

## 2次元コードとセンサを用いた屋内ナビゲーションシステムの提案

### Proposal of Indoor Navigation System with Two-dimensional Code and Sensor

奥村 賢悟<sup>†</sup> 吉野 孝<sup>‡</sup>  
Kengo Okumura Takashi Yoshino

#### 1. はじめに

近年、スマートフォンの利用者が年々増加している。2010年度の調査では携帯電話全体におけるスマートフォンの利用率は9.0%と低いものの、今後のスマートフォン利用予定者は40%と、高い意向を示している[1]。スマートフォンにはGPSをはじめとする様々なセンサが搭載されている。このため、スマートフォンで位置情報を利用したサービスは年々普及している。その中でも案内サービスに関しては2009年度の統計によると、利用意向率は65.5%にのぼっている[2]。

また、建物の高層化や建て増しにより、建物の構造が複雑になっている。それに伴い携帯端末を利用した屋内ナビゲーションの需要が高まり、それに関する研究が活発に行われている。現在ナビゲーションには位置情報としてGPS情報が多く用いられている。しかし屋内ではGPS情報を受信することが困難である。またGPS情報による位置情報の取得では10~15mの誤差が生じる。このため、部屋と部屋が隣接した場所を案内する必要がある屋内ナビゲーションにおいて、GPS情報を使用することは困難である。さらにGPS情報だけでなく屋内には、地下などのネットワークが通じていない場所が多く存在するため、どのような場所においても位置推定ができる必要がある[2]。この他にも現在位置の推定にRFIDや無線LANなどの電波強度を利用した位置推定などの研究がなされているが、精度が不十分であり、導入に大きなコストがかかるといった問題点が存在している[3]。

そこで、屋内ナビゲーションを行うために以下の2点をふまえたシステムが必要である。

- GPSやRFID、無線LANなどの情報を利用せず、携帯端末の情報を利用したナビゲーションシステム
- 導入にコストがかからないシステム

本稿では位置推定の方法として低コストで実現可能な2次元コードであるQRコードと、携帯端末としてスマートフォンを利用する。そしてスマートフォンにそなわっている各種センサを利用して位置推定を行い、屋内ナビゲーションを行うシステムを提案する。

#### 2. 関連研究

屋内ナビゲーションシステムに関する数多くの研究がなされており、様々なアプローチが試みられている。その中で関連性の高い研究としてQRコードを利用したシステムとセンサを利用したシステムの研究を以下に紹介する。

まず、QRコードを利用したナビゲーションシステムとして和田らは携帯端末利用した屋内ナビゲーションシステムを提案している[4]。このシステムはWebベースで作られており、QRコードにサーバのURLと位置情報を付加し、読み取った

情報からサーバにアクセスする。その情報から経路と自分の現在地を地図上にマッピングし、目的地までのナビゲーションを実写画を用いて行うシステムである。実験結果では87%のユーザがこのシステムを利用して目的地に着くことができたという回答している。しかし検証環境が短い距離の測定だったため、ナビゲーションシステムとしての有用性や、目的地選択の使いやすさといったシステムに関してはあまり高い評価を得られていない。またこのシステムはネットワークを経由して位置情報と建物内の地図などを取得しているため、ネットワークが存在しない場所での利用はできない。

次にセンサを利用したナビゲーションシステムについて、安斎らはスマートフォンに搭載されている加速度センサと地磁気センサ、ジャイロセンサを用いて位置推定を行っている[5]。文献[5]では特に、精度を主眼に置いて研究している[5]。この研究では位置推定において、移動距離の算出と進行方向の算出を行う。移動距離は加速度センサによる歩数計測をもとに算出し、進行方向は地磁気センサとジャイロセンサを用いて算出することで、デッドレコニング<sup>1</sup>を行う。その結果にマップマッチング<sup>2</sup>することで誤差の修正を行い、位置推定を行っている。この位置推定の有用性は研究[6,7]により示されている。実験結果では、歩行ナビゲーションにおいて加速度センサで歩数を推定し、マップマッチングの際に地磁気センサとジャイロセンサを用いることで、精度の高い屋内位置推定をすることができたと述べられている。しかし位置推定の初期位置はGPS情報をもとに行っており、初期位置の精度に関しては触れられていない。

