

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	情報通信 情報通信	系 コース	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名： Student's Name	佐野 洋介		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main) 府川 和彦
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

近年、スマートフォンや動画ストリーミングサービス等の普及により、モバイルトラフィックが急増している。今後も更なる増加が見込まれ、セルラー方式のシステム容量改善が必須の課題となっている。この課題解決に向けて本論文は、移動局の干渉低減技術による周波数利用効率改善に着目し、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) について詳細に検討を行う。

IRC 受信機は、複数の受信アンテナの受信信号を線形合成することでセル間干渉を抑圧し、他セル干渉が無視できないセル端ユーザのスループット改善に効果的である。最小平均二乗誤差 (MMSE: Minimum Mean Square Error) 規範に従う IRC 受信機は、接続セルの参照信号を用いて、希望波のチャネル行列に加えて、干渉信号及び雑音の共分散行列を推定する必要がある。しかしながら、IRC 受信機を MIMO-OFDM (Multiple-Input Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) を採用する第 4 世代のセルラー方式 LTE (Long-Term Evolution)/LTE-Advanced に適用すると、接続セルと干渉セル間の参照信号の配置関係によっては、干渉雑音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がある。本論文では、想定される全てのケースを網羅し、セル端環境を想定した計算機シミュレーション (少数基地局・1 移動局を想定したリンクシミュレーション) では、一部ケースにおいて改善効果が減少するものの、全てのケースにおいて IRC 受信機は従来の受信機よりも優れた伝送特性を示した。一方、IRC 受信機によるシステム容量改善効果を、複数の基地局・移動局の配置を想定した大規模なシステムレベルシミュレーションによって評価するためには、各基地局の受信信号を用いて、IRC 受信機のブロック誤り率 (BLER: BLock Error Rate) を簡単に算出するモデルが必要である。そのため、IRC 受信機のリンク性能、即ち IRC 受信の干渉抑圧効果による BLER を、各種推定誤差 (干渉雑音の共分散行列及び接続セルのチャネル推定誤差) による影響も含めて正確にモデル化することが重要である。本論文では、上記推定誤差の影響を含めた IRC 受信機のリンク性能をモデル化し、LTE-Advanced 下りリンクを想定した計算機シミュレーションにより、提案モデルは従来モデルに比べ、特に周波数選択性チャネルにおいてリンク性能をより正確に算出できることを示した。

一方、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) を採用する LTE/LTE-Advanced に対して、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 を適用すると、大きなシステム容量改善効果が得られることが知られている。NOMA は、受信電力差が大きいユーザ同士 (例えば基地局近傍ユーザとセル端ユーザ) の信号を多重することで大きな改善効果が得られるが、基地局近傍のユーザ端末にはユーザ間干渉キャンセラが必須となる。このユーザ間干渉キャンセラとして、SIC (Successive Interference Canceller) 型と MLD (Maximum Likelihood Detector) 型の 2 種が主に検討されてきた。MLD 型は SIC 型に比べ、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、システムシミュレーションによる両者の定量的な比較が必要となる。ただし、MLD 型キャンセラのシステムシミュレーションを行うためには、そのリンク性能をユーザの送信電力比やチャネル推定誤差の影響を含め正確にモデル化する必要がある。したがって本論文では、NOMA 適用の際、ユーザ間干渉を MLD 型のキャンセラで低減したリンク性能をモデル化し、LTE-Advanced 下りリンクを想定した計算機シミュレーションを行い、リンク性能を精度良く算出できることを示した。また、提案モデルを用いたシステムシミュレーションも併せて実施し、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、及び前述したユーザスケジューリングの柔軟性に起因して、SIC 型の干渉キャンセラを用いる NOMA よりも高いシステム容量を達成できることを示した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	情報通信 情報通信	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	佐野 洋介		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	府川 和彦	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Recently, mobile traffic has rapidly increased due to growth of mobile services such as video streaming, which requires further enhancement of the system capacity in the cellular network. Considering this situation, the thesis investigates the system capacity enhancement using the interference rejection combining (IRC) receiver and non-orthogonal multiple access (NOMA).

The IRC receiver is effective in improving the cell edge performance, and needs to estimate covariance matrices of the desired signal and that of both the interfering signals and noise. This thesis shows that the estimation accuracy of the latter depends on assignments of the reference signals in the serving and interfering cells and can degrade, although a sufficient link performance gain can be obtained when the IRC receiver is applied to LTE (Long-Term Evolution)/LTE-Advanced. In addition, the thesis proposes a link performance model for the IRC receiver, which is required to evaluate the system capacity using a system level simulation. Furthermore, the thesis demonstrates that the proposed scheme can more accurately estimate the link performance of the IRC receiver than conventional schemes, especially over frequency selective fading channels.

On the other hand, NOMA is a user-signal multiplexing scheme in the power domain, and can provide higher system capacity than OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access). For NOMA, inter-user interference cancellers needs to be implemented into receivers of high receive power users located near base stations. As the inter-user interference canceller, SIC (Successive Interference Canceller) based and MLD (Maximum Likelihood Detector) based receivers are mainly investigated. This thesis proposes a link performance model for the MLD based receiver in the NOMA system, and shows that the proposed scheme can accurately estimate the link performance. Computer simulations using the proposed scheme also demonstrate that the system capacity of NOMA with the MLD based receiver is higher than that with the SIC based receiver because of the scheduling flexibility.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).