

AP 送信機会向上のための無線端末数に応じた IEEE 802.11 コンテンションウィンドウの制御方式

江本 奈穂[†] 木村 成伴[‡] 海老原 義彦[‡]

[†]筑波大学 第三学群情報学類 [‡]筑波大学大学院 システム情報工学研究科

1 はじめに

近年、無線 LAN (IEEE802.11) を搭載した小型機器等の普及により、家庭内や企業等での無線 LAN の利用が増えている。これらは無線端末同士が直接通信し合うアドホックネットワークではなく、AP (Access Point) を経由して通信するインフラストラクチャネットワークを構築するのが一般的である。この AP と各無線端末はそれぞれデータフレームを送信できる確率が等しい。このため、フレームを送信する端末が多い場合、AP からの下り方向のトラフィックが滞りやすくなるという問題がある。これを改善するため、本論文では、AP の IEEE802.11 DCF (Distributed Coordination Function) [1] コンテンションウィンドウを無線端末数に応じて制御することで、AP の送信機会を増加する方式を提案する。

2 IEEE802.11 DCF について

DCF では、各端末がフレームを送信する際に、無線メディア状態を検知し、他端末がフレームを送信していれば送信が終わるまで待機する。その後、DIFS (DCF InterFrame space) 期間、他端末がフレームを送信しなければ、更にランダム時間 (Backoff Time) 待機してからフレームを送信する。この Backoff Time は、無線規格ごとに決められた定数 Slot Time と、各端末が [0, CW] から得るランダムな整数値の積で得られる。

さて、無線 LAN において、もし送信したフレームに対する ACK が返らなければ、フレームの衝突があったとみなされる。このとき、該当端末は CW を 2 倍にし、新たに得られた Backoff Time 後にフレームを再送する。CW は初期値が CWmin であり、フレームの連続再送回数に応じて CW の最大値 CWmax に達するまで値を 2 倍に増

加させる。これにより再送時のフレーム衝突確率を減少させている。なお、連続再送回数が規定値を超えると、フレームは破棄される。

しかし、AP も各端末も同一の方式で Backoff Time を決めるため、フレームを送信する端末が多ければ多いほど、AP からフレーム送信できる確率が減少してしまう。

3 提案方式

前章で指摘した問題を解決するために、本章では AP の CW のみを制御することで AP の送信機会を向上させる方式を提案する。

さて、AP がランダム値 0 を得てすぐに新規フレームを送信する確率は $1/(CWmin + 1)$ で与えられる。同様に、 n 台のいずれかの端末が新規フレームをすぐに送信する確率は $n/(CWmin + 1)$ となる。ここで、AP と全ての端末がすぐにフレームを送信し、これらのフレームが衝突したと仮定すると、再送時に AP、各端末が再送フレームをすぐに送信する確率は、それぞれの CW が 2 倍になるため $1/2(CWmin + 1)$ となる。この衝突を繰り返すと、 r 回目の再送時にいずれかの端末がフレームをすぐに送信する確率は $n/2^r(CWmin + 1)$ となる。

提案方式では、 2^r が n 以上になるまで、つまり、

$$\frac{1}{CWmin + 1} = \frac{2^r}{2^r(CWmin + 1)} \geq \frac{n}{2^r(CWmin + 1)} \quad (1)$$

が成立するまで、AP は再送時の CW を CWmin から増加させない。これにより、多くの端末がフレームを送信している場合でも、AP がより少ない Backoff Time を得て、各端末よりも早くフレームを送信できる確率が高くなり、AP の送信機会が向上することが期待される。なお、提案方式では AP が実際に通信しようとしている端末台数 n を把握する必要があるが、ある一定時間内に AP にアクセスした台数を数えることで、これを定めることができる。

4 シミュレーション実験

提案方式の有効性を確認するため、ネットワ

IEEE 802.11 Contention Window Control Method Based on the Number of Wireless Terminals to Improve Transmission Probability for APs

†Nao Emoto ‡Shigetomo Kimura ‡Yoshihiko Ebihara

†College of Information Science, Third Cluster of Colleges, University of Tsukuba

‡Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

ークシミュレータ ns-2 を用いて、AP と各端末のスループットの測定を行った。

まず、ns-2 の IEEE802.11 無線 LAN の機能を実現する mac-802_11 プログラムのデータフレームを送信する部分に提案方式を追加し、これを AP のノードのみに適用した。端末のノードには、従来の mac-802_11 プログラムを適用した。

