

氏 名	横田 裕司
学位の種類	博 士（情報工学）
学位記番号	情工博甲第311号
学位授与の日付	平成28年3月25日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	マルチユーザ MIMO 伝送に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 尾知 博
	〃 鶴 正人
	〃 井上 勝裕
	〃 金城 繁徳
	准教授 黒崎 正行

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

近年、無線通信機器はスマートフォンやタブレットなどのモバイル端末での大容量コンテンツ配信の需要を受け、データ伝送速度の向上が強く求められており、送受信に複数のアンテナを使用する MIMO (multiple input multiple output)技術が注目されている。

MIMO 技術のなかでも、最近は基地局と携帯端末の通信においてシステムの通信速度を向上させるために MU(multi user)-MIMO 技術が注目されている。このような背景のもとに、本論文では、無線 LAN の国際標準である IEEE802.11ac 規格における MIMO 伝送システムにおいて、高次 MIMO デコーダと MU-MIMO プリコーディングの演算量削減手法に関する研究成果について述べている。

具体的な本研究の第一の目的は、高次 MIMO システムについて、最大通信路容量をもとに低演算量高次 MIMO デコーダの新しい手法を提案し、通信品質を向上させつつ、かつその演算量・回路規模を低減させることにある。

そこで、第2章では、従来の高次 MIMO デコーダの研究に関して概説しており、特に MIMO デコーダのなかで最も復号精度の良い MLD (maximum likelihood detection)の低演算量化に関する研究成果について以下のようにまとめている。まず、MLD の演算量はアンテナ数に対して指数関数的に増加し、アンテナ数の多い高次 MIMO デコーダでは演算量が膨大となる問題を指摘している。次いで、従来のグループ判定手法による MLD の低演算量化に関し、組合せのすべてを使用したグループ判定手法と最大通信路容量となるグループのみを使用したグループ判定手法の2つを紹介し、従来手法は MIMO デコーダの復号精度と演算量がトレードオフの関係にあることを指摘している。

第3章では、第2章で指摘した従来の高次 MIMO デコーダの欠点に対し、最大通信路容量をもとにグループ判定数を削減しつつ、復号精度の良い新しいグループ判定高次 MIMO

デコーダを提案している。計算機シミュレーションにより BER (bit error rate)、PER (packet error rate)特性評価を行い、また従来手法との演算量の比較も行い提案手法の有効性を検証している。

本論文の第二の目的は、MU-MIMO システムにおいて MU-MIMO プリコーディングの演算量を削減することでシステムのスループットを改善することにある。MU-MIMO 伝送を行うためには MU-MIMO プリコーディングを用いることで、ユーザ間干渉を低減または抑制する必要がある。

まず、第2章では、従来の研究を紹介し、演算量と計算処理遅延がトレードオフの関係にあることを指摘している。

そこで第4章では、効率的な MU-MIMO プリコーディングに関し検討を行い、IEEE802.11ac 規格の CSI(channel state information)フィードバックの計算処理を拡張させることでプリコーディング行列の一部を CSI から直接計算することによって演算量を削減する方法を提案している。これにより MU-MIMO プリコーディングに必要な計算時間を短縮することができ、システムのスループットを改善することができている。

また、第5章では、第4章の提案アルゴリズムの LSI 化設計を実施している。ハードウェアアーキテクチャとして ASIP (application specific instruction-set processor)を用いることで、高速かつ柔軟なアルゴリズム実装を実現している。実際の RTL 設計検証まで実施し、その有効性も確認している。

第6章では、全体の結論と今後の課題について論じている。

以上のように、これら2つの提案法（高次 MIMO デコーダと MU-MIMO プリコーダ）より、従来よりも性能の高い無線通信システムを実現することができ、工学的に価値が高い論文内容となっている。

よって本論文は、博士（情報工学）の学位論文に値するものと認める。

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文に関し、調査委員から①アンテナ数とユーザ数の制限の関係、②各端末の時間スロット数、③グループ選択の手法等などについて質問がなされたが、いずれも著者から満足な回答が得られた。

また、公聴会においても、他大学3名を含め15名以上の多数の出席者があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（情報工学）の学位に十分値するものであると判断した。