#### 3. 提案システム

本システムでは歩行ナビゲーションを行う端末としてAndroid OSを搭載したスマートフォンを利用する。位置情報の推定には外部からのネットワークを利用せずに、QRコードによる情報とスマートフォンに搭載されている各種センサを利用する。QRコードには階数とマップの座標の情報を格納する。また格納されているデータの場所にQRコードを配置しておく。

##### 3.1 システム概要

次に屋内ナビゲーションシステムの内容について説明する。本システムには大きく分けて3つのモードが存在する。

- (1) QRカメラモード
- (2) 目的地入力モード
- (3) ナビゲーションモード

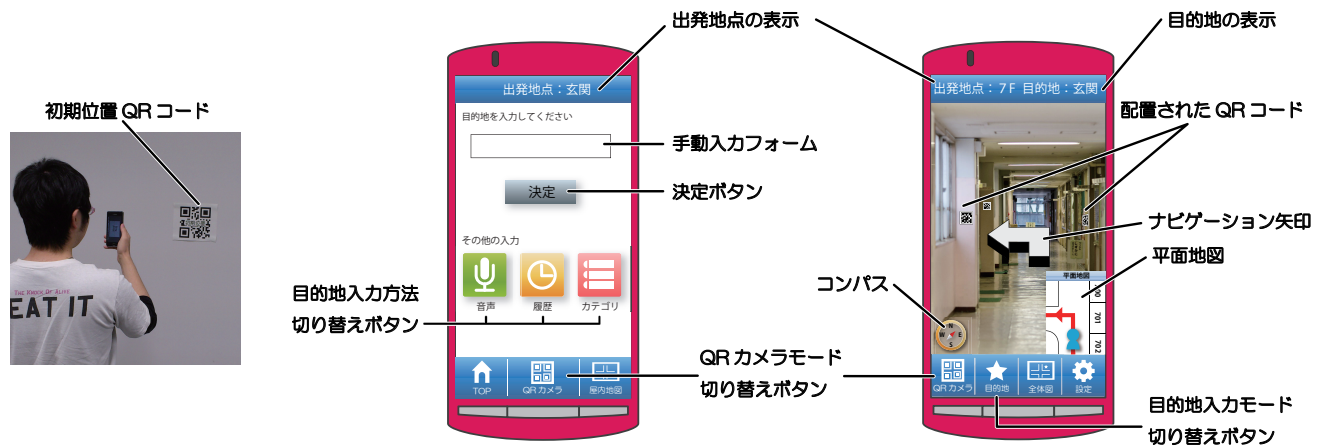
(1)のモードは、建物内に配置されたQRコードを読み取るモードである。(2)のモードは目的地を入力するモードで、

<sup>†</sup> 和歌山大学大学院システム工学研究科, Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

<sup>‡</sup> 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

<sup>1</sup> 天体、地上設備など外部からの情報を用いずに、ジャイロ、走行距離計、速度計などだけから移動体の位置と方向を求める方法。

<sup>2</sup> 観測した現在の位置情報の誤差を補正するために、コンピュータに内蔵された地図情報を利用する方法。



(1) QRカメラモードでのQRコード読み取り

(2) 目的地入力モード画面

(3) ナビゲーションモード画面

図 1: システムの利用イメージと想定画面

目的地の入力方法として手動入力、音声入力、カテゴリ入力などを用意する(3)のモードは屋内ナビゲーションを行うモードである。ナビゲーションには長谷川ら [8] が提案している、“WYSIWYAS (What You See Is What You Are Suggested)” という直感的なナビゲーションを参考にした。カメラ越しの映像に、ユーザがたどるべき道のりの方向の矢印を表示することで、ナビゲーションを行えるようにする。

