

論文内容の要旨

博士論文題目

Peak Power Reduction for Multicarrier Systems in Satellite and Radio Communications

(衛星および無線通信におけるマルチキャリアシステムのピーク電力抑圧に関する研究)

氏名

Khoirul Anwar (コイルー・アンワル)

論文内容の要旨：

This dissertation contributes four new methods for improving the performances of multicarrier systems in satellite and radio communications. The multicarrier systems suffer from nonlinear distortion due to high power amplifier (HPA) because of its high peak power level. In order to solve this problem, the dissertation proposed the following four schemes. One method is a joint use of OFDM (Orthogonal Frequency Divison Multiplex) and FM (Frequency Modulation) and the other three methods are related to carrier interferometry (CI) technique.

The first method proposes a OFDM-FM transmission technique to transmit the Japanese digital television signals based on OFDM to a far island through satellite communication systems. The numerical results demonstrate that the proposed method gives 6.3 dB of extra gain in terms of required CNR against the conventional ones where OFDM signal is directly transmitted to the satellite without FM.

The second method introduces new design of carrier interferometry (CI) and pseudo-orthogonal carrier interferometry (POCI) OFDM based on fast Fourier transform (FFT). The use of FFT and a new principle of spreading process reduce significantly (more than 90%) the computational complexity and results in a new advanced design.

The third method focuses on the solution of both PAPR reduction and bit/user capacity enhancement at the same time. To achieve this goal, a new large spreading code, called large carrier interferometry (LCI), is proposed to support in maximum $(2N + 1)$ bits/users at the same time. LCI code was designed to have low and uniform cross correlation to guarantee fair and better BER performances. The results confirm that the BER performance of proposed LCI code is 5dB and 3.6dB better than PO-CI code in additive white Gaussian noise (AWGN) and multipath fading channel, respectively. In term of PAPR performance, the proposed LCI code and PO-CI code have a similar PAPR performance.

In the last method, an iterative clipping (IC) is proposed to obtain lower out-of-band (OOB) spectrum after the HPA. The IC is designed to minimize the hardware requirement though iteration is performed. The results confirm that the OFDM and CI/OFDM with the proposed iterative clipping posses many improvements in terms of BER performance and OOB spectrum radiation. It is found that for a coded system an optimum number of iteration is 2 for OFDM and 3 for CI-FFT/OFDM, respectively.

Finally, it can be concluded that the four proposed methods above are important contributions to improve the performance of multicarrier systems in satellite and radio communications. OFDM-FM is a promising technique to broadcast digital television at far island; new CI/OFDM system provide reliable performances; LCI code doubles the bit/user capacity; and optimum iterative clipping gives advantages in reducing OOB spectrum and BER degradation simultaneously. Though four new methods in this dissertation are addressed for satellite and radio communications, they can be easily adapted to other applications such as digital subscriber line (DSL).

(論文審査結果の要旨)

本論文は、マルチキャリアシステムのピーク電力を抑圧することで無線通信および衛星通信の性能改善を行う手法を検討している。そして、以下の周波数変調(FM)を組み合わせる方法、および、Carrier Interferometry(CI)符号と呼ばれる拡散符号を用いる手法について検討を行っている。

1. マルチキャリアシステム的一种である OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)を用いた地上デジタルテレビ放送信号のピーク振幅をクリッピング処理した後、信号の包絡線が一定である周波数変調(FM: Frequency Modulation)して送信する方式を提案している。クリッピングレベルの最適化を行うことで、直接衛星回線を用いて OFDM 伝送する場合に比べて所要 CNR 特性が 6.3dB 改善できることを明らかにしている。
2. FFT (fast Fourier Transform)アルゴリズムを用いて CI 符号化の演算量を削減する手法を提案し、CI 符号化を直接計算する場合に比べて 90%を超える演算量削減が可能であることを示している。
3. CI 符号の位相回転量を補正することで、N サブキャリアで $2N+1$ ビットの伝送が可能な新しい CI 符号の提案を行っている。提案する新しい CI 符号では、ピーク電力抑圧効果を保ったまま、周波数利用効率の改善が図れることを明らかにしている。
4. CI 符号化と繰り返しクリッピング法を組み合わせることで、クリッピングによる伝送特性の劣化を小さく保ったまま、更なるピーク電力の抑圧が可能になることを示している。また、本提案手法によりピーク電力を抑圧することで、非線形増幅器を通過することにより発生する帯域外輻射電力の削減が可能となることを示している。

以上の通り、本論文で示されているマルチキャリアシステムのピーク電力を抑圧するための手法と得られた結果は、高い周波数利用効率と電力効率が要求される衛星通信や携帯端末において、ブロードバンド無線通信を実現するための実用的な方法を与えている。よって、本論文は、博士(工学)学位論文としての価値があるものと認める。