

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	球面波関数展開を用いたMIMOシステムのためのアンテナ放射パターン最適設計法
Title(English)	
著者(和文)	新井麻希
Author(English)	Maki Arai
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10960号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種類:課程博士, 審査員:阪口 啓,廣川 二郎,高田 潤一,西方 敦博,青柳 貴洋,藤井 輝也
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10960号, Conferred date:2018/9/20, 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

(博士課程)

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	新井 麻希	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	阪口 啓	教授	青柳 貴洋	准教授
	審査員	廣川 二郎	教授	藤井 輝也	特任教授 (外数)
		高田 潤一	教授		
		西方 敦博	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「球面波関数展開を用いた MIMO システムのためのアンテナ放射パターン最適設計法」と題し、和文 6 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、送受信に複数のアンテナを用いる MIMO 通信システムにおいて、アンテナ放射パターンの最適設計法が確立されていないため、一般的に用いられている同一アンテナ素子を面上に規則的に配置するアンテナ構成とそれらを用いて形成されるアンテナ放射パターンの最適性が不明であることを示している。本論文の目的は、伝搬路の統計的性質が与えられる条件下で、MIMO システムの通信路容量を最大化するアンテナ放射パターンの最適設計法を構築し、その有効性を複数の環境において明らかにすることにあると述べている。

第 2 章「MIMO システムのためのアンテナ放射パターン最適設計論」では、伝搬路の統計的性質として送信側と受信側の結合角度プロファイルが与えられる場合のアンテナ放射パターン最適設計法を構築している。周辺化した角度プロファイルとアンテナ放射パターンがどちらも球面波関数を用いて直交展開出来ることと、アンテナ実装体積を与えたときの球面波のモード数が有限になることを利用して、通信路容量が最大となる様に球面波のモード係数を決定することで最適放射パターンを計算し、そのプロセスにおける送信側と受信側の周辺化を逐次的に行うことで送受信両側の放射パターンの組合せを最適化可能であることを明らかにしている。

第 3 章「アンテナ高次モードを用いた MIMO アンテナ放射パターン設計」では、結合角度プロファイルが送信側と受信側がともに一樣でかつ無関係である場合を想定し、その環境における最適なアンテナ放射パターンの設計と高次モードアンテナを用いた実現例を示している。角度プロファイルが一樣である場合は、任意の直交する放射パターンが最適であることを解析的に求め、その一例として高次モードアンテナを実装し、通信路容量の測定実験によりその有効性を示している。

第 4 章「低周波 2×2MIMO システムのアンテナ放射パターン設計」では、現状の低周波数帯を用いたセルラシステムを想定し、送信側と受信側がともに角度拡がり有限でかつ相関がある伝搬環境において、一辺が半波長の正方形を内接する球をアンテナの実装体積として最適放射パターンを設計している。またアンテナの実装面を正方形に制約した場合の準最適放射パターンも同時に求めている。これらの放射パターンを用いると、半波長ダイポールアンテナを半波長間隔に配置する従来アンテナ構成に比べて、最適指向性で約 2 倍、準最適指向性で約 1.5 倍に通信路容量を改善可能であることを明らかにしている。

第 5 章「高周波 Massive MIMO システムのためのアンテナ放射パターン設計」では、将来の高周波帯を用いたセルラシステムを想定し、一辺が 4 波長の正方形を内接する球面をアンテナ実装面とし、その実装面を利用して数十以上の信号ストリームを多重化する Massive MIMO システムのためのアンテナ放射パターン設計を行なっている。従来の同一アンテナ素子を面上に規則的に配置するアンテナ構成を用いて、アンテナ間の位相シフトによって形成された放射パターンから受信電力を最大化するビームを選択する方式に比べて、最適放射パターンを用いると通信路容量を約 3.5 倍改善可能であることを明らかにしている。

第 6 章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べるとともに、今後の検討課題について言及している。

以上を要するに、本論文は、送受信に複数のアンテナを用いる MIMO 通信システムにおいて、アンテナ放射パターンの最適設計法を確立し、その設計法を用いて異なる伝搬環境や異なるアンテナサイズの条件下において通信路容量を大幅に改善する新たなアンテナ構造を提示したという観点で工学上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士 (工学) の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。