

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高信頼素材伝送のためのMIMO無線伝送技術に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	鈴木慎一
Author(English)	Shin-Ichi Suzuki
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9461号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:府川 和彦,鈴木 博,荒木 純道,植松 友彦,高田 潤一,松本 隆太郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9461号, Conferred date:2014/3/26, 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		鈴木 慎一	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	府川 和彦	准教授	審査員	高田 潤一	教授	
	審査員	鈴木 博	教授		松本 隆太郎	准教授	
		荒木 純道	教授				
		植松 友彦	教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，“高信頼素材伝送のための MIMO 無線伝送技術に関する研究”と題し，和文 7 章より成る．

第 1 章“序論”では，研究背景として，放送における素材伝送システムの変遷や現状について概説している．スーパーハイビジョンなどの大容量映像情報を途切れずに伝送する素材伝送システムを実現するためには，広帯域伝送可能なミリ波 (42/55 GHz 帯) と，周波数利用効率を向上させる MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 伝送技術の適用が有効である．本論文では，ミリ波を用いた MIMO 伝送の有効性を実証すると共に，素材伝送に適した MIMO 伝送技術について検討している．

第 2 章“MIMO-OFDM 伝送の基礎技術”では，本論文に関連する OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) および MIMO 伝送技術，並びに標準規格 ARIB STD B-43 について述べている．

第 3 章“撮影環境におけるミリ波帯 MIMO 伝搬特性”では，想定する撮影環境下での MIMO 伝搬特性の把握を目的として，屋内と屋外環境におけるミリ波帯伝搬特性の測定結果について述べている．具体的には，屋内環境では送信相関は最大でも約 0.7 と比較的小さく，20dB 以上の平均受信 CNR (Carrier to Noise Ratio) が確保でき MIMO 伝送の目途を立てている．一方屋外環境では，送信相関が最大で 0.8 以上となり MIMO 伝送が難しいことを明らかにしている．また，2×4 MIMO チャネル応答の測定値から 4×4 MIMO チャネル応答を推定し，1%アウテージで約 1 Gbps 伝送が可能であることを明らかにしている．

第 4 章“撮影環境でのミリ波帯 MIMO 伝送の適用”では，反射波がほとんど無い屋外環境における安定した MIMO 多重伝送の実現のために，偏波変換板を用いた垂直/水平偏波の 42GHz 帯オムニアンテナによる直交偏波 MIMO 多重伝送を検討している．伝送実験の結果から，直交偏波により送信相関の最大値を半分以下に抑制するとともに，誤り率の統計的中央値を約 1/30 に減少できることを確認し，ミリ波帯の直交偏波 MIMO 多重伝送の有効性を示している．一方，直交偏波による受信電力の減少から，誤りなく伝送できる移動エリアが狭くなる現象も確認しており，受信ダイバーシティ効果を最大化する交差偏波電力比 (XPR) の実現が必要で，さらにこの XPR は理論値から推定できることを示している．

第 5 章“ミリ波帯ハイビジョンワイヤレスカメラ”では，“本線伝送”に 2×4 MIMO 多重技術を，“送り返し伝送”に 4×1 時空間符号化を適用した“ミリ波モバイルカメラ”について述べている．本章では，“本線伝送”の MIMO 信号検出方式として標準規格 ARIB STD B-43 のコンスタレーションを考慮した演算量削減型検出器を提案しており，従来の MLD (Maximum Likelihood Detection) と比較して約 1% の演算量で MLD からの劣化を CNR1dB 以下に抑えられることを計算機シミュレーションにより確認している．さらに，“送り返し伝送”に 4×1 時空間符号化の適用を検討し，3 系統以上の送信信号が受信できれば“本線伝送”よりも高い回線信頼性が実現できることをシミュレーションにより検証している．

第 6 章“MIMO 多重伝送の最適信号検出方式の検討”では，伝送容量の拡大を目的として，ブロック QR 分解を用いた演算量削減型検出器を提案している．この提案方式では，伝搬路行列を小さいブロック行列に分割し，各ブロック行列でマンハッタンメトリックを基準とした候補点選択を行うことで，信号検出に必要な演算規模を大幅に削減することが可能となる．提案方式は，QPSK 変調の場合で MLD の 1/26 かつ従来方式である QRM (QR decomposition and M-algorithm)-MLD の 3/4 の乗算回数，16QAM 変調の場合で MLD の約 1/4550 かつ QRM-MLD の約 2/5 の乗算回数に削減しながらも，MLD からの劣化を CNR1dB 以内に抑えられることを計算機シミュレーションで確認し，本提案方式の有効性を示している．

第 7 章“結論”では，本論文で得られた研究成果を総括するとともに，提案した各手法の今後の応用および発展について述べている．

以上を要するに，本論文では，高い回線信頼性を有する大容量無線伝送を実現するために，ミリ波と MIMO 伝送技術を応用したシステムおよび信号処理技術を提案し，その実用化へ寄与したものであり，工学上，工業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あるものと認める．