システムの利用イメージと想定画面を図 1 に示す。図 1 に表記した番号は前述した番号と対応している(1)は建物内に配置された QR コードを読み取っている様子である(2)の画面は目的地を入力するモードで、手動入力フォームの他に音声入力、履歴からの入力、カテゴリ入力に移るボタンを配置する。(3)の画面はカメラ越しの映像に目的地までのナビゲーション矢印とコンパスと平面地図が表示する。また(2)、(3)の画面上部には出発地点と目的地を表示する。

### 3.2 システム利用の流れ

システム利用の流れを図 2 に示す。図 2 に示す番号と図 1 のシステムの画面の番号は対応している。以下の流れで出発地と目的地の入力を行う。

- (1) アプリケーションを立ち上げ、近くにある QR コードを QR カメラモードで読み取り、出発地点を取得する。
- (2) 目的地入力モードで目的地を入力する。
- (3) 目的地と出発地点の両方を入力した後に、ナビゲーションモードに切り替わり、ユーザは目的地までのナビゲーションを受ける。

なお(1)と(2)の操作は順不同である。

### 3.3 位置推定の方法

初期位置は QR コードの情報から判定する。それ以降の位置推定には加速度センサと地磁気センサ、ジャイロセンサを用いたデッドレコニングを行う。また、マップマッチングにより誤差修正をし、位置推定を行う。

## 4. おわりに

本稿では 2 次元コードとセンサを用いた屋内ナビゲーションシステムの提案をした。今後はシステムを実装し、QR コー

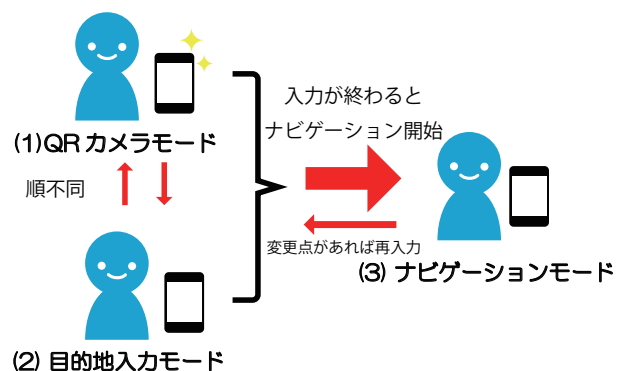


図 2: システム利用の流れ

ドとスマートフォンに備わっているセンサを利用することで、外部のネットワークに依存しないナビゲーションが実用的であるかどうかの評価を行う。さらに精度の実験だけではなく、操作性やナビゲーションのわかりやすさなどの評価も行う。

## 参考文献

- [1] インプレス R & D インターネットメディア総合研究所: インターネット携帯白書 2011, インプレスジャパン (2011).
- [2] 携帯電話等の『位置情報サービス』に関するアンケート: goo リサーチ: <http://research.goo.ne.jp/database/data/000974/> (2011 年 7 月 29 日確認)。
- [3] [屋内測位] 屋内版 GPS「IMES」が有望, 無線 LAN AP も活用: ITpro: <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20090202/323986/> (2011 年 7 月 29 日確認)。
- [4] 和田高雅, 高取雄介, 八嶋弘幸: 2 次元コードと携帯端末を用いた屋内歩行ナビゲーションシステムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS, Vol.108, No.42, pp33-37 (2008).
- [5] 安齋恵一, 岡島匠吾, 坪川 宏: スマートフォンを用いた屋内位置推定と歩行者ナビゲーションシステム, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム, pp.921-927 (2011).
- [6] 興正正克, 蔵田武志: 慣性センサ群とウェアラブルカメラを用いた歩行動作解析に基づくパーソナルポジショニング手法, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU, パターン認識・メディア理解, Vol.103, No.737, pp.25-30 (2004).
- [7] 小西雄介, 柴崎亮介: 自律方式による歩行者用ポジショニングシステムの開発, 地理情報システム学会講演論文集, No.10, pp.389-392 (2001).
- [8] 間邇哲也, 長谷川孝明: 建物内における M-CubITS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS, Vol.106, No.82, pp.47-51 (2006).