

## GPS による位置情報と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

三井浩康<sup>†</sup> 田畑大輝<sup>†</sup>

東京電機大学理工学部

### 1. はじめに

近年、GPS を搭載したモバイル機器が増加している。総務省は、2007 年 4 月以降に発売する第 3 世代移動体通信 (3G) 対応の携帯電話への GPS の搭載を義務化し、2011 年 4 月時点で携帯電話への GPS 搭載率 90% を目指している。また、GPS の搭載率向上に伴い、EZ ナビウォーク、ゼンリンいつでもナビ、NAVITIME などの歩行者ナビゲーション機能を利用する歩行者も増加し、ユーザの位置情報に対する関心が高まっている。

カーナビゲーションでは車は道路上を走行するという前提で、電子地図を利用したマップ・マッチングによる経路選定方法が用いられている。しかし、歩行者の場合、歩行者は道路を歩くとは限らない。また、歩行者は行動パターンが複雑なため、あらかじめ経路を設定したマップ・マッチングを適用することは困難である。そこで、本研究では、GPS による位置情報と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を行う。

### 2. 関連研究

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>[1]</sup>が行われている。

歩行者の状況や目的を考慮した移動経路を提供する次世代の歩行者ナビゲーションシステムを提案している研究<sup>[2]</sup>が行われている。Dijkstra の最短経路アルゴリズムを利用することにより、利用者の状況や目的に適応させた柔軟な移動経路を提供している。

### 3. 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、テーマパークなどの屋外施設で歩行者の歩行履歴情報から経路ネットワークを構築し、歩行者をナビゲーションするシステムの構築を行う。

また、施設でのナビゲーションだけでなく、ナビゲーション中に地図上に表示される施設などの情報を歩行者に提供する情報提供サービスの構築を行う。

### 4. 本研究で使用する技術

本研究ではこれまでに研究された以下の内容<sup>[1]</sup>を引き継ぎ、研究を行う。

#### 4. 1 マン・マッチング・マップ

利用者の座標データをノードとし、歩行履歴情報を用いて、任意のノードを経由した歩行者の数をノードカウントとしてカウントする。マン・マッチング・マップでは、歩行者が歩行するエリアこそが経路であるという概念に基づき、歩行経路を抽出する。

#### 4. 2 GPS による歩行履歴情報の収集

GPS 搭載端末を持って屋外施設を自由に歩行する歩行者の歩行履歴情報を GPS 取得ソフトで収集する。GPS 取得ソフトには測位誤差を取り除くための補正フィルタとして① N/A データを除去、② GPS 受信衛星数、③ 2 点間の移動距離、④ 誤差の修正、の 4 つが含まれている。

#### 4. 3 信頼性のあるノードの抽出

複数の歩行履歴情報を一つにまとめて統合履歴情報とする。歩行履歴情報には緯度、経度、高度、GPS クオリティ、GPS 衛星の受信数、同じ経度・緯度を持つ同一ノードのカウント数が含まれている。同一カウント数が多いノードほど信頼性の高いノードとする。

#### 4. 4 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。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 個の方位データを追加する。

### 5. 研究内容

#### 5. 1 現状の課題と解決策

4. 2 の誤差補正フィルタを使用した場合、まだ多くの誤差があり、経路構築に影響が出る。さらに誤差を取り除くために誤差補正フィルタを改良する。

経路ネットワークを構築する際、4. 4 で示した内容だけでは現在地から目的地までの経路を構築することができない。そこで、現在地から目的地までの最短経路を探索するため、アルゴリズムを新たに導入する。

#### 5. 2 誤差補正フィルタの改良

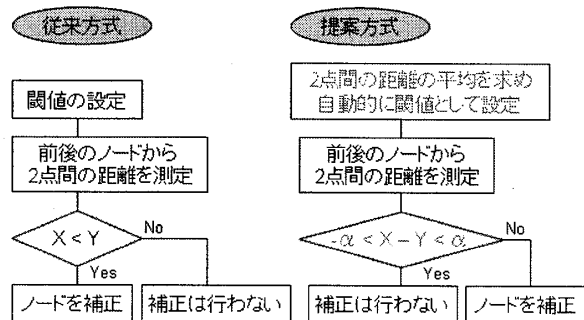
従来の誤差補正フィルタおよび提案する誤差補正フィルタのそれぞれのアルゴリズムを図 1 に示す。閾値は隣接ノード間の距離の許容範囲の基準値を示す。従来の誤差補正フィルタは、閾値を測定前に設定するため、歩行速度が異

Implementation of Pedestrian Navigation System Based on History Information Using GPS Location Information

<sup>†</sup> Hiroyasu Mitsui, Daiki Tabata

College of Science and Technology, Tokyo Denki University

なる歩行者に対応できない, また, ノード間の距離が閾値より小さい場合に補正されないといった問題があった. そこで, 提案方式では, 歩行者の歩行速度データを蓄積し, 歩行速度の平均値をプログラム内で計算し閾値として自動的に設定する. また, 閾値からノード間の距離を引いた値が許容範囲かどうかを判断することで従来方式の問題点を解決する.



