

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月31日現在

機関番号：12201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22760262

研究課題名（和文） UWB MB-OFDM システムのための干渉検出に関する研究

研究課題名（英文） A Study on Interference Detection for UWB MB-OFDM systems

研究代表者

藤井 雅弘（MASAHIRO FUJII）

宇都宮大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：20366446

研究成果の概要（和文）：

本研究課題では、超広帯域無線通信（Ultra Wide Band：UWB）システムにおける干渉検出方式について取り組んだ。UWB システムは、他の無線通信システムと周波数帯域を共用するほど広い周波数帯域を低い電力スペクトル密度を用いて通信を行う。その際に、他の無線通信システムへの干渉を避ける必要があるため、他の無線通信システムを検出し、回避する Detect And Avoid (DAA) 機構を組み込む必要がある。干渉回避機構においてはその共存システムの存在だけでなく、その強度の情報も重要であり、これまで、この条件を満たす干渉検出方式は存在しなかった。本研究では、干渉回避機構を柔軟に運用するために、共存システムの存在だけでなく、その強度を正確に推定する手法を提案し、その性能を評価した。提案手法では、共存システムが存在する周波数モデルを複数想定し、各モデルで最適な最大尤度規範で共存システムの信号強度測定を行う。そして、赤池情報量基準を用いてそれらのモデルから適切なモデルを選択する。この手法は汎用に扱うことが可能であり、実用的な計算量で実現可能なための工夫も施されている。本手法は数値計算実験によって、定量的、定性的に評価され、高い推定精度が示された。

研究成果の概要（英文）：

I investigate a new interference detection scheme for Ultra Wide Band (UWB) systems. The UWB systems make use of huge bandwidth of low spectrum density and its band has an overlap with the other wireless communication systems. It is necessary to detect the other systems and to avoid interference to them. The technique is called DAA (Detect And Avoid). The DAA at the UWB device needs not only to detect if the other systems exist but also to estimate the signal power from them. I propose a new scheme to estimate the primary signal power to noise ratio. In this scheme, we assume some interference models in the frequency domain, estimate the parameters of the interference based on the maximum likelihood criterion and select the most preferable model based on the Akaike information criterion. We can carry out the proposed method by reasonable computational complexity. I evaluate detection and estimation performances by computer simulations and show an availability of the proposed method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：5104（電気電子工学・通信・ネットワーク工学）

キーワード：超広帯域無線通信，干渉検出，MB-OFDM，赤池情報量基準

1. 研究開始当初の背景

Ultra-Wide-Band (UWB) システムは超広帯域で低い密度の周波数スペクトルを用いることで，他の無線通信システムとの周波数共用を想定している．しかしながら，周波数共用する他の無線通信システムへの与干渉が懸念されている．そこで，UWB システムには周波数共用する他の無線通信システムの存在を検出する Detect 技術と，その存在を検出した時に，与干渉を回避する Avoid 技術を組み合わせた DAA (Detect And Avoid) 技術を具備することが要請されている．Detect 技術としては，エネルギー検出手法や，波形検出手法などが検討されている．波形検出手法では，共存システムの基礎波形の情報が必要なため，適用可能な場面が限られる．一方で，エネルギー検出手法は簡易であるが，その検出性能としては波形検出手法に及ばない．また，これらの手法は UWB 信号の広帯域性を考慮していない．

Avoid 技術としては，UWB システムの一種である Multi-Band Orthogonal Frequency Division Multiplexing (MB-OFDM) との親和性が高い手法として，サブキャリアヌリリングや適応干渉キャンセラ技術などが検討されている．他のアプローチとして，図 1 に示すような共存システムと UWB システム間の伝搬距離を考慮した Flexible DAA が欧州を中心に標準化が進められている．これらの有用な Avoid 技術を運用するためには，適切な Detect 技術が必要である．

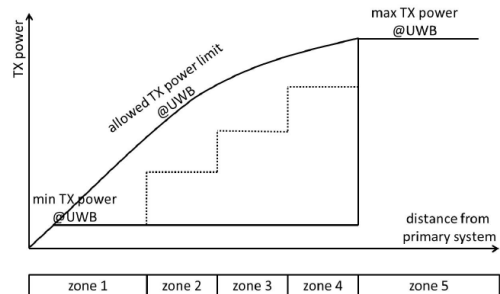


図 1 Flexible DAA の概要

2. 研究の目的

本研究では，Avoid 技術を効果的に運用するために，適切な Detect 技術について検討を行う．これまでの Detect 技術では，UWB そのものの広帯域性を考慮されていなかった．そこで，本研究では，観測帯域の広帯域性を活用し，それより十分狭い他の無線通信システムの狭帯域信号を検出し，かつ，その信号強度も同時に推定する手法を提案する．提案手法における他の無線システムの信号の検出性能と推定性能を数値計算実験によって評価することで，提案手法の有効性を示す．

