

修士論文題目 屋内 MIMO システムにおけるチャネル容量を改善する
アンテナ構成の研究

学籍番号 07GD115 氏名 内田 大輔

指導教官 新井宏之 教授

論文提出日 平成 21 年 3 月 16 日

現在、移動通信や無線アクセスサービスの利用は増加しており、通信速度の向上が加速的に進んでいる。無線通信では、周波数帯域を広くとると高速化をはかれるが、現在利用できる周波数帯域は限られているため、狭い帯域で効率よく情報を送ることが求められる。そこで、送信側と受信側に複数のアンテナを用いて時間的、空間的に信号を多重させる MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) システムが大きく注目されている。

MIMO 空間多重の一つの方式として SDM (Space Division Multiplexing) がある。SDM は、送信側から信号を等電力で送信する方式のため、送信側の構成を簡単にできる反面、送信側で直交ビームを形成する E-SDM (Eigenbeam-SDM) と比較して伝送速度が劣る。そこで、指向性アンテナを用いるとチャネル容量 (理論的な最大伝送速度) を上げられることが報告されている。指向性を利用した MIMO システムでは、指向性が最適化されていないと逆にチャネル容量特性劣化を招くこともありうるが、明確な半値角、ビーム方向が定められていないのが現状である。本論文では、指向性アンテナ、そして相関低減のため直交偏波を用いた AP (Access Point) アンテナ構成の有効性を伝搬解析、実験により示す。そして、素子間隔や部屋の形状などの要因で変化する電波伝搬環境を考慮して、AP アンテナの適切な指向性 (半値角、メインビーム方向) を求め、チャネル容量特性を検証する。

基礎検討で、AP を部屋の壁面に配置した場合、指向性アンテナの半値角を 60° とし、メインビームを部屋の角に向けると等方性に対するチャネル容量改善度が高いことを明らかにしており、本論文ではこれを踏まえ、 4×4 MIMO について指向性アンテナ・直交偏波を用いる AP アンテナ構成を決定した。AP の位置は部屋の天井中心 (Center) と壁面付近 (Wall) の 2 通り考え、半値角を 80° 、チルト角 30° とし、メインビームは Center: 部屋の壁面 / Wall: 部屋の角方向に設定した。双方ともに指向性・直交偏波によるチャネル容量改善効果が見られ、 $6 \times 6 \times 2.7 \text{ m}^3$ の部屋では、CDF50% 値でそれぞれ 10.1%、21.1% (送信素子間隔 1λ) の改善値を達成した。次に、壁面配置の AP アンテナ構成について、UT 側アンテナ配置を考慮した検討を行った。UT 側を直交ダイポールアンテナ構成とした場合、水平ダイポール、アレーの配置角度を変化させても、AP 側の指向性アンテナ適用が有効であること、半値角は $60\text{-}80^\circ$ が望ましいことを明らかにした。以上は幾何光学的手法を用いた伝搬解析により検討したが、指向性・偏波の効果については見直し内環境下の MIMO 伝送実験でも検証した。直交 2 偏波を用いたスリーブアンテナ / 半値角 80° の指向性アンテナ構成で、それぞれ相関低下 / 受信 SNR 増加によりチャネル容量改善が生じることを明らかにした。