

# RFID と無線通信デバイスの連携による 屋内向け位置推定システムの一検討

山田 健博<sup>†</sup> 田島 孝治<sup>†</sup> 大島 浩太<sup>††</sup> 寺田 松昭<sup>††</sup>

東京農工大学大学院 工学府<sup>†</sup> 東京農工大学大学院 工学研究院<sup>††</sup>

## 1. はじめに

位置情報連動サービスの需要が高まるにつれ、GPS 測位が困難な屋内での位置情報連動サービスの利用が期待されている。また、スマートフォンなどの多機能な携帯端末の普及により、測位に多種多様なデバイスが利用可能になった。

屋内で利用できる測位方式として、無線 LAN を利用した測位方式[1][2]や、Bluetooth, RFID, 可視光通信などを利用した測位方式が提案されている [3][4]。測位精度や位置推定までにかかる時間および導入・管理コストは、測位方式により様々である。現状では、各デバイスが状況に応じて選択的に独立して利用されており、利用可能な状況や環境および測位精度に課題がある。

本稿では、複数の測位デバイスの利用・連携を特徴とする屋内向け位置推定システムを提案する。特に、各測位デバイスが様々な特徴を備えている点に着目し、測位対象の存在範囲を用いた位置推定手法を提案する。提案位置推定手法を実装したシステムを構築し、評価を行った。

## 2. 提案システム概要

図 1 に提案システムの概要を示す。本システムは複数の測位デバイスを搭載する端末と、RFID や Bluetooth といった測位デバイスを搭載したノード（以下、ランドマーク）群、ランドマークを利用して端末自身が取得した RSS 等の測定結果を蓄積・処理を行う情報統合サーバから構成される。ランドマークの位置はあらかじめ情報統合サーバに登録済みである。

提案システムを備えた端末を持つユーザは、まず、情報統合サーバから屋内地図情報を取得する。そして、端末が、建物の各所に設置されたランドマークから RSSI など測定し、

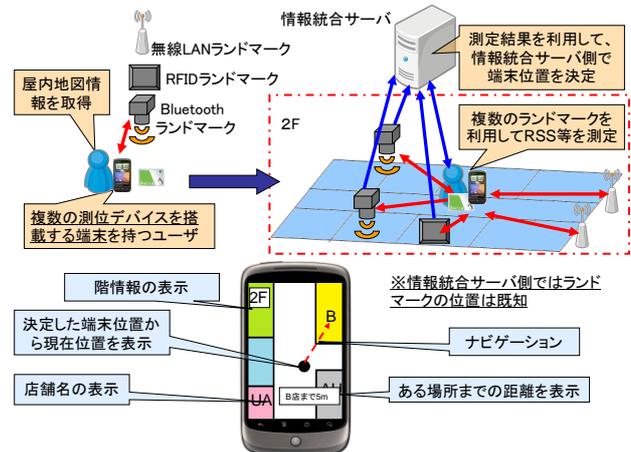


図1 システムイメージ

情報統合サーバに送信する。情報統合サーバは受信した測定結果から存在範囲に基づいて端末位置を決定する。最後に、ユーザの持つ端末に決定した位置を送信する。端末は受信した位置情報を利用して、現在位置や、ある場所までの距離などを表示できる。

## 3. 課題

本システムの実現には次の課題がある。

- (1) 取得した情報の特性に基づく利用方法  
各測位デバイスは様々な特徴を備えているため、それぞれの特徴を考慮する必要がある。
- (2) 複数の測位デバイスの組み合わせ方法  
複数の測位デバイスを利用して得られた測定結果を組み合わせることで、位置情報を決定する手法が必要となる。

## 4. 提案手法

提案システムは、各ランドマークから取得した測定結果を組み合わせることで位置推定を行う。図2に提案システムの位置推定手法の概要を示す。ランドマークを利用した測定結果から、ある程度の位置が推定できることに着目し、測位デバイスに応じた存在範囲を作成する。また、測定時刻からの経過時間に応じて存在範囲を拡大する。この結果、特定の位置をとることができる。RFIDによる測定結果と無線通信デバイスの測定結果を組み合わせることで利用することが可能になる。

An Indoor Positioning System using RFID and Wireless Communication Devices

Takehiro Yamada<sup>†</sup>, Koji Tajima<sup>†</sup>, Kohta Ohshima<sup>††</sup>, Matsuaki Terada<sup>††</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>††</sup>Institute of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

