

指数分布に従うランダムバックオフを持つCSMA/CA方式の性能

1220319 川見 康太 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

今日では、スマートフォンやパソコンなど多くの人が使う製品に無線LANが搭載されており、無線LANは今後も人々の生活に欠かすことのできない存在として利用されていくと考えられる [1]. 現在の無線LANで使用されている技術はCSMA/CA(carrier sense multiple access/collision avoidance)方式であり、この技術の発展が今後の社会に必要である.

CSMA/CA方式のスループットを改善する方法として、バックオフ時間を定める際に用いる乱数を期待値の小さな指数乱数とすることが検討された [2]. 本研究では、その方法で生じる遅延について検討する.

2 CSMA/CA方式

各デバイスが同一の無線チャネルを用いてパケットを同時に送信すると、衝突が発生しデータが失われる. そのため、IEEE802.11無線LANではこのような衝突を回避するためにCSMA/CA方式が採用されている. この方式では各デバイスが自律的にチャネルのキャリアセンスを行い、チャネルのステータスがアイドルであったとしてもランダムな時間待機し、待機後のキャリアセンスの結果がアイドルであった場合にのみパケットを送信する. このランダムな待機時間はバックオフと呼ばれる. このように、CSMA/CAではバックオフ時間を用いて衝突を回避するが、伝搬遅延や隠れ端末などがある場合には衝突が発生することがある. 衝突の際には再びバックオフ時間を設定しパケットを送信する.

3 2進指数バックオフ方式

バックオフ時間(BackoffTime)は、コンテンションウィンドウ(CW)の範囲内で決められた乱数にスロットタイム(SlotTime)を掛けることで求められる. チャネルがアイドルの時はこのバックオフ時間を減らしていき0になったデバイスがパケットを送信する.

2進指数バックオフ方式は、パケットの送信に失敗したデバイスのCWを2倍にする方式である [3]. CWは以下のように求められる.

$$CW = (CW_{min} + 1) \times 2^n - 1 \quad (1)$$

バックオフ時間を求めるための乱数(Random())は $[0, CW]$ の一樣乱数の整数値である.

式(1)の n は再送回数であり、初めて送信するパケットのCWは CW_{min} となる. 本研究ではRandom()を一樣乱数又は指数乱数としてCSMA/CAの性能を求める.

4 性能評価

Random()を期待値0.5CWの一樣乱数, 期待値0.1CWの指数乱数, 期待値0.5CWの指数乱数としたCSMA/CA方式の総トラフィックとスループットの関係を図1に、総トラフィックと遅延の関係を図2に示す(T はパケット長).

図1及び図2より、バックオフ時間を期待値の小さな指数乱数により定めることでスループットは大きくなるものの、同時に遅延も大きくなっていくことが分かる.

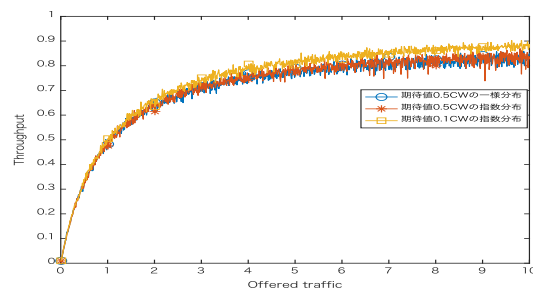


図1: チャネルの最高速度で正規化したスループットと総トラフィックの関係

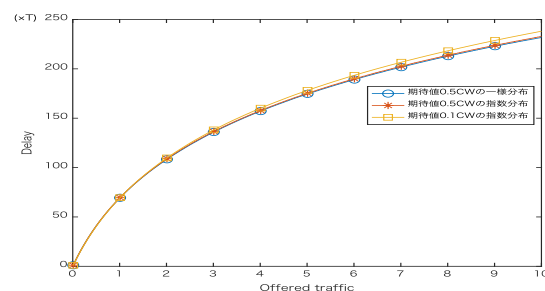


図2: 遅延時間と正規化総トラフィックの関係

5 まとめ

本論文では、CSMA/CA方式のバックオフ時間を定める乱数に期待値の小さな指数乱数を用いた場合のスループットと遅延の関係について明らかにした. スループットが向上したときに、遅延も大きくなることが分かった. 今後は、遅延を増加させることなくスループットを向上させる方法について検討する.

参考文献

- [1] 総務省, “第1部 特集 デジタルで支える暮らしと経済, 第1節 国民生活におけるデジタル活用の現状と課題, 1 デジタル活用の現状,” <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd111100.html>, 2022.
- [2] 石崎大輔, “CSMA/CAにおけるバックオフ時間のランダム性がスループットに及ぼす影響,” 高知工科大学修士学位論文, Feb. 2021.
- [3] 守倉正博, 久保田周治, 802.11 高速無線 LAN 教科書, インプレス, 2005.