

IEEE 802.11ac のハードウェア実装と 固有ビーム伝送を用いた高解像度画像の伝送 Hardware Implementation of IEEE 802.11ac System and High-resolution Image Transmission with Eigenbeam – SDM

○田代晃司† 長尾勇平† レオナルド・ラナンテ・ジュニア† 黒崎正行† 尾知博†
Koji TASHIRO, Yuhei NAGAO, Leonardo Lanante Jr., Masayuki KUROSAKI, and Hiroshi OCHI

†九州工業大学大学院情報工学府情報システム専攻

Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

〒802-8502・福岡県飯塚市川津 680 番 4・電話番号 0948-29-7671

E-mail: {tashiro, nagao, leonardo, kurosaki, ochi}@dsp.cse.kyutech.ac.jp

1. はじめに

IEEE 802.11ac/ax で画像伝送の規格化が検討されるなど、近年、高解像度画像の無線伝送に対する需要が高まっている。そこで高解像度画像の無線伝送に関するさまざまな技術が提案されている[1]。無線 LAN IEEE 802.11 を用いた画像伝送では、劣悪なチャネル環境下において、再送処理により 200 ミリ秒程度の遅延の可能性が指摘されている[2]。本稿では、再送による遅延を生じさせずに受信画像の画質を維持する JSCC (joint source - channel coding) アルゴリズムの提案を行い、あわせて IEEE 802.11ac に対するアルゴリズムの実装について述べる。JSCC とは、伝送路と情報源の双方の特性を考慮した符号化手法である。提案手法では、スケーラブル符号化により画像を視覚的な重要度に応じて複数のレイヤに分割する。画質への寄与が高いレイヤから順に品質の高い空間ストリームおよびサブキャリアを割り当てることで、安定して受信画像の画質を維持する。

2. 固有ビーム伝送を用いた高解像度画像の伝送

無線伝送技術の一つである MIMO 固有ビーム空間分割多重伝送 (Eigenbeam - Space Division Multiplexing : E - SDM) では、送信機で複数の空間ストリームを互いに直交させてビーム形成を行

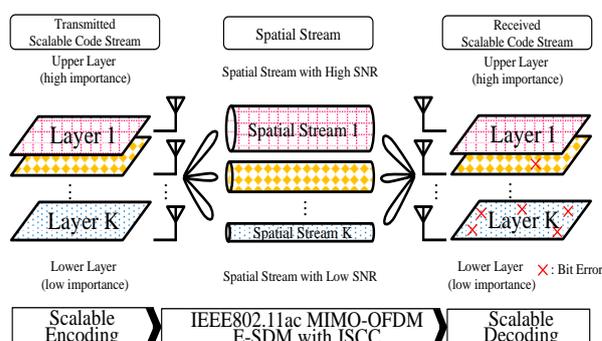


図 1 : E - SDM を用いた JSCC

う。各空間ストリームは、対応するチャネル行列の特異値が大きいほど、受信 SNR が高くなる。そこで、スケーラブル符号化されたビット列を重要度の高いレイヤから順に SNR の高い空間ストリームに割り当てることで、画質への寄与が高いデータを確実に伝送することができる(図 1 参照)。さらに、チャネル状態情報に基づいて各サブキャリアの品質を評価し、適応的にサブキャリアを割り当てる。計算機シミュレーションの結果を図 2 に示す。ビットローディングに基づく既存の JSCC アルゴリズム[1]と比較して、平均 PSNR を最大 15dB 程度改善する。さらに、伝送路の SNR が 17.5dB 以上の範囲において、平均 PSNR は 40dB 以上で、PSNR の標準偏差は 5dB 以下であり、画質を劣化させずに安定した伝送が可能である。

