

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 宍戸 洸太
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 497 号
学位授与の日付 令和元年 9 月 20 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 MIMO 伝送を用いた基地局アンテナ構成法に関する研究

論文審査委員 主査 准教授・西森 健太郎
副査 教授・山崎 達也
副査 教授・中野 敬介
副査 教授・佐々木 重信

博士論文の要旨

近年、携帯電話やスマートフォンが急速に普及しており、更にはゲーム機、ノート PC 等にも移動通信用のアンテナが実装され、老若男女問わず、多くの人が端末を保有するようになった。また、動画やアプリケーション等のサービスも充実し、より高速な通信やエリア内でのトラフィック収容量の増加が求められている。特にモバイルデータのトラフィック量に着目すると、急峻に増えており、年率約 1.5 倍でトラフィック量が上昇していることが見て取れる。また、この上昇量は IoT、新世代の移動通信にまつわる様々なサービス普及とともに今後も続いていくことが予想されている。

スモールセルが密集する地帯においては、基地局アンテナが近接配置される可能性がある。すると、基地局アンテナ間に発生する相互結合の問題が発生する。相互結合を抑圧する方法として、空間減結合と素子間減結合回路を併用した基地局減結合回路について示す。本論文では、基地局間の相互結合の抑制方法を説明し、結合を抑制する重みづけを行う回路の設計方法を説明する。回路を接続したことによって、変化した指向性等の電気的な特性について述べ、基地局アンテナの電気的特性がどのように変化するか、本方法の基本的なモデルについて評価する。

次に、スモールセルを用いることで高速伝送が実現されることを説明し、スモールセル用として設計された細径偏波合成オムニアンテナの伝搬特性について評価する。偏波共用のアンテナを用いている。提案アンテナと従来アンテナを比較し、提案アンテナの特性がスモールセル用として優れていることを示す。提案アンテナが実伝搬環境でのアンテナ特性を評価する。

最後に、Massive MIMO アンテナの基地局アンテナの素子配列に示す。Massive MIMO について多くの検討がされているが、その多くは正方配列のものが用いられており、素子配列について検討されていない。Massive MIMO は素子数が膨大となるため、様々な素子配列のアンテナを考えることができる。本検討では、最大 12 ユーザの同時通信を考慮し、Massive MIMO の実験を行い伝搬チャネル取得した。取得したチャネル行列に対し、BD 法を用いることで、複数ユーザへの同時通信を考慮した。Massive MIMO 基地局の素子配列方法を変化させることで、1 つの基地局アンテナの単位時間当たりの通信容量を大きく向上

できることを示し、素子配列による伝搬行列の固有値への影響、素子配列とユーザ分布の関係、素子数と配列方法による変化を達成可能なビットレートで明らかにした。

審査結果の要旨

本論文は、送受に複数のアンテナを用い、送受のアンテナ間で複数のデータを同一時間・周波数で通信することを可能とする MIMO (Multiple Input Multiple Output) 伝送における基地局構成法に関する。背景として、近年の移動通信技術の動向と基地局構成の課題について、複数のアンテナを送受で利用する MIMO 技術の発展と合わせて説明している。3 章以降は提案技術である。3 章として、空間減結合を用いたアレーアンテナの設計法を提案し、その効果を実環境で明らかにした。本技術は今後の第 5 世代移動通信システムでも使用できる技術であることを示している。4 章では、メタマテリアル細径直交偏波オムニアンテナの伝搬特性の評価について述べている。この技術は 3 章で設定した技術が利用できるが、直交偏波を用いた MIMO アンテナの特性評価そのものが行われていなかった。そこで、提案アンテナの効果を実環境で評価している。5 章では、本論文のメインである Massive MIMO 基地局におけるアンテナ素子配置の検討について説明している。従来の検討では、正方に配置するアンテナが多く用いられていたが、実際の伝搬環境における水平面の電波の到来角度ひろがりや垂直のそれよりも広いことに着目し、水平方向に一次元に配列されるアンテナが有効であることを実環境の測定結果より明らかにしている。このように複数の新技術の提案と実環境による効果の検証により、MIMO 伝送における基地局構成の今後の発展に大きく寄与することを 6 章で示している。

本論文は、MIMO を用いた基地局構成に関する新しい設計法と構成法を示したものであり、その成果は学術論文 2 件、国際会議 2 件として発表されていることから情報通信工学分野における顕著な貢献が認められる。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。