3. 研究の方法

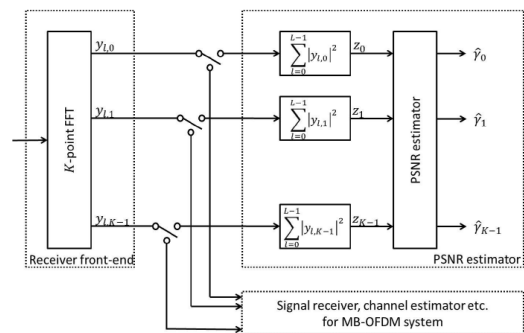


図 2 受信機構成

本提案手法では，UWB MB-OFDM システムにおける DAA 技術を目的としており，その親和性を活用するために，図 2 に示すような観測系を想定する．まず，受信機では，通常の

MB-OFDM システムと同様に、高速フーリエ変換処理を行う。これにより、共存システムの検出と通常のデータ伝送において、受信機のフロントエンドを共通化することが可能である。検出機構においては、簡易なエネルギー検出の原理に基づき、周波数毎の受信エネルギーを算出する。他の無線通信システムの占有帯域幅は UWB システムの帯域幅と比較して十分狭いので、MB-OFDM システムのいくつかの周波数キャリアに他のシステムが存在することが想定できる。そこで、他のシステムが存在する周波数の組み合わせモデルを複数想定し、各モデルの下で、確率的に最適な最大尤度規範に基づき、エネルギー検出器出力を用いて、他の無線システムの信号強度と加法性雑音のレベルを推定する。これにより、モデルの数だけ最尤推定値を得ることができる。最終的に、1つのモデルを選択する必要があるため、モデル選択規範としてよく知られている赤池情報量基準 (Akaike Information Criterion : AIC) を採用し、最適なモデルを選択する。図 3 にモデル選択の例を示す。図の右側は、観測された周波数毎のエネルギー値を示している。左側はモデル毎の AIC を示している。AIC は小さいほど適切な値であるため、図の例では第 3 番目のモデルが最適と判定され、そのモデルで最尤推定値が、最終的な他の無線システムに関するパラメータとして得られる。

