

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500085

研究課題名（和文）直感的で分かりやすい歩行者ナビゲーション環境の実現に関する研究

研究課題名（英文）A Study on Realization of Intuitive Pedestrian Navigation Environments

研究代表者

長谷川 孝明 (HASEGAWA TAKAAKI)

埼玉大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：00189531

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、地図などの理解や解釈を必要としない直感的で分かりやすい歩行者ナビゲーション環境の実現を目指すものである。具体的には、既に広く普及したカメラ付き携帯電話機を用いた歩行者ナビゲーションシステムの提案・高度化を通じて、システムの実現方法・基本性能・マーカの耐久性など多岐にわたる研究成果を得ることができた。また、埼玉大学や中部国際空港などの実環境に実験環境が構築されたことで、定量的評価や社会的普及に向けた検討を行う次のフェーズにつながる重要な知見を得ることができた。

研究成果の概要（英文）： This research tries to realize intuitive pedestrian navigation environments without understanding maps and guide sentences. In particular, we have proposed pedestrian navigation systems using widespread camera phones and sophisticated them. As a result, we have gotten various research results such as approach to realization of such systems, fundamental performance, and durability of markers. Moreover, we have gotten the important knowledge leading to the next phase of this field such as quantitative evaluation and investigation of social diffusion, through constructing experimental environments in Saitama University and Central Japan International Airport (Centrair).

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：ITによる QoSC (Quality of Spatial Comfort)の向上のシステム創成論的アプローチ
 科研費の分科・細目：情報学 メディア情報学・データベース

キーワード：高度交通システム(ITS)、歩行者ナビゲーションシステム

1. 研究開始当初の背景

2000年11月に交通バリアフリー法が施行されているように、高齢者・身体障害者を含み歩

者が安全・安心・快適に移動できる環境が強く求められている。近年、このようなモビリティ環境を提供するために、歩行者ナビゲーションシステ

ムが目目され、国内外で研究開発が盛んに行われている。しかし、既存の歩行者ナビゲーションシステムでは、地図の解釈が必要、専用端末が必要などの問題点があった。

本研究代表者は、地図などの理解や解釈を必要としない直感的で分かりやすい表示によるナビゲーションにおける HMI (Humane-Machine Interface) の基本設計概念として「WYSIWYAS (ウィジウィアス; What You See Is What You Are Suggested; 見たままにお進み下さい)」を提案した上で、これを具現化する一手法として、既に広く普及したカメラ付き携帯電話機にハードウェア的な変更を一切加えない条件で、「カメラ付き携帯電話機を用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステム」のコンセプトを 2003 年に提案している。さらに、点字ブロックやタイルカーペットを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムのプロトタイプシステムを構築し、小規模な動作実験を行ってきたが、これらの歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムを用いた直感的で分かりやすい歩行者ナビゲーション環境の実現方法の確立には至っていなかった。

2. 研究の目的

本研究課題は、カメラ付き携帯電話機を用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムによる直感的で分かりやすい歩行者ナビゲーション環境の実現を目指すものである。

3. 研究の方法

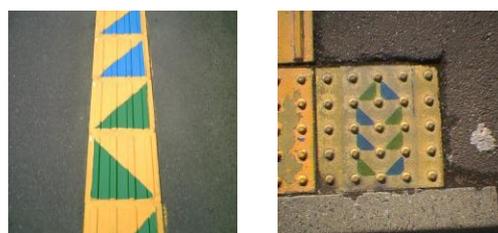
本研究課題では、直感的で分かりやすい歩行者ナビゲーション環境の実現に向けて、以下の計画にもとづいて研究を進めた。

- (1) 点字ブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの高度化
- (2) タイルカーペットを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの高度化
- (3) (1)・(2)の補完・発展システムの開発・高度化・実験、および、歩行者ナビゲーションシステムの解析・標準化ツール「歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデル」の研究開発

