

氏名 福田 龍樹

主論文審査の要旨

高速・高信頼の無線通信を実現する技術の一つとして MIMO (複数の送受信アンテナ利用) 無線通信技術が注目されている。論文提出者は、MIMO 無線通信システムの中で用いられている時空間符号化信号処理に着目し、それに付随する技術の改善と提案を行っている。

本論文は以下の 6 章と付録から構成されている。

第 1 章は序論で、研究背景と目的を詳述するとともに、第 2 章以降の内容に関連する時空間トレリス符号 (STTC) と時空間ブロック符号 (STBC) について簡潔に説明している。

第 2 章では、STTC を行列式基準に基づいて設計する際に必要となる距離行列の最小行列式を効率的に求めるアルゴリズムを提案している。距離行列の最小行列式の計算は組合せ問題で効率的な算出法は確立していなかったため、STTC の設計は非常に困難である。論文提出者は符号生成の過程を木構造化し、分枝限定法を用いることにより、効率的に STTC を設計することを可能にしている。

第 3 章では、新しい STBC を提案している。STBC は、符号間に直交性をもたせることができ、復号が線形時間で可能であるが、符号伝送レートが低い。そこで直交性を部分的に緩めて復号処理の時間を若干増加させることで伝送レートを高めることができる準直交 STBC を提案している。提案符号は既存の符号と比べて、大きな相互情報量をもち、ダイバーシチ利得が大きくなり、ビット誤り率が少なくなることが検証されている。

第 4 章では、信号検出処理の改善を行っている。受信側で正しく信号検出できなければ MIMO 無線通信システムの性能は十分に発揮できない。論文提出者は最尤検出法に着目し、非線形関数により検出範囲のしきい値の算出法を提案している。シミュレーションにより、このしきい値算出法の有効性を明らかにしている。また、今後はしきい値の非線形関数におけるパラメータの最適化をさらに研究をしていく必要があることも述べている。

第 5 章では、4G (第 4 世代移動通信システム) の実施に向けて、直交周波数分割多重方式 (OFDM) 技術と時空間符号化技術の融合を考案し、OFDM の周波数フェージングに強いという点と、STBC のダイバーシチ利得が得られるという点を有機的に結合して、STBC-OFDM の MIMO 無線通信システムを提案し、このシステムは高性能を有することを明らかにしている。また、5G (第 5 世代移動通信システム) の技術と考えられている協調無線通信技術について、新しいプロトコルを設計し、その技術の実用化について展望している。

第 6 章は結論で、本論文の内容を総括するとともに、今後の研究課題について述べている。

以上のように、本論文は高速・高信頼性の MIMO 無線通信システムにおける時空間符号に関する研究である。この研究成果は、次世代の無線通信システムの発展に資するところが大きく、学術的及び工学的に価値のあるものである。また、研究成果の主要部は、2 編の専門誌論文、7 編の国際会議論文と 2 編の国内会議論文で公表済みであり、その一部は電子情報通信学会の「通信の未来を担う学生論文特集」に選ばれていることから、本審査委員会は、本研究は博士 (工学) の学位授与に値すると判断した。

審査委員会は、論文提出者に対して、当該論文の内容および関連の専門分野について試問を行った。その結果、論文提出者は当該研究分野及び関連分野について十分な知識と理解力を有し、研究遂行能力があると認めた。また、論文提出者は外国語（英文）論文の著作・公表及び国際学会での質疑応答などの実績から、十分な外国語能力があるものと判断した。以上の結果に基づき、審査委員会は論文提出者に対する最終試験を合格と判定した。

審査委員	情報電気電子工学専攻先端情報通信工学講座	教授	趙 華安
審査委員	情報電気電子工学専攻先端情報通信工学講座	教授	奥野 洋一
審査委員	情報電気電子工学専攻人間環境情報講座	教授	内村 圭一
審査委員	情報電気電子工学専攻先端情報通信工学講座	准教授	福迫 武