

位置情報サーバを用いた屋内 AR ナビゲーションシステム

栗原 和也[†] 佐藤 文明[‡]

東邦大学大学院理学研究科情報科学専攻[†] 東邦大学理学部情報科学科[‡]

1. はじめに

近年、計算機端末の処理能力の高性能化や小型化により、スマートフォンやタブレットなどの携帯型端末が普及してきた。これに伴い、携帯端末用のナビゲーションシステムも普及してきている。これらのシステムは一般的に、端末に搭載されている GPS によって位置測位を行っている。GPS による位置測位は屋外では高い精度をもたらすが、屋内では建物に信号が遮られて、精度が低くなる。そのため、屋内でのナビゲーションシステムでは GPS 以外の位置測位方法が必要になる。

屋内での位置測位で使われる方法としては、無線 LAN の電波強度を用いる方法 [1] や、アクティブ RFID タグや QR コードを配置して利用する方法 [2]、または加速度センサやジャイロセンサなどの携帯端末に内蔵されているセンサを用いる慣性航法（デッドレコニング） [3] などがあるが、測位精度や設置コストなどの面で課題が残る。

そこで、本研究では AR マーカを用いて位置測位を行う、屋内ナビゲーションを提案する。この方法では AR マーカを屋内施設に配置して位置測位を行うので RFID や QR コードなどの 2 次元バーコードと同様に測位精度は高いが、設置するコストが高いと考えられる。しかし AR マーカでは 2 次元バーコードと違い、ユーザの向いている方向がわかる。ナビゲーションシステムでは一般的に 2 次元の地図上に目的地への方向指示を表示するものが主であるが、これにより、現実空間に方向指示を表示することができる [4]。

本稿では上記の方法によって作成されたナビゲーションシステムが他の屋内での位置測位方法よりも優れた点を示すと共に、今後の課題について述べる。

2. 従来の屋内での位置測位方法

2.1 電波強度

電波強度を用いて、電波発信機との距離を測り、三辺測量によって位置推定する [1]。電波発信機器として無線 LAN のアクセスポイントを使用することで、

既存の設備が利用でき、設置コストが安くなるという利点がある。一方で測位精度はあまり高くない。

2.2 RFID

アクティブ RFID タグは電池を内蔵し電波を発生し、長距離で通信できる無線タグである。現在地を識別するための ID 情報を配信する。そして受信して得た ID 情報からデータベースなどから現在地を取得する [2]。アクティブ RFID タグの通信距離は数十メートルから数百メートルである。

高い精度の位置測位を行うことが可能であるが、そのためには機器を多数用いる必要があるため、設置するコストが高くなる。

2.3 デッドレコニング

デッドレコニングとは、加速度センサおよびジャイロセンサなどの内蔵センサを使って、自分の位置を求める方法である [3]。近年では、スマートフォンやタブレット端末に、加速度センサおよびジャイロセンサなどのセンサが内蔵されており、比較的容易に利用できるようになった。

端末単体だけで利用できるため設置するコストが低い反面、測位精度は低く、マップマッチングや他の測位方法などで補正して使用することが必要になる。

3. 提案方式

3.1 概要

本稿では AR マーカを用いて、屋内での位置測位を行うナビゲーションシステムを提案する。提案システムでは、位置測位に AR マーカを使用することで、測位精度の向上を図る。また、マーカの検出には ARToolKit を用いているがこの処理では、AR マーカの認識をすると共に位置と姿勢の計算も行う。そのため従来の屋内位置測位方法では難しかったユーザの方向検出が可能となる。これにより、AR マーカからどの方向にどのくらいの距離からカメラで捉えているかという情報も導き出せるため、ユーザへの方向指示を、AR マーカを認識している間は正確に行う。

また、配置したマーカの情報を登録したサーバを用意することで、マーカの配置を変更しても、クライアントの変更は必要ない。また、サーバを利用し

Indoor AR Navigation System using Location Server

[†]Kurihara Kazuya, Toho University, Graduate School of Science

[‡]Fumiaki Sato, Toho University, Department of Science

て他のユーザと位置情報を共有する。

3.2 システムの流れ

ナビゲーションを行う屋内施設に複数の種類の AR マーカを配置する。配置したマーカの情報は、サーバ上に記録する。ユーザは目的地を選択し、その目的地とタブレット端末のカメラが捉えた AR マーカをサーバへ送信する。この情報からサーバ上でルート選択を行う。選択されたルートと端末のカメラが捉えた AR マーカによって AR オブジェクトを表示させ、ユーザへ方向指示を行う。方向指示によって配置されたマーカをたどって行くことで目的地へとナビゲートする。

