

論文内容の要旨

博士論文題目 An RF Signal Processing Based Diversity Scheme for MIMO-OFDM Systems

(MIMO-OFDM システムのための RF 信号処理に基づくダイバーシチ方式)

氏名 I GEDE PUJA ASTAWA

(論文内容の要旨)

MIMO (Multiple-Input Multiple-Output: 多入力-多出力) システムは、周波数帯域が制限されている状況においてブロードバンド伝送を実現するための基盤技術の一つである。また、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) は、遅延分散によるひずみが問題となるマルチパス伝搬路において信頼性の高い通信を行うための技術である。最新のブロードバンド無線通信システムである LTE (Long-Term Evolution)、無線 LAN 標準である IEEE 802.11n、WiMAX システムは、MIMO と OFDM をその伝送方式として採用している。

しかし、MIMO-OFDM は、ハードウェア規模が大きくなるという問題がある。特に、アンテナ素子数と同数の RF 送受信機回路が必要となることが問題となっている。デジタル回路は、近年の LSI 技術の進展により、大規模な演算が小さい消費電力で行えるようになってきている。一方、RF 送受信機回路は、消費電力や回路の物理的大きさを削減することが困難であるため、RF 送受信機回路の削減は強く望まれている。本論文は、RF 受信機フロントエンド回路の削減を目的としている。

本論文は、RF 信号処理を用いることで、MIMO-OFDM システムのビット誤り率特性の向上する手法を提案している。2×2 MIMO-OFDM システムの空間多重効果を保ったまま、ビット誤り率を向上させるためには、受信機側に追加のダイバーシチアンテナを追加する必要があるが、そのためには、受信機側に追加の RF 受信機フロントエンド回路が必要となる。そこで、提案方式では、受動回路により構成される RF 信号処理部をアンテナに付加することで、2×2 MIMO-OFDM システムと同じ RF 受信機フロントエンド回路数で、ビット誤り率特性の改善を行うことを提案している。

計算機シミュレーションの結果、提案方式は、従来の OFDM に比べて 9.4dB のダイバーシチゲインが得られることを明らかにしている。提案方式は、従来の MIMO-OFDM に比べて、デジタル信号処理部の演算量が増加することが問題である。そこで、カルマンフィルタと誤り訂正符号化を用いて MIMO 復調処理を逐次的に行う手法を提案する。本方式においても、従来方式よりもビット誤り率特性の改善が可能であることを明らかにしている。

(論文審査結果の要旨)

平成 23 年 11 月 16 日に開催した公聴会の結果を参考に、平成 24 年 2 月 15 日に本博士論文の審査を実施した。

本博士論文では、最新のブロードバンド無線通信システムである LTE (Long-Term Evolution)、無線 LAN 標準である IEEE 802.11n、WiMAX システムに用いられている MIMO (Multiple-Input Multiple-Output: 多入力-多出力) - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) システムのハードウェア規模削減問題に取り組んでいる。特に、MIMO-OFDM では、アンテナ素子数と同数の RF 送受信機回路が必要となることが問題となっている。デジタル回路は、近年の LSI 技術の進展により、大規模な演算が小さい消費電力で行えるようになってきている。一方、RF 送受信機回路は、消費電力や回路の物理的大きさを削減することが困難であるため、RF 送受信機回路の削減は強く望まれている。本論文は、RF 受信機フロントエンド回路の削減を目的としている。

本論文では、RF 信号処理を用いることで、MIMO-OFDM システムのビット誤り率特性の向上する手法を提案している。2×2 MIMO-OFDM システムの空間多重効果を保ったまま、ビット誤り率を向上させるためには、受信機側に追加のダイバーシチアンテナを追加する必要があるが、そのためには、受信機側に追加の RF 受信機フロントエンド回路が必要となる。そこで、提案方式では、受動回路により構成される RF 信号処理部をアンテナに付加することで、RF 受信機フロントエンド回路数を増加させることなく、ビット誤り率特性の改善を行う手法を提案している。

また、提案方式で問題となるデジタル信号処理部の演算量削減問題にも取り組み、カルマンフィルタと誤り訂正符号化を組み合わせることで演算量についても解決可能であることを示している。

以上の研究は、今後、要求が高まってくる携帯ブロードバンド機器の低消費電力化について寄与するものであり、学術的にも意義のあるものである。よって、本論文は、博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認める。