

近接時のWLANにおける公平性制御

森内 彩加[†]村瀬 勉[‡]小口 正人[†]
[†]お茶の水女子大学 [‡]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などの普及によって、個人がIEEE802.11ネットワーク(WLANシステム)を自由に持ち運ぶことが可能となった。そのため、複数のWLANシステムが近接する環境が増加し、互いに干渉しあうことが品質上の問題となっている。

すでに我々は、複数の移動WLAN間の距離と通信品質の関係を調査してきた[1]。端末数や通信規格などが異なるヘテロジニアスな通信状況では、自局のWLANの通信特性は、干渉相手の無線LANとの距離に大きく左右されると共に、相手の属性、あるいは通信特性にも大きく左右される。このため、品質公平性を高めるためには、その品質特性を把握し、公平性制御を行うことが重要である。しかしながら、802.11の機能を大きく変更するような制御や、全ての端末に特殊なソフトウェアを導入する制御が、不可能な状況も存在する。そこで、本稿では、付加的な機材にて実現できる制御を用いて、公平性を制御する方法を提案し、その評価結果について述べる。

2. 従来研究とその課題

ポータブルなアクセスポイント(AP)とそれに接続するモバイル端末で構成される移動WLANを対象とした研究はすでに行われている。例えば、文献[1]では、ヘテロジニアスな通信環境における近接度に応じたフローごとの品質特性評価として、端末数やチャネル差、通信規格が異なる際のQoS特性(スループット)が明らかにされている。同文献では、スループット特性は、多様な属性や通信特性をもったWLANシステムの構成によって決められてしまい、これが必ずしも、公平であるとは限らないことが示されている。また、端末単位、無線LAN単位など、スループット公平の定義は、状況に応じて異なるものが利用されるであろう。そこで、本稿では、無線LANのスループット比を任意に設定することを目標とした制御について検討する。

3. 制御ポリシー

WLAN間距離とスループットは、何らかの方法で把握可能と仮定し、制御はネットワーク的に中立的な立場

から第三者が行うものとする。本稿では、説明の簡単化のため、2つのWLAN間の制御について記すが、本稿で示す制御方法は、3つ以上のWLAN間の公平性制御にも容易に拡張可能である。

4. 提案する優先制御方法

4.1 優先制御方法

無線LANのスループットを無線LAN外から制御するには、CSMA/CAのキャリアセンス制御か、受信確認制御(バイナリバックオフ制御)をねらうのが効果的である。そこで、提案方法では、ROCと指向性アンテナ付き制御専用WLAN(以下、単に制御WLAN)とのいずれか、あるいは両方を使用する。以下、各制御の詳細を述べる。

4.2 ROC

ROC(Receive Opportunity Control in MAC Frame)[2]は、ある割合のMACフレームの送達を制御することで優先制御を行う。これは、例えば、802.11のMAC方式であるCSMA/CAにおいて、ACKをノイズエラーさせることで実現される。このACKエラーにより、802.11がもともと持っている再送制御とバイナリバックオフ制御機能が働くため、非優先端末の送信機会が他に譲られることで、優先制御が実現される。端末ごと、あるいはWLANごとにMACフレームの廃棄率をコントロールすれば、端末ごとにもWLANごとにも制御可能である。

4.3 制御WLAN

制御WLANとは、指向性アンテナを使用した別WLANを配置することにより、優先側WLAN(WLAN-2)とはCSMA/CAを行わず、非優先WLAN(WLAN-1)のみとCSMA/CAを行わせることで、優先WLANのスループットを改善させる制御方法である。非優先側が、制御WLANの送信中によるキャリアビジーのために待機している時間帯にも、優先側は(キャリアビジーにならないため)送信が可能である。この差がスループット差を生み出す。制御WLAN自体は、特殊な機能が不要な通常のWLAN端末とAPのペアであり、容易に実現できる。また、通信トラフィック量を調整することで、制御強度を変更することができる。ただし、指向性アンテナによる優先側と非優先側の区別を厳密に行えるかどうか効果が左右する。

5. シミュレーションにおける制御効果の評価

シミュレータにはNS2を使用し、shadowingモデルにより、複数WLAN通信環境における距離に応じたスループット特性についてモデル化[3]し、ROC制御効果

Fairness control for QoS on closely located multiple wireless LANs

[†] Ayaka Moriuchi, Masato Oguchi

[‡] Tutomu Murase

Ochanomizu University ([†])

NEC Corporation([‡])

を確認する．近距離では，非優先側の WLAN-1 のスループットが低下する分，優先側の WLAN-2 は，スループットが増加する．理想的には，近距離でも WLAN-2 のスループットを下げないように制御したいが，ROC の特性により，限界がある．