4. 研究成果

(1) 点字ブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの高度化

本研究代表者がこれまでに提案した点字ブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムでは、2 種類ある点字ブロック (誘導ブロック、警告ブロック) を区別せず、同一形式のマーキングを施していた。しかし、警告ブロックは視覚障害者に対する注意喚起や警告を目的としているため、交差点や曲がり角など、ナビゲーションを行う際のポイントになりうる場所の多くに敷設されている。そこで、誘導ブロックと警告ブロックのマーカを分離し、誘導ブロックには従来型マーカ、警告ブロックには従来型マーカ複数個を集約して配置した縮小集合型マーカを提案した。この縮小集合型マーカは、従来型マーカとの上位互換によって、サーバでは同一ソフトウェアで処理が行える。また、警告ブロックに張り付ける縮小集合型マーカの素材と、誘導ブロックに施す従来型マーカの塗装の耐久性について、埼玉大学構内で実験的調査を行った。図1に点字ブロックを用いたマーカを示す。



(a) 従来型マーカ (誘導ブロック) (b) 縮小集合型マーカ (警告ブロック型)

図1 点字ブロックを用いたマーカ

(2) タイルカーペットを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの高度化

建物内の床材として広く利用されているタイルカーペットをマーカとして利用した歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムは、これまで NTT ドコモの i アプリによる端末処理型のシステムであった。しかし、前述の点字ブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの評価実験や本研究代表者が行った聞き取り調査の結果に鑑みて、本システムも端末処理型からメールサーバ処理型にシステムの処理系を移行した。また、中部国際空港の出発ロビー内で既に利用されている種々のカラーのタイルカーペットの一部 (約 10m 区間×2ヶ所) を M 系列状に並び替え、実環境における本システムの実証実験に向けた環境整備を行った。図2に中部国際空港の出発ロビー内に敷設したタイルカーペットを用いたマーカを示す。

さらに、本システムと可視光通信を用いたプラットフォーム指向の歩行者 WYSIWYAS ナビゲ-

シオンシステムについて、学会論文誌全論文に投稿中である。プラットフォーム指向の歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムのシステムアーキテクチャを図3に、実装例を図4に示す。



(a) 3番ゲート付近 (b) 11番ゲート付近
図2 中部国際空港の出発ロビー内に敷設した
タイルカーペットを用いたマーカ

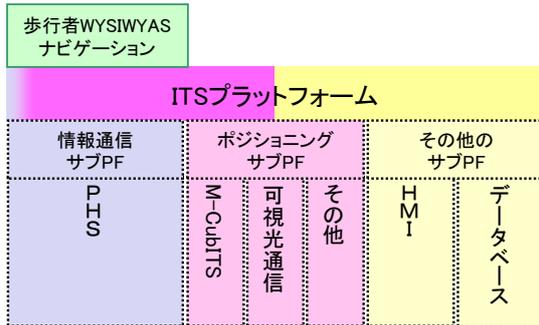


図3 プラットフォーム指向の歩行者ナビゲーションシステムのシステムアーキテクチャ



(a) タイルカーペット (b) 可視光通信
図4 プラットフォーム指向の歩行者 WYSIWYAS
ナビゲーションシステムの実装例

(3) (1)・(2)の補完・発展システムの開発・高度化・実験、および、歩行者ナビゲーションシステムの解析・標準化ツール「歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデル」の研究開発

① インターロッキングブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの開発と高度化

(1)・(2)の補完要素として、舗道など広く利用されているインターロッキングブロックを新たなマーカとして利用した歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムを提案し、基本システムの構築および動作確認を行った。また、埼玉大学構内の約 70m の範囲にインターロッキングブロックを M 系列状に敷設し、実験環境としての整備を行った。さらに、位置特定性能向上のために、位置特定性能に関わる画像処理に改良を加え、位

置特定成功率の大幅な向上を確認した。さらに、電子情報通信学会 ITS 研究会および全国大会で研究成果を発表した。図5にインターロッキングブロックを用いたマーカを示す。

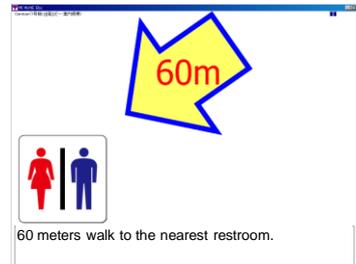


図5 インターロッキングブロックを用いたマーカ
② マーカ型歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムとの補完的な統合を行う設置型歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの実験