(X は閾値, Y は 2 点間の距離, α は許容誤差)

図 1 従来方式と提案方式のアルゴリズム

### 5. 3 最短経路を探索するアルゴリズムの導入

収集したノードに対して Dijkstra 法を適用することによって最短経路を求める. 全てのノードに対して Dijkstra 法を適用した場合, 計算量が膨大になるため, ノードの進行方向に存在するノードのみを抽出し, そのノードに対し Dijkstra 法を適用する方法を用いる.

### 5. 4 現在地から目的地までの経路を表示する GUI の提供

利用者が本研究のナビゲーションシステムを利用することを想定した GUI の作成を行う. 利用者は携帯電話などの携帯端末から, 施設のサーバにアクセスし GUI を利用する. GUI に, 5. 2 で検討した最短経路を検索するアルゴリズムを組み込み, そのアルゴリズムから経路ネットワークとして最短経路を表示させる.

## 6. 実装・評価

### 6. 1 実装

本研究で作成したソフトウェアはすべて Visual C# 2008 Express Edition を用いて C# で作成した. 作成したマッチングソフトと GUI を図 2 に示す. 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, 誤差の補正, 信頼性のあるノード同士の関連づけを行う. GUI は目的地の選択, 現在地から目的地までの最短経路の表示を行う.

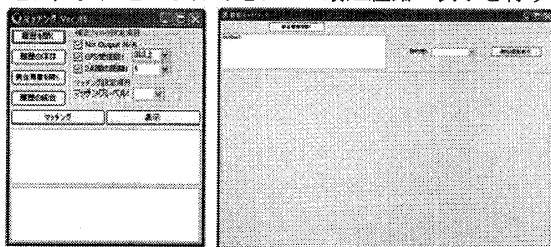


図 2 マッチングソフトと経路を表示する GUI

### 6. 2 評価

東京電機大学鳩山キャンパスにおいて, 歩行履歴情報の収集を行った. 取得した 10 人分のおよそ 6000 個の歩行履歴情報をマッチングソフトにより統合した. また, 10 人分の歩行履歴情報では同一ノードカウント数が 3 のノードが存在しなかったため, 同一ノードカウント数を 2 とし, ノードを抽出した. 誤差補正フィルタが従来方式の場合のノード分布図を図 3 に, 提案方式の場合のノード分布図を図 4 に示す. 従来方式では存在するはずのノードが表示されない場合があったが, 提案方式の採用で表示可能になったことが確認できた. 誤差フィルタを改良したことにより, ノード検出の誤差を減らすことができた. しかし, 補正されていないノードが未だに存在するため, これらさらに取り除くことが今後の課題である. 従来の経路ネットワーク作成方式で経路を表示させた例を図 5 に, Dijkstra 法を適用し GUI 上に最短経路を表示させた例を図 6 に示す. 最短経路はまだ利用者に示す経路としては十分な GUI ではないが, 従来方式では表示できなかった最短経路が, Dijkstra 法を適用することで表示可能となった.

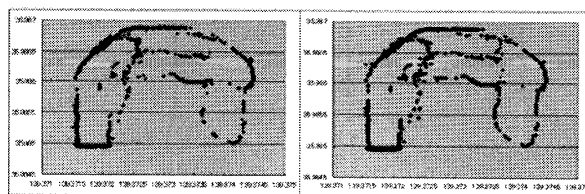


図 3 従来方式の適用例

図 4 提案方式の適用例

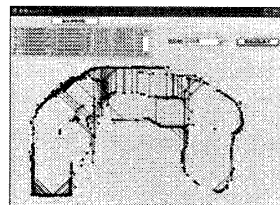


図 5 従来経路ネットワーク

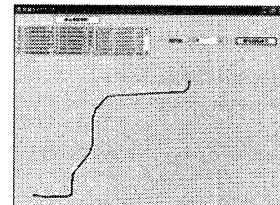


図 6 最短経路の表示例

の表示例

## 7. まとめ

GPS 受信機から取得したユーザの歩行履歴情報の誤差を取り除く誤差補正フィルタの改良, 最短経路探索アルゴリズムの検討, 経路を利用者に示すための GUI の作成を行った. 今後は, 誤差補正フィルタのさらなる改良を行う. さらに, 応用分野を検討し, 作成した GUI に最短経路を表示するだけでなく, GUI に地図情報や施設などの情報を付加していく予定である.

## 参考文献

[1] 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  
 [2] 上田 真由美, 西出 亮, 日裏 博之, 川端 将之, 上島 紳一: "利用者コンテキストウェアな歩行者ナビゲーションシステムの提案と利用可能性" 日本データベース学会 Letters Vol.4, No.1