

学籍番号	16676129	氏名	柳瀬 亘汰
論文題目	無線アクセスポイントにおけるスリープ制御のための省電力 TCP に関する研究		

1 はじめに

近年, スマートフォンの普及に伴う無線 LAN アクセスポイント (AP) の増設により, AP の省電力化は重要な課題となっている. AP の省電力化手法として予約型スリープ制御方式が提案されているが, STA からの通信トラフィック量の増加により省電力効果が低下する恐れがある. そこで本研究では, STA は省電力 TCP により転送することを仮定し, 予約型スリープ制御と連携して効果的に省電力化するための省電力 TCP のパラメータ設定指針とその有効性を示す.

2 予約型スリープ制御方式

AP はスリープ遷移判断期間 (AWAKE 期間) に STA からフレーム送信がなく, AP のバッファ内に配下の STA 宛のフレームが存在しないことを確認する. その後, CTS-to-self フレームの Duration フィールドに SLEEP 期間を設定して STA に送信し, その期間スリープする. STA は Duration フィールド内の設定期間はチャンネルがビジーであると判断しフレーム送信を停止する. しかし, STA 数の増加により通信トラフィック量が増加した場合, AWAKE 期間にフレーム送受信が発生する頻度が高くなり省電力効果が低下する.

3 省電力 TCP

省電力 TCP は既存の TCP の機能に加えて, 連続セグメント転送を一定時間 (T_d) 移行する転送移行制御機構と移行時に転送セグメントを一定数 (ΔW) 増加するウィンドウサイズ制御機構を有する. 本研究では, これらの機能により AWAKE 期間におけるフレーム送受信の発生を回避し, 省電力効果を向上させる. 具体的には, 図 1 のように TCP-ACK 受信時に次の連続セグメントが AWAKE 期間に転送されると判断すると転送移行およびウィンドウサイズ増加を行う. そのときの移行時間は以下により算出される.

$$T_d(a) = (t_{beacon} - t_{ack}) + T_{sleep} \quad (1)$$

4 シミュレーションモデル

STA は AP とルータを介して有線ノードに TCP でファイル転送を行う. AP はビーコン送信後の AWAKE 期間チャンネルがアイドル状態であればスリープ状態に遷移する. シミュレーションパラメータおよび評価指標を以下に示す.

- シミュレーションパラメータ

STA: 台数:3 台, ファイルサイズ/数:100[KByte]/10[個]

AP: Beacon 送信間隔:100[ms], AWAKE 期間:178[μs], SLEEP 期間:40[ms], NAV 期間:5[ms]

無線リンク: 規格:IEEE802.11a, 帯域:54[Mbps]

有線リンク: 帯域:100[Mbps], 往復伝搬遅延 RTT:30[ms]

- 評価指標

省電力性能 スリープ率 $\frac{AP \text{ の総スリープ時間 [sec] }}{\text{全フロー転送完了時間 [sec]}} \times 100[\%]$

転送性能 平均フロー転送完了時間 [sec]

5 シミュレーション結果と考察

5.1 転送移行制御におけるスリープ期間

無線リンク利用率が 15[%] のとき, 設定スリープ時間に対する省電力性能を図 2 に示す. この図よりスリープ時間を大きく設定するほど省電力性能が向上することがわかる. また, RTT によらずスリープ時間が大きいほど無移行時 (NoSift) と比べて省電力効果の改善率が高くなる.

5.2 ウィンドウサイズ制御における増加量 ΔW

スリープ時間を 40[ms], 無線リンク利用率を 15[%] としたときの増加ウィンドウサイズ ΔW に対する転送性能を図 3 に示す. この図より, RTT によらず ΔW の増加により転送性能が改善されることわかる. 特に RTT=30ms では,

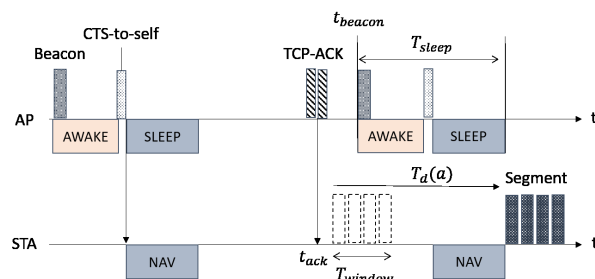


図 1: AWAKE 期間におけるフレーム発生と移行による回避

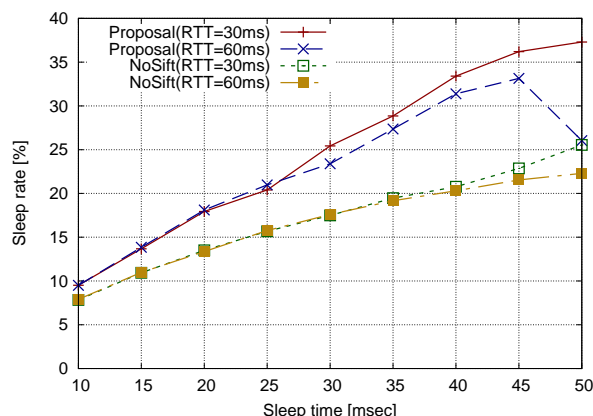


図 2: スリープ時間に対する省電力性能

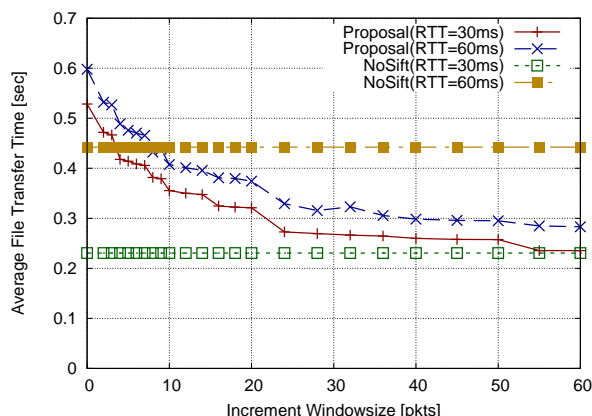


図 3: 増加ウィンドウサイズ ΔW に対する転送性能

$\Delta W=55[\text{pkts}]$, RTT=60ms では, $\Delta W=8[\text{pkts}]$ と設定することで無移行時 (NoSift) と同程度の転送性能を維持できる. また, ΔW のさらなる増加によって無移行時よりも転送性能の改善が可能である.

以上より, 転送移行およびウィンドウサイズ制御によって無移行時と同程度の転送性能を維持した AP のスリープ制御による省電力効果の改善が可能である.

6 まとめ

本研究では, 通信トラフィック量増加時に, AP の予約型スリープ制御と連携して効果的に省電力化を行うための省電力 TCP におけるパラメータ設計指針とその有効性を示した.

研究業績

柳瀬亘汰, 川原憲治, “省電力 TCP における動的ウィンドウサイズ増加制御方式の検討”, 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, 2017 年 9 月.

柳瀬亘汰, 川原憲治, “無線アクセスポイントにおけるスリープ制御のための省電力 TCP”, 電子情報通信学会 NS/IN 研究会, 2018 年 3 月 発表予定.