

# 歩行者ナビのための屋内外パーソナルポジショニングシステム

興梠 正克<sup>†</sup> 大隈 隆史<sup>†</sup> 蔵田 武志<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 産業技術総合研究所 情報技術研究部門 〒 305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 2

E-mail: †{m.kourog,takashi-okuma,t.kurata}@aist.go.jp

あらまし 本稿では、屋内外で動作する歩行者向けナビゲーションシステムについて述べる。本システムのデモストレータは小型の組み込み型センシング装置と汎用ポータブルPCを装着し、そのPCの画面上ではユーザの位置と方位が周辺の建物や構造物などのテクスチャ付き3次元モデルとアラインされて Google Earth 内で表示される。

キーワード 自蔵航法, 歩行者ナビゲーション, 組み込み型システム

## An Indoor/Outdoor Personal Positioning System for Pedestrian Navigation

Masakatsu KOUROGI<sup>†</sup>, Takashi OKUMA<sup>†</sup>, and Takeshi KURATA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Information Technology Research Institutes, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) Umezono 1-1-1 Central 2, Tsukuba, Ibaraki, 305-8568, Japan

E-mail: †{m.kourog,takashi-okuma,t.kurata}@aist.go.jp

**Abstract** We propose to demonstrate indoor/outdoor pedestrian navigation systems. The demonstrator is equipped with a small embedded sensing device and a general-use portable PC. In the portable PC's display, the user's position and orientation are shown with textured 3D models of surrounding environments (buildings and structures) aligned in Google Earth.

**Key words** self-contained navigation, pedestrian navigation, embedded system

### 1. はじめに

本稿では、筆者らが構築している屋内外でシームレスに動作する歩行者用ナビゲーションシステム [1] について述べる。

本システムは、組み込み型センシング装置と、その観測データを処理して位置・方位を推定し、ナビゲーションの画面を生成するための汎用ポータブルPCの二つから成る。さらに本システムは、外部からの位置・方位補正手段としてGPSレシーバとRFIDリーダシステムを備える。アクティブRFIDタグをユーザが装着し、RFIDリーダを環境の固定位置に設置する。本システム一式の外観を図1に示し、これらをユーザが装着している外観を図3に示す。

組み込み型センシング装置は利用者の腰部に装着され、加速度、角速度、磁気（各3軸）を観測してそれらのセンサデータを無線送信する機能を備える。汎用ポータブルPC上では、受信したセンサデータを処理して、位置・方位を推定するソフトウェアが動作している。このソフトウェアの出力に基づいて、Google Earthによって周辺の建物や構造物などのテクスチャ付き3次元モデルと共にユーザの現在位置・方位が可視化される。この画面によってナビゲーション機能を実現する。本シ



図1 本システム一式の外観

ステムの出力画面の一例を図2に示す。この位置・方位推定ソフトウェアは、以下の4つのモジュールから構築されている。

- (1) 方位推定モジュール
- (2) 歩行動作認識・計測モジュール
- (3) 位置・方位補正モジュール
- (4) 位置累積推定&出力モジュール

以下の節では、本デモシステムを構成するこれらの各要素につ

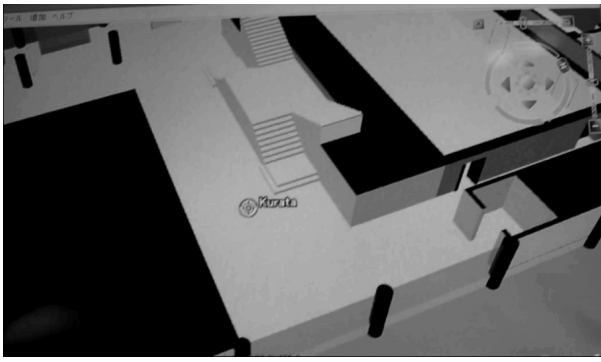


図 2 ナビゲーション画面例

いて述べる。



図 3 ユーザが装着した外観

## 2. 組み込み型センシング装置

この装置は、Microchip 社の PIC をプロセッサとして利用し、センシングデバイスとしては加速度センサ（日立金属, H34C）と磁気センサ（旭化成マイクロシステム, AK8971N）、ジャイロセンサ（Analog Devices, ADIS16100 × 3 個）を搭載し、加速度、磁気、角速度を各 3 軸計測できる。サンプリングレートは約 72Hz であり、その出力にはシリアル接続された Bluetooth モジュールを利用している。本システムの総重量は 60 グラム（電池込み）で、連続動作可能時間は約 7 時間である。

