

iBeaconモジュールを利用した 2次元位置座標推定の考察

広島大学 神崎 僚太

背景

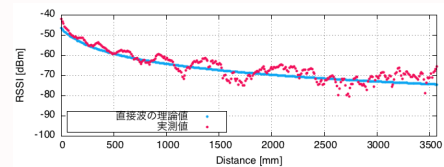
- スマートフォンなど高性能なモバイル端末の普及
- 屋外ではGPSによる位置情報を利用した様々なサービスが提供されている
 - ナビゲーション, 周辺の店舗検索, 位置ゲーム, ...
- 屋内ではGPSが利用できないため別の手段が必要

iBeacon

- 端末とビーコンモジュールの近接を通知するフレームワーク
- Apple社が策定
- Bluetooth Low Energy (BLE) 規格を使用
 - iOS 7以降で対応
 - Android 4.3以降ならビーコンを受信可能
- ビーコンからはモジュールの識別情報と受信信号強度が取得できる

-> 複数の送信機からの受信信号強度を比較することで座標推定が行えるのではないかな

受信信号強度による座標推定

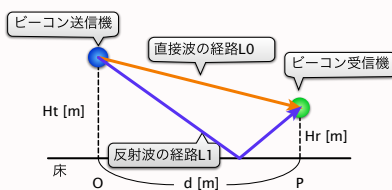


ビーコンモジュールから送信された電波は直接波だけでなく様々な経路を通して受信される

- 反射波の干渉により理論値とずれる
- 床からの反射を考慮したモデルにより補正を試みた

モデル (1/2)

- 直接波と床からの反射波のみを考慮



$$\begin{aligned} L_0 &= \sqrt{(H_r - H_t)^2 + d^2} \\ L_1 &= \sqrt{(H_r + H_t)^2 + d^2} \end{aligned}$$

モデル (2/2)

- iBeacon (BLE) は2.4GHzを使用 -> 波長 0.125 m
- 反射時に位相が反転
- 位相差 $\alpha = 2\pi \frac{L_0 - L_1}{0.125} + \pi$

送信機から1mでの電波強度をTmWとすると

- 直接波の振幅 $T_0 = T/L_0$
- 反射波の振幅 $T_1 = T/L_0$

よって

$$\text{受信強度 } R = \sqrt{T_0^2 + T_1^2 + 2T_0T_1 \cos \alpha}$$

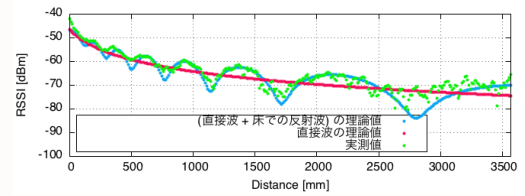
実験のセッティング

- 天井 2.6m
- 6m x 6m 程度の遮蔽物のない空間
- ビーコン送信機と受信機の高さを床から60cmで固定
- 送受信機の距離を1cmずつ変えて10秒ずつ測定、平均値を記録
- 送信機 Aplix MyBeacon Pro
- 受信機 Sony Xperia Z1 (Android 4.4.2)

実験エリアの中心に送信機を設置し、4方向で測定

7 / 10

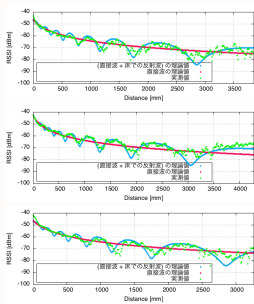
実験結果 (1/2)



- 床での反射を考慮したモデルによってより高精度で実測値を近似
 - 実測値のノイズは床からの反射による影響が支配的
- モデル上でデッドスポットとなる範囲は実測値が不安定
 - モデル外の複雑な反射波の影響が大きくなるため

8 / 10

実験結果 (2/2)



- 他の3方向でも同様の結果
- ビーコン送信機を中心として同心円状にデッドスポットが存在

-> 座標推定では値が不安定になるデッドスポットを避け、複数のビーコンの情報を組み合わせることが有効と考えられる

9 / 10

まとめ

iBeacon モジュールを利用した座標位置推定

- 床での反射波の干渉を補正すれば距離の推定精度が向上
- モデル上のデッドスポットでは実測値が不安定になる

今後の課題

- 柱や壁などの障害物による反射の考慮
- 人体による吸収の考慮
- 受信強度値の不安定なデッドスポットを考慮した位置座標推定法の実現

10 / 10