

RSSIを利用したローカライゼーションプロトコルの 実環境での評価

山田純弥[†] 竹中友哉[‡] 峰野博史[†] 水野忠則[‡]

[†]静岡大学情報学部 [‡]静岡大学創造科学技術大学院

1 はじめに

近年、ワイヤレスネットワークの研究が盛んにおこなわれ、ユビキタス環境が実現しつつある。これまで、端末の位置情報がユビキタスアプリケーションの実現において、有効であるとされてきた。端末の位置情報を自動で推定するために、マルチホップネットワークを利用したローカライゼーションプロトコルの開発がおこなわれてきた。しかし、多くの研究はシミュレーションでの評価にとどまっている [1]。

本稿では受信電界強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator) を利用して、端末の位置を実環境で推定する環境を構築し、その実現可能性について検討する。

2 実環境での測位方法

2.1 測位環境の構築

RSSIを利用したローカライゼーションプロトコルを実環境で評価するための環境の構築をおこなう必要がある。端末の位置推定方法には、さまざまな手法が提案されている。本稿では、三辺測量を利用して未知ノードの位置を推定する。その際、距離としてRSSIを利用する。本稿では、サン・マイクロシステムズが開発したIEEE 802.15.4に準拠した無線センサーネットワークデバイスであるSun SPOT[2]を利用して環境を構築した。4台の端末と1台のベースステーションを利用し、3台の端末をそれぞれ基準点A, B, Cとし、1台の端末を未知ノードDとする。基準点A, B, Cで未知ノードDからの信号を受信し、RSSIをPCに接続されたベースステーションに送信する。三点間のRSSIを受信したベースステーションは、PC上のアプリケーションにデータを取り込み、三辺測量により測位をおこなう。

2.2 三辺測量による測位

PC上のアプリケーションではSun SPOT 端末から送られてきたRSSIを利用して三辺測量をおこなう。未知ノードDと基準点A, B, Cとの推定距離をそれぞれ \hat{r}_a , \hat{r}_b , \hat{r}_c とする。基準点A, B, Cの座標を $(x_i, y_i)(i = a, b, c)$ としあらかじめ設定しておき、未知ノードの推定座標を (x_d, y_d)

Experimental Evaluation on Localization Protocol using RSSI

Junya Yamada[†], Tomoya Takenaka[‡], Hiroshi Mineno[†], Tadanori Mizuno[‡]

[†]Faculty of Informatics, Shizuoka University,

[‡]Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

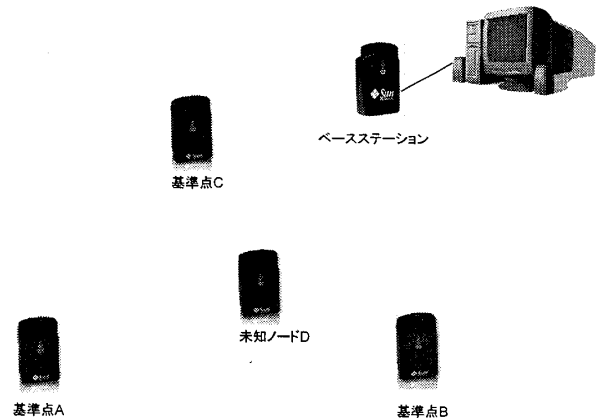


図 1: 測位環境

とすると、次のような連立方程式 (1) が成り立つ [3]。

$$\begin{cases} \hat{r}_a = \sqrt{(x_a - x_d)^2 + (y_a - y_d)^2} \\ \hat{r}_b = \sqrt{(x_b - x_d)^2 + (y_b - y_d)^2} \\ \hat{r}_c = \sqrt{(x_c - x_d)^2 + (y_c - y_d)^2} \end{cases} \quad (1)$$

この連立方程式を最小二乗法を利用して解くと、未知ノードDの推定座標が算出できる。

一般にRSSIは距離に依存して減衰する。基準点*i*からのRSSIを P_i としたとき、簡易的に次のようにして距離を算出した。

$$\hat{r}_i = |P_i| \quad (2)$$

3 実環境における測位

3.1 前提条件

基準点Aの座標を原点(0,0)とし、基準点間の距離を n とする。基準点Bの座標を $(n, 0)$ 、基準点Cの座標を $(\frac{n}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}n)$ とすると正三角形に配置した座標が設定できる。本稿では $n = 25$ として測位をおこなった。ただし、実環境での端末間の距離は0.5mである。 n を25に設定した理由は、0.5m間隔に配置したSun SPOT間のRSSIが25前後であることが多かったためである。また、プログラムの都合上、RSSIは3秒に1回のペースでベースステーションに送信される。

3.2 測位の環境

本稿では故意に障害物などは設置していないが、周りにコンピュータなどの電子機器がある環境で測定をおこなっ

た. Sun SPOT の向きによって RSSI が大きく変化するが, これからおこなう実験ではすべて同じ向きで測定をおこなった.

