

# カメラ付き携帯電話による M-CubITS 歩行者ナビゲーションについて

山下 清司 長谷川 孝明

埼玉大学工学部電気電子システム工学科

〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 225

E-mail: {yamasei, takaaki}@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

あらまし 本稿では、カメラ付き携帯電話による WYSIWYAS な M-CubITS 歩行者ナビゲーションシステムの構築と実験が述べられている。屋内の廊下に設置した M-CubITS 素子をカメラで撮影し、撮影画像からカメラの位置特定を行い、WYSIWYAS に示すシステムである。本システムが良好に動作していることを確認している。

キーワード ITS プラットフォーム, EUPITS, M-CubITS, PN 符号化磁気マーカ, WYSIWYAS, 歩行者ナビゲーション

## On the M-CubITS Pedestrian Navigation System by a Camera-Equipped Mobile Phone

Seiji YAMASHITA Takaaki HASEGAWA

Faculty of Engineering, Saitama University 255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama, 338-8570 Japan

E-mail: {yamasei, takaaki}@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

**Abstract** This paper describes construction and experiments of the WYSIWYAS M-CubITS pedestrian navigation system. Taking pictures of M-CubITS elements on the floor, positioning of the camera is carried out by image processing. HMI is based on WYSIWYAS. It is confirmed that this navigation system works well.

**Keyword** ITS Platform, EUPITS, M-CubITS, PN Coded Magnetic Markers, WYSIWYAS, Pedestrian navigation system

### 1. まえがき

進化した継続、殊更でなく快適なモビリティ環境を提供するための ITS プラットフォーム "EUPITS(Evolutional Ubiquitous Platform for ITS)" が提案されている[1]-[3]。その中で図1のような WYSIWYAS(What You See Is What You Are Suggested)ナビゲーションが提案されている[2]。そのポジショニングの一手法として PN 符号化磁気マーカシステム [4]-[10] を発展させたシステムである M-CubITS(M-sequence Multimodal Marker for ITS)がある[2]。自動車のポジショニングを目的とした M-CubITS の基本的な実装実験は著者らによってなされているが[11]、WYSIWYAS 歩行者ナビゲーションシステムの実装実験はなされていない。

本稿では、"M-CubITS"を用いた WYSIWYAS 歩行者ナビゲーションシステム[2]を構築し、実験を行う。

まず、2. では、PN 符号化磁気マーカ [4]-[10]、M-CubITS[2]と WYSIWYAS[2]について述べ、3. では実

際に WYSIWYAS 歩行者ナビゲーションの構築し、4. ではその WYSIWYAS 歩行者ナビゲーションを用いた実験を行った結果を示す。5. ではまとめ及び今後の課題について述べる。

### 2. PN 符号化磁気マーカから M-CubITS, そして WYSIWYAS へ

#### 2.1 PN 符号化磁気マーカシステム[4]-[10]

PN 符号化磁気マーカシステム(M 系列レーンマーカシステム)はラテラル制御に用いられる磁気マーカの極性を SSSSS や SNSNS などのように単純な配置で埋め込むのではなく、M 系列の 1/0 を磁気マーカの S/N に対応させ、M 系列状に埋め込むことで、ロンジチュージナル方向にも位置特定を可能にするシステムである。リアルタイムで極めて高精度かつロバストな位置特定が可能となる。

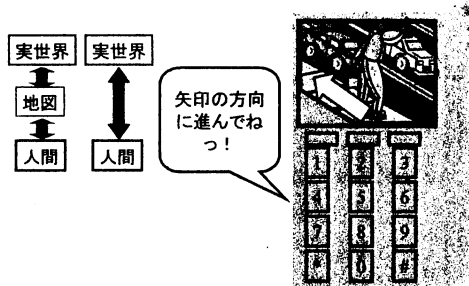


図1 WYSIWYG: What You See Is What You Getに対応する概念で、WYSIWYAS: What You See Is What You Are Suggested)



