

# IEEE802.11b/g 異種 WLAN システムの近接時におけるスループット特性

森内 彩加<sup>†</sup>

村瀬 勉<sup>‡</sup>

小口 正人<sup>†</sup>

<sup>†</sup>お茶の水女子大学    <sup>‡</sup>NEC

## 1. はじめに

近年、モバイルルータやスマートフォンのテザリングの普及によって、個人が無線 LAN (WLAN) システムを自由に持ち運ぶことが可能となった。その結果、ヘテロジニアスな通信環境が増加することが予想される。複数の WLAN システムが近接する環境においては、同一もしくは近接チャネルを使用した際のフロー毎の品質特性評価が既に行われている [1], [2]。一方、使用デバイスの多様化などにより、今日では、IEEE802.11 システムから 802.11n まで多様な WLAN システムが混在する環境の増加が予想される。そこで、本稿では、異種の WLAN が近接するときの、WLAN 間距離に応じたスループット特性を検証する。

## 2. 従来研究とその課題

### 2.1 従来研究

前述の文献 [1], [2] は、同種類の WLAN システムが同一の通信環境で近接通信する場合についてしか考慮していない。しかしながら、異種の WLAN 同士が近接して通信する場合には、特徴的な特性が表れることが予想できる。

### 2.2 検討課題

異種の WLAN が混在する場合には、スロットタイム値の違い及び伝送レートの違いによる性能への影響を調査する必要がある。IEEE802.11b (11b) と IEEE802.11g (11g) では、それぞれ、 $20 \mu s$  と  $9 \mu s$  のスロットタイムが実運用上使用されている。そのため、DIFS (Distributed Inter-Frame Space) などは、11g のほうが、11b よりも短くなる。その結果、完全に 1 つの帯域を CSMA/CA で共有する場合 (非常に近づいた場合) には、11g のほうが高い送信機会を得て、スループットも高くなるという特性を持つ。また、この影響に加えて、異なる伝送レートの通信が混在する場合には、performance anomaly の特性が表れ、11g の通信が 11b に大きく影響を受けることになる。さらに、伝送レートは低い方が高い場合よりもノイズに強いいため、干渉によるフレームエラー率も異なってくる。これらは、WLAN 同士がお互いに及ぼす干渉の度合いにより、変化するため、定量的な評価が必要である。

## 3. 異種 WLAN 混在スループット特性

### 3.1 モデル

本稿では、11g と 11b の WLAN を取り上げて、評価を行う。文献 [1] と同様に、干渉がない十分な遠距離から、完全に同じ CSMA/CA で動作する近距離まで、2 つの WLAN の距離を変えて、スループットを評価する。まず、スロットタイムの影響を計測するため、11g と 11b をそれぞれ用いる。また、伝送レートの影響を見るために、伝送レートを 54Mbps に固定した 11g の WLAN と 12Mbps に固定した 11g の WLAN を用い、これをスロットタイムが等しい場合の 11g と 11b に見立てて、伝送レートの影響を評価する。

### 3.2 スループット特性

WLAN 同士が非常に近距離の場合には、CSMA/CA が良く機能するため、スロットタイムが違う場合には、その違いがスループットの違いとなって現れる。また、スロットタイムが同じで伝送レートが異なる場合には、特徴的な特性が表れると思われる。

近距離でお互いのキャリアが十分に検出できる場合には、CSMA/CA が効率よく機能し、フレームエラーは少ない。しかし、距離が離れて、検出できなかった相手のキャリアがノイズとして影響することによりフレームエラー率が増加する。さらに、距離が離れると、ノイズの影響が弱くなり、フレームエラーは少なくなる。従って、相手のキャリアがうまく検出できなくなる距離において、最もフレームエラー率が増加する。ただし、キャプチャーエフェクトにより、伝送レートの低い WLAN は、ノイズの影響を受けにくく、なおかつコリジョンの時には、正常に受信される可能性が高い。従って、伝送レートの高い WLAN は、上記特性が顕著に現れる。

## 4. 実機実験におけるスループット特性

実験機器は一般的な端末を使用した。AP としては、モバイル環境向け AP である Planex の MZK-MF300N、送信端末にはスマートフォン (Android2.3.7 を搭載した NexusS) を使用した。評価モデルを図 1 に示す。WLAN システムの端末は、システムごとに送信側の無線端末 2 台と、受信側の有線端末 1 台からなるものとする。これは、一般的な WLAN の設定では、送信端末 2 台以上のときに、最大のスループットを獲得できる台数であるからである。また、各送信端末は uplink (端末から AP の方向) に通信を行う。これは、uplink のほうが downlink に比べて、干渉の影響を大きく受けるため、評価実験に

Throughput characteristics on distance between multiple wireless LANs with mixed IEEE802.11b/g

<sup>†</sup> Ayaka Moriuchi, Masato Oguchi

<sup>‡</sup> Tutomu Murase

Ochanomizu University (<sup>†</sup>)

NEC Corporation(<sup>‡</sup>)

