

移動無線通信におけるシステム容量拡大に関する検討

沖野, 健太

<https://doi.org/10.15017/1398284>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 沖野 健太

論文題名 : 移動無線通信におけるシステム容量拡大に関する検討

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

近年、モバイルデータトラフィックは急激に増加しており、モバイル通信システムの大容量化は喫緊の課題である。誤り訂正符号などの無線伝送技術の高度化による大容量化は、既に実用域において理論上の上限であるシャノン限界に近づきつつあり、これ以上の大幅な改善を期待することはできない。さらなるシステム容量の拡大には、新たな技術の開拓が必要である。この要請に応える技術として、近年、複数のアンテナ素子を用いて通信を行うマルチアンテナ技術と、送信出力の異なる基地局をエリア内に混在させる異出力基地局ネットワークが注目されている。マルチアンテナ技術では、無線伝送方式の変更無しに、もしくは、小さな変更のみで、システム容量をアンテナ素子数に応じて拡大させることが出来る。異出力基地局ネットワークでは、高トラフィックのエリアに低出力基地局を配置することによって、高出力基地局によるサービスエリアの広域性を維持しつつ、低出力基地局によってシステム容量を拡大させることが出来る。本論文では、モバイル通信システムの大容量化に資するこれら2つの技術に着目し、以下の検討を行った。

まず本論文では、送信処理にマルチアンテナ技術を適用するモバイル通信システムにおいて、高速移動端末の通信特性を向上させることで大容量化を目指した。マルチアンテナ技術では、伝搬路状態に基づき、各アンテナ素子で送受信される信号の位相と振幅(アレーウエイト)を制御する。送信マルチアンテナ技術では、過去の伝搬路状態に基づいて送信アレーウエイトを決定するため、端末が高速に移動すると、過去と現在の伝搬路状態の相関が低下し特性が劣化する。そこで本研究では第1に、端末の受信にもマルチアンテナ技術を適用することで基地局の送信アレーウエイトの精度劣化を補償する手法について検討を行い、計算機シミュレーションとフィールド試験の両方により改善効果を確認した。本研究では第2に、端末が高速に移動する場合の送信マルチアンテナ技術の特性向上に資する技術として、時間変動する伝搬路の高精度予測について検討を行った。現在の伝搬路状態を予測して送信アレーウエイトを決定すれば、端末が高速に移動する場合の特性劣化を抑制することができる。伝搬路予測技術は、近年のモバイル通信システムのマルチアンテナ化に伴い新たな手法が研究されており、基地局と端末の各アンテナ素子間の伝搬路をそれぞれ独立に予測するのではなく、仮のアレーウエイト(伝搬路予測用アレーウエイト)を固定的に設定し、マルチアンテナ素子間の伝搬路を重み付け合成したものに対して予測を行うことを特徴とする。なぜなら、伝搬路は多数の反射・散乱波によって構成されており、直接予測しようとするところらが均一に合成されることによって伝搬路が複雑に変動し、高精度な予測が困難となるからである。伝搬路予測用

アレーウェイトでマルチアンテナ素子間の伝搬路を重み付け合成すると、複数の反射・散乱波が抑制されることで伝搬路変動の複雑さが軽減される。本研究では、伝搬路予測用アレーウェイトを固定的に設定するのではなく、電波の放射・到来方向に対して適応的に設定することで伝搬路の予測精度を向上させる手法を提案した。リンクレベル計算機シミュレーションによりその効果を確認した。

最後に本論文では、異出力基地局ネットワークにおける下りリンク通信の大容量化について検討した。モバイルデータトラフィックに対して周波数リソースを十分に確保できない場合、高出力セルのトラフィックの多い領域に低出力基地局を追加配置し、同一の時間・周波数リソースを高出力セルと低出力セルの両方に割り当てると、低出力セルは高出力セルからの強い干渉波に晒されるものの、低出力セルの分だけシステム容量を拡大させることが出来る。高出力セルと低出力セルのセル選択基準の設定、すなわちセル端の決定手法によっては、さらなる改善が期待出来る。しかし、特に希望波受信電力が低下するセル端において干渉の影響が顕著となる。そこで本研究では、セル端の決定手法の考察と併せて、低出力セルが高出力セルから受ける干渉波を抑制する手法の検討を行い、両手法の相乗効果によるシステム全体としてみた容量拡大について検討した。システムレベル計算機シミュレーションにより大容量化が達成出来ることを確認した。

以上、要するに本論文は、マルチアンテナ技術による容量改善、特に高速移動端末に対する伝送特性を改善することによる容量改善と、異出力基地局ネットワークによる容量改善について検討を行い、前者については基地局と端末におけるマルチアンテナ技術の併用と高精度な伝搬路変動予測手法によって改善効果を得て、後者については異出力セル間のセル端決定手法と干渉抑制技術によって改善効果を得た。これらの成果は、トラフィック爆発問題が深刻な社会問題となりつつあるモバイル通信の世界に一石を投じるものである。