図2 M-CubITS素子

一般に、符号長  $L=2^m-1$  の M 系列では連続した  $m$  チップを観測することにより位置特定が可能となる。また、初期位置が特定した後は1チップ読み込むごとに正確な位置特定が可能となる。

日本中の道路を網羅することを考え、日本のすべての高速道路と一般道路を片側3車線、両側6車線と仮定し、各車線の中央に1mおきに磁気マーカを設置し、一意に車線の識別を含めてポジショニングを行うことを仮定すると、必要になる符号長は  $L=2^{33}-1 \approx 86$  億となる。つまり、日本のどこにいても車線上を33m走行することで、現在位置を日本中のすべての車線上で一意に特定可能となる。ただし、現在位置の地域が既知であるとし、地域ごとにポジショニングの一意性を保証することを考えた場合には大幅に短い符号長のM系列で十分である。

## 2.2 M-CubITS[2]

### 2.2.1 M-CubITSとは

M-CubITS(M-sequence Multimodal Marker for ITS)とは、図2のようなマルチモーダルマーカ素子をM系列状に通行区分線上、路側帯、路側、駐車場、通路に配置し、それらをユーザのカメラで読み込み、マーカ素子の並びを検出しデータベースとの比較からカメラの位置と方向を特定するポジショニングシステムである。PN符号化磁気マーカシステムと異なり、車線位置は画像から判断可能で、車線ごとにM系列を設定する必要が無いため、必要となる符号長は1/6となる。ただし、前述のようにおおよその地域が既知な場合、大幅に符号長の短いシステムとなる。

M-CubITS マーカ素子は、2種類のマーカにそれぞれ0, 1の情報を与え、色や形状により識別する。また、さらに多くの色や形状を用いることにより、多値化マーカにも容易に拡張可能である。マルチモーダルマーカであるので、0, 1の識別を色のみではなく多くの方法で行うことが可能である。モノクロカメラで識別するために形状に違いを持たせることや、赤外線カメラで識別するために温度差の出やすい素材を用いることも可能である。

### 2.2.2 M-CubITSの特長

M-CubITSには次のような特徴がある。

- M-CubITSはマーカから離れた場所からの高精度なリアルタイム位置特定が可能である。これは磁気マーカや電波マーカのように直上でなければ検知できないシステムとは大きく異なる。
- 範囲が限られた場所では連続した数チップの観測で位置特定が可能となり、事実上あらゆる場所での瞬時の位置特定が可能となる。
- 歩行者、自転車、バイク、自動車の共用、鉄道、航空機、室内、地下でのポジショニングも可能である。
- 軽いインフラ投資と端末に既に普及しているカメラと通信機能があればよい。
- 景観重視の場所では非可視光による実現も可能である。

### 2.3 WYSIWYAS[2]

WYSIWYAS(What You See Is What You Are Suggested)は、ワープロなどで用いられるWYSIWYG(What You See Is What You Get)に対応する設計概念である。WYSIWYGは画面で見たものと同じイメージの印刷結果を得ることができる。これに対し、WYSIWYASはカメラで撮影した画面上に目的地へ向かうべき方向が表示される。いわゆる方向音痴の人は、現実世界と地図との対応付けが不得手であるため道に迷ってしまう。しかし、地図を介することなく見たままの風景に進むべき方向が示されれば地図を介さない直感的な提示となりわかりやすくなる。(図1参照)

M-CubITSを用いたWYSIWYAS歩行者ナビゲーションシステムでは、路上に設置されたM-CubITSマーカ素子を携帯電話などのカメラで撮影し、ポジショニングを行い撮影した写真の上に目的地までの方向を示す。さらに目的地までの地図の表示を行う。

