

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	コンパクトMIMOシステム用最適低雑音受信機的设计
Title(English)	Optimal Low Noise Receiver Design for Compact MIMO System
著者(和文)	ジ ヨンジ 洙
Author(English)	Jaeho Jeong
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9628号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種類:課程博士, 審査員:鈴木 博,安藤 真,高田 潤一,府川 和彦,廣川 二郎,阪口 啓
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9628号, Conferred date:2014/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Jaeho Jeong	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	鈴木 博	教授	広川 二郎	准教授
	審査員	安藤 真	教授	阪口 啓	連携准教授
		高田 潤一	教授		
		府川 和彦	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Optimal Low Noise Receiver Design for Compact MIMO system” (コンパクト MIMO 無線システムのための最適低雑音受信機の設計)と題し、英文 6 章から成る。

第 1 章“Introduction” (序論)では、複数の送受信アンテナを用いる MIMO 無線システムが周波数の利用効率や通信品質の向上に寄与することを述べて、コンパクトな MIMO 無線システムにおいては通信容量改善のために、受信アンテナ間の相関を考慮した受信機の低雑音設計が必要であることを指摘している。そして本論文の主題である新たな低雑音 MIMO 受信機の設計手順における技術的な寄与を明らかにするとともに、本論文の構成を示している。

第 2 章“MIMO communication with correlated fading” (空間相関のあるフェージング伝播路における MIMO 通信)では、本論文のテーマに関係する MIMO 無線の基礎的事項をまとめている。まず無線伝播特性を概観しアンテナ間の相関がある場合とない場合の通信容量がそれぞれどのようなようになるのかを解析している。そして無線伝播特性の確率統計的構造を考慮した平均通信容量を最適化することを設計目標にして、MIMO 受信機の最適低雑音回路設計を示している。

第 3 章“Low noise matching design” (低雑音整合回路設計)ではコンパクトな MIMO 受信機の低雑音整合回路の課題について詳しく考察している。つまり、無線伝播特性、アレイアンテナ構造、RF 受信機の雑音特性を総合的に取り扱い、アレイアンテナと RF 受信機との間に適切な多ポート雑音整合回路を挿入することにより、平均通信容量が改善されることを、理論的にまたシミュレーション結果によって明らかにしている。そして相互結合の強いコンパクトな MIMO 受信機になるほど、多ポート整合回路の有用性が高まることを指摘している。最後に、十分な散乱環境においては MIMO 受信アンテナ間の背景雑音の相関特性と受信信号の相関特性が一致することを明らかにして、コンパクト MIMO 受信機の低雑音設計は受信アンテナの特性と RF 初段受信機の雑音特性のみで決定されることを、理論的に導いている。この理論に基づきコンパクト MIMO 受信機が最適雑音設計されると、到来角度の無相関性が成立するような散乱環境であればアンテナ間の距離に依存しない平均通信容量が得られることを明らかにしている。

第 4 章“Matching circuit in realization” (整合回路の実現性)では、受動素子からなる多ポート低雑音整合回路における回路配線上の課題を検討している。特に対称性が成立する 2 ブランチ受信機では、配線を多層化する必要なしに構成できることを指摘している。また受動素子の Q 値の有限性を考慮して、雑音整合回路が有効となるための Q 値の下限値を、コンパクト MIMO 受信機に対して明らかにしている。

第 5 章“Single Front-end receiver with parasitic antenna element” (寄生アンテナ素子を用いたシングルフロントエンド受信機)では、受信機側で高速スイッチングを用いることにより単一 RF 受信回路でも複数データ伝送に対応した MIMO 受信が可能であることを指摘している。また、データ受信をしていないアンテナに寄生素子を装荷することにより、通信容量が向上することを理論的にまた数値実験的に明らかにしている。

第 6 章“Conclusion” (結論)では、本研究で得られた成果を総括すると共に、今後に残された学術的及び技術的課題について述べている。

以上を要するに、本論文はコンパクト MIMO 受信機の低雑音設計に関する理論を構築するとともに、新たな回路アーキテクチャを提案し、その有用性を示したものであり、工学上並びに工業上貢献するところが大きい。よって本論文が博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認める。