本システムの誘導タイミングは概ね適切であったといえる。

(3) 目的施設設定の所要時間

目的施設の設定に要した時間は、大半のモニターが1分以内（平均所要時間41秒）であった（図7）。この結果は、PDAに不慣れで、かつ土地に不案内な利用者でも、段階的な目的施設選択方式を容易に理解・操作できたことを意味しており、システム開発時に意図した操作性の高いユーザインターフェイスが実現できていることを示している。

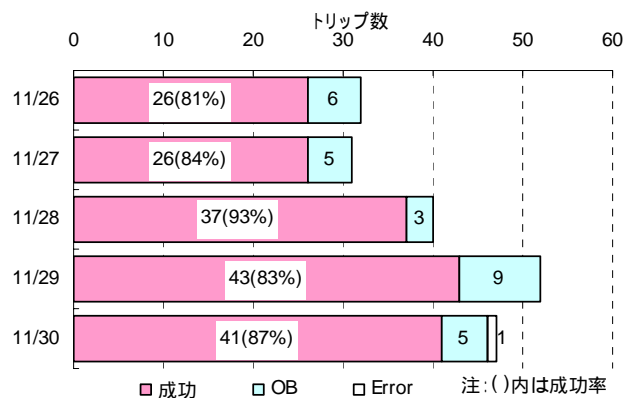


図 5 トリップの成功率

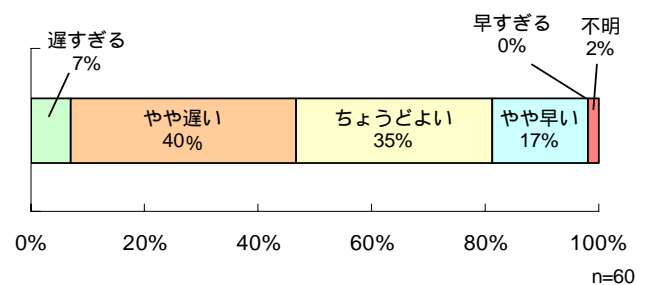


図 6 誘導のタイミング評価

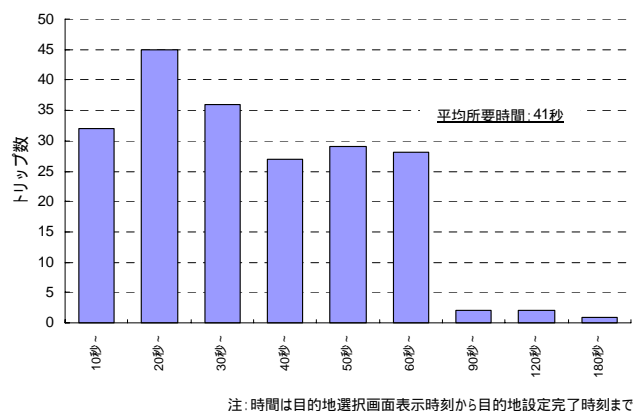


図 7 目的施設の設定に要した時間

(4) 歩行速度

誘導歩行時の、出発地から目的地までの平均歩行速度を図8に示す。歩行速度が4～5km/hであるトリップは30%であり、全体では3km/h以上の割合が75%を占めている。

通常の人間の平均歩行速度が4km/h程度であることを考えると、画面確認動作を必要としない音信号を基本とした本システムの誘導は、通行者が多く違法駐輪など歩行障害が多い繁華街においても通常の歩行速度を確保することができていることが分かった。

