

論文内容の要旨

博士論文題目 Design and performance analysis of a suboptimal OFDM receiver for partial time-domain loss scenarios

(時間領域信号が部分的に欠落した OFDM の準最適受信機の設計と評価)

氏 名 LIU CHENGBO

(論文内容の要旨)

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) has been utilized for many applications such as High Definition Television (HDTV), Wireless Local Area Network (WLAN), 4G, and 5G systems. It has high spectral efficiency and high tolerance to the multipath fading and Impulsive Noise (IN).

However, the transmitted OFDM symbols are damaged due to obstacles and IN in some industrial scenarios (e.g., manufacturing and automatic factories). To recover the damaged signal due to obstacles such as metallic pillars, the OFDM system with Suboptimal Maximum Likelihood sequence estimation (OFDM-SML) utilizes the SML algorithm to reconstruct the original signal with an acceptable complexity. The simulated results show that OFDM-SML can obtain better BER performance than the conventional OFDM system in the AWGN channel even when the half time-domain signal is missing. On the other hand, OFDM-SML with ZF and MMSE can further improve the BER performance of the conventional OFDM when the partial time-domain signal is missing in the WLAN channel. Furthermore, OFDM-SML with MMSE has better BER performance than OFDM-SML with ZF in the WLAN channel when $1/8$, $1/4$, and $1/2$ time-domain signals are missing.

Besides obstacles, the impact of the IN cannot be neglected when the energy of the IN is tremendous. Blanking is a simple method to improve the performance when IN is taken into account in the system. However, this method is sensitive to the threshold; namely, it degrades the performance when the useful signal is mistaken as the IN. Therefore, we propose the system which is called OFDM with Suboptimal Maximum Likelihood sequence estimation and Blanking (OFDM-SMLB), to improve the performance of the conventional OFDM using a blanking scheme with an acceptable and flexible complexity. Here OFDM-SMLB utilizes Constant False Alarm Rate (CFAR) to obtain the threshold. The simulated results show that the proposed system can achieve lower BER in the worst case (i.e., high probability of IN occurrence and high IN power).

(論文審査結果の要旨)

工場内のロボットや各種機器を監視及び制御するために高速ネットワークによる機器間通信が必要とされている。特に自動搬送ロボットのような移動体を含めた通信ネットワークとして WLAN(Wireless Local Area Network)を用いた構内ブロードバンドワイヤレス通信の構築が検討されている。しかし、工場内は、多数の機器による遮蔽や、機器動作に伴う電磁ノイズの発生の影響により、伝送誤りが発生するため、信頼性の高い通信が困難であるという問題がある。

本論文は、デジタルテレビ放送や WLAN, セルラーシステムのブロードバンドワイヤレス伝送方式として広く用いられている OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) を仮定し、OFDM 信号の一部が遮蔽や雑音により欠落した状況において、信頼性の高い通信を可能にするための受信機的设计手法を提案している。本研究の学術的貢献は以下のとおりである。

- 1) OFDM 信号の一部が欠落した信号を従来の OFDM 受信機で復調するとサブチャネル間干渉が生じて、ビット誤り率特性が大幅に劣化する。この問題を解決するために最尤復号の適用を検討している。一般に、最尤復号法は最適な復号法であることが知られているが、その演算量が非常に大きく、実装は困難であった。本論文では、最尤復号時の判定候補を予め絞り込む準最適アルゴリズムを適用することを提案している。その結果、実装可能な OFDM の準最適受信が可能であることを明らかにしている。
- 2) 前項で提案している準最適受信機では欠落場所が既知であるという仮定を用いていた。一方、実際の環境では受信信号の欠落場所は未知であり、受信信号から推定する必要がある。そこで、本論文では、インパルス雑音により干渉を受けた OFDM 信号からインパルス雑音の位置を高精度に推定する手法を提案し、準最適受信機と組み合わせる手法を提案し、受信信号品質の大幅な改善が可能であることを明らかにしている。

このように OFDM の一部が欠落した信号から信頼性の高い復調を行う準最適受信機の提案は、劣悪な無線環境である工場内での高信頼ブロードバンドワイヤレス伝送の実現に大きな貢献があると評価する。

以上より、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。