

移動型センサデバイスのための電波強度を用いた位置推定に関する検討

今村祥太*, 宮島廣美*, 重井徳貴*, 中村喜寛*
(*鹿児島大学大学院 理工学研究科)

1 はじめに

広範囲の観測領域をカバーできる移動型センサノードにおいては、位置推定技術が必須である。受信電波強度 (RSS: Received Signal Strength) による位置推定は、安価に実装できるが推定精度が劣るとい問題がある [1]。これまでに、多数の固定ノードからなるモデルにおいて、RSS と自己組織化マップ (SOM: Self-Organizing Map) を用いた手法が提案され、その有効性が示されている [2]。本稿では、少数の基地局と単一の移動型センサノードからなるモデルにおいて、RSS と SOM を組み合わせた位置推定法を提案し、その有効性を実験により検証する。

2 RSS を用いた位置推定法

RSS を用いた位置推定法では、電波強度が距離減衰することを利用する。自由空間では、RSS は距離の 2 乗に反比例するが、使用環境により変化するため、実測値などを用いて RSS と距離の関係をモデル化し、受信ノードは発信ノードまでの距離を RSS から推定する。そして、3 個以上の発信ノードの位置が既知であるならば受信ノードの位置推定が可能である。RSS から各発信ノードの距離を推定し、重心を求めることで位置を推定できる。

位置推定を行う手法として RSS による位置推定に SOM を組み合わせた手法を提案する。SOM は 2 つの異なる空間をマッピングできる技術であり、提案法では電界強度のベクトル空間とノードの位置を表す距離空間のマッピングに用いる。提案法における距離空間は、格子点の集合 D である。図 1 の例では、 $D = \{(x, y) | x, y \in \{1, 2, 3\}\}$ である。 $w_{(x,y)}$ は荷重ベクトルと呼ばれ、距離空間上の座標点 $(x, y) \in D$ の RSS 空間での値を保持する。 $w_{(x,y)}$ の値を適切に決めることで、距離空間と RSS 空間のマッピングが形成される。マッピングが形成された状態において、RSS の観測値 s が与えられると、次式により推定位置 (\tilde{x}, \tilde{y}) が求まる。

$$(\tilde{x}, \tilde{y}) = \operatorname{argmin}_{(x,y) \in D} \|s - w_{(x,y)}\|^2 \quad (1)$$

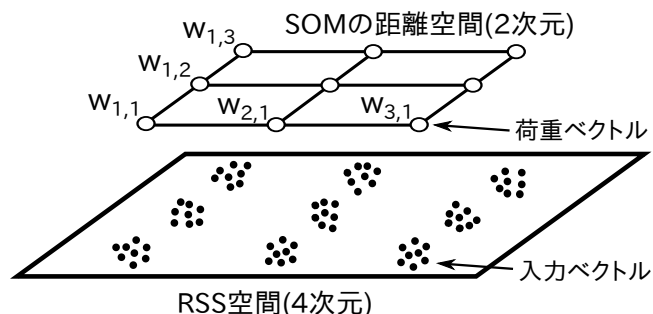


図 1: RSS 空間と距離空間のマッピング

この手法では、 $w_{(x,y)}$ の値を適切に決めるために、既知の点 $(x, y) \in D' \subseteq D$ における RSS の測定値 $s_{(x,y)}^{(1)}, s_{(x,y)}^{(2)}, \dots, s_{(x,y)}^{(P)}$ を用い、まず、SOM の学習を行う [3]。そしてその後、 $(x, y) \in D'$ に関して、式 (1) の推定で誤差が小さくなるよう $w_{(x,y)}$ のラベル (x, y) の修正を行う。

3 実験および評価

測定範囲は $12\text{m} \times 12\text{m}$ とし測定範囲の 4 隅に発信ノードを設置した。従来法では、発信ノードの位置は既知である必要があるが、提案法では必要ではない。測定点は、 2m 間隔で計 25 点とし、 $D = \{(x, y) | x, y \in \{2, 4, \dots, 10\}\}$ である。ここで、 (x, y) の単位 m は省略している。各測定点におけるデータ数 P を 20 個、計 500 個分のデータを実験データとして用いた。従来法における RSS の値 s と距離 r の関係は、 $r = \alpha \cdot s^{-0.5}$ とし、 α は D におけるすべての実測値から求めた。また、提案法の学習点 D' は、 $D'_1 = \{(x, y) | x, y \in \{2, 4, 6, 8, 10\}\}$, $D'_2 = \{(x, y) | x, y \in \{2, 6, 10\}\}$, $D'_3 = \{(6, 6), (x, y) | x, y \in \{2, 10\}\}$ の 3 パターンを用いた。

実験結果を表 1 に示す。誤差は、推定位置と測定点の真値との差の絶対値の平均である。従来法は全データを用いて求め、提案法の場合は、学習点ではデータの半分を学習に用い、学習に用いなかった残りのデータで誤差を求めている。表 1 より、RSS のみを用いた場合と比べ、提案法の方が距離の誤差が改善できており、既知の点である学習点を減らした場合においても提案法は有効である。

表 1: 実験結果

手法	学習点 D'	誤差 [m]
RSS のみ	-	1.947
提案法	D'_1 (25 点)	0.172
	D'_2 (9 点)	0.647
	D'_3 (5 点)	1.245

4 まとめ

本稿では、少数の基地局と単一の移動型センサノードからなるモデルにおいて、RSS と SOM を組み合わせた位置推定法を提案し、実験により、その有効性を示した。今後の課題として学習点の割合が小さい場合の精度の向上が挙げられる。

参考文献

- [1] 大槻知明, “位置推定技術”, <http://www.ohtsuki.ics.keio.ac.jp/theme/localization.pdf>
- [2] 高屋ほか, “SOM アルゴリズムを用いた位置推定の精度改善に関する検討”, 情報処理学会研究報告, vol.2010-DPS142, pp.1-8, 2010.
- [3] T.Kohonen, Self-organizing maps, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995.