本研究代表者は、前述の(1)・(2)・(3)-①のようなマーカを用いた M-CubITS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムを複数提案しているが、これらは、マーカが物理的に敷設できない場所での利用が困難である。そこで、マーカ型の歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムと補完的な統合を行うインフラ設置型の歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムとして、MI WyNE Box (マイウインボックス; M-CubITS Integrated WYSIWYAS Navigation Environment Box)を提案した。図6に MI WyNE Box の外観と案内情報の表示例、図7に利用方法を示す。また、中部国際空港内に計 6 台の MI WyNE Box を実際に設置し、空港旅客の利用を想定した評価実験を行った。これらの成果について、ITS Japan 等が主催する国際会議で論文発表を行った。



(a) 外観(全体) (b) 外観(天板部)



(c) 案内情報表示例

図6 MI WyNE Box の外観と案内情報表示例

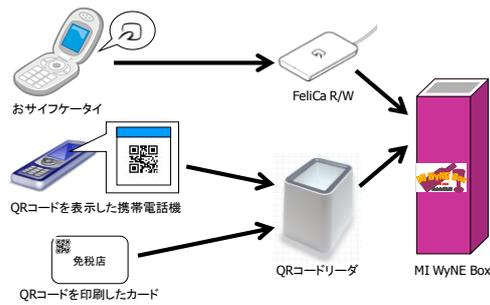


図7 MI WyNE Box の利用方法

③ 統合化歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの開発

本研究代表者がこれまでに提案したマーカ型歩行者ナビゲーションシステムは、それぞれが個別に稼動しているため、利用するナビゲーションシステムをユーザ自身が切り替えなくてはならない。そこで、マーカを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの発展システムとして、ユーザの利用マーカ種を識別するシステムの構築を行い、基本動作を確認した。図8に統合化歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムのシステムアーキテクチャを示す。

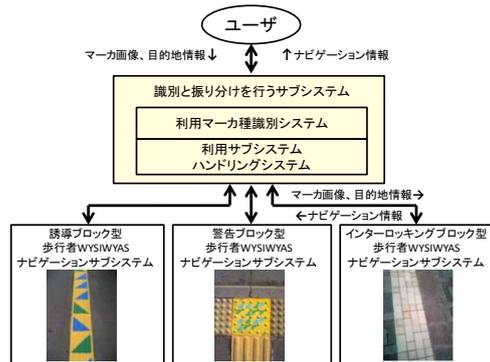


図8 統合化歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムのシステムアーキテクチャ

④ 歩行者ナビゲーションシステムの解析・標準化ツール「歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデル」の研究開発

歩行者ナビゲーションシステムの研究開発を効率的に行い、標準化をスムーズに進めるために、歩行者ナビゲーションシステムの性格付けを目的とした解析や標準化のためのツールとして、既存および今後出現するあらゆる歩行者ナビゲーションシステムに適用可能な「歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデル」を提案した。提案した歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルの全体像を図9に示す。図9は、ユーザに提供するサービスについてまとめたサービスレイヤ、歩行者ナビゲーションシステムの

基本構成についてまとめたシステムレイヤ、歩行者ナビゲーションシステムを実現する上で必要な要素技術についてまとめた要素技術レイヤの3階層から成り、各レイヤは4~5種類のカテゴリで細分化されている。また、提案した歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルを用いて、既存の代表的な歩行者ナビゲーションシステムの性格付けとその性格を比較する具体例を示し、各システムの性格および特徴の違いを明確にしている。例えば、前述の点字ブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムと NAVITIME(www.navitime.co.jp)について比較を行うと、NAVITIME は、GPS や無線 LAN などを用いて、宇宙空間からの信号により位置特定を行う手法で、広範なエリアでの案内に向けたサービスであるのに対し、点字ブロックを用いた歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムは、足元から位置特定を行う地面ベースの位置特定手法で、高層ビル街や地下街、モールなどの限定的なエリアでのきめの細かい独特の案内に向けたサービスであると言える。この他、約70項目について解析を行うことで、既存の歩行者ナビゲーションシステムの性格および特徴の違いを明確できることを示している。これらの研究成果について電子情報通信学会 ITS 研究会で論文発表を行い、さらに全論文として投稿中である。

