

# パケットの優先度を考慮した他規格間干渉回避手法の提案

山本芳之<sup>†</sup> 小林秀幸<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 仙台高等専門学校

## 1 はじめに

近年、無線 LAN の機能を備えた端末の普及により、IEEE 802.11 規格が身近なものになっている。またホームオートメーションなどに用いられる IEEE 802.15.4 規格 [1] も今後普及していくと考えられる。

どちらの規格も ISM(Industrial Science Medical) 帯の 2.4GHz 帯を使用している。しかし同じ周波数帯を使用しているため、規格間干渉により通信が阻害されることがある [2]。文献 [2] では IEEE 802.11b/g と IEEE 802.15.4 の中心周波数の差が 7MHz より小さくなると、IEEE 802.15.4 側の通信が阻害され、IEEE 802.11b/g 側はほぼ影響を与えないことが分かっている。

既存研究の規格間干渉回避手法として IEEE 802.11 の AP(Access Point) と IEEE 802.15.4 の PAN-C(Personal Area Network Coordinator) を統合させた ACROS(Active Channel Reservation for coExistence) 方式 [3]、IEEE 802.11 の STA(STation) と IEEE 802.15.4 の PAN-C を統合させた H-STA(Hybrid STA) 方式 [4] が提案されている。

ACROS 方式は PAN-C が IEEE 802.15.4 側にビーコンを送信する前に、AP がネットワークに存在しないアドレスを設定した RTS(Request To Send) を送信する。RTS を受け取った全ての STA は NAV(Network Allocation Vector) 期間だけ、通信を行わずに停止する。STA が停止している間に IEEE 802.15.4 側の通信を行うことで、干渉を防いでいる。

H-STA 方式は AP ではなく STA が RTS を送信することで全ての STA を NAV 期間だけ停止させる。STA が停止している間に、PAN-C がビーコンを送信し IEEE 802.15.4 側の通信を行うことで干渉を防いでいる。

しかしながら、どちらの方式も音声通信やビデオ通信など、リアルタイムアプリケーションに用いられる様なパケットの優先度は考慮していない。

そこで本稿では規格間干渉を回避し、パケットの優先度に応じて適応的に通信時間を変更することで優先度の高いパケットの送信時間を確保する方式を提案する。

### Interference avoidance between different standards using priority of packets

Yoshiyuki YAMAMOTO<sup>†</sup>, Hideyuki KOBAYASHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Sendai National College of Technology, HIROSE

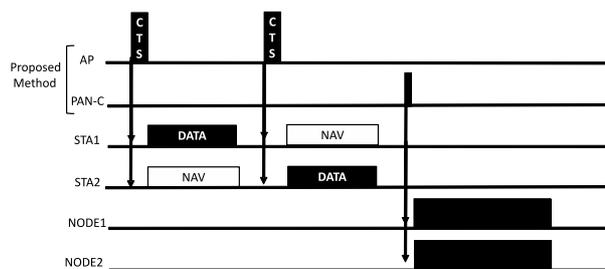


図 1: 提案方式の動作例

## 2 提案方式

提案方式は IEEE 802.11 の AP と IEEE 802.15.4 の PAN-C を統合させた端末を使用する。

図 1 に提案方式の動作例を示す。IEEE 802.11 側の通信を行う場合、AP が送信端末に CTS(Clear To Send) を送信する。CTS を受信した送信端末は NAV 期間中は送信を行い、それ以外の端末は停止させる。

本稿では送信するパケットには遅延を許さない優先度の高いパケット、ある程度の遅延を許す優先度の低いパケットの 2 種類があるとする。提案方式は優先度の高いパケットを送信していた場合は優先度の低いパケットの時よりも NAV 期間を長く設定する。これは NAV 期間を長くするほど送信端末の送信時間が長くなるためである。したがって、AP は端末と送信時間を設定し、パケットの優先度に応じて送信時間を変更することで優先度の高いパケットを早く送ることが出来る。

また規格間干渉を回避するには IEEE 802.11 と IEEE 802.15.4 の送信が同時に行わないようにする必要がある。そこで PAN-C がビーコンを送信する前に AP は CTS を送信せずに全ての STA を停止させることで、同時に送信を行うことを防ぐことが出来る。

## 3 シミュレータ

ACROS 方式と提案方式の特性を C # で作成した計算機シミュレータを用いて評価する。

IEEE 802.11 STA が n 台、IEEE 802.15.4 NODE が m 台、ACROS 方式または提案方式の端末が 1 台のモデルを考える。STA が AP、NODE が PAN-C にパケットを送信し、AP と PAN-C はパケット受信後に ACK を送信する。どちらの方式も IEEE 802.11 AP と

