

歩行者ナビのための自蔵センサモジュールを用いた 屋内測位システム

興梠 正克[†] 大隈 隆史[†] 石川 智也[†] 七田 洸一^{†‡} 蔵田 武志[†]

[†] 産業技術総合研究所 サービス工学研究センター 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2

[‡] 筑波大学 図書館情報専門学群 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: m.kouroggi@aist.go.jp

あらまし 本稿では、歩行者ナビのための自蔵センサ（加速度、ジャイロセンサ、磁気センサ）を用いたウェアラブル屋内測位デモシステムについて述べる。本システムは、人の腰部に装着された自蔵センサの出力に基づいて、カルマンフィルタをベースとして歩行者の姿勢をトラッキングして、歩行動作を検知するとその移動ベクトルを推定する。ここで推定された移動ベクトルを歩行動作が検知されるたびに累積計算することで、基準位置からの相対移動ベクトルを算出する。

キーワード 歩行者ナビ、自蔵センサ、屋内測位、ウェアラブルコンピューティング

Indoor positioning system using a self-contained sensor module for pedestrian navigation

Masakatsu KOUROGI[†] Takashi OKUMA[†] Tomoya ISHIKAWA[†]

Koichi SHICHIDA^{†‡} and Takeshi KURATA[†]

[†] AIST Center for Service Research, Tsukuba Central 2, 1-1-1 Umezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-8568 Japan

[‡] University of Tsukuba School of Library and Information Science, 1-2 Kasuga, Tsukuba, Ibaraki, 305-8550 Japan.

E-mail: m.kouroggi@aist.go.jp

Abstract In this paper, we describe an wearable indoor positioning system using self-contained sensors (accelerometers, gyroscopic sensors and magnetometers) for pedestrian navigation. We introduce a novel method of pedestrian dead reckoning by accumulation of estimated walking displacement using a Kalman filtering framework.

Keyword pedestrian navigation, self-contained sensors, indoor positioning, wearable computing

1. はじめに

着用型システムによって人の位置と方位を取得する技術は、人のコンテキスト情報を把握し、計算機との知的なインタフェースを実現する上で欠かせない。また、歩行者ナビや遠隔作業支援における作業員の状況把握、博物館や大規模展示施設の展示ガイドなど、多くの応用への展開が期待されている[1]。

本稿では歩行者を測位の対象として、人に装着されたセンサのデータに基づいてその歩行動作による移動距離と方位を推定し、相対移動量を推定するデッドレコニングによる位置・方位取得手法を紹介する。

2. 測位手法の概要

歩行者の位置と方位を取得する手法として、人の腰部に装着された自蔵センサモジュール（加速度・ジャイロ・磁気センサ各3軸）から得られるセンサデータ（加速度・角速度・磁気ベクトル）を入力とするデッドレコニングを用いる。ここでは、いわゆる加速度積

分に基づくデッドレコニングに拠らず、歩行動作をセンサ情報に基づいて認識して、その移動方位と歩行速度をそれぞれ推定し、その積算に基づいて基準位置からの相対移動量を算出する。歩行者の移動方位と相対位置に関する推定は、それぞれカルマンフィルタの枠組みを用いて実現する。方位に関するカルマンフィルタの状態ベクトルは、重力方位ベクトルと北方位ベクトル、角速度とそのバイアスの計12個の成分から成る。地磁気が利用できない場所では、角速度の積算に基づいて移動方位を推定し、磁気センサの入力を除外する。地磁気の信頼性の評価には、伏角に基づく評価方法を用いる[2][3]。また、歩行速度と加速度成分の振幅の間に線形な相関関係があることを利用して、重力加速度を除去後の加速度成分の振幅から歩行速度を推定する[2][3]。

3. 自蔵センサモジュール

本デモンストレーションでは、次に示す自蔵センサ

から構築されるセンサモジュール（外形寸法：80mm×35mm×20mm）を測位手法の入力手段として用いる。加速度センサには STMicroelectronics 社の LIS3LV02DQ（3軸×1個）を、ジャイロセンサにはエプソントヨコム社の XV3500CB（1軸×3個）を、磁気センサには愛知製鋼の AMI302（3軸×1個）を用いる。センサデータにはプロセッサ内部のクロックに同期した計測時のタイムスタンプが付与され、シリアル通信によって無線 LAN を介して送出される。

