

## マルチホップ網における公平制御技術の研究

B-18

A Study of Fairness Control Methods for Multi-hop Network

内田 涼介<sup>†</sup>Ryosuke UCHIDA<sup>†</sup>小川 猛志<sup>†</sup>Takeshi OGAWA<sup>†</sup><sup>†</sup> 東京電機大学情報環境学部情報環境学科<sup>†</sup> School of Information Environment, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

近年, IoT サービスの基盤として, 複数のセンサノードを交互に接続するマルチホップ網が注目されている. ノード間の通信方式に 802.11 があるが, フロー合流問題と中継問題という公平性の問題があり, 特定ノードが通信帯域を占有する可能性がある. 本論文では, 各ノードの通信量の合計がネットワークの容量を超過しても, 全てのノードに対して同等な通信機会を確保する方法を提案し, シミュレーションによる評価結果を示す.

## 2. 現状の問題点と対策案

## 2.1 中継問題の概要

中継問題とは, 自端末で生じたパケットが送信バッファを専有し, 上流端末から受信したパケットを下流(シンク方向)に転送できなくなる問題である.

## 2.2 中継問題に対する対策案

キューを自端末で生じたパケット用と他端末で生じたパケット, すなわち中継用の 2 つに分ける. 上流ノード数を  $N$  としたとき, 自端末用と中継用で送信レートが  $1:N$  になるようにラウンドロビンで 2 つのキューを変更する. また, 中継用キューにパケットがなければ, 中継パケットの受信を待つ.

## 2.3 フロー合流問題の概要

フロー合流問題とは, 複数の上流ノードが同一の中継ノードに接続する場合, 上流ノードが転送するフロー数に関わらず各上流ノードの送信レートが等しくなる問題である. 例えば, 2 つの上流ノードが中継ノードに接続する場合, 公平に通信にするためには, それぞれの上流ノードが転送するフロー数の比が  $n:m$  で, 上流ノードの送信レートも  $n:m$  にならなければならない.

## 2.3 フロー合流問題に対する対策案

802.11 では, CWmin を調整することで当該ノードの通信機会を調整可能である. しかし, あるノードの CWmin を変化させるとその影響はマルチホップ網内の全ノードに及ぶ. このため, トポロジに依存せず事前に最適値を設計することはできない. そこで, 各ノードが下流ノードを通過するパケット数をカウントし, 自ノードの送信量がフロー数に応じた比率になるように CWmin の値を制御することで, 各ノードの CWmin を自動調整する.

## 3. 対策案の評価

C 言語により, 図 1 のトポロジに対応した 802.11(RTS/CTS)の L2 を擬似したシミュレーターを開発し評価を行った. その結果を図 2 に示す. 従来方式, 従来方式+中継問題解決では公平性の問題が生じている. 従来方式+中継問題+フロー合流問題解決は, 全てのノードがほぼ均一にシンクまでパケットを送信できている. また, Jain's Fairness Index( $= (\sum xi)^2 / (n \sum xi^2)$ )の値も 1 に近く, 公平に通信が可能であることが確認できる.

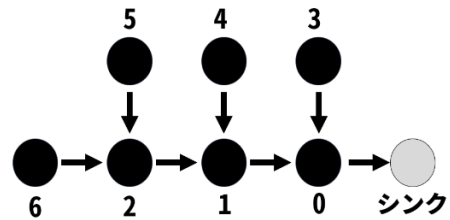


図 1. シミュレーションのトポロジ

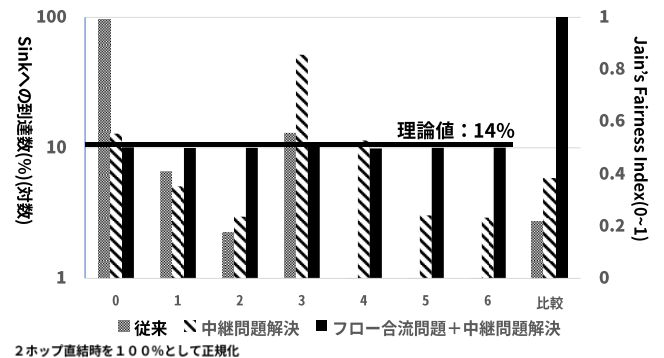


図 2 シミュレーション結果

## 4. まとめと今後の課題

フロー合流問題と中継問題を解決することによって, 公平性の改善が得られることが分かった. 今後は, フロー数変動時の評価, ネットワークシミュレータ等を使った評価や他トポロジにおいても改善が見られるかの検証を行いたい.

## 参考文献

[1] 原田知輝, 小川猛志, “マルチホップ網における公平制御技術の研究,” 信学会東京支部学生会研究発表会, 85, Mar. 2016.