

マルチパス環境における BLE を用いた屋内位置測位に関する研究

川島亮* 石原真紀夫**

(*福岡工業大学大学院工学研究科情報工学専攻 **福岡工業大学情報工学部情報工学科)

1 はじめに

近年、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末の高機能化に伴い、精度の高いナビゲーションが実現されている。しかし、これらのナビゲーションは、位置情報の取得に GPS を用いており、屋内では電波が届きにくく利用できない。さらに、屋内ではより細かな位置情報を必要とし、GPS 以外の手法が必要である。本研究では Bluetooth Low Energy (以後、BLE) を用いることで、屋内位置測位におけるこれらの問題の解決を試みる。堀川ら [1] は、BLE と PDR を用いたハイブリッド型屋内位置測位手法を提案している。PDR は歩行者自律航法で、人の動きから端末が受ける振動を用いて、移動を推測する手法である。本研究では、電波が反射するマルチパス環境を想定し Fingerprinting を用いた位置測位を行う。

2 BLE と距離推定について

BLE は Bluetooth Low Energy で、低消費電力で通信が可能な近距離無線通信技術の拡張仕様の一つである。サイズが小さく、様々な小型の装置での利用が期待されている。携帯端末では iOS (5以降) と Android (4.3以降) がサポートしている。

BLE を用いた距離推定は、BLE ビーコン (以下、ビーコン) から送信される電波の減衰を利用し、距離を推定する。一般に、距離が長くなるほど電波は減衰する。以下の式 (1) は距離 r と電波強度 RSSI の関係を示す式である。

$$RSSI = A - 20 \log(r) \quad (1)$$

ここで、 r は距離、 A は TxPower である。TxPower はビーコンから距離 1m での電波強度 RSSI の値である。

しかしながら、式 (1) は周囲に遮蔽物のない環境を想定しており、電波の反射などが起こる場合、実際の距離との間に誤差が出る。特に複数の電波が反射を重ねるマルチパス環境の場合、誤差は大きくなる。そこで、このような環境に耐性のある Fingerprinting を導入して誤差に強い位置測位を行う。観測された複数のビーコンからの値パターンを予め位置毎に記録しておき、最も近い値パターンの場所を現在位置とする手法である。

3 実験

3.1 目的

本実験の目的は、BLE を用いた屋内位置測位において必要となる Fingerprint マップを作成し、有用性を確認することである。

3.2 内容

PC や TV などの電波を発する家電がある室内を想定する。天井に約 2m 間隔でビーコン「StickNFind」を 3×4 に合計 12 個配置する。各ビーコンから受信した電波強度 RSSI をビーコンの配置に対応させ記録することでマップを作成する。図 1 左にビーコンと家電の配置を示す。図 1 左の○がビーコン、□が PC や TV の位置を示す。ビーコンの傍らの数字はビーコンの番号を示す。各ビーコンの直下 1.7m の位置で、15 分間計測を行い、12 個全てのビーコン毎の平均を用いてマップを作成する。

3.3 結果

このマップの例を図 1 右に示す。明るい色が電波が強く、暗い色が電波が弱いことを示す。上の数字が各ビーコンの番号、下の数字が電波強度 RSSI の値である。

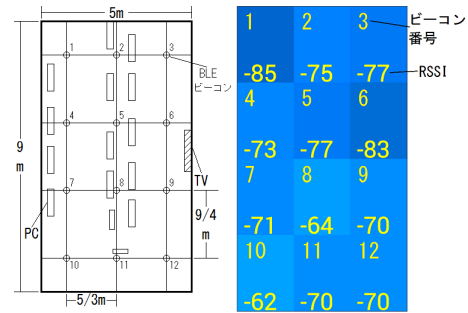


図 1: ビーコンと家電の配置・Fingerprint マップ

Fingerprint マップの値から、式 (2) を用いて距離を算出した。

$$D_{i,j} = \sqrt{\sum_a (R_{ia} - R_{ja})^2} \quad (2)$$

位置 i の Fingerprint マップのビーコン a の RSSI 値を R_{ia} 、位置 i の Fingerprint マップと位置 j の Fingerprint マップの距離を $D_{i,j}$ とする。マップ間の距離 $D_{i,j}$ と計測位置の物理距離をグラフに表したものを図 2 に示す。マップ間の

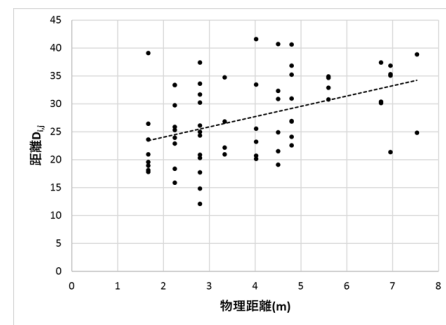


図 2: Fingerprint マップ間の距離

距離 $D_{i,j}$ と計測位置の物理距離 r との式を式 (3) に示す。

$$D_{i,j} = 1.85r + 20.32 \quad (3)$$

式 (3) より、マップ間の距離 $D_{i,j}$ が、近い位置においては小さく、遠い位置においては大きくなっている。

4 考察と今後の課題

本実験により、Fingerprint マップの値から求めたマップ間の距離 $D_{i,j}$ は、計測位置の実際の物理距離に比例しており、近い位置の値同士は距離が小さくなる傾向にある。ただし、図 2 のマップ間の距離には値のばらつきがあるため、今後は Fingerprint マップの精度を上げることを課題としたい。

参考文献

- [1] 堀川三好, 古舘達也, 工藤大希, 岡本東: BLE 位置測位および PDR を用いたハイブリッド型屋内位置測位手法の提案, 研究報告コンシューマ・デバイス&システム, No.13, 2015 年