## 3. 位置・方位推定ソフトウェア

本ソフトウェアの構成を図 4 に示す。

### 3.1 方位推定モジュール

本モジュールでは、重力方位と真北方位をトラッキングするためのカルマンフィルタが動作している。カルマンフィルタへの入力には基本的には組み込み型センシング装置から受信した角速度ベクトルと加速度ベクトルだが、地磁気が有効に利用できるとき、得られた磁気ベクトルは地磁気の偏角を補正された後に入力される（詳細手法は文献 [2] を参照）。

### 3.2 歩行動作認識・計測モジュール

本モジュールでは、方位推定モジュールが推定した重力方位とセンシング装置から受信した加速度ベクトルと角速度ベクトルを入力として、そのユーザの動作を解析し、平坦な歩行動作と階段昇降動作による昇降動作の 2 つを検出して計測する。歩行動作を検出した場合、重力加速度成分を除去後の加速度成分についてその鉛直方向と進行方向の振幅からユーザの歩幅を推定し、その不確からしさとともに出力する。階段昇降動作を検

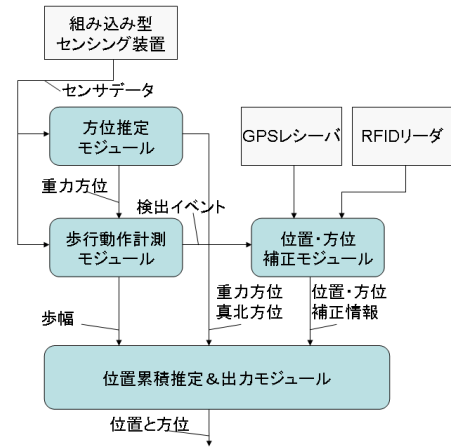


図 4 位置・方位推定ソフトウェアの構成

出した場合、その情報をイベントとして出力する（歩幅推定手法と検出手法については文献 [3] を参照）。

### 3.3 位置・方位補正モジュール

本モジュールは、位置・方位の推定結果を補正する 3 通りの手段を提供する。GPS と RFID リーダシステムによる補正手段、階段の検出結果を利用した補正手段の 3 つである（補正手法の詳細については文献 [4] を参照）。歩行動作認識・計測モジュールによって階段の昇降のイベントが出力された場合、現在位置から最近傍にあるマップ上の階段とマッチングが実行されることで、位置と方位の補正を実行する。

### 3.4 位置累積推定&出力モジュール

本モジュールは方位推定モジュールから得られる基準方位と歩行動作認識・計測モジュールから得られる歩幅を積算する処理をカルマンフィルタにより実現している（詳細については文献 [3] を参照）。位置・方位補正モジュールからの補正情報は、その不確からしさと共にカルマンフィルタに入力される。本モジュールの出力は WWW ポート（80 番）を介して Web ベースで容易に取得可能な設計となっている。

## 4. 本システムの利用例

このシステムは科学技術館（東京都千代田区）の公開実験において実際に使われ、一定の評価を得ている [5]。

### 文 献

- [1] <http://unit.aist.go.jp/itri/itri-rwig/ci/ari/indexj.html>
- [2] M. Kouroggi and T. Kurata, "A method of personal positioning based on sensor data fusion of a wearable camera and self-contained sensors," in *Proc. MFI2003*, pp. 287–292, 2003.
- [3] M. Kouroggi and T. Kurata, "Personal positioning based on walking locomotion analysis with self-contained sensors and a wearable camera," in *Proc. ISMAR2003*, pp. 103–112, 2003.
- [4] M. Kouroggi, N. Sakata, T. Okuma, T. Kurata, "Indoor/Outdoor Pedestrian Navigation with an Embedded GPS/RFID/Self-contained Sensor System," in *Proc. ICAT2006*, pp. 1310–1321, 2006.
- [5] T. Okuma, M. Kouroggi, N. Sakata, T. Kurata, "A Pilot User Study on 3-D Museum Guid with Route Recommendation Using a Sustainable Positioning System," in *Proc. ICCAS2007*, pp. 749–753, 2007.