

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19360170

研究課題名 (和文) 飽和増幅器を用いた線形変調信号の高効率送信の研究

研究課題名 (英文) High-Efficiency Transmission of Linear Modulation Signals with a Saturated Amplifier

研究代表者

山尾 泰 (YAMA O YASUSHI)

電気通信大学 先端ワイヤレスコミュニケーションセンター・教授

研究者番号：10436735

研究分野：

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学 (5104)

キーワード：移動体通信、省エネルギー、高周波増幅器

1. 研究計画の概要

携帯電話に代表される移動通信システムのブロードバンド化が進められているが、このようなブロードバンドシステムでは電話が中心の現在のシステムに比べて、十倍以上の送信電力量を消費することが見込まれる。一方、無線送信装置の電力効率 (= 送信電力 / 直流消費電力) の改善は大きな壁に突き当たっている。本研究ではこの限界を打ち破るため、増幅器の最大効率領域 (飽和領域) で常時動作させる新たな線形送信方法 (包絡線パルス幅送信法; Envelope Pulse Width Modulation Transmitter, EPWM法) を提案し、その実現可能性を以下明らかにする。

本方式での研究課題は、包絡線を PWM 信号に変換する Δ - Σ 変調器で発生する量子化雑音の変調波への影響を明らかにし、移動通信システムで許容される変調信号帯域内および帯域外での SN 比が達成できるように回路と信号処理のパラメータを決定することである。このため以下のように研究を進める。

【平成19年度】

以下により、提案方式の基本動作を確認する。

- (1) 提案送信機のプログラム上での実現
- (2) 提案方式での量子化雑音の性質とその影響の基本解析
- (3) 伝送実験系の構築

【平成20-22年度】

提案方式での量子化雑音の変調波への影響を詳細に解析するため、以下を検討する。

- (1) 提案方式での量子化雑音の性質とその影響の詳細解析
- (2) 量子化雑音のさらなる低減方法の検討

(3) 伝送実験によるシミュレーション結果の確認と提案方式の実用性の判断

2. 研究の進捗状況

【平成19年度】

(1) 提案送信機のプログラム上での実現
OFDM 複素包絡線の生成、位相変調器、 Δ - Σ 変調器、バンドパスフィルタ (BPF) など、提案した送信機の構成要素をプログラムで実現し、以上の要素を結合して総合動作を確認した。

(2) 提案方式での量子化雑音の性質とその影響の基本解析

・OFDM 信号包絡線のスペクトルと、これを Δ - Σ 変調した場合の量子化雑音スペクトルの間の関係を把握し、量子化雑音スペクトルの基本的性質を分析・定式化した。

・オーバーサンプル次数、 Δ - Σ 変調器の伝達関数と量子化雑音スペクトルの関係を明らかにし、帯域内電力と、帯域外電力を分離して算出した。

(3) (1) で作成したプログラムで発生させた EPWM 時系列データを直交座標変換してベクトル信号発生器に入力し、搬送波帯域に変換して周波数スペクトルを観測した結果、本提案法で OFDM 変調波の発生が可能なことを確認した。

【平成20-21年度】

(1) 提案方式での量子化雑音の性質とその影響の詳細解析

前年度に引き続き、EPWM 送信機の量子化雑音スペクトルと各種パラメータの性質を分析し、理論解析結果とシミュレーション結果とのよい一致を見た。信号帯域内雑音電力の変調波への影響については、送信機の精度評

価に用いられるベクトル変調誤差量 (EVM; Error Vector Magnitude) を求めるプログラムを作成して定量評価を可能にした。さらにバンドパスフィルタ (BPF) の特性と帯域外雑音電力レベルの関係を明らかにし、BPF への所要特性を明らかにした。

(2) 量子化雑音のさらなる低減方法の検討
帯域外雑音電力レベルの更なる低減を得るため、零点を有する2次の Δ - Σ 変調器を用いた場合の量子化雑音スペクトルと各種パラメータの性質を分析し、零点の位置を最適化する設計を行った。さらに、発生した量子化雑音のうち、信号帯域近傍の雑音を打消す方法を新たに提案した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

ほぼ当初計画どおりの進捗が得られている。研究では予想と異なる知見が得られることが多々あるが、本研究では量子化雑音のさらなる低減方法として、高次の Δ - Σ 変調器を用いて雑音を抑圧できると予想していたが、現在までのところ2次の Δ - Σ 変調器では大きな効果は得られていない。しかし、この原因については既に分析ができており、今後、より高次の Δ - Σ 変調器と信号帯域近傍絶音の打消も含めて改善を図る予定である。

4. 今後の研究の推進方策

当初予定の研究計画で基本的に支障なく研究が進展すると考える。高次の Δ - Σ 変調器による量子化雑音のさらなる低減に関しては、2次の Δ - Σ 変調器の動作分析で得られた知見を活かし、今後改善法を検討して行く予定である。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

E. M. Umali, K. Kawazoe, Y. Toyama, and Y. Yamao, "Quantization Noise and Distortion Analysis of Envelope Pulse-Width Modulation (EPWM) Transmitters for OFDM Signal Amplification," IEICE Trans. on Fundamentals. 査読有 (2010.10 掲載予定)

[学会発表] (計5件)

(1) E. M. Umali, S. Yokozawa and Y. Yamao, "Quantization Noise Suppression for Envelope Pulse-Width Modulation (EPWM) Transmitters," IEEE VTC2010-Fall, Oct. 2010, Ottawa, 査読有

(2) E. M. Umali, K. Kawazoe, Y. Toyama and Y. Yamao, "Effects of Quantization Noise and

Distortion in EPWM Transmitters for OFDM Signal Amplification," IEEE VTC2009-Spring, April 2009, Barcelona, 査読有

(3) K. Kawazoe, Y. Toyama, E. M. Umali and Y. Yamao, "Generation of OFDM Signal with Envelope Pulse-Width Modulation (EPWM) Transmitter employing 2nd-order Delta-Sigma Modulator," IEEE APWCS2008, August 2008, Sendai, 査読有

(4) E. M. Umali, Y. Toyama, and Y. Yamao, "Power Spectral Analysis of the Envelope Pulse-Width Modulation (EPWM) Transmitter for High Efficiency Amplification of OFDM Signals," IEEE VTC2008-Spring, 2008.5, Singapore, 査読有

(5) Y. Yamao, Y. Toyama and E. M. Umali, "Power Efficiency Analysis for OFDM Signal Amplification with Doherty, Extended Doherty and EPWM Transmitters," ICT Triangle Forum 2007 2007.9, Beijing.

[図書] (計0件)

[産業財産権] (計0件)

[その他]

ホームページ

<http://www.awcc.uec.ac.jp/yamaolab/>