



Title	A Study on Inter-Cell Interference Control for Cellular Mobile Communications
Author(s)	長手, 厚史
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/55862
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (長手 厚史)	
論文題名	A Study on Inter-Cell Interference Control for Cellular Mobile Communications (セルラー移動通信におけるセル間干渉制御に関する研究)
論文内容の要旨 1979年に誕生した携帯電話は飛躍的な発展を遂げ、現代においては人々の暮らしに欠かせないものとなっている。携帯電話サービスを支える移動通信方式はこれまでに飛躍的な発展を遂げてきたが、昨今のスマートフォンやタブレットなどの高機能端末の普及により、モバイルデータトラフィックは年率2倍で急増し、提供可能な通信容量の向上を上回るペースで増大している。そのため、この対策が携帯電話事業者の喫緊の課題となっている。 移動通信方式ではセルラー方式が用いられ、トラフィックの急増に対して基地局を増設し、より近距離で同一周波数を繰り返し再利用することで通信容量の増大を図ってきた。しかしながら、セル境界では隣接セルからの干渉により通信品質が低下することがセルラー方式の本質的な課題である。そこで、本論文ではセル境界の通信品質向上技術について検討を行う。 セル境界では隣接セルからの干渉の影響が大きく、通信品質の向上に向けて隣接セル干渉を効率的に制御することが最も重要である。これまでに隣接する複数基地局で協調して信号伝送を行うことで干渉を制御する技術が提案されており、セル境界の通信品質を大きく改善できることが示されている。しかしながら、現実には商用ネットワークで用いられる移動通信システムの仕様や実機での実装劣化の観点からその実現に制約が存在する。例えば、隣接セルの送信を停止することで干渉を低減する基地局間協調送信停止制御を適用する場合、LTE等の商用の移動通信システムでは参照信号と呼ばれる共通信号の送信を停止することができないため干渉として残留し、通信品質の低下を招く。また、隣接する両基地局からの協調信号伝送を行う場合、基地局間の周波数精度の差や送信タイミングの差により通信品質の劣化が生じる。本論文では干渉キャンセル技術等に基づくこれらの課題に対する解決策を提案するとともに、試作装置開発を行い、実フィールド環境における実現性についても併せて検証を行う。 また、上記の基地局間協調技術に加えて、無線伝送技術の向上もセル境界の通信品質の向上に寄与する。変復調方式、誤り訂正符号化方式、チャネル推定方式等の無線伝送技術はセル境界に特化したものではないが、上記の基地局間協調技術と併用することで更なるセル境界通信品質の向上を期待できる。本論文では、チャネル推定方式の精度改善技術について提案を行い、計算機シミュレーションで適用効果を明らかにする。 さらに、近年注目を集める階層化セル構成を導入した際に新たに発生するセル境界への対策について検討を行う。階層化セル構成では、カバレッジ、モビリティ対策としてのマクロセルの上に多数のスモールセルを重ねることで、通信容量の改善を実現する。しかしながら、重畳したマクロセル、スモールセル間で干渉が発生するため、スモールセル周辺に新たなセル境界が生じることが課題である。本論文では、このマクロ、スモールセル間干渉を効率的に制御するネットワーク構成を提案するとともに、試作装置開発を行い、フィールド実証実験によりその実現性を明らかにする。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (長 手 厚 史)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	東野 輝夫
	副 査	教授	松岡 茂登

論文審査の結果の要旨

スマートフォンやタブレットなどの高機能端末の普及により、モバイルデータトラフィックは年率2倍、即ち10年間で1000倍のペースで急増している。この対策として、移动通信事業者は基地局を増設し、より近距離で同一周波数を繰り返し再利用することで通信容量の増大を図ってきた。しかしながら、セル境界では隣接セルからの干渉により通信品質が低下することがセルラー方式に基づく移动通信の本質的な課題である。セル境界における通信品質を向上させるためには、主要な干渉源である隣接セルからの干渉を効率的に制御することが最も重要であり、隣接する複数の基地局が協調して信号伝送を行う複数基地局間協調に関する研究成果が数多く報告されている。例えば、セル境界が通信を行う無線リソースにおいて、隣接セルの送信を停止制御することで干渉を回避する方式や、両基地局で協調して同時に信号伝送を行う方式が提案されており、セル境界の通信品質を大きく改善できることが示されている。しかしながら、実際に商用サービスで提供するためには、商用ネットワークで用いられる移动通信システムの仕様や実機での実装劣化の観点からその実現に制約が存在する。例えば、隣接セルの送信を停止することで干渉を低減する基地局間協調送信停止制御を適用する場合、LTE (Long Term Evolution) 等の商用の移动通信システムでは参照信号と呼ばれる共通信号の送信を停止することができないため干渉として残留し、通信品質の向上に制約が生じる。また、隣接する複数の基地局から協調信号伝送を行う場合、基地局間の周波数精度の差等により通信品質の劣化が生じる。

本論文は、基地局間協調送信停止制御適用時に残留干渉となる参照信号が既知信号であることを利用し、端末において信号レプリカを生成し、それを減算することで干渉を除去する参照信号干渉キャンセラを提案している。また、複数基地局間協調信号伝送適用時に、基地局間に周波数誤差が存在することにより発生する隣接チャネル間干渉の影響を回避するため、周波数誤差を考慮した各基地局からの受信信号レプリカを生成し、相互に隣接チャネル間干渉を除去する周波数オフセット干渉キャンセラを提案している。さらに、セル境界を含むシステム全体の通信品質を改善する無線伝送技術の特性向上にも取り組み、フェージングによる動的な時間、周波数変動に適応したチャネル推定方式を提案している。

本論文の研究成果は、セル境界における通信品質を向上させる上で実用的な観点から制約となる参照信号や周波数誤差等の影響を克服する技術の提案と評価に始まり、無線伝送方式等、セル境界における通信品質の向上に寄与する技術について包括的に取り組んだ点にある。さらに、実用化を見据え、理論解析や計算機シミュレーション評価に留まらず、試作装置の開発を行い、実フィールド環境においてその有効性を明らかにしている点も大きな成果である。

以上のように本論文はセルラー移动通信方式において本質的な課題であるセル境界における通信品質の低下の克服に向けて有用な研究成果をあげている。よって、博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものと認める。