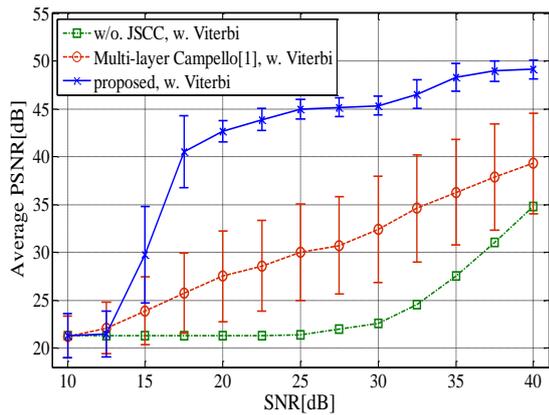


図 2 : 受信画像 100 枚の平均 PSNR

3. IEEE 802.11ac のハードウェア実装

IEEE 802.11ac のハードウェア実装について説明する. 図 3, 4 に示すように, PHY 層は再構成可能かつ大容量の FPGA ボードによるベースバンド処理と, 用途に応じて拡張可能な MPU 子ボードによる 2.4GHz/5GHz デュアルバンド RF モジュールの制御により実装される. MAC 層は, MPU 子ボードによるソフトウェア処理と, FPGA ボードによるハードウェア処理によって実装される. 提案手法では, 遅延の原因となる MAC 層でのフレームの再送処理を行わない. さらに, MAC 層でスケラブル符号化されたビット列において, 品質の異なる複数のレイヤから 1 つのフレームを生成し, PHY 層へ入力する処理を行う. PHY 層において, 提案アルゴリズムに従って, 入力されたビット列を適応的に空間ストリームおよびサブキャリアに割り当てることで JSCC を実現することができる.

4. まとめ

本稿では, 再送による遅延を生じさせずに受信画像の画質を維持する JSCC 手法を提案した. スケラブル符号化されたビット列を重要度順に品質の高い空間ストリームに割り当てることにより, 伝送路の SNR が 17.5dB 以上の範囲で, 安定して高画質を維持できることを確認した. 今後は, 本手法をハードウェアに実装する予定である.

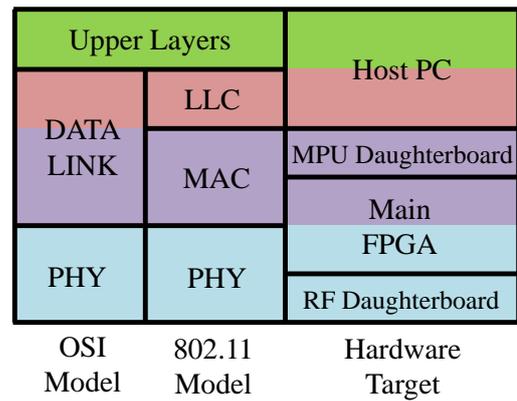


図 3 : ハードウェアターゲット

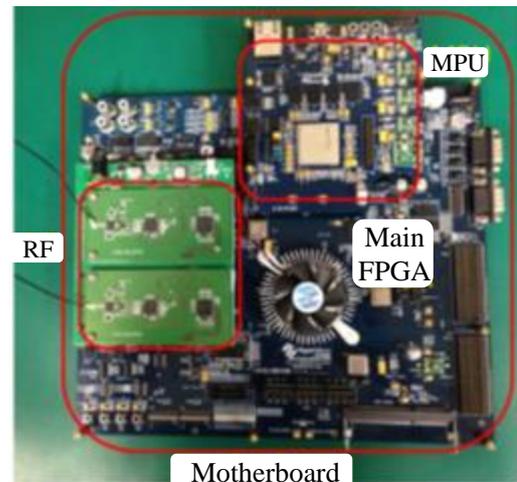


図 4 : SoC 開発プラットフォーム

参考文献

- [1] K. Hassan and W. Henkel, "Fast Prioritized Bit-loading and Subcarriers Allocation for Multicarrier Systems," Proc. IEEE Vehicular Technology Conference, pp.1-5, May 2010.
- [2] H. Zheng, G. Chen, and L. Yu, "Video Transmission over IEEE 802.11n WLAN with Adaptive Aggregation Scheme," Proc. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, pp.1-5, Mar. 2010.
- [3] K. Miyashita, T. Nishimura, T. Ohgane, Y. Ogawa, Y. Takatori, and K. Cho, "High Data-rate Transmission with Eigenbeam-space Division Multiplexing (E-SDM) in a MIMO channel," Proc. IEEE Vehicular Technology Conference, vol.3, pp.1302-1306, Sep. 2002.
- [4] Leonardo Lanante Jr., Yuhei Nagao, Tatsumi Uwai, Nico Surantha, Masayuki Kurosaki, Baiko Sai, and Hiroshi Ochi, "MU-MIMO System on Chip Evaluation Platform with 2.4/5 GHz RF-Module for Next Generation IEEE 802.11 Wireless LAN," IEICE General Conference B-8-59, pp. 331, Mar. 2014.