

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	System capacity enhancement using advanced interference mitigation receivers in cellular networks
著者(和文)	佐野洋介
Author(English)	Yousuke Sano
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10884号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:府川 和彦,植松 友彦,中山 実,山田 功,高田 潤一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10884号, Conferred date:2018/3/26, 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

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	佐野 洋介		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	府川 和彦	教授	審査員	高田 潤一	教授
	審査員	植松 友彦	教授			
		中山 実	教授			
山田 功		教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“System Capacity Enhancement using Advanced Interference Mitigation Receivers in Cellular Networks” (セルラー方式における高性能干渉除去受信機を用いたシステム容量改善) と題し、英文 4 章により成る。

第 1 章“Introduction”(序章)では、研究背景として第 4 世代セルラー方式 LTE(Long-Term Evolution)/LTE-Advanced に採用された要素技術や、更なるシステム容量向上のための課題を総括している。特に、移動局での干渉除去がシステム容量改善に有効であると述べ、有望な技術である IRC (Interference Rejection Combining) 受信機や非直交多元接続 (NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access) について議論している。本論文の目標はシステム容量改善であり、これら技術の改善効果を、大規模なシステムシミュレーションにより定量的に分析することの重要性を強調し、シミュレーションの演算量を低減しつつ移動局の伝送特性を高精度に評価できるモデルの確立が本論文の目的であると述べている。

第 2 章“Interference Rejection Combining Receiver”(IRC 受信機)では、MIMO-OFDM (Multiple-Input Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) を採用する LTE/LTE-Advanced に IRC 受信機を用いたときの信号モデルを紹介し、IRC 受信機による伝送特性やシステム容量の改善効果を分析している。特に、接続基地局と干渉基地局の参照信号の相対的位置によっては、干渉信号の共分散行列の推定精度が劣化し、IRC 受信機の伝送特性が劣化する可能性を指摘している。想定されるケースを網羅的に検討し、かつ計算機シミュレーションによりその影響を詳細に分析している。また、IRC 受信機のシステム容量改善効果の分析のため、その伝送特性のモデルを提案している。干渉信号の共分散行列や所望信号のチャンネル行列の推定誤差に起因して IRC 受信機の伝送特性が劣化するが、その劣化量を正確にモデル化しなければならないと述べ、それぞれに対して新しいモデルを提案している。特に干渉信号の共分散行列のモデルに関し、従来法が周波数フラットフェージングのみを想定した手法であることから、周波数選択性フェージングに対応した新しいモデルを提案している。計算機シミュレーションにより、提案法が従来法に比べ IRC 受信機の伝送特性を精度良く評価できることを明らかにしている。

第 3 章“Non-Orthogonal Multiple Access”(NOMA)では、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) を採用する LTE/LTE-Advanced に対し、同一周波数リソース上に電力領域でユーザ信号を多重する NOMA を適用した場合のシステム容量改善効果を分析している。NOMA は、特にセル基地局近傍の移動局に対してユーザ間干渉キャンセラを搭載することが前提の多元接続技術である。従来の MLD (Maximum Likelihood Detector) 型のキャンセラは、SIC (Successive Interference Canceller) 型のキャンセラに比べ、ユーザスケジューリングの柔軟性などシステムレベルでの優位性を持つことから、その実用化に向けたシステムシミュレーションによる定量的な分析が不可欠であると述べている。そのため、NOMA において MLD 型キャンセラを適用した場合の伝送特性のモデルを提案し、計算機シミュレーションによりモデル精度が高くなることを示している。また、本提案法を用いたシステムシミュレーションも実施し、MLD 型の干渉キャンセラを前提とする NOMA が、従来の OFDMA よりも高いシステム容量を達成可能であること、及び前述のユーザスケジューリングの柔軟性により、SIC 型の干渉キャンセラを適用した NOMA より高いシステム容量を達成できることを示している。

第 4 章“Conclusion”(結論)では、本論文で得られた研究成果及び今後の課題を総括している。以上を要するに、本論文は、第 4 世代セルラー方式 LTE/LTE-Advanced における、伝送特性やシステム容量を改善する技術を、新規モデルを用いて定量的に分析しており、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。