

災害時における干渉信号衝突検出技術の研究

西森 健太郎

1. はじめに

災害時には、使用可能な回線が限定されることが予想されるため、通常時よりも非常に効率の高い通信を行う必要がある。一方、無線LANなどの自律分散制御をベースとする通信システムはその構築が容易である反面、通信時の衝突による効率の低下が大きな問題となる。本研究では、無線LANにおけるMultiple Input Multiple Output (MIMO) 伝送においてアンテナが制御信号を送信している間に、別のアンテナで干渉信号の衝突検出を実現するための手法を提案する。IEEE802.11a/g/nベースのOFDM信号におけるショートプリアンブル信号は、あるサブキャリアのみに信号をマッピングして、その信号をIFFTしたあと送信される。受信側では、時間波形による相関演算によりタイミング同期を実現している。この信号は従来時間波形のみで用いるが、提案方法では、相関演算後にこの波形をFFTすることで、干渉信号のみが到来するサブキャリアを検出することができる。計算機シミュレーションと直交偏波をアンテナを用いたMIMO-OFDM信号による測定より、提案法より、通信中に干渉信号が効率的に検出できることを明らかにする。

2. 提案方法

図1に提案方法を実装したシステム構成を示す。図1 (a), (b) はそれぞれIEEE802.11a/g/nベースの無線LAN信号のフレームフォーマット、提案方法のシステム構成を示す。まず、図1 (a) に示すように、IEEE802.11a/g/nベースの無線LAN信号では、APと端末間における信号の同期やチャネル推定のためにプリアンブルが使用される。

提案方法では、APのアンテナ数を2とすると、ショートプリアンブルが片側のアンテナ（図の場合、アンテナ#1）のみから送信されることを利用する。この時間はアンテナ#2は信号を送信していないため、原理的にはこの間に信号を受信可能である。

図2 (b) に示すように、アンテナ#1がショートプリアンブルを所望ユーザ（端末#1）に送信している間に、アンテナ#2を用いて端末#2からの干渉信号の到来を検出することができる。実際は、所望信号に対するチャネル推定をあらかじめ行っておき、受信信号から、所望信号の応答を差し引くことで干渉信号を検出することができる。

3. 提案方法の効果

図2に、アンテナ2の偏波の違いによるアイソレーション特性を示す。2本のアンテナ間の距離 d を $3.0\lambda_0$ （ λ_0 は1波長）の場合をそれぞれ示した。図2から明らかなように、巢垂直偏波（V-V）間では、アイソレーションは-20dB程度までしか抑圧できないが、直交偏波（V-H）の利用により、中心周波数で

約48dBの信号の低下を見込むことができる。さらに、100MHzという広い帯域のこの特性がほぼ確保できている。

図3に、干渉信号到来時の周波数領域における受信信号電力を示す。この結果は、ショートプリアンブルによるタイミング検出の結果を用いてFFTを行うことで得た。図より、キャンセラを用いて差し引いた結果と干渉信号電力がほぼ一致していることがわかる。したがって、提案方法によるショートプリアンブルにおけるヌルキャリアにおいて、干渉信号の到来を観測すれば、APは信号を送信しながら、干渉衝突検出を実現できることが分かった。

4. まとめ

災害時において通信衝突による通信効率を改善するためのMIMO通信を利用した干渉検出手法を提案した。直交偏波を用いることで送受のアイソレーションを確保できるとともに、熱雑音電力以上の干渉信号を検出できることを明らかにした。

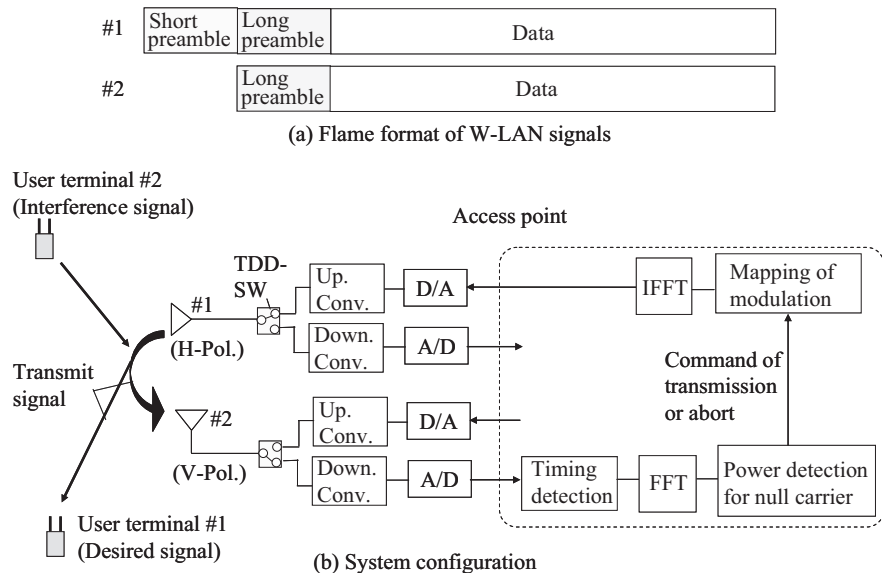


図1 提案システムの構成図

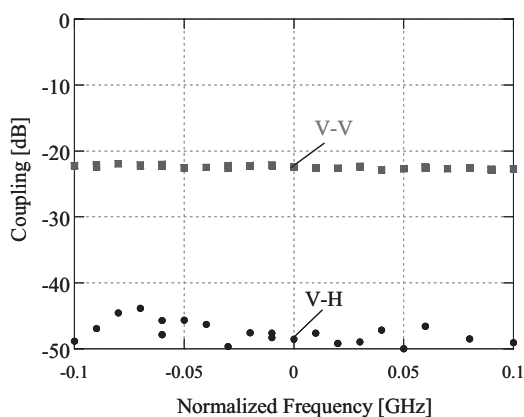


図2 アイソレーション特性

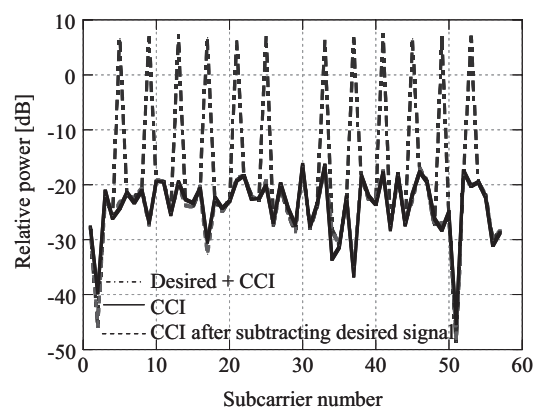


図3 干渉検出特性