

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 李 泰雨

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第498号

学位授与年月日 平成28年3月24日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 物理情報工学 専攻

学位論文題目 Analysis and measurement of OFDM-based communication systems considering power amplifier nonlinearity
(パワーアンプの非線形性を考慮したOFDMに基づく通信システムの測定と解析)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 落合 秀樹
横浜国立大学 教授 足立 武彦
横浜国立大学 教授 河野 隆二
横浜国立大学 准教授 市毛 弘一
横浜国立大学 准教授 杉本 千佳

論文及び審査結果の要旨

一般に無線通信システムにおいて送信機のパワーアンプを効率よく動作させるためには、飽和領域付近で送信信号を増幅させる必要がある。一方、直交周波数分割多重(OFDM)方式や多値QAM変調と急峻な帯域制限フィルタを伴うシングルキャリア伝送方式は、高い周波数利用効率を達成できるが、送信信号において高いピーク電力が生成されることが問題となる。このような信号を送信パワーアンプで高効率増幅する際には強い非線形歪みが発生し、帯域内雑音および帯域外干渉を引き起こす。通常、無線通信規格においては、これらの干渉成分が厳しく制限される。本論文では実際のパワーアンプを用いた実測と入力信号のガウス過程モデルによる理論解析により、OFDM信号の非線形歪みの帯域内外の影響を評価するとともに、クリッピング・アンド・フィルタリング(CAF)手法の適用可能性を検証している。また第四世代移動通信システムで採用されたシングルキャリア伝送方式に対して、トレリスシェイピングに基づく新たなピーク電力低減手法を提案している。

第3章では、簡易なピーク電力低減手法であるCAFを既存の無線LANの規格であるIEEE802.11gへ適用した場合のシステムレベルでの特性改善とその限界を実際のパワー

ンプを用いた実測により明らかにしている。特に、伝送レートが低い場合において CAF は有効であるが、伝送レートが高くなると CAF の適用範囲に限界があることを示している。

第 4 章では、非線形増幅された OFDM 信号の電力スペクトルについて、ガウス過程近似に基づいた理論解析により簡易な近似式を導出するとともに、その有効性を計算機シミュレーションおよび実測により評価している。本内容は、一般に複雑な無限級数表現を伴う非線形特性を精度よく簡易化した点で新規性が高い。

さらに第 5 章では、第四世代移動通信の上り回線に採用された OFDM をベースとしたシングルキャリア伝送方式であるシングルキャリア周波数分割多元接続 (SC-FDMA) 信号を対象としている。ここでは SC-FDMA の信号構造に適した独自の修正を施したトレリスシェイピングを設計することにより、多値 PSK および QAM により変調された SC-FDMA 信号の効果的なピーク電力低減を実現するとともに、それにより達成できるパワーアンプの電力効率の改善量を定量的に評価している。

以上のように、本論文は理論と実測の両方の立場から OFDM 信号の非線形歪みの影響およびピーク電力低減手法の適用可能性について論じており、また SC-FDMA 信号のさらなる電力効率の改善に寄与するものである。したがって、博士 (工学) の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。