図1の評価モデルの構成で，ROC で実現した WLAN-1 の MAC フレーム廃棄率をパラメータとして，各 WLAN のスループットと WLAN 間距離の関係を図2に示す．縦軸は各 WLAN の UDP スループット，横軸は2つの WLAN 間距離 d m としている．実線は，非優先 WLAN-1 のスループット，点線は優先 WLAN-2 のスループットをそれぞれ意味する．

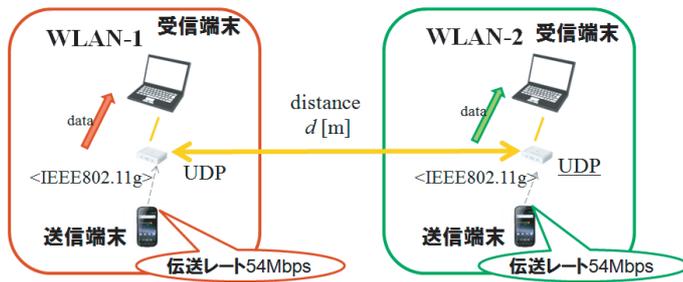


図1: 評価モデル

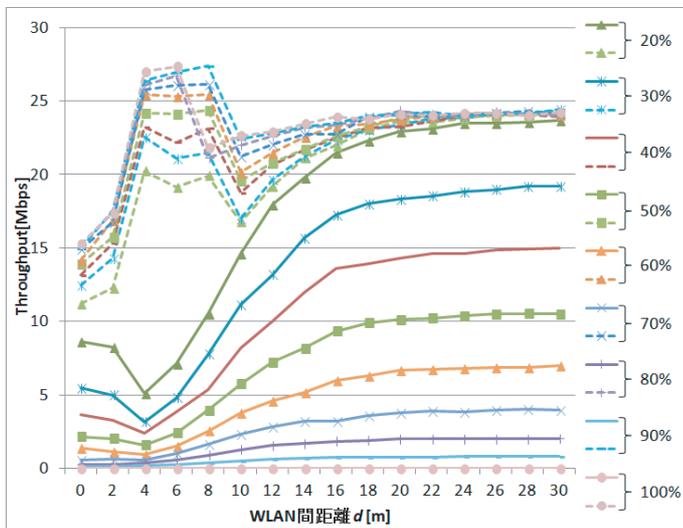


図2: ROC 制御結果

近距離になっても，優先 WLAN のスループットは，非優先 WLAN よりも大きくなっており，また，MAC フレーム廃棄率を変化させることで，スループットの差も変化している．このことは，任意のスループット比が得られるであろうことを示している．なお，近距離では，MAC フレームエラー増加に伴う EIFS の増加で，多少異常なスループット値になっている．

6. 実機を用いた制御効果の評価

図2の評価結果から，WLAN システムの近接度を認識している状態で，要求帯域を得るには，どの程度の強さで MAC フレーム廃棄をかければよいのかということが明らかになった．一例として，一方のユーザが相手の WLAN の3倍の帯域を得たいとする．このとき，相手の WLAN が 12~14m 離れているときには ROC の強さを MAC フレーム廃棄率 = 50%，また4倍の帯域を得たいとすると 16~20m 離れているときには 60% かければよい．そこで，実際の環境で，このような制御が可能であることを実機実験により示した．モバイル通信環境を想定しているため，送信端末にはスマートフォン，AP にはモバイルルータを使用した．図1と同じ，つまりシミュレーションと同じ条件で，実機での評価を行った結果，シミュレーションと同じ制御効果を得られることが確認できた．

7. おわりに

本稿では，相手の WLAN との属性・構成の違いによる不公平を是正するために，ROC と制御 WLAN を使用する方法を提案した．本提案公平性制御の中の ROC を使用した制御手法について，効果をシミュレーションと実機実験により確認し，必要帯域割合に応じた WLAN ごとの公平性制御が可能であることを示した．今後，制御 WLAN の評価を進める予定である．

参考文献

- [1] Ayaka Moriuchi, Tutomu Murase, Masato Oguchi, Akash Baid, Shweta Sagari, Ivan Seskar, and Dipankar Raychaudhuri: "Measurement Study of Adjacent Channel Interference in Mobile WLANs" In Proc. the International Workshop on Green Broadband Access (GBA2013) in conjunction with the IEEE International Conference on Communications (ICC2013), pp. 576 - 580, June 2013.
- [2] Tutomu Murase, Kousuke Uchiyama, Yumi Hirano, Shigeo shioda and Shiro Sakata, "MAC-Frame Receiving-Opportunity Control for Flow QoS in Wireless LANs," IEICE Trans. On Comm. Vol.E92-B No1 pp.102-113, January 2009.
- [3] 神田正則, 甲藤二郎, 村瀬勉, "HCCA 及び CSMA/CA 制御アクセスポイント混在時の特性評価," 電子情報通信学会総合大会 2014 年 3 月.