

# 無線アドホックネットワークにおける公平性向上の研究

Studying for Fairness in Wireless Ad-hoc Network

グエン フー カイン  
Nguyen Huu Khanh

渡部 康平  
Kohei Watabe

中川 健治  
Kenji Nakagawa

長岡技術科学大学 大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Nagaoka University of Technology

## 1 まえがき

本研究では、無線アドホックネットワークにおける、ノードごとの公平性を向上させるアルゴリズムを提案する。無線アドホックネットワークは、基地局や固定ネットワーク網などのインフラに依存せず、各端末が自律分散的に周囲の端末を認識してネットワークを構築する。しかしながら、各端末を接続する無線方式として用いられる IEEE 標準に準拠した無線 LAN 技術を適用するとき、無線アドホックネットワークにおけるネットワーク特性は必ずしも良好ではない。そこで、本研究では、無線アドホックネットワークの代表的な問題について、その公平性を向上させる方法を提案する。

## 2 提案アルゴリズムについて

この無線に参加する移動端末は、帯域幅を MAC 層、バッファスペースをリンク層で獲得する競合が発生する。連鎖トポロジの問題は、図 1 に示したように、各端末は自身が生成したダイレクトフローと、他の端末が生成したフォワーディングフローを送信/転送しなければならず、リンク層と MAC 層での厳しい競合問題が起こる。

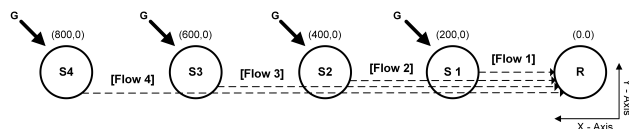


図 1 A five-station chain with four flows

この問題は、IEEE 標準である方式だと、中継ノードのキューに不利なノードの packets は入りにくくなり、不公平となる。

そのため、本検討では、MAC 層の振る舞いを仮定せず、リンク層でのみ動作させ、確率的に packets を制御する新しいアルゴリズムを提案する。リンク層での競合による公平性低下を向上するために、フローごとのキュー長を基に packets の入出力を制御する二つのアルゴリズムから構成される。

- アルゴリズム 1 : 確率的にキューへ挿入を許可することで、リンク層におけるダイレクトフローの入力 packets を減少させ、フローごとのキュー長を公平に制御する。  $i$  番目のフローに対するキュー挿入確率  $P_{i,input}$  は、自律的に動作させ、次のように表す。

$$P_{i,input} = \begin{cases} 1, & \text{if } q_{i,len} \leq q_{ave} \\ \frac{q_{i,len} - q_{ave}}{n}, & \text{if } q_{i,len} > q_{ave} \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 $n$  はフロー数、 $q_{i,len}$  は  $i$  番目のフローのキュー長、 $q_{ave}$  は全フローのキュー長の平均値である。

- アルゴリズム 2 : キュー内から MAC 層への送信 packets を確率的に許可する。MAC 層における送信帯域と受信帯域の違いによる不公平を改善する。  $i$  番目のフローに対するキューからの送出確率  $P_{i,output}$  は、送出重み定数  $\gamma$  を用いて次のように表す。

$$P_{i,output} = \begin{cases} 1, & \text{if } q_{i,len} \leq q_{ave} \\ \gamma \frac{q_{i,len} - q_{ave}}{n}, & \text{if } q_{i,len} > q_{ave} \end{cases} \quad (2)$$

## 3 シミュレーションと考察

図 1 に示したような環境下において提案法によって公平性を改善することを、シミュレーションによる Fairness index  $\mathcal{J}$  の評価結果から示す。Fairness index  $\mathcal{J}$  は  $1/(\text{フロー数}) \leq \mathcal{J} \leq 1$  であり、1 に近いほど公平である。トポロジは図 1 と同様で、S1 および S2, S3, S4 は負荷として  $G$  を与えた等しいトラフィックをそれぞれの受信機 R に対して発生させる。トラフィックタイプは全て UDP/CBR であり、packet サイズは 1[kB] である。また、それぞれのノードにおけるバッファサイズは 100[packet] である。

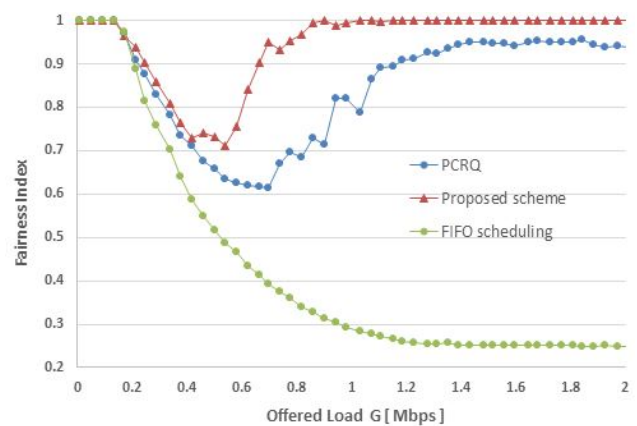


図 2 Fairness index vs. Offered load

図 2 は、提案法および FIFO、論文 [1] の PCRQ を用いた、Fairness index の評価結果である。FIFO や PCRQ と比べ、提案法は公平性を改善した。

今後は、TCP トラフィックを採用するトポロジなども含めて、より複雑な条件のトポロジについて検討を進める。

## 参考文献

- [1] Giang. P.T., and Nakagawa, K., Achieving Fairness over 802.11 Multihop Wireless Ad Hoc Networks, IEICE Transactions on Communications, vol.E92-B, no.8, pp.2628-2637, August 2009.