

卒業論文題目 2次元到来方向推定におけるアレー配置と素子パターンを含めたアレー構成の最適化に関する研究

学籍番号 0644025 氏名 太田 浩樹

指導教官 新井 宏之 教授

論文提出日 平成 22 年 3 月 15 日

近年, ユビキタスコンピューティング環境の実現に向けて, 無線小型端末の高精度測位技術が注目されている. 現在, 屋外での測位には GPS が広く利用され, 個人が容易に位置情報を取得できるようになってきているが, GPS は衛星からの信号を受信することが難しい環境において位置推定を行うことができない. しかし, 屋内においても人や物の位置を正確に把握することで, 移動体の経路案内, 行動認識, ロケーション管理など様々な応用が考えられるため, 屋内における位置推定法へのニーズが高まっている.

屋内測位システムとして, アレーアンテナを用いた到来方向 (Angle-of-Arrival:AOA) 推定結果から端末局を推定する方法が一般的に知られている. 本論文では, 現在までに検討されていないアレーアンテナの形状, 及びアンテナ素子の指向性の観点から受信アレーアンテナの最適化に関する検討を行う.

一般的に, AOA 推定の推定限界はクラメルラオの下界 (CRLB) と呼ばれ, アレー形状, 素子数, 入力 SNR, スナップショット数によって一意に求まる. 本論文ではまず, CRLB を用いることでリニア, 矩形, 円形の各アレー形状における理想的な推定限界を導出した. その結果, 矩形アレーが最も適しているという結果が得られ, 以降の検討では矩形アレーを最適なアレー配置とした.

次に, アンテナ素子の指向性を考慮したシミュレーションを行った. 指向性を考慮した検討として, アンテナ素子には一般的に用いられるモノポールアンテナとパッチアンテナを採用した. 今回の方位角, 天頂角の測定範囲において, 推定誤差の平均値である RMSE を導出したところ, モノポールアンテナを用いた場合は  $0.027^\circ$ , パッチアンテナを用いた場合は  $0.021^\circ$  となり, パッチアンテナを用いた場合の優位性を確認した.

最後に, このシミュレーション結果を実環境下においても確認するため, 電波暗室内において AOA 推定実験を行い, シミュレーション結果との比較検討を行った. 実環境下においては, 素子間相互結合などの誤差要因が存在するため, これらの誤差を補償しなければならない. 本論文では, 受信アンテナの S パラメータから相互結合行列を導出し, 受信データにその逆行列を掛け合わせることで校正を行った. その結果, 推定精度が向上することを確認した. しかし, 実験結果はシミュレーション結果と比較して推定精度が大幅に劣化してしまった. 原因として考えられるのは, ケーブルの影響やアンテナの製作誤差などの残存する誤差要因が他にも存在することが挙げられる.

今後の課題としては, 実験の推定精度の向上と, 指向性の歪みの小さいアンテナ構成を求めることが挙げられる.