適しているからである。実験場所は、お茶の水女子大学（東京都文京区）の学内において、30mの距離を確保可能な廊下である。今回は、実験場所の制約により、電波強度を実機最大値の15%に落として実験しているため、スケールは小さくなっているが、強度を最大にしても、同様の特性が得られるはずである。

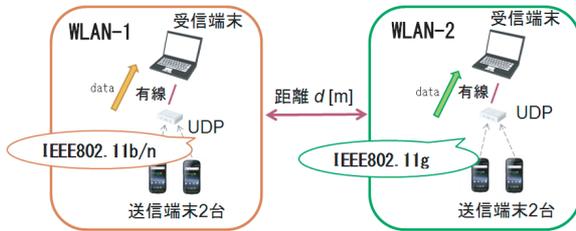


図 1: 評価モデル

図1において、WLAN-1のWLANに11b、WLAN-2のWLANに11gを使用して評価した結果を図2に示す。WLAN間距離 $d$ mを変化させたときの各WLANごとのスループットを表している。WLAN間距離0mにおいては、スロットタイムの違いにより、数倍のスループット差がでる。また、11gが優先されているため、 $d$ が小さくなるにつれて、11gのスループットは、なだらかに低下していく。

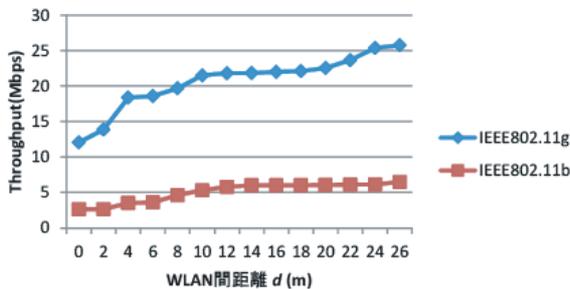


図 2: IEEE802.11b/g の混在時における距離に応じたスループット特性

一方、異なる伝送レートを用いた場合の結果を図3に示す。2つのWLANシステムは双方とも11gで、WLAN-1の伝送レートを12Mbps、WLAN-2の伝送レートを54Mbpsとしている。WLAN間距離0m地点では同一スループットとなり、スロットタイムの違いがスループット差であることを確認した。54MbpsのWLAN-2のスループットは、8m近辺で大きく変化している。これは、検出すべきキャリアを検出できずノイズとしてしまっていた場合に、最も影響が大きいのが、この地点であることを示している。図4に、フレーム再送率を示す。距離が大きくなるにつれて、フレームエラーが最初増加して、低下すること、並びに、高伝送レートWLANにて再送が多いことを示している。フレーム再送は、ノイズによるフレームエラーに加えて、コリジョンによるフレーム

エラーも含んでいるが、ほぼ予想した特性どおりの結果である。

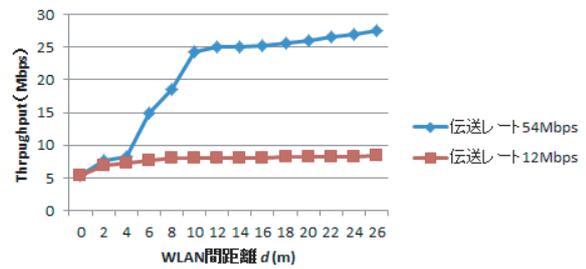


図 3: 伝送レート混在時における距離に応じたスループット特性

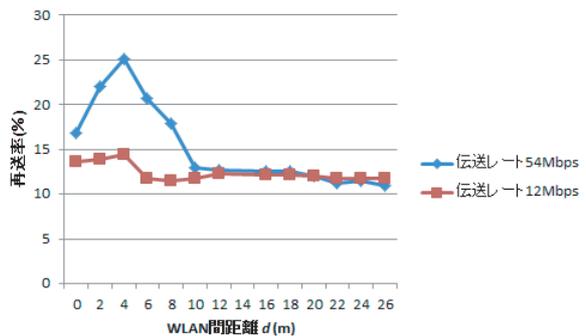


図 4: 伝送レート混在時の再送率

## 5. おわりに

IEEE802.11b/gを想定して、異なるレートのWLANの近接による通信性能の影響を実機実験にて調査した。b/gの混在においては、低レートの通信はよりノイズに強いいため、高レート通信のフレーム廃棄率が過大になる。そのため、高い伝送レートのWLANは、干渉電波が弱い場合には、スループット性能への影響はほとんど無いが、干渉が強くなると急激に性能が劣化することが特徴的であった。

謝辞 本研究は一部、独立行政法人情報通信研究機構の委託研究「新世代ネットワークを支えるネットワーク仮想化基盤技術の研究開発・課題ウ 新世代ネットワークアプリケーションの研究開発」によるものである。

## 参考文献

- [1] R.Ando, T.Murase, and M.Oguchi. "Characteristics of QoS-Guaranteed TCP on Real Mobile Terminal in Wireless LAN," In Proc. IEEE 2011 International Communications Quality and Reliability Workshop (CQR2011), May 2011.
- [2] 森内彩加, 村瀬勉, 小口正人: 近接した複数無線LANチャンネル間距離とスループット特性, 電子情報通信学会 CQ 研究会, CQ2012-67, pp.53-58, 2012年11月.