

# 論文審査の結果の要旨

氏名 ダルマワン アンドレアス

本論文は「Design and Analysis of Cooperative Spatial Multiplexing System in Wireless Relay Networks (無線協調通信システムにおける空間多重方式の設計と解析に関する研究)」と題し、単一アンテナ端末環境においても MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output) システムに匹敵する性能を得られる協調型空間多重通信方式の設計と解析について論じている。

第1章は、「Introduction」であり、無線通信システム技術の進展や MIMO 技術への期待などについて触れ、小型携帯端末においても MIMO で得られる程度の性能が求められていることを示し、本研究の背景と各章の目的について述べている。

第2章「Background Theory」では、本研究の関連研究として協調通信システム、多重化技術、空間多重化方式として V-BLAST 方式を示すとともに、本研究の基礎理論として無線通信環境におけるフェージング理論を記している。

第3章「Cooperative Wireless MIMO Communications: Uplink Transmission」では、協調型空間多重通信方式を携帯端末から基地局に向けたアップリンクで用いるシステムを提案し、Amplify-and-Forward システムと Decode-and-Forward システムの2方式のシステムモデルを示している。モンテカルロシミュレーションを行い、送信端末と中継端末との間の距離が短くなると、ビット誤り率ならびに品質劣化確率(Outage Probability)が低下することを明らかにしている。また、SISO (Single-Input-Single-Output) システムや V-BLAST 方式との性能比較を行い、Decode-and-Forward システムが性能的に優れていることを明らかにしている。

第4章「Cooperative Wireless MIMO Communications: Downlink Transmission」では、協調型空間多重通信方式を基地局から携帯端末に向けたダウンリンクで用いるシステムを提案し、Amplify-and-Forward システムと Decode-and-Forward システムの2方式のシステムモデルを示している。この際、時空間符号化を中継端末において適用する方式もあわせて考慮している。モンテカルロシ

シミュレーションを行い、送信端末と中継端末との間の距離が長くなると、ビット誤り率ならびに品質劣化確率が低下することを明らかにしている。また、SISO (Single-Input-Single-Output) システムや V-BLAST 方式との性能比較を行い、時空間符号化を用いた **Decode-and-Forward** システムが性能的に優れていることを明らかにしている。

第 5 章「**Theoretical Performance Analysis of Uplink and Downlink Cooperative Spatial Multiplexing Systems**」では、第 3 章と第 4 章で示したシステムのビット誤り率ならびに品質劣化確率を数学的な解析で導き、他の手法との比較を理論的に行っている。これにより、中継端末位置と品質との関係を明らかにすることができ、協調型空間多重方式の設計に資することが可能となる。また、本解析で得られた解析結果とシミュレーション結果とを比較することで、本解析手法の妥当性を明らかにしている。

第 6 章「**Theoretical Capacity of Cooperative Spatial Multiplexing Systems**」では、第 5 章で得られた品質劣化確率を利用して、協調型空間多重通信方式の容量を理論的に導き、他の手法との比較を容量の観点から理論的に行っている。

第 7 章「**Optimal Power Allocation Scheme for Cooperative Spatial Multiplexing Systems**」では、協調型空間多重通信方式において送信端末と中継端末の送信電力を最適に配分する方法を理論的に導いている。送信端末と中継端末とが同じ電力で送信する場合に比べ、ビット誤り率や品質劣化確率が低減することを示している。

第 8 章「**Concluding Remarks**」では、本論文の成果をまとめるとともに、第 3 世代携帯電話システムや衛星通信システムなどへの適用可能性、協調型空間多重無線通信システムの実現に向けて残された課題、および今後の研究の方向性について述べている。

以上、これを要するに本論文は、単一アンテナ端末環境においても MIMO システムに匹敵する性能を得られる協調型空間多重無線通信システムを提案し、理論解析ならびにシミュレーションによって有効性を多角的に評価しているもので、電気工学上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。