また、複数のユーザが使用している時、他のユーザの位置情報をサーバから取得し共有する。

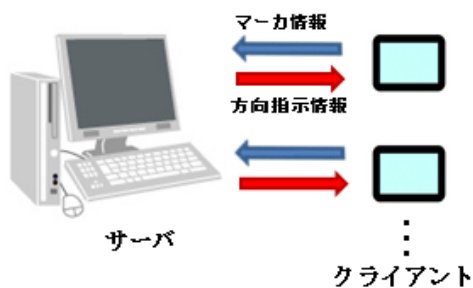


図1 システム構造

3.3 ルート選択

サーバには、表1の様に AR マーカ同士の接続関係とコスト値のデータを持っている。ルート選択には、このデータからユーザが端末のカメラを通して検出したマーカと選択した目的地を始点と終点としてダイクストラ法のアルゴリズムを用いて算出している。また、選択したルート以外のマーカを検出した場合には、そのマーカを始点として再選択を行う。

表1 マーカの接続関係とコストのデータ例

	マーカ-1	マーカ-2	マーカ-3	マーカ-4	マーカ-5
マーカ-1	∞	1	∞	∞	∞
マーカ-2	1	∞	1	∞	∞
マーカ-3	∞	1	∞	1	∞
マーカ-4	∞	∞	1	∞	1
マーカ-5	∞	∞	∞	1	∞

3.4 AR マーカの設置

マーカを一定の間隔でナビゲートする屋内施設に配置する。また、マーカの設置には認識距離の向上のため地面に対して垂直に置く。マーカは固定して設置する必要はないので比較的手軽に設置できる。

4. 評価

4.1 評価環境

床に垂直に設置したマーカを手を持ったタブレット端末のカメラで捉えて測定する。評価するマーカの大きさは1辺約20cmの正方形を使用した。

4.2 評価結果

マーカの認識可能距離は約8.3mとなった。

推定距離と実測の誤差は各20回測定を行い、図2の結果になった。測定誤差は、8mの距離で平均約5%であった。

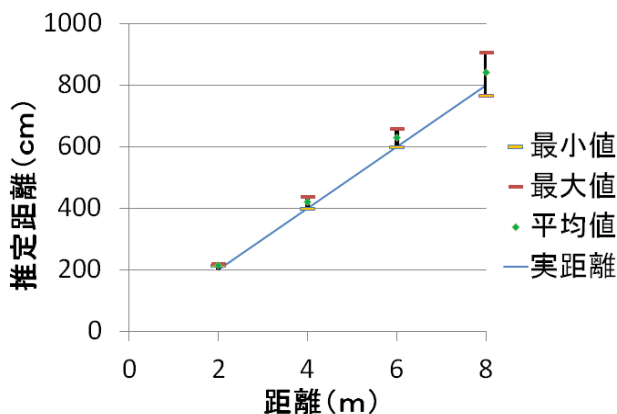


図2 推定距離と実測の誤差

以上の結果より以下の様な屋内での測位方法の評価をまとめた。

表2 各測位方法の評価

	ARマーカ (提案方式)	電波強度	デッドレコニング	RFIDタグ、 二次元バー コード
測位精度	◎	△	△	○
ユーザーの 方向検出	○	△	○	△
設置コスト	△	○	◎	△
ユーザーへ の方向提示	◎	△	○	△

5. まとめ

本研究では、屋内環境において位置測位に AR マーカを使用することと、配置したマーカの情報を登録したサーバを用意することで、他のユーザと位置情報を共有するシステムを提案した。AR マーカを使用することで高い位置測位精度を実現できた。一方で高い測位精度を保つには配置するマーカの数を増やす必要があり、設置コストが高くなる。今後は、他の測位方法と組み合わせるなどして、測位精度を保ちつつマーカの設置数を減らしていく必要がある。

参考文献

- [1] 渡辺雄太, 松本倫子, 吉田紀彦: "無線モバイル端末の Wi-Fi Direct による電波強度を用いた位置推定", 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013.
- [2] 椎尾一郎: "RFID を利用したユーザ位置検出システム", 情報処理学会研究報告, ヒューンインタフェース研究会報告. 2000.
- [3] 五百蔵重典, 鈴木孝幸, 田中博: "スマートフォン内蔵センサーを用いた複数フロアデッドレコニング", マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム, 2013.
- [4] 巖京龍: "拡張現実感を用いたキャンパス案内支援システム", 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013.