

複数周波数帯同時利用無線 LAN における IR-HARQ 制御

IR-HARQ Scheme in WLAN System Using Simultaneous Transmission on Multiple Bands

夜船 誠致 藪部 聡司 杉谷 敦彦 雨澤 泰治 佐藤 慎一
Masanori YOFUNE Satoshi SONOBE Atsuhiko SUGITANI Yasuharu AMEZAWA Shinichi SATO

株式会社モバイルテクノ
Mobile Techno Corp.

1. はじめに

筆者らは、無線周波数帯の逼迫緩和を目的とした複数周波数帯同時利用無線 LAN システムを提案している[1]。本システムでは、複数の周波数帯域に分割した送信データを同時送信することで受信性能や帯域占有率を改善できる。しかしながら、マルチパスフェージング環境では変調・符号化方式 (MCS) の選択誤りに起因して再送回数 (再送遅延) が増大し、システムスループットが劣化する。本稿では、再送遅延低減のために、複数周波数帯同時利用無線 LAN システムに対する IR-HARQ 制御手法を提案する。

2. 提案手法

図 1(a)に IEEE802.11 無線 LAN システムの RTS/CTS モードにおける再送プロトコル (従来手法) を、図 1 (b)に複数周波数帯同時利用無線 LAN システムに対する IR-HARQ による再送プロトコル (提案手法) をそれぞれ示す。図 1(a)の従来手法では、他端末とのパケット衝突を回避するために再送毎に送信元が CW 区間で送信権を再度獲得し、データ送信前の送信要求 (RTS) および送信許可 (CTS) シーケンスをやり直す必要がある。一方、図 1(b)の提案手法では、パケット受信に失敗した場合は宛先が CTS フレームを送信することで、送信元への再送要求だけでなく他端末への送信禁止時間を通知できる。その結果、提案手法は再送パケットへの衝突を防止しつつ、CW と RTS/CTS シーケンス無しでの迅速な再送が可能となり、複数周波数帯同時利用と IR 合成による所要 SNR の改善も期待できる。

また、IR-HARQ では、 n 回目送信時の IR 合成パケットの復号に成功するには累積相情報量 (式(1)の左辺) が初送時の目標データレート R_1 を上回る必要がある。

$$\left(\sum_{m=1}^n N_m \sum_{f=1}^F \bar{C}_{i,f} \right) \div N_1 > R_1 \quad (1)$$

従って、受信機が $n-1$ 回目送信データの復号に失敗した場合、次回送信データ長 N_n は式(2)を満足する最小の値を選択することで、提案手法の再送遅延を最小化できる。

$$N_n \sum_{f=1}^F \bar{C}_{n,f} > N_1 R_1 - \sum_{m=1}^{n-1} N_m \sum_{f=1}^F \bar{C}_{m,f} \quad (2)$$

なお、 N_1 と N_m はそれぞれ 1 回目、 m 回目送信時の変調シンボル数、 $\bar{C}_{m,f}$ と $\bar{C}_{n,f}$ はそれぞれ信号対雑音電力密度比 (SNR) 推定値から算出される m 回目、 n 回目送信時の周波数 f の平均通信容量[2]、 F は帯域同時利用数を意味する。

3. 計算機シミュレーション

図 2 に 2 周波数帯域利用 (2.4, 5.7GHz) にて適応変調符号化を適用した従来手法と提案手法に対するシステムスループット性能を示す。なお、符号化方式は IEEE802.11n-LDPC ベースに設計したレート可変型 LDPC (初送符号化率 1/2~7/8) を共に適用し、復号方式は Layered BP (繰返し数 15 回)、変調方式は QPSK/16QAM/64QAM、フレームフォーマットは IEEE802.11a 標準、帯域幅 20MHz、最大再送回数 4 回、伝搬路は 6 パス指数減衰モデル (2dB 減衰) とした。図 2 に示すように、提案手法のスループット特性は測定区間 (SNR=0~35dB) 平均で従来手法の約 1.23 倍に向上する結果となっており、低 SNR の再送遅延短縮と高 SNR の IR 合成による所要 SNR 改善の効果と考えられる。

図 2 に示すように、提案手法のスループット特性は測定区間 (SNR=0~35dB) 平均で従来手法の約 1.23 倍に向上する結果となっており、低 SNR の再送遅延短縮と高 SNR の IR 合成による所要 SNR 改善の効果と考えられる。

4. まとめ

本稿では、複数周波数帯同時利用無線 LAN システムに対する IR-HARQ 制御手法を提案し、システムスループット性能が平均 1.23 倍に向上することを確認した。

謝辞

本研究は総務省の委託研究「複数周波数帯域の同時利用による周波数利用効率向上技術の研究開発」により実施したものである。

参考文献

- [1] 夜船他, 2017年電子情報通信学会総合大会, B-8-63, 2017. 3
[2] M. Yofune et al., "Low latency IR-HARQ scheme for WLAN system," Proc. of MICCC2017, Nov. 2017.

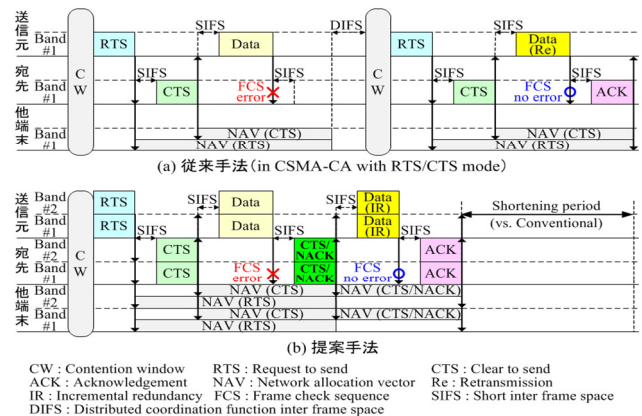


図 1 再送プロトコル (従来手法, 提案手法)

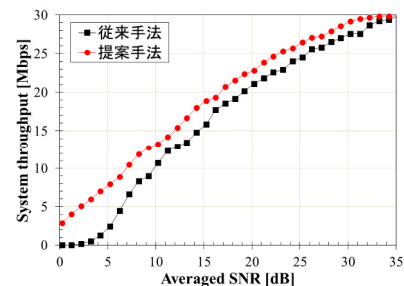


図 2 平均 SNR 対システムスループット (適応変調)