

B-1-203

拡張位置指紋法を用いたMIMO 端末位置推定

Location estimation of MIMO terminal by using Extended Fingerprinting Technique

黒崎 雄太¹ 山田 寛喜¹ 山口 芳雄¹
Yuta Kurosaki Hiroyoshi Yamada Yoshio Yamaguchi

新潟大学大学院自然科学研究科¹
Graduate School of Science & Technology, Niigata University

1 まえがき

アレーアンテナで受信される信号の空間情報を位置指紋とし、パターンマッチングにより端末位置を推定する手法が提案されている[1]。この手法(従来法)では、参照データ取得時と位置推定時の伝搬環境変化により位置推定精度が劣化する。筆者らは、伝搬環境変化にもロバストな拡張法を文献[2]で提案している。本稿では従来法、拡張法を用いたMIMO 端末(複数のアンテナを有する端末)の位置推定精度について検討している。

2 位置推定手法

従来法、拡張法において N 素子アレーを端末とし、位置推定を行う場合を考える。このときの従来法の評価式は以下のように定義する。

$$\cos \alpha_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\mathbf{u}_m^H \mathbf{v}_i|, \quad m = 1, \dots, N_{RP} \quad (1)$$

ここで、 H は複素共役転置、 \mathbf{v}_i は i 番目のアンテナからの受信信号の信号固有ベクトル、 \mathbf{u}_m は m 番目の参照信号固有ベクトルであり、 $|\mathbf{u}_m| = |\mathbf{v}_i| = 1$ である。また、 N_{RP} は参照点の数を表している。推定位置は式(1)を最大とする参照点位置である。同様に拡張法の評価式は以下のように定義する。

$$\cos \alpha_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |v^H \mathbf{P}_{S_m} v|^{\frac{1}{2}}, \quad m = 1, \dots, N_{RP} \quad (2)$$

$$\mathbf{P}_{S_m} = \mathbf{A}(\mathbf{A}^H \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^H, \quad \mathbf{A} = [\mathbf{a}(\theta_1), \dots, \mathbf{a}(\theta_D)] \quad (3)$$

ここで、 $\mathbf{a}(\theta_1), \dots, \mathbf{a}(\theta_D)$ は各主要素波(本稿では直接波及び一回反射波)のモードベクトルであり、主要素波到来方向は伝搬シミュレータを用いて推定する。なお D は Rx のアレー素子数未満である。

3 計算機シミュレーション

計算機シミュレーションにより、MIMO 端末を用いた従来法、拡張法の位置推定精度を検証する。簡単のため2次元位置推定とし、図1のような屋内環境を想定する。周波数は2.4 [GHz]、MIMO 端末には0.5波長間隔の3素子ULA、Rxには0.5波長間隔の8素子ULAを用いる。また、同図の黒点の位置は参照点位置を表し、 x 方向、 y 方向に0.25m(2波長)間隔で点在している。

図2は全参照点でアレーを x 方向に平行とし、中心素子が参照点上にする位置するようにし、位置推定を行ったときの推定位置誤差に対する累積確率分布関数(CDF)

の結果である。なお、伝搬環境へのロバスト性を評価するため、位置推定時には $\theta = -20^\circ \sim 20^\circ$ 方向からアレーに到来する信号は受信されないものとしている。図2の結果より拡張法ではMIMO 端末を使うことにより1素子で推定よりも推定精度が向上することがわかる。

4 まとめ

本稿ではMIMO 端末を用いた無線端末位置推定について検討した。従来法ではMIMO 端末を用いても推定精度の改善にはつながらないが、拡張法では推定精度の改善につながることを確認した。

謝辞 本研究は科研費(基盤研究(C)2056349)の助成により行われたものである。

参考文献

- [1] 辻宏之, “アレーアンテナを用いた屋内外の無線局位置推定の実験的検証,” 信学論(B), vol.J90-B, no.9, pp.784-796, Sept. 2007.
- [2] 黒崎, 山田, 山口, “近似信号部分空間を用いた屋内無線端末位置推定に関する検討,” 信学技報, A-P2009-35, pp.141-146, May 2009.

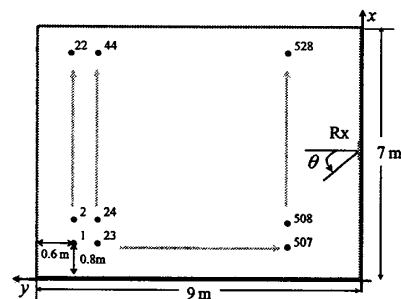


図1 屋内伝搬シミュレーションモデル(2次元)

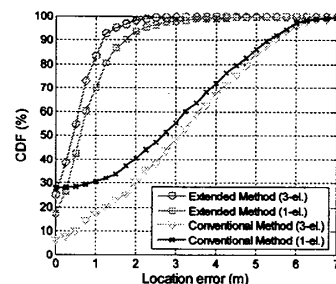


図2 $\theta = -20^\circ \sim 20^\circ$ 遮断時の推定誤差距離に対するCDF