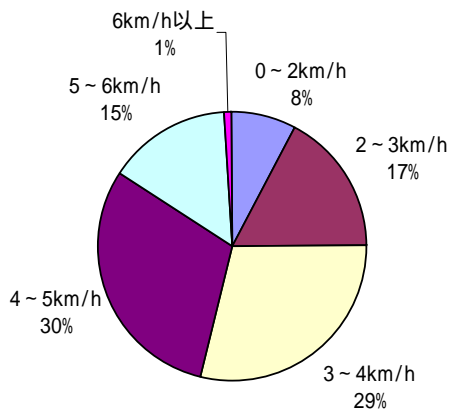


図-8 モニターの歩行速度

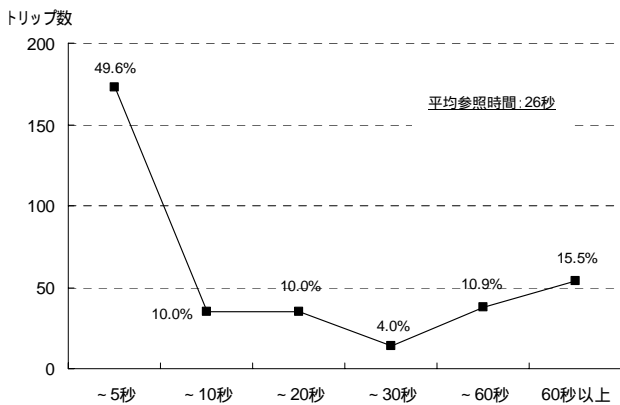


図 9 PDA の参照時間

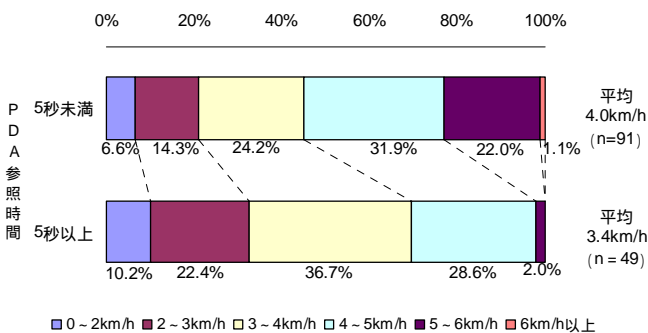


図 10 PDA の参照時間と歩行速度との関係

(5) PDAの参照

1 トリップあたりのPDA画面参照時間を示したのが図 9である。参照時間の平均は26秒であるが、総トリップのうち約50%が5秒以内の参照時間となっている。この結果は、PDAの文字・矢印情報は一目見る程度か、画面に頼らず音信号だけで誘導が行われていることを示している。また、PDAの参照時間が5秒以上の場合には、歩行速度4km/h以上のトリップは31%に過ぎないが、5秒未満のケースでは55%となっている(図 10)。視覚に頼らない音信号を基本とした誘導

は、スムーズな歩行の実現に大きく寄与していることが確認できる。

(6) 今後の利用意向

アンケート調査で、本システムのようなサービスを今後利用するかを尋ねたところ、「有料でも利用」は13%程度であったが、「無料なら利用」を含めると全体の85%が今後も利用したいと回答している。さらに、「利用しない」と答えた人でも、機器の改善により利用しても良いと答えていることから、本システムのようなサービスに対するニーズの高さが伺えた。

5. おわりに

本研究では、都市の活性化に活用可能な歩行者ナビゲーションシステムの構築を目指し、RFIDタグと携帯端末(PDA・受信機)で構成するプロトタイプシステムを開発した。さらに、実証実験を通じて、都心商業地など高密度市街地における本システムの有効性を検証したところ、誘導の成功率、操作性、誘導方式、誘導のタイミング、誘導時の歩行速度などで全般的に高い評価を得ることができた。

今後は、電波の混信による誘導の混乱が生じたRFIDタグ近接箇所における電波出力の調整や誘導信号のタイミング調整等を十分に行い、誘導の確実性を高めることが必要である。また、情報端末の小型軽量化を図るため、普及率の高い携帯電話を用いた誘導についても検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：<http://www.mlit.go.jp>
- 2) e!京都プロジェクト：<http://www.astem.or.jp/proj/e-proj/>
- 3) 内田敬・眞浦靖久・丹下真啓・田名部淳(2003)：「都市活性化支援のための歩行者ナビゲーションシステムに関する研究」, 日本都市計画学会学術研究論文集, (審査中).
- 4) 内田敬・菅芳樹・田名部淳・大藤武彦・丹下真啓(2003), 「音信号を用いた歩行者ナビゲーションシステムの開発」, 2003情報科学技術フォーラム, (投稿中).
- 5) 森下康之・杉野勝敏・田名部淳・内田敬(2003)：「歩行者ナビゲーション(HITナビ)システムの誘導成績評価」, 第23回交通工学研究発表会, (審査中).