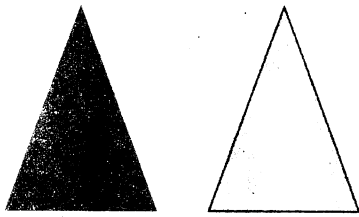


図3 本稿で用いるM-CubITS素子



図5 撮影画像

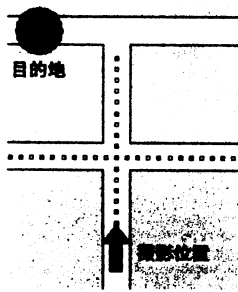


図4 M-CubITSマーカ素子の配置

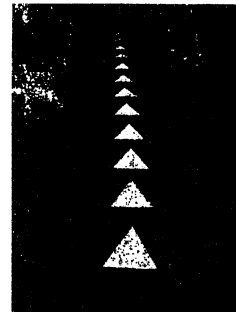


図6 特定色抽出

### 3. WYSIWYAS ナビゲーションシステムの構築

#### 3.1 M-CubITS マーカ素子

文献[2]では図2のようなマーカ素子が提案されている。色は交通信号や、道路標識、道路標示などに使われていない紫色と橙色で、モノクロカメラでも識別可能なように、形状にも差異を持たせている。また、非可視光も対象としている。

文献[11]で実験的検討が行われたマーカは長方形の赤色と緑色のマーカで、色により識別を行っている。

本稿では、図3のような三角形の青色と黄色のマーカを用い、色により識別を行う。歩行者のための WYSIWYAS ナビゲーションシステムでは、マーカ素子を M 系列の正方向、逆方向どちら側から撮影しても測位が行えなければならない。撮影方向が不明な場合、位置特定するために認識すべきチップ数は、撮影方向が既知の場合の二倍となってしまう。マーカ素子の形状を三角形にすることにより、撮影画像から撮影方向を認知可能にした。

今後もマーカ素子の形状については検討の余地はある。

#### 3.2 M-CubITS マーカ素子の配置

本研究では、図4のような屋内の通路と目的地を想定し、10 段のシフトレジスタより生成される周期 1023 チップの

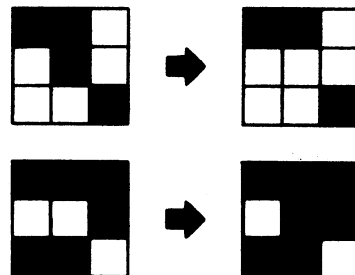


図7 ノイズ除去

M 系列状に 50cm 間隔でマーカ素子を配置する。

#### 3.2 処理方式とヒューマンマシンインタフェース

##### 3.2.1 処理方法について

###### (1) 色相による特定色抽出

図5のような撮影画像の RGB データから色相データに得て、マーカに用いられる特定色を抽出する。(図6参照)

###### (2) ノイズ除去

図7のように、画素の周囲8ドットに注目し、閾値以上1が

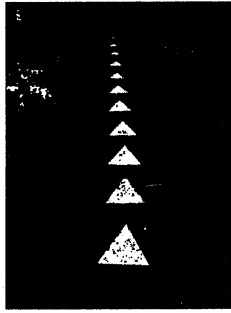


図8 ノイズ除去後

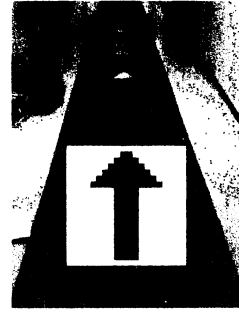


図11 ナビゲーション表示

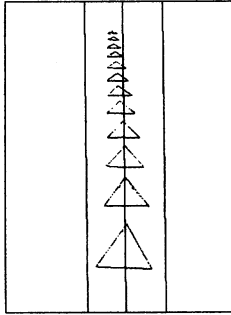


図9 探索領域限定

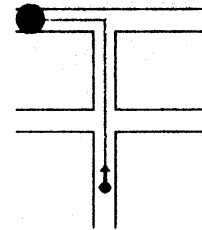


図12 地図表示

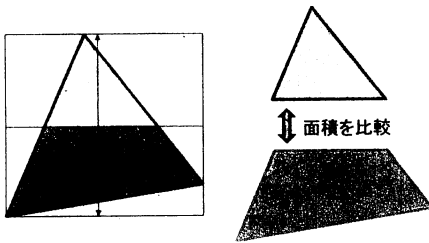


図10 素子形状判定

含まれれば中心点を1とし、閾値未満ならば中心座標を0としノイズを除去する。(図8参照)

