

学位論文題目 Multi-antenna systems communicating through suitable propagation paths

学籍番号 09SD102 氏名 内田 大輔

指導教員 新井宏之 教授

論文提出日 平成 24 年 3 月 15 日

今後の無線通信において、ピコセル、フェムトセル、マクロセルなどが混在したネットワークが形成されると考えられている。この中でもフェムトセルは注目を集めている技術であり、室内に基地局を置くことにより高速な通信が可能になる。また、通信事業者は、3G 回線の負荷を公衆無線 LAN に分散させようとしており、屋内無線通信に対して改めて注目が集まっている。ここで、LTE や LTE-Advanced では、MIMO と呼ばれる送受信に複数のアンテナを用いて通信を行うシステムがキーテクノロジーである。MIMO 技術は周波数利用効率が高いことが大きな魅力である。そして、マルチパスを有効に使うことから、屋内通信との親和性が高い。本研究では、屋内基地局をアプリケーションとして想定し、MIMO に代表されるマルチアンテナシステムに焦点を当てた。そして、アンテナや給電回路に代表されるハードウェア構成に着目し、ストリーム(信号)数を増やすというアプローチではなく、指向性の有効利用により伝送特性を改善させる技術に関して検討を行った。

3 章では、MIMO システムの評価指標として用いるチャンネル容量に関して述べ、チャンネル容量と空間相関、SNR、受信電力のインバランス、固有値の関係性について示した。

4 章では、指向性を有効に利用する MIMO アンテナの構成法について示した。この際、屋内基地局が (i) 部屋の壁面付近、(ii) 中心にある場合に分けて、検討を行った。まずは伝搬解析により、アンテナ設計の指針を立てた。そして、その上で(i)はパッチアレー、(ii)はスロット&ダイポールの組み合わせアンテナを適用した。前者は、比較対象のスリーブアンテナ構成に対して同等以上の特性を示し、最大 20%のチャンネル容量改善が確認できた。後者は、場所平均で 16.2%のチャンネル容量改善を示し、アンテナの薄型化も同時に実現した。

5 章では、指向性の形状と指向方向の双方の切り替え機能を有する給電回路に関して述べた。この技術では、給電素子の切り替えと位相差給電により複数の指向性が生成される。この給電回路を 3 素子のモノポールアレーに接続したときに単方向、双方向、無指向の指向形状かつ指向性の方向が切り替えられることを解析的に明らかにした。また、給電回路を製作し、目標とする位相差給電が実現できていることを示した。更にスイッチング素子として、PIN ダイオードを用いたスイッチング回路の製作を行い、スイッチの ON, OFF 動作を実験的に確認した。

6 章では、5 章のシステムレベルの検討として、アンテナ選択型 MIMO システムの適切なアンテナ選択基準の明確化を行った。屋内 LOS 環境下では、チャンネル応答行列の行列式(det)に基づく基準を用いると、計算負荷が少なく、BER 特性の優れたアンテナ選択が出来ることを明らかにした。