3.3 実環境での測位結果

未知ノード D の実座標を $(\frac{15}{2}, \frac{9}{2})$ として測位をおこなった結果を図 2, 図 3 に示す. 図 3 は 1 秒ごとに RSSI をプロットしたグラフである.

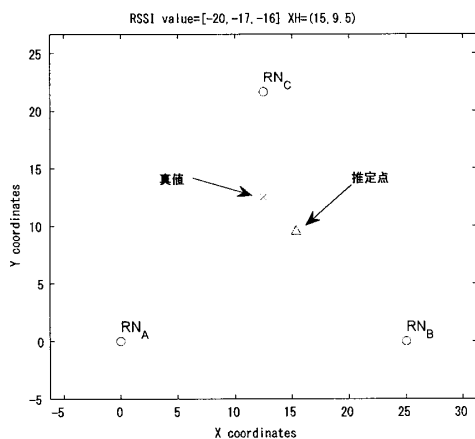


図 2: 推定点の出力

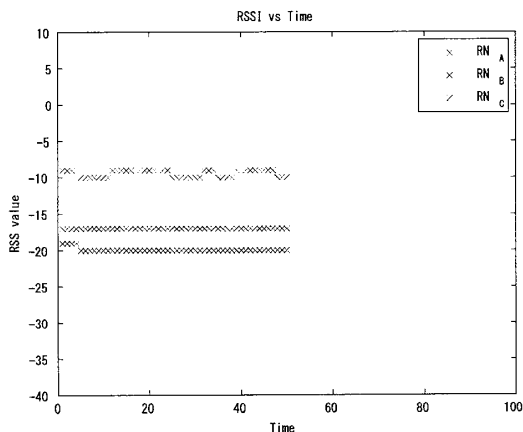


図 3: RSSI

図 3 からわかるように RSSI は常に一定ではない. そのため, 推定点が常に同じ位置に現れなかった. 未知ノード D の実座標を変化させ, その精度を観測し表 1 にまとめた. なお, 利用した推定位置の座標は観測した推定位置からランダムに 1 つ抽出したものである. 小数第 3 位以下は四捨五入している.

実験 B は未知ノード D を基準点 A の上に置いて測定をおこなった. 誤差が他の測定と比べると少ない. 実験 D は未知ノード D を基準点 A から遠ざけ, 測定をおこなった. 他の測定と比べると誤差が大きい.

3.4 測位結果の考察

表 1 や図 4 からわかるように, ある基準点に極端に近い場合に測位結果の誤差が少なく, ある基準点から極端に遠くなった場合に測位結果の誤差が大きくなるのがわかつ

	実座標		推定点		誤差 (m)
	x	y	x	y	
A	12.5	12.5	15	9.5	0.08
B	0	0	1.7	0.43	0.04
C	12.5	0	13	3.4	0.07
D	25	21.65	13	11	0.32

表 1: 観測値と誤差

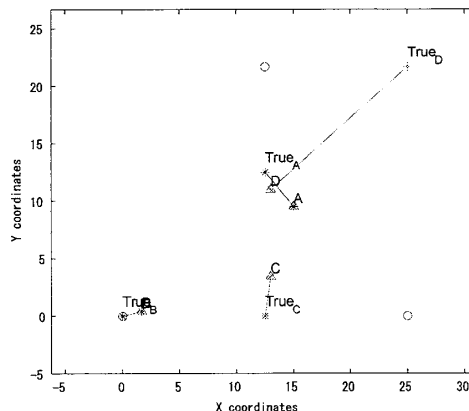


図 4: 測定結果と誤差

た. 本稿では RSSI をそのまま距離として利用しているため, このような誤差が生じたものと考えられる. また, 同じ実座標で測位をおこなったとしても RSSI が大きく変化して, 推定点が実座標と大きく離れてしまうことがあった. これは RSSI が周りの環境の影響を受けたためだと考えられる.

4 まとめと今後の課題

本稿では RSSI を利用したローカライゼーションプロトコルを実環境で評価できる環境を構築した. RSSI を取得できる環境を構築し, 三辺測量によって測位ができるプログラムを開発し, 実環境で測定をおこなった. 今回の測定では RSSI を距離としてそのまま利用しているが, RSSI と距離が単純に比例関係であるわけではないため, 精度に大きく影響を与えてしまったといえる. また, 周りの環境に大きく影響されてしまい, 正しく測位ができたとはいえない. 今後は, RSSI と距離とのマッピングをおこない, 周りに影響を受けにくい環境下でより精度の良い測位をおこない, RSSI を利用したローカライゼーションプロトコルの有効性を実証する.

参考文献

- [1] Dragos Niculescu, Badri Nath, "DV Based Positioning in Ad Hoc Networks," Telecommunication Systems, vol.22, pp. 267-280, 2003.
- [2] Sun SPOT, <http://jp.sun.com/products/software/sunspot/>.
- [3] 坂井丈泰, GPS 技術入門, 東京電機大学出版局.