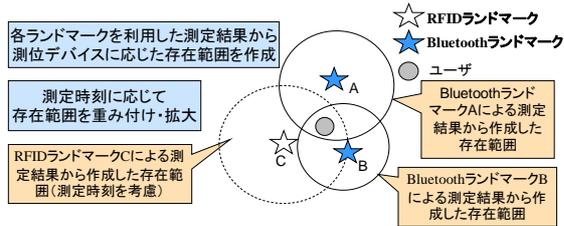


図2 存在範囲による位置推定手法

#### 4.1 測位デバイスや測定時刻に応じた存在範囲の作成

測位デバイスによって精度が異なるため、提案方式はデバイスの精度の違いを考慮し、重み付けした存在範囲を作成する。存在範囲の作成方法は測定時刻と位置推定開始時刻の関係により異なる。

(i) 測定時刻と位置推定開始時刻が一致

測定時刻と位置推定開始時刻が一致している場合の存在範囲の作成方法を図3に示す。RFIDランドマークによる測定結果を利用する場合、存在範囲は面積を持たない点とし、その位置はRFIDランドマークの位置とする。Bluetoothランドマークによる測定結果を利用する場合、距離の算出に、線形方程式を利用する。ただし、RSSと距離の関係は必ずしも線形でないため、誤差を考慮して存在範囲を作成する。

(ii) 測定時刻と位置推定開始時刻が不一致

図4に測定時刻と位置推定開始時刻が一致しない場合の存在範囲の作成方法を示す。測定時刻と位置推定開始時刻が一致しない場合には存在範囲の拡大を行う。測定時刻を  $t_1$ 、位置推定開始時刻を  $t_0$  とし、その時間差  $(t_0 - t_1)$  から最大移動距離を考慮して拡大した存在範囲を作成する。最大移動距離 = 経過時間 × 最大移動速度となる。また、時間経過に応じて重みの値を減少させる。



図3 測定時刻と位置推定開始時刻が一致した場合の存在範囲の作成方法

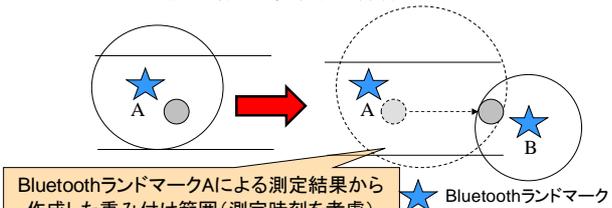


図4 測定時刻と位置推定開始時刻が一致しない場合の存在範囲の作成方法

#### 4.2 端末位置の決定方法

測定結果から作成した存在範囲のうち、最も重みの値が大きい範囲を端末位置の候補範囲とする。そして候補範囲の重心をとり、端末位置として決定する。候補範囲が複数になった場合には、前回決定した位置に近い方を採用する。

### 5. 評価

提案手法の有効性を示すため、提案手法を実装したシステムを構築し、評価を行った。

#### 5.1 実験環境・実験方法

実験環境として、本学の部屋と廊下にランドマークを5m間隔で複数設置した。各ランドマークと端末はノートPCを用いて実装した。測定時刻を考慮した場合の、位置推定精度向上効果を評価するために、RFIDランドマークの利用後にBluetoothランドマーク近くの特定位置まで一定速度で真っ直ぐ移動する実験を数十回行った。

#### 5.2 実験結果

実験結果を表1に示す。実験結果から、測定時刻を考慮した場合に、位置推定精度の向上が見られた。

表1 実験結果

測定時刻の考慮	位置推定精度
なし	平均 3.4m
あり	平均 2.4m

### 6. おわりに

本稿では、各測位デバイスが様々な特徴を備えている点に着目した、測位対象の存在範囲を用いた位置推定手法と評価について述べた。実験により、提案手法を移動体の測位に用いて、位置推定精度が改善できることを示した。

今後の課題として、様々な環境で、提案手法を適用した場合の位置推定精度のより詳細な検証などが挙げられる。

### 謝辞

本研究の一部は、共生情報工学推進経費の助成を受けている。

### 参考文献

[1] PlaceEngine : <http://www.placeengine.com/> (accessed 2011.1).  
 [2] Wi-Fi Positioning System : <http://www.skyhookwireless.com/> (accessed 2011.1).  
 [3] 福本剛, 長坂康史, 「Bluetoothを用いたモバイルコンピュータの位置推定システムの開発」FIT2008, Vol. 7, pp. 229-230 (2008).  
 [4] 重松 史哉, 川村 祐介, 島村 和典, 「RFIDとGPSを利用したロケーション情報統合方式の一提案」信学技報, pp. 51-55(2010).