

卒業論文題目 実環境を考慮した垂直面内到来方向推定法の研究

学籍番号 0744142 氏名 米澤 慎

指導教官 新井宏之 教授

論文提出日 平成 23 年 3 月 15 日

近年、無線通信技術の発達により携帯電話、PC 機器等の通信機器の爆発的普及が盛んになっている。それに伴い、屋外の電磁波環境は非常に複雑化し所望周波数の電磁波を正確かつ迅速に得るためにアレーアンテナを用いた到来方向推定技術の必要性が高まっている。従来の到来方向推定では MUSIC 法を用いた方位角 (1 次元) 推定が主流であったが、より詳細な情報が求められ仰角も考慮した 2 次元推定が重要となっている。しかし、同一のアンテナで 2 次元推定することは測定データ量の多さ、校正方法が複雑といった問題があり容易ではない。そこで、本研究ではモノポールによる 4 素子矩形アレー、パッチによる 4 素子垂直リニアアレーを用い方位角と仰角の推定を屋外で実際に存在する基地局アンテナを用いて行うことを目的とする。

アレーアンテナには素子間相互結合という問題があり、指向性に乱れを生じさせ推定精度を劣化させる。この影響を取り除くために、安定した校正法である外部既知波源 (実測指向性データ) から参照信号を選択し相互結合を校正する。そして、推定アルゴリズムは受信信号の信号固有ベクトルと理想の方向ベクトルの内積値が 1 になることを利用する内積法とする。屋外では、地面反射が存在するので電波吸収体を用いて反射波を防ぎ、1 波推定とした。5 箇所の測定点で周波数は 2121MHz とし仰角、方位角の推定を行った。

実環境の実験で仰角推定は垂直リニアアレーを用い、受信信号を校正する際にまず、仰角全体を網羅するように 10° 間隔で 19 個の参照信号を選択して校正を行い推定した。次に、推定した角度 $\pm 10^\circ$ 以内の近傍参照信号をランダムに 10 個選択して再度受信信号を校正し推定する方法を提案した。仰角 45° 未満では平均誤差が 3° 以下と高精度で推定できたが、45° 以上の仰角では誤差が 8.712° と精度が劣化した。これは、1 回目の推定時、仰角 45° 未満では誤差が最大で 5.9° に対して 45° の仰角地点では誤差が 10° と劣化することが原因と考えられる。この解決方法としてはアンテナの放射特性を最適にする必要がある。また、矩形アレーを用いた方位角推定では仰角推定結果を元に仰角毎の方位角校正面を決定したが限られた仰角でしか精度が改善されず、矩形アレー開口面が小さいことが原因であることを確認した。

本研究では垂直面内で 2 回校正を行うことで内積法を用いた到来方向推定で仰角 45° 未満であれば推定誤差を 3° 以下と十分に実環境でも有効であることを明らかにした。