実験に用いたネットワークトポロジを図 4.1 に示す。図に表すように、n 台の無線ノードの内、ノード 0 を AP、ノード 1~n を無線端末とした。そして、ノード 0 からは無線端末数分のフローを各無線端末へ送り、無線端末からはそれぞれ 1 つずつ AP へのフローを送った。これらのフローは、VoIP 等のリアルタイムトラフィックでの有効性を確認するために UDP を用いた通信とし、パケットサイズは 320Byte、ビットレートは 64Kbps とした。

本実験のシミュレーションで使用する無線規格は IEEE802.11b、伝送速度は 11Mbps、CWmin は 31、CWmax は 1023 である。シミュレーション時間は 100 秒、シミュレーション回数は 5 回とし、これを、端末数を 1~40 台に変化させて行った。なお、無線通信によるデータ誤りは発生しないものとする。

図 4.2 と図 4.3 に、AP のスループットと端末のスループットの合計の平均値と信頼係数 95% のときの信頼区間を示す。

図 4.2 より、端末数が 1~18 台の場合は、AP の平均スループットは両方式ともほぼ同じになった。台数の増加に従って線形に増加していることから、このときは輻輳は生じていないことがわかる。端末数が 20~33 台のときは、台数の増加により平均スループットは急激に減少しているが、少ない再送回数でフレームが送信できた場合が多かったことから両方式の平均スループットはほぼ同じになった。しかし、34 台以上になると、AP の送信確率が端末よりも高くなり、提案方式は従来方式よりも 13.7%~84.5% 平均スループットが増加した。

一方、図 4.3 より、端末の合計スループットの平均値は、端末台数が 30~34 台のときは、提案方式が従来方式より 3.6%~8.2% 増加しているものの、35 台以上の時は AP の送信機会が増えたことから、2.9%~6.4% 減少した。

5 まとめ

本論文では、無線端末数に応じた、AP のコンテンツンションウィンドウ制御方式を提案した。そして、シミュレーション実験より、提案方式は、端末のプログラムを変更することなく、輻輳状

態がある程度重くなったときに、AP に優先的にスループットを割り当てることができることを示した。今後の課題として、提案方式を更に改良し、軽い輻輳状態であっても、AP の平均スループットを向上させること等が挙げられる。

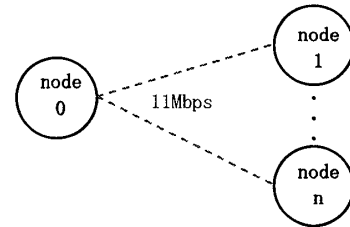


図 4.1 ネットワークトポロジ

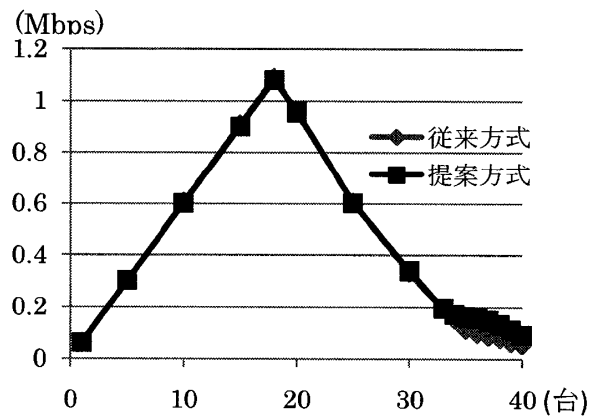


図 4.2 AP の平均スループット

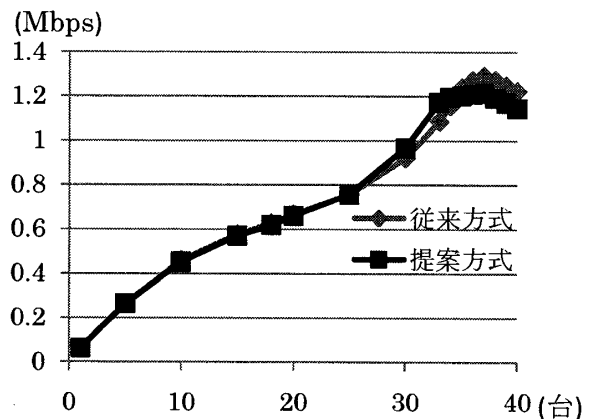


図 4.3 端末の合計スループットの平均値

参考文献

- [1] IEEE Standard, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," IEEE Std 802.11, 2007.