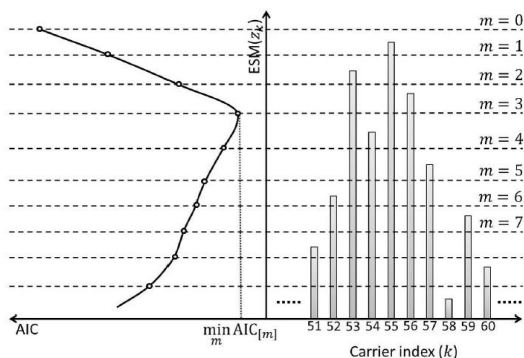


図 3 赤池情報量基準に基づくモデル判定

4. 研究成果

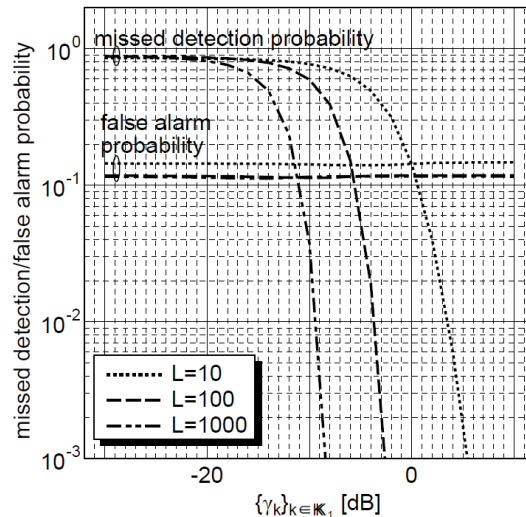


図 4 PSNR に対する推定 PSNR 特性

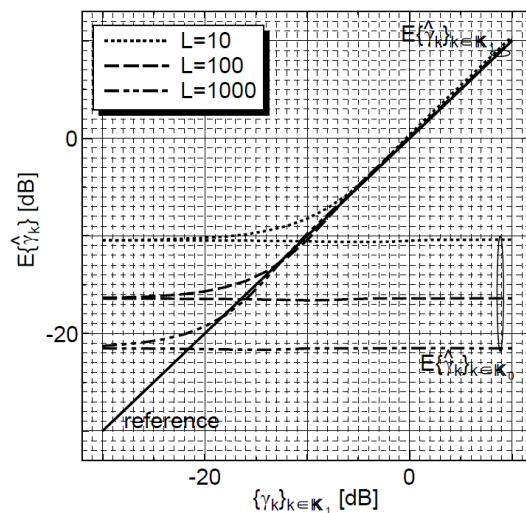


図 5 PSNR に対する未検出・誤検出特性

図 4 に横軸を PSNR (他の無線システムの信号電力対雑音電力比) とし、縦軸を推定 PSNR とした時の特性を示す。実際に他の無線システムが存在しない周波数では、雑音のみが観測されるので、PSNR によらず、一定の推定 PSNR が得られる。一方で、実際に他の無線システムが存在する周波数では、図中の reference 特性に沿って、適切に PSNR が推定できていることがわかる。しかしながら、PSNR が低い場合、その推定特性が reference 特性から離れてしまう。これは、PSNR が低い場合、他の無線信号が雑音に埋もれてしまい、その判別が困難となり、すべて雑音とみなし

て推定してしまうためである。

次に図 5 に PSNR に対する未検出・誤検出特性を示す。誤検出は PSNR によらず一定の特性となっていることがわかる。一方で、未検出特性は、観測期間 L が長いほど、その検出性能が改善できることがわかる。

5. 主な発表論文等

(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 5 件)

- ① Masahiro Fujii, Yu Watanabe, Primary Signal to Noise Ratio Estimation based on AIC for UWB systems, IEICE Transactions on Fundamentals, 査読有, vol. E96-A, No.1 pp. 264-273, 2013
- ② Masahiro Fujii, Yu Watanabe, A Study on SNR Estimation for Cognitive Radio, Proceedings of the 2012 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, 査読有, 5pages 2012
- ③ Takurou Hozumi, Masahiro Fujii, Yu Watanabe, A Study on Cooperative Interference Detection for UWB Systems, Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, 査読有, 5pages 2011
- ④ Masahiro Fujii, Yu Watanabe, A Study on Channel Estimation based on Delay Profile for OFDM Systems, Proceedings of the 16th International OFDM Workshop 2011, 査読有, 5pages, 2011
- ⑤ Masahiro Fujii, Yu Watanabe, A Study on Interference Detection Scheme using AIC for UWB MB-OFDM Systems, Proceedings of the 8th International Workshop on Multi-Carrier Systems & Solutions, 査読有, 5pages, 2011

[学会発表] (計 10 件)

- ① 藤井雅弘, 山内惇史, 羽多野裕之, 渡辺裕, ブロック伝送システムにおける軟判定復調に関する一検討, 信学技報, vol. 113, no. WBS2013-2, pp. 7-12, 2013
- ② 藤井雅弘, 高橋善智, 羽多野裕之, 渡辺裕, 組み合わせを用いた協調検出システムに関する一検討, 信学技報, vol. 113, no. WBS2013-1, pp. 1-6, 2013
- ③ 山内惇史, 藤井雅弘, 渡辺裕, SC-FDMA のための軟判定復号法に関する一検討, 信学技報, vol. 112, no. CS2012-92, pp. 155-160, 2012
- ④ 田中佑樹, 藤井雅弘, 渡辺裕, ガード

インターバルを超える遅延波による干渉を考慮した OFDM の等化技術に関する一検討, 信学技報, vol. 112, no. CS2012-91, pp. 149-153, 2012

- ⑤ 佐藤峻, 藤井雅弘, 渡辺裕, MB-OFDM システムにおける AIC を用いた周波数共用システムの検出に関する一検討, 信学技報, vol. 112, no. WBS2012-39, pp. 15-20, 2012
- ⑥ 藤井雅弘, 渡辺裕, 円周上配置アンテナを用いた OFDM システムのための伝送路推定に関する一検討, 信学技報, vol. 112, no. WBS2012-29, pp. 19-24, 2012
- ⑦ 藤井雅弘, 渡辺裕, OFDM システムのための遅延プロファイルを用いた伝送路推定に関する一検討, 信学技報, vol. 111, no. CS2011-57, pp. 61-66, 2011
- ⑧ 佐藤峻, 藤井雅弘, 渡辺裕, MB-OFDM システムにおける AIC に基づいた干渉検出に関する一検討, 信学技報, vol. 111, no. CS2011-56, pp. 55-60, 2011
- ⑨ 藤井雅弘, 佐藤峻, 渡辺裕, UWB MB-OFDM のための共存システム信号推定に関する一検討, 電子情報通信学会 2011 年総合大会, A-5-18, 2011
- ⑩ 穂積卓朗, 藤井雅弘, 渡辺裕, UWB システムにおける協調干渉検出に関する一検討, 信学技報, vol. 110, no. WBS2010-41, pp. 33-38, 2010

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井雅弘 (MASAHIRO FUJII)
宇都宮大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 20366446

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし