

## 歩行履歴情報を基にした歩行者ナビゲーションシステムの構築

生田目 宏昭 小泉 寿男  
東京電機大学 理工学部 情報システム工学科

## 1. はじめに

総務省は2007年4月から携帯電話へのGPS受信機の搭載を義務化し、2011年4月までにGPS受信機を搭載した携帯電話の普及率の目標を90[%]としている。GPS受信機の搭載率向上に伴い、EZ ナビウォークやNAVITIMEなどの歩行者ナビの利用者が増加しており、位置情報に対するユーザの関心が高まっている。そのため、GPSと自蔵航法を組み合わせた組み込み型歩行者ナビシステムにおける測位精度の向上についての研究<sup>[1]</sup>が行われている。また、本研究の基となった、歩行者向けナビゲーションサービスの提供されていない屋外施設を対象として、歩行者の歩行履歴情報から経路の構築手法を提案する研究<sup>[2]</sup>が行われている。

カーナビゲーションに用いる電子地図には経路等の情報は付加されておらず、静止画像である地図に対し道路や駅、商店、公共施設等の情報を付加する事で電子地図となる。電子地図での経路選定は対象が「車両」に限定されている。そのため、マップ・マッチング(車両は道路上を走行するという前提)に基づいて地図上に描かれた道路に沿って経路情報を付加する事で経路の選定が可能となる。しかし、対象が「歩行者」である場合には歩行者の行動パターンが複雑であり、また、大学などの施設内に「道路」はないため、マップ・マッチングを適応するのは困難である。

## 2. 研究内容

## 2.1 研究目的

本研究では、マン・マッチング・マップ(Man-Matching-Map / 歩行者が歩行するエリアこそが経路である)と呼ばれる概念を掲げ、屋外・屋内施設を対象として歩行者の歩行履歴情報から信頼性のあるノードの抽出と経路ネットワークの構築を行い、施設内における歩行者向けのナビゲーションを行うシステムの構築を行う。大学や遊園地、大型のショッピングセンターなどの施設等ではパンフレットなどを見ても、どのような経路で目的地に歩いて行けばいいのかわかりにくく、初めてその施設を訪れた人は迷ってしまうなど、目的地に着くまでに時間がかかってしまう。そこで、本システムを使用することにより、よりスムーズに現在地から目的地までの移動が可能になる。

## 2.2 マン・マッチング・マップ

マン・マッチング・マップは、車両の経路選構築手法であるマップ・マッチングに対し、歩行者の複雑な行動パターンに対応する事を目的として、歩行者が歩

行するエリアこそが経路であるという概念を掲げ、GPS受信機を装着・内蔵した携帯端末を所有するユーザの歩行履歴情報を収集する。座標データをノードとし、複数のクライアントから収集した歩行履歴情報を用いて、任意のノードに対して幾つのクライアントがそのノードを保持しているかをカウントする。カウント数が多い程そのノードは信頼性のあるノードと定義し、隣接する信頼性のあるノード同士を結ぶ事で経路ネットワークの構築を行なう。

## 2.3 歩行履歴情報の収集

本研究では屋外をGPS測位、屋内は無線LAN測位を用いて現在地の測位とナビゲーションを行う。GPSによる歩行履歴情報の収集にはGPS受信機を接続したPC上でGPSデータ取得ソフトを用い、施設内を自由に歩行して行う。GPSによる測位には単独測位で10[m]程度の誤差を含むと同時に、建物や樹木や地表からの反射波によるマルチパス誤差を多く含んでいる。そこで、取得した歩行履歴情報から誤差データを除去するために補正フィルタを開発する。補正フィルタの機能には、①N/A(Non Fix Available/利用不可)データを除去、②GPS受信衛星数、③2点間の移動距離、④誤差の修正、以上4つを採用する。

## 2.4 信頼性のあるノードの抽出

本研究では歩行履歴情報から信頼性のあるノードの抽出を行う。抽出を行う前に、複数ある歩行履歴情報を一つの歩行履歴情報としてまとめる作業を行う。マン・マッチング・マップの定義の一部に、“任意のノードに対して幾つのクライアントが同一のノードを保持しているかをカウント”とあるためである。一つの歩行履歴情報としてまとめた歩行履歴情報を、統合履歴と呼ぶことにする。本研究において緯度、経度、高度、GPSクオリティ、GPS衛星の受信数を歩行履歴情報としている。今回、これらのデータに“同一ノードカウント数”と呼ぶデータを追加する。追加した理由として、マン・マッチング・マップの定義の一部として“カウント数が総クライアント数に対し一定値以上の値であるノードを信頼性のあるノード”と定義していることと、統合履歴を作成する際に、歩行履歴情報内のノード数が多ければ多いほどデータ量が肥大化してしまう。そのため、同一ノードカウント数を追加し、同じ緯度と経度を持つノードを同一ノードと判断し、判断基のノードの同一ノードカウント数に1プラスすることにより、同じ緯度と経度を持つノードの重複を避け、歩行履歴情報のデータ量の肥大化を防ぐ。

## 2.5 経路ネットワークの構築

抽出した信頼性のあるノードを使用し、経路ネットワークを構築する。構築する経路ネットワークからユ

Construction of the pedestrian navigation system based on walk history information

Hiroaki Nabatame : Tokyo Denki University

Hisao Koizumi : Tokyo Denki University

ユーザの現在地と目的地を基に経路を求め、ナビゲーションを行う。経路ネットワークを構築するにあたって、歩行履歴情報に追加した同一ノードカウント数の後に、新たに16個のデータを追加する。データは0と1からなり、8方位2種類を示す。最初の8個はノードの進行方位を示し、残りの8個は一つ前のノードから進行してきた方位を示す。

### 3 構築・評価

#### 3.1 構築

本研究で作成したソフトウェアはすべて Visual Studio 2005 を用いて C# で作成した。作成した GPS データ取得ソフトとマッチングソフトを図1に示す。GPS データ取得ソフトは、GPS 電波を取得するために通信ポートの設定や通信速度の設定、GPS データ取得ソフトと GPS 受信機の接続の機能がある。また、1秒間隔で GPS データの取得、csv ファイルとして任意に出力する機能がある。マッチングソフトは同一ノードカウント数、進行方位、進行してきた方位の追加、統合履歴の作成、信頼性のあるノードの抽出、信頼性のあるノード同士の関連づけを行う。

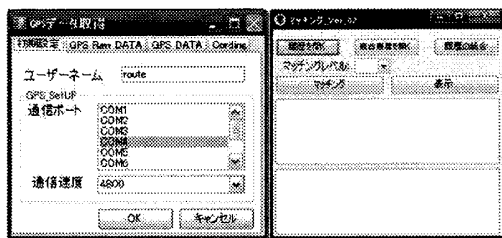


図1 GPSデータ取得ソフトとマッチングソフト

#### 3.2 評価

歩行履歴情報の収集は東京電機大学鳩山キャンパスにて行った。最初に、取得した歩行履歴情報から統合履歴を作成する。その後、信頼性の指標となる値を指定して信頼性のあるノードを抽出する。取得した歩行履歴情報を散布図にしたものと統合履歴を図2に示し、残りの27種類は省略する。信頼性の指標となるカウント数を2と3としてノードを抽出し、散布図にしたものを図3に示す。同様に、カウント数が4と構築した経路ネットワーク（信頼性の指標となる値3）と東京電機大学鳩山キャンパスの地図とを組み合わせた図を図4に示す。今現在、プログラムが未完成であり正しく表示することができないが、図3のカウント数が3の歩行履歴情報を経路ネットワークとして表示させたものを図5に示す。図3、4、5より、信頼性のあるノードが抽出されたことを確認できる。

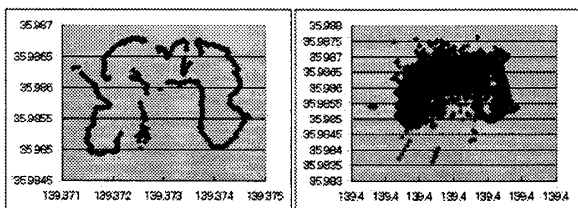


図2 歩行履歴情報 統合履歴

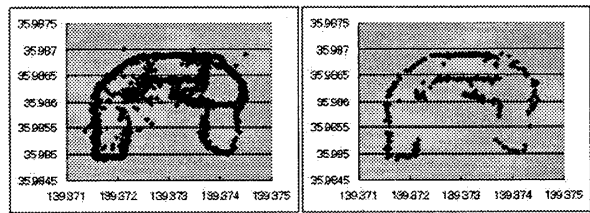


図3 信頼性の指標となるカウント数2と3

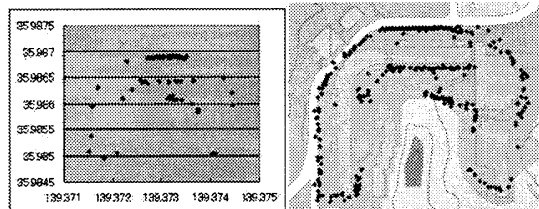


図4 信頼性のカウント数4と3と地図の照合

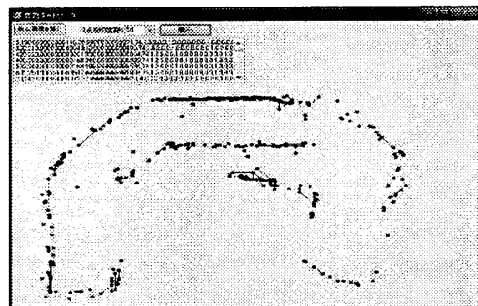


図5 カウント数3の経路ネットワーク

### 4. まとめと今後の課題

本研究でGPS受信機を用いてユーザの歩行履歴情報から信頼性のあるノードの抽出と経路ネットワークを構築する手法を提案した。取得した歩行履歴情報から信頼性のあるノードを抽出することで精度の高い経路ネットワークの構築を行えることを確認した。実験では28個の歩行履歴情報を使用しているが、さらに多くの歩行履歴情報を使用することにより、より精度の高いノードの抽出と経路ネットワークの構築が可能であると考えられる。GPS電波の受信が困難な屋内に無線LANを用いた位置測位の研究が行なわれている<sup>[3]</sup>事から、本研究に無線LANによる位置測位方式を取り入れる事で屋内外問わず経路ネットワークの構築が可能になると考える。また、本研究の成果として、構築した経路ネットワークを用いた歩行者ナビゲーションシステムの構築を行っていきたいと考える。

#### 参考文献

- [1] 興梠, 蔵田: "組み込み型GPS・自蔵式センサシステムによる屋内外歩行者ナビ", 信学技報, PRMU2006-33, pp. 75-80, 2006年
- [2] 正能達也, 西村豪, 小泉寿男: "GPSと無線LANを用いたナビゲーションシステムの経路選定手法", 情報処理学会第69回全国大会, 2007年3月
- [3] 伊沢, 毛利: "無線LANを用いたモバイル端末の位置検出法について", 情処研報 Vol.1.2004 No. 79, pp. 25-30