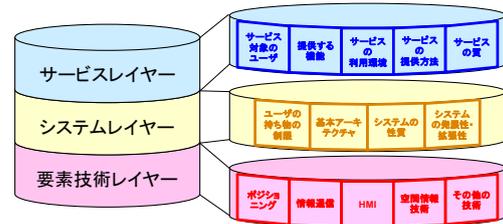


図9 歩行者ナビゲーションコンセプトリファレンスモデルの全体像

以上、本研究課題を通じて、システムの構築方法などのソフトウェア面からマーカの素材や耐久性などのインフラ面まで、多岐にわたる研究成果が得られた。これらの研究成果は、本研究代表者が目指す「直感的で分かりやすい歩行者ナビゲーション環境」を実現する上で欠くことのできない重要な成果である。また、埼玉大学や中部国際空港などの実環境に実験環境が構築されたことで、定量的評価や社会的普及に向けた検討を行う次のフェーズにつながると考えている。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計8件)

- ① 吉田祐一, 長谷川孝明, “インターロッキングブロックを用いた M-CubITS WYSIWYAS ナビゲーションシステムにおける画像処理の高度化,” 電子情報通信学会総合大会, no.A-17-12, p.258, March 14th 2011, 東京都市大学.
- ② 吉田祐一, 長谷川孝明, 他3名, “インターロッキングブロックを用いた M-CubITS のための画像処理の改善について,” 電子情報通信学会技術研究報告, March 11th 2011, 京都大学.
- ③ T. Manabe, T. Hasegawa, et al., “Proposal of MI WyNE Box for M-CubITS Pedestrian WYSIWYAS Navigation Environments,” Proc. 17th ITS World Congress Busan 2010, Oct. 27th 2010, 釜山(韓国).
- ④ 間邊哲也, 長谷川孝明, “歩行者ナビゲーションコンセプトリアレンスモデル,” 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2009-96, pp.65-70, March 9th 2010, 京都大学.
- ⑤ 間邊哲也, 長谷川孝明, “分類学の観点からみた歩行者ナビゲーションシステムの研究トレンド,” 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2009-65, pp.159-164, Feb. 16th 2010, 北海道大学.
- ⑥ 間邊哲也, 長谷川孝明, “歩行者ナビゲーションシステムの分類学,” 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2009-29, pp.67-72, Dec. 9th 2009, 熊本大学.
- ⑦ 町田修宏, 長谷川孝明, 他3名, “舗道における新しい M-CubITS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムについて,” 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2008-91, pp.47-52, March 9th 2009, 京都大学.
- ⑧ 長谷川孝明, “WYSIWYAS ナビゲーション環境の実現ーリアルワールドの IT の意味ー,” 電子情報通信学会技術研究報告, Dec. 11th 2008, 機械振興会館.

〔産業財産権〕

○出願状況(計1件)

名称: マーカ素子の設置方法及び識別方法

発明者: 町田修宏, 長谷川孝明, 他3名

権利者: 住友大阪セメント(株)、埼玉大学

種類: 特許

番号: 特願 2009-047449、特開 2010-204776

出願年月日: 2009年2月28日

国内外の別: 国内

〔その他〕

長谷川・金研究室:

<http://www.hslab.ees.saitama-u.ac.jp/>

住友大阪セメント(株):

<http://www.soc.co.jp/news/pdf/090520news.pdf>

日経 BP 社:

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20090522/170574/?ST=bbint>

産経新聞, “【研究室から】直感的な道案内の実現を目指す埼玉大・長谷川孝明教授,” July 27th 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長谷川 孝明 (HASEGAWA TAKAAKI)

埼玉大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 00189531

研究協力者

日本信号株式会社:

古川誠治、松岡義大、小川千隼

中部国際空港株式会社:

荒尾和史、奥野康生、安藤祐二、東田博士、伊藤宏紀

住友大阪セメント株式会社:

川俣孝治、北本康雄、和田泰生

株式会社エージーピー:

福田朗、井上英年、村尾学、竹山哲也

埼玉大学:

間邊哲也、芹澤崇、吉田祐一、町田修宏、野田真吾、後藤建、大柄優太