4. 実演内容

筆者らが開発している測位手法を用いてデモ会場内のナビゲーションシステムを構築する。利用者端末側は前述の自蔵センサモジュールとハンドヘルド PC（ソニー、VAIO type U）、RFID タグ（ワイマチック社 SNODE2）から構成されている。図 2 にその外観を示し、図 3 に本システムのデータの処理ダイアグラムを示す。

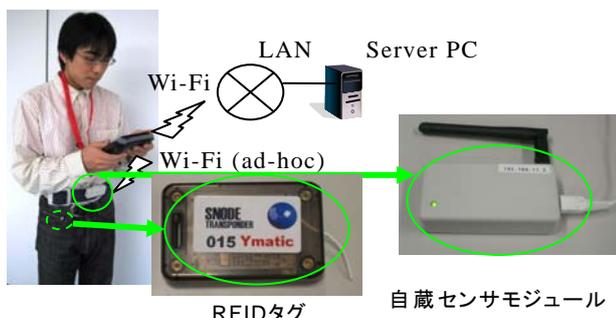


図 2 ウェアラブル測位システムの外観

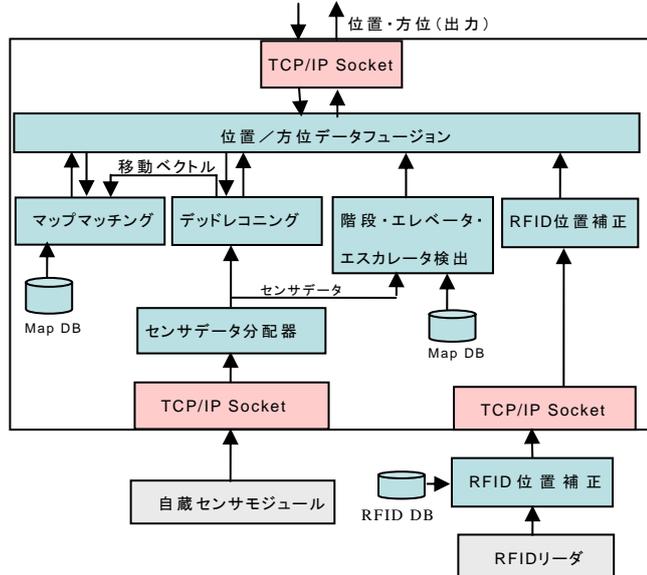


図 3 ウェアラブル測位システムのダイアグラム

自蔵センサモジュールで計測されたセンサデータはアドホック無線 LAN 通信によってハンドヘルド PC に送信される。その受信したデータに基づいてハンドヘルド PC 内で測位計算が行われ、その結果によって基づいてナビ画面が表示される。図 4 には、本システム

の出力画面の例（ISMAR2007 におけるデモ）を示す。



図 4 ウェアラブル測位システムの出力画面例

本システムは会場内のマップ情報を通行可能な領域（通路や部屋、階段など）とそれ以外の領域（壁や障害物など）に塗り分けた画像データとして保持する。デッドレコニングによって推定される歩行動作の移動ベクトルとその不確かさに基づいて複数の移動軌跡の仮説を表す分布を生成し、それぞれの分布に対してその画像データとの交差判定を行う。その結果、通行不可の領域を通過する移動ベクトルを表す分布を消去し、生存した分布で構成される推定結果を出力して、そのマップ情報と整合性が取れる出力結果のみを残すことで、マップマッチングを実現している。また、本システムは会場内の階段の位置をマップ情報として保持しており、階段昇降動作が検出されると、利用者の位置情報をその位置に補正する機能を持つ。

環境側には RFID タグリーダがネットワークに接続されており、利用者が持つタグを検知するとネットワーク経由でその結果をハンドヘルド PC へと通知することで、絶対位置の補正を実現する。

本システムは基地局経由の無線 LAN によって、各利用者の測位結果を外部のサーバへとアップロードして集約・可視化することによって、各利用者の位置・方位情報を常時把握することができる。

文 献

- [1] K. Kolodziej, J. Hjelm: “Local Positioning Systems – LBS Applications and Services”, CRC Press, 2006.
- [2] M. Kourogi and T. Kurata: “Personal positioning based on walking locomotion analysis with self-contained sensors and a wearable camera,” In Proc. of ISMAR2003, pp. 103–112, (2003).
- [3] 興柁, 大限, 蔵田: “歩行者ナビのための自蔵センサモジュールを用いた屋内測位システムとその評価”, シンポジウム「モバイル 08」, 2008.