### (3) 探索領域限定

ノイズ除去後、輪郭線検出を行い、手前3素子について重心を求める。重心の座標を元に素子の並びの傾きを求め、傾きに沿った一定の幅の領域を素子の存在する領域とし、それ以外の範囲を探索対象外とする。(図9参照)

### (4) マーカ素子認識

探索領域内で閾値以上の輪郭線を持つものをマーカ素子と認識し、1/0の符号列を得る。

### (5) 素子形状判定

手前から2番目の素子に注目し、三角形の形状を判定する。図10のように三角形を上下に2分割し、面積を比較する。手前の面積の方が大きければ並びは正の向き、手前の面積の方が小さければ逆向きに撮影したと判定する。

### 3.2.2 ヒューマンマシンインタフェース

画像より得た情報を元に、用意されたM系列と整合を取り、現在位置を特定する。そして、手前のマーカ素子上に進むべき方向の矢印を表示し、目的地までの地図を表示する。(図11, 12参照)

## 4. 実験

デジタルカメラを用いて、廊下に設置したマーカ素子を撮影した。撮影サイズは768×1024。撮影場所は屋内の廊下。照明は蛍光灯である。

撮影画像を元にポジショニングを行い、ナビゲーションを

表示し、目的地までの地図を表示した。

本稿の実験では、逆方向を含む様々な場合において実験を行ったが、照明などの影響により、マーカー検出に失敗する場合も存在した。

## 5. むすび

WYSIWYAS 歩行者ナビゲーションシステムの構築、実験を行った。撮影画像を元にポジショニングを行い、ナビゲーションを行うことに成功し、WYSIWYAS 歩行者ナビゲーションシステムの実現へ大きく近づいた。

今後の課題としては、M-CubITS マーカー素子の形状や配置について、非可視光化も含め検討を行う必要がある。

## 文献

- [1] 長谷川孝明, “ITS とシステム創成に関する一考察,” 信学技報, ITS2002-120, pp.13-17, 2003.
- [2] 長谷川孝明, “ITS プラットフォーム”EUPITS”～実現へのアプローチ～,” 信学技報, ITS2003-8, pp.41-47, 2003.
- [3] 長谷川孝明, “ITS プラットフォーム”EUPITS“～具体化に向けて～,” 信学技報, ITS2003-26, pp.29-35, 2003.
- [4] 長谷川孝明, アリ・ウィドド, “PN 符号化磁気マーカーを用いた車両ポジショニングシステムについて,” 信学技報, SANE98-7, pp.33-40, April1998.
- [5] Takaaki HASEGAWA, Ari Widodo, “The Vehicle Positioning System by Using PN Code Magnetic Markers and It’s Applications,” Proc. of ISITA `98.
- [6] 関根宗徳, 長谷川孝明ら, “PN 符号化磁気マーカーのマッピングについて,” 信学技報, ITS99-41, pp.37-41, Dec1999.
- [7] 上村克成, 長谷川孝明, “PN 符号化磁気マーカーの実証実験について,” 信学ソ大, SA-9-5, March2001.
- [8] 金 帝演, 長谷川孝明, “道路プラットフォームにおけるPN 符号化磁気マーカーシステムに関する一検討,” 信学技報, ITS2001-31, pp.23-27, Dec2001.
- [9] 金 帝演, 長谷川孝明, “PN 符号化磁気マーカーの再引き込みと交差点での適用について,” 信学技報, ITS2002-13, pp.17-23, July2002.
- [10] Jeyeon KIM, Takaaki HASEGAWA, “On Re-positioning of the PN coded Magnetic Markers in Road Platform,” proc.of ITSC2002, pp.259-262, Sept2002.
- [11] 金 定演, 長谷川孝明, “M-CubITS”によるポジショニングの実験的検討,” 信学技報, ITS2003-71, pp.49-59, 2004.