

学生番号	16232062	氏名	中山 皓貴
論文題目	ダウンロードトラフィックに対する無線 AP スリープ制御のための TCP ウィンドウサイズ制御に関する研究		

1 はじめに

近年、無線 LAN アクセスポイント (AP) の設置台数が急増しており、同時に AP 全体の消費電力増加が問題視されている。AP の消費電力を削減することは、バッテリー駆動の AP やテザリング機能を持つ端末の駆動時間の長期化にもつながるため、重要な課題である。

AP における省電力手法に予約型スリープ制御があり、端末 (STA) 側の TCP パラメータを調整する省電力 TCP と連携することでさらに効率化する方式が提案されている。本研究では、STA へのデータダウンロードを対象とした告知ウィンドウサイズ制御が転送性能に与える影響を評価する。

2 無線 AP における予約型スリープ制御

AP は定期的に Beacon フレームを送信し、その後 AWAKE 期間に遷移して待機し、その間フレーム送受信がなければ STA に CTS-to-self フレームを送信して通知し、SLEEP 期間に遷移する。STA は、SLEEP 期間に応じて NAV(Network Allocation Vector) を設定して AP へのフレーム送信を停止し、AP の省電力化を図る。

3 省電力 TCP

省電力 TCP では、送信ノードにおいてセグメント転送移行機構により転送セグメントを集約して中継機器の省電力化を図り、それによるファイル転送時間増加を抑制するためのウィンドウサイズ制御機構を導入している。

4 予約型スリープ制御と省電力 TCP の連携

AP 接続端末からの TCP セグメント送信が AP の AWAKE 期間に行われなくする事で、効果的な省電力化を図るが、接続端末に対するダウンロードトラフィックを制御するためには、受信端末側から送信端末側の TCP パラメータを間接的に制御する必要がある。その方法として、本研究では受信セグメントに対する TCP-ACK セグメントを利用することを提案する。セグメント転送移行については送信端末に TCP-ACK を返送するタイミングの移行が提案されており [1]、ウィンドウサイズ制御については TCP-ACK 内の告知ウィンドウサイズを調整することで、省電力効果と転送性能の両立を図る。

5 シミュレーションモデル

図 1 に示すように、TCP 受信 STA は AP とルータ 2 台を介して送信ノードからのファイルダウンロードを行う。AP は予約型スリープ制御を行い、TCP 受信 STA は ACK セグメント転送移行および告知ウィンドウサイズ調整を行う。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: 組数:1 組, ファイルサイズ: 1[MB],
告知ウィンドウサイズ:20/32/64/128[pkts]

AP: ビーコン送信間隔 T_{beacon} :100[ms], AWAKE 期間:178[μs],
SLEEP 期間 T_{sleep} :50[ms], NAV 期間:5[ms]

有線リンク: 帯域:100[Mbps], 往復伝搬遅延時間 RTT :60[ms]

無線リンク: 規格:IEEE802.11a, 帯域:54[Mbps]

● 評価指標

省電力性能: スリープ率 [%] = $\frac{AP \text{ の総スリープ時間}}{\text{ファイル転送時間}} \times 100$

転送性能: ファイル転送時間 [sec]

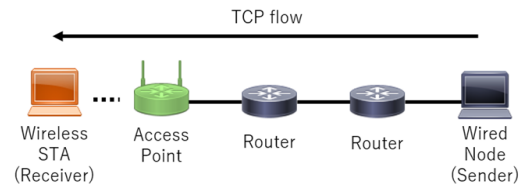


図 1: シミュレーショントポロジ

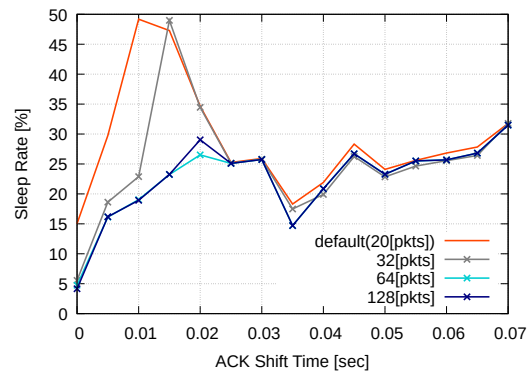


図 2: ACK 移行時間に対するスリープ率

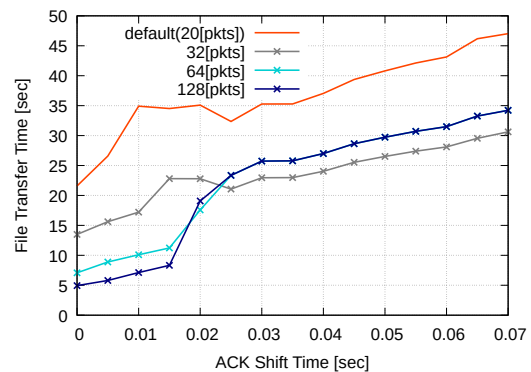


図 3: ACK 移行時間に対するファイル転送時間

6 結果と考察

告知ウィンドウサイズごとの TCP-ACK セグメント転送移行時間に対するスリープ率を図 2、ファイル転送時間を図 3 に示す。AP のビーコン送信間隔と SLEEP 期間から、最大スリープ率は 50[%] である。デフォルトの告知ウィンドウサイズ 20[pkts] では移行時間 10[ms] においてその値を達成している。しかし転送性能に関しては無移行時の 22[s] から 35[s] へ増加する。ここで、告知ウィンドウサイズを増加すると図 3 の転送性能は改善されるが、図 2 の省電力性能は告知ウィンドウサイズ 32[pkts] を超えると変化しない。以上より、本設定においては告知ウィンドウサイズを 32[pkts]、移行時間を 15[ms] とすることで省電力性能を維持し転送性能を改善可能であることがわかる。

7 まとめ

本研究では、無線 AP の接続端末がデータダウンロードする場合の AP スリープ制御と省電力 TCP との連携を考慮した告知ウィンドウサイズ制御を提案し、その効果を示した。

参考文献

- [1] 深堀将寛, 川原憲治, "ダウンロードトラフィックに対する無線アクセスポイントスリープ制御と省電力 TCP との連携方式に関する研究", 平成 30 年度特別研究報告, 2019 年 2 月。