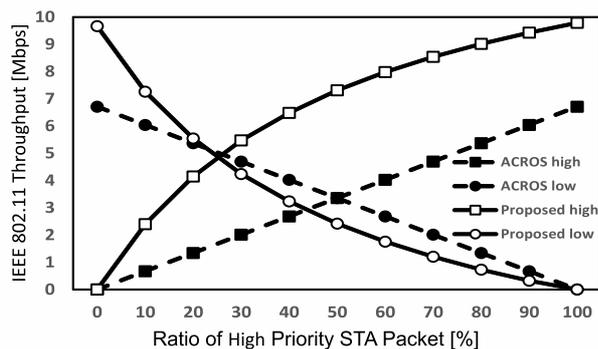


図 2: 優先度確率に対するスループット特性

IEEE 802.15.4 PAN-C を統合したものである。

このシミュレータでは複数の同じ規格の端末が同時に送信した場合は、どちらも送信に失敗したとする。また NODE と STA が同時に送信した場合、文献 [2] から NODE は送信失敗し STA は影響を受けないとする。PAN-C の送信したビーコンと STA のパケットが干渉した場合、NODE の通信は行われないものとする。

また各端末の処理時間、電波伝搬による遅延は考慮せず、バックオフなどは MT(Mersenne Twister) を使用して決定する。伝送速度は IEEE 802.11b と IEEE 802.15.4 の理論値である 11Mbps, 250kbps と設定する。

## 4 実験

計算機シミュレータを用いて ACROS 方式、提案方式の特性評価を行った。

シミュレーション条件は IEEE 802.11 の送信パケットは 1000Byte 端末数は 50 台、IEEE 802.15.4 の送信パケットは 128Byte 端末は 50 台とし、STA が送信する優先度の高いパケットの割合を変化させ行った。

図 2 は STA の全送信パケットにおける優先度の高いパケットの割合の変化に対する IEEE 802.11 のスループットである。実験結果は 100 回の平均値を表示し、横軸は STA が送信する優先度の高いパケットの割合、縦軸は IEEE 802.11 のスループットを表している。実線は提案方式のスループット、破線は ACROS 方式のスループットを示す。

ACROS 方式は優先度を考慮していないため、優先度の高い送信パケットの割合が 50 % で優先度の高いパケットのスループット (ACROS high) と優先度の低いパケットのスループット (ACROS low) はどちらも 3.3Mbps となり等しくなる。

提案方式は STA の優先度の高い送信パケットの割合が 30 % の場合は優先度の高いパケットのスループット (Proposed high) は 5.5Mbps、優先度の低いパケットのスループット (Proposed low) は 2Mbps となり、優先度の高いパケットが優先度が低いパケットのスループットより速くなる。

この結果から提案方式は ACROS 方式と比べて優先度の高いパケットの割合が 20 % ほど低くても、優先度の高いパケットが優先度の低いパケットよりもスループットが速くなる。これは提案方式は高い優先度のパケットを送信した端末に長い送信時間を割り当てているためである。したがって、提案方式は ACROS 方式に比べて優先度の高いパケットのスループットを速くすることが出来る。

また提案方式の総スループットが ACROS 方式の総スループットよりも速くなっている。これは ACROS 方式は、端末数が増加するとパケットの衝突による喪失が発生することが原因であり、提案方式では AP が端末ごとに通信時間を指定したことによりパケットの喪失を防いだためである。

## 5 まとめ

IEEE 802.11 と IEEE 802.15.4 の規格間干渉回避手法として提案された ACROS 方式はパケットの優先度を考慮していない。そこで本稿では提案方式のシミュレーションにより優先度に応じて CTS の NAV 期間を変更することで優先度の高いパケットの割合が 30 % 以上で優先度の低いパケットよりスループットを速くすることが出来た。現在は優先度を 2 種類しか用いていないが、今後は優先度のカテゴリ数を増やし、より柔軟に送信パケットの割合を優先度に応じて適応していく。また提案方式を実機を用いて評価していく。

## 謝辞

この研究の一部は豊橋技術科学大学、平成 25 年度高専連携教育研究プロジェクト“ワイヤレス分散システムにおける通信技術の開発研究”の支援で行われた。関係各位に感謝する。

## 参考文献

- [1] Jianliang Zheng, et al., “Will IEEE 802.15.4 Make Ubiquitous Networking a Reality? : A Discussion on a Potential Low Power, Low Bit Rate Standard”, IEEE Communications Magazine, vol.42, no.6, pp140-146, 2004
- [2] Marina Petrova, et al., “Performance Study of IEEE 802.15.4 Using Measurements and Simulation”, Wireless Communications and Networking Conference, vol.1, pp487-492, 2006
- [3] SHIN Soo Young, et al., “Active Channel Reservation for Coexistence Mechanism (ACROS) for IEEE 802.15.4 and IEEE 802.11, ”IEICE transactions on communications, vol.93, no.8, pp2082-2087, 2010
- [4] 藤井陽平, et al., “無線 LAN と無線センサネットワークの共存方式, ”電子情報通信学会技術研究報告, vol.111, no.68, pp65-70, 2011