

## 審査結果の要旨

### 論文題目「モバイル通信におけるスループット向上に向けたマルチポイント協調通信に関する研究」

学位申請者 湯田 泰明

本論文は、国際的に標準化・実用化が進んでいるモバイル通信システムにおける端末と基地局間の実効転送能力(スループット)の大幅な改善をめざして、次世代基本伝送方式であるOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を複数組み合わせることにより所期の目的を果たすマルチポイント協調通信を発想しその有効性を示した実用性の高い研究成果である。

第4世代移動通信システムであるLTEおよびLTE-Advancedシステムでは、国際標準としてOFDM伝送方式を基本に平均スループットの向上を図ってきている。この技術は物理レイヤであり、その検討のみではこれ以上の大幅な性能向上は見込めないことが知られている。本論文は発想を転換し、OFDMの送信部と受信部を複数組み合わせ協調動作させるデータリンクレイヤ技術により、さらなる平均スループットの向上を図る「マルチポイント協調通信方式」を着想し進められた。マルチポイント協調通信には様々な組み合わせが考えられるが、端末・基地局間の通信に着目すると、(1)端末側と基地局側の送受信部をそれぞれ複数設ける、(2)端末と基地局の送受信部の間に中継送受信機を複数配置する、(3)端末は一つで基地局を複数設ける、が最も基本的な構成である。本論文では、まず、それぞれの構成における平均スループット性能の向上法を提案しシミュレーションにより有効性を示している。さらにそれらを総合化することにより、トータルのスループットの向上が可能であることを示している。これらより、提案したマルチポイント協調通信の高い有効性を明らかにしている。

論文は全5章より構成されている。

まず1章においては、研究の背景と目的、マルチポイント協調通信の位置づけ、本論文の構成について述べている。

2章では、上記(1)の、端末側と基地局側の送受信部をそれぞれ複数設ける構成として、送受信双方において複数のアンテナを備え、複数の経路による通信を行うMIMO(Multiple Input Multiple Output)通信を対象に、スループット向上を阻害する要因である制御信号送受オーバーヘッドの削減方法について述べている。経路の品質の善し悪しごとにグループ化しそれぞれに符号を割り当てる斬新なアイデアを提案し、干渉および雑音に対する信号の比率(SINR)のすべての領域において3~20%のスループット向上を実現している。斬新な提案を行うとともに、その提案方式について詳細な評価がおこなわれており、その有効性は十分に認められ、工学的価値は高いと考えられる。

3章では、上記(2)の、端末と基地局の送受信部の間に中継送受信機を複数配置する構成(無線中継通信)について検討している。無線中継通信は、端末・基地局を直接接続する回線より品質のよい中継局経由の回線を経由する方式である。しかし中継局経由回線が増えると、それらの間の干渉がスループットの向上を妨げる要因となる。そこで、この欠点を克服するため基地局から中継局に送信するタイミングをシフトすることで干渉を低減し平均スループットの向上を図る方式を提案している。基地局と中継局の双方のタイミングをシフトする手法を用いることにより平均スループットを17%向上

せしめている。現実の中継局の送信タイミングに着目しそのシフトを行うという実用可能性を意識した提案を行い有効性を定量的に示しており、検討成果の重要性は十分に認められ、工学的価値も高いと考えられる。

4章では、上記(3)の、端末は一つで基地局を複数設ける構成（基地局間協調通信）につき検討を行っている。複数の基地局に接続する端末への無線チャネルの割り当て確率の重み付けを工夫し、特定の端末に無線チャネルの割り当てが集中することを避けることにより全体のスループットを7.2%向上させている。スループット向上のための複数基地局接続が、偏りのあるチャネル割り当てによって逆にその向上を阻害するというトレードオフを斬新な手法によって解決しており、学術的にも工学的にも高く評価できる。

5章において、まず、以上の2、3、4章のそれぞれの構成を総合化することによって、本論文が提案するマルチポイント協調通信方式は、本提案方式を採用しない従来方式に比べて平均で35.7%のスループットの向上ができることを示している。また、提案した方式はハードウェア変更無しに実装できることから既存方式からのスムーズな進展が可能であることも示している。さらに、本論文の成果は移動通信システムの国際標準化母体である3GPPの国際標準に採用される実用性の高いものであることを示して本論文全体をまとめている。

このように、本研究の成果は、近い将来の本格的4世代移動通信システムに多大なる貢献を行えるものであり、きわめて多くの人々に便宜を提供できる、実用性が高く工学的価値の高い成果であると考えられる。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 湯田泰明氏は東海大学博士(工学)の学位を授与されるに値すると判断した。

#### 論文審査委員

主査	博士(工学)	石井 啓之	情報通信学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	工学博士	野須潔	開発工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(工学)	井手口健	産業工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	工学博士	大山龍一郎	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(工学)	藤本邦昭	基盤工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)