

マルチホップ網におけるスループットと公平性の改善技術の研究

B-18 Study of Throughput and Fairness improvement Technique in Multi-hop Wi-Fi Network

島津 綾香[†] 小川 猛志[†]Ayaka SHIMADU[†] Takeshi OGAWA[†][†] 東京電機大学情報環境学部情報環境学科[†] School of Information Environment, Tokyo Denki University

1. はじめに

近年, IoT のサービス基盤として, 複数の無線中継局を接続するマルチホップ網が注目されている. しかし既存の IEEE802.11 RTS/CTS 方式や 802.15.4, 802.16 などでは使用率が高くなるとスループットが低下する問題や公平性の問題がある. それら既存のマルチホップ技術は, ランダムに設置された中継ノード間でのデータ転送を前提としているが, 実際のサービスでは, 不要な中継ノードの設置は避けて, 道沿いなどに計画的に設置される場合が多いと考えている. そこで, 本研究では, 格子型二次元トポロジを想定し, これらの問題に対する改善案を提案し, シミュレーションによる評価結果を示す.

2. 既存技術

802.11 の RTS/CTS や 802.15.4 などのランダムアクセス技術では無線リンクの使用率が高くなると RTS 同士の衝突や晒し端末問題が発生する. また 1 ホップ内での公平性を優先しているため, シンクから遠方のノードからの送信が抑止される問題がある. 802.16 などの集中制御技術ではシンクが各ノードに順次送信指示を行うことでフレーム衝突によるスループット低下とホップ数による不公平問題を回避しているがマルチホップ網の最大ホップ数に反比例して網全体のスループットが低下する問題がある[1].

3. 対策案

3.1 スループット低下の対策案

シンクは 1 ホップ内の各ノードに順次 Poll フレームを送信する. Poll で指示されたノードはデータ送信を行うが, 他宛て Poll を受信したノードは上流(シンクと逆方向)に Poll を転送することで, 複数区間でのデータ同時送信を実現し, 802.16 で問題となったスループット低下の回避を狙う. しかしこの対策のみでは転送された Poll 同士の衝突が起きる場合がある. そこで二次元格子の前提を活かし, 他宛て Poll を受信したときに Poll 宛先ノードが自ノードと 180 度逆側の位置にあり, 下流が Poll 宛先ノードと自ノード以外に隣接ノードを持つ場合は Poll 送信を抑止することで Poll の衝突を回避する. さらに, 他宛ての Poll を受信しないノードは上流に送信指示ができないので, 当該ノードの下流ノードは $n/(2n+1)$ の確率で当該ノードに転送を指示する Poll を送信することでデータ転送の送受のバランスを最適化する.

3.2 公平性の対策案

上流ノードから転送されるパケットのソースノードの数に合わせて各ノードがポーリングを行う比率を変更する. また, 送信キューを自端末用と他端末用に分け, 上流ノード数を

Nとした時に自端末用と他端末用からのパケット読み出し比率が 1:N になるように送信制御を行う. 以上によりホップ数に依存した不公平問題を回避する.

4. 評価

C 言語で 802.11RTS/CTS 方式と提案方式のシミュレータを開発した. シミュレーション時間は 1,000 万単位時間とし経路は固定とした. 制御フレーム長は各 4 単位時間分, データ長は 32 単位時間分とした. 長さの比率は 802.11g のレイヤ 1 フレーム時間の比率を参考とした. シンクノード以外のノードで常時送信パケットありの条件で, 最大 3 ホップの格子型二次元トポロジ3つ(図 1 及びその他2つ)で評価した.

スループット低下の対策案の評価結果を図 2 の左に示す. 対策案によりいずれのトポロジもスループットが向上し理論上の限界値(1:1 の 1 ホップ通信で 100%の無線使用率でデータ転送できた場合の値)にほぼ等しい値となった.

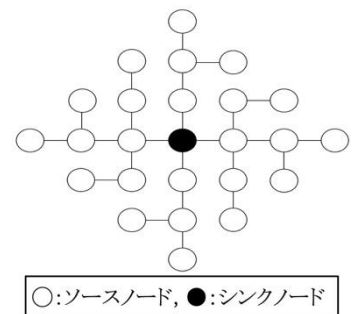


図1トポロジ1

次に公平性の問題に対する対策案の評価結果を図 2 右に示す. 公平性を測る指標には Jain の Fairness Index を用いた[2]. 802.11 では index の値がトポロジによらず 0.4 以下となったが, 提案方式ではトポロジによらずほぼ厳密な公平性(Index がほぼ 1)が実現出来ていることを確認した.

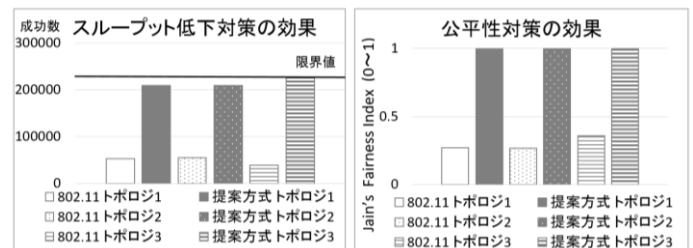


図 2 評価結果

5. 今後の課題

転送する Poll の衝突を避けるため各ノードは 2 ホップ遠方のトポロジ情報が必要であるが, 保守者によらずノード自律で学習する方法について検討を進める.

参考文献

- [1] 渡邊晃. "招待講演 アドホックネットワークの通信性能を向上させるためには (ユビキタス・センサネットワーク)." 電子情報通信学会技術研究報告: 信学技報 111.386 (2012): 141-145.
- [2] R. Jain, et al. "A Quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Systems," Digital Equipment Corporation. Technical Report DEC-TR-301, Tech. Rep. (1984)