

Bluetooth ビーコンを利用したデバイスフリー屋内測位システム

A Device-free Indoor Pinpointing System using Bluetooth Beacons

杉野 恭兵 大園 忠親 新谷 虎松
Kyohei Sugino Tadachika Ozono Toramatsu Shintani

名古屋工業大学大学院 情報工学専攻
Department of Computer Science, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

1. はじめに

近年、高齢者の人口が増加しており、今後も高齢化は進んでいくと考えられている。一人暮らしの高齢者の外出や徘徊のような行動を検知するために、測位用機器を用いた屋内測位が研究されている[1]。しかし、被介護者にデバイスの携帯を要求する測位手法は、外出時の検知を見逃したり、勝手に機器を撤去されたりする可能性がある。そのため、ユーザである高齢者にデバイスを持たせないデバイスフリー測位が望まれる。本研究では、複数の Bluetooth ビーコンを用いて、電波強度の分布からユーザの位置を推定する、屋内でのデバイスフリー測位システムを提案する。

2. 提案手法

本研究では、Bluetooth 電波の特性を利用して、被介護者が Bluetooth 端末を携帯せずに測位システムを運用する手法を提案する。Bluetooth 電波は、プラスチックなどに遮られた場合でも通過する性質がある。一方、水やガラスなどの特定の物質は電波を吸収、反射するため、これらは一般的に通信の障害になるものとされている。ワイヤレス通信において、こういった通信の妨げになる要因は取り除くべきであるが、本研究では、Bluetooth 電波の特性を利用してユーザの検出を行う。

システムでの処理の流れを図 1 に示す。システムを運用する準備として、測位対象とする部屋に複数のビーコン端末と、それらの受信電波強度 (RSSI) を観測するためのモバイル端末を設置する。観測を開始してからは、収集したビーコンの ID と RSSI を対応させたデータを定期的にサーバに送り、分析などの処理はサーバで行う。サーバ内では本システムは 3 つのモジュールとデータベースで構成される。まずデータ収集モジュールによって、モバイル端末と通信して情報を取得することで、ビーコンごとの電波強度をデータベースに格納する。収集されたデータを基に、データ分析モジュールによって分析を行う。RSSI 分布の分

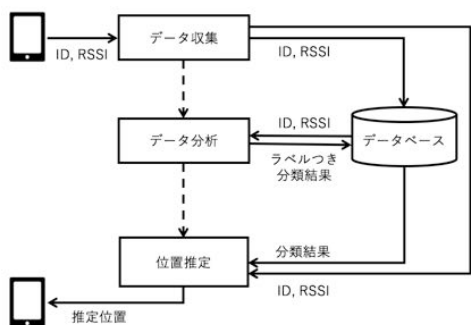


図 1 システムの流れ

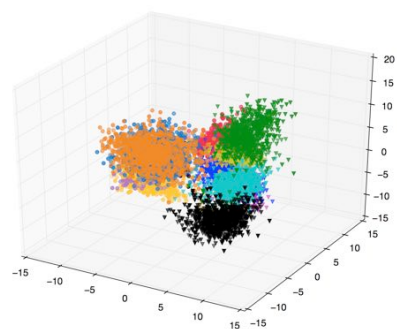


図 2 実験室 1 での分類結果

析によって得られた結果と、リアルタイムで取得している測位環境でのデータを比較して、位置推定モジュールで現時刻の測位対象の位置推定を行う。

3. 評価実験

本研究で提案するユーザのデバイスフリー測位について、ビーコンからの RSSI ベクトルの分類による位置推定の精度を実験によって示す。具体的には、収集した RSSI ベクトルを機械学習によって分類して、その分類精度を検証する。実験環境として、6 畳程度の会議室 (実験室 1) と 20 畳程度の会議室 (実験室 2) にて、図 1 のように機器と測位地点を設定した。各測位地点および被験者不在時を含めた 13 通りの、各 1000 サンプルの RSSI ベクトルを収集した。訓練データとテストデータを 7:3 に分けてサポートベクトルマシンによる分類によって、適合率と再現率から F 値を得た。その結果、実験室 1 では 0.924、実験室 2 では 0.853 の精度が得られた。実験室 1 での 6 個のビーコンから取得した 6 次元データを、次元削減して 3 次元にプロットしたものを図 2 に示す。ビーコンから遠い測位地点での精度が 7 割程度になることがあり、クラスタが大きくなる傾向がある。しかし、ワンルーム程度の広さならば 9 割以上の精度が得られ、適切に線形分類されている。

4. おわりに

Bluetooth ビーコンを用いる利点として、小型かつ省電力、柔軟に配置可能であることが挙げられる。本研究ではビーコンの特性を利用して、介護支援のための位置推定手法を提案した。Bluetooth ビーコンを用いて、その電波強度分布からユーザがデバイスを携帯しない測位手法を提案し、その精度を実験によって確かめた。

[1] 鍛冶 良作, 廣田 清美, 西村 拓一: "RFID タグシステムによる弊所空間における転倒状態検出法の提案", 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.3, pp.1129-1140, 2010.