

学生番号	15232077	氏名	深堀 将寛
論文題目	ダウンロードトラヒ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		

1 はじめに

近年, 無線 LAN アクセスポイント (AP) の増設に伴い, AP における消費電力の増加が懸念されている. また, テザリング機能を持つ端末が普及しており, その駆動時間の長期化のためにも AP における消費電力の削減は重要な課題である.

AP における省電力化手法に予約型スリープ制御があり, これをより効果的に行うために端末 (STA) のデータアップロードにおいて TCP パラメータを調整する省電力 TCP との連携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 ACK 返送時間移行が予約型スリープ制御に及ぼす影響を調査する.

2 予約型スリープ制御

AP は定期的にビーコンフレームを送信する. その後一定期間 (AWAKE 期間) 待機し, その間フレームの送受信が発生しない場合, SLEEP 状態となる期間を CTS-to-self フレーム送信によって配下の STA に通知し, その間スリープする. これを受信した STA は, NAV (Network Allocation Vector) を設定し, AP がスリープしている間のフレーム送信を控える.

3 省電力 TCP

省電力 TCP は, 送信ノードのデータセグメントの転送を一定時間遅らせ対象機器の省電力可能時間を確保するセグメント転送移行制御機構と, セグメント移行時に, 輻輳制御によって算出されるウィンドウサイズの増加により転送性能の劣化を抑制するウィンドウサイズ制御機構の 2 つを有する.

4 予約型スリープ制御と省電力 TCP との連携

AP における AWAKE 期間中のフレームの送受信の発生を避けることで予約型スリープ制御による省電力効果の向上が期待される. そこで, STA へのデータダウンロードを対象として省電力 TCP を適用し, STA (受信ノード) における TCP-ACK セグメントの転送移行によって間接的に送信ノードのデータセグメントの転送移行を行う.

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: 100[KByte], 告知ウィンドウサイズ: 16[pkts]

AP: ビーコン送信間隔 T_{beacon} : 100[ms], AWAKE 期間: 178[μ s], SLEEP 期間 T_{sleep} : 10/30/50[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], 往復伝搬遅延時間 (RTT): 20[ms]

● 評価指標

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

転送性能 ファイル転送時間 [sec]

6 シミュレーション結果および考察

6.1 スリープ率

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 に示す. 本研究では, 全てのデータセグメント受信に対して ACK セグメントの返信タイミングを移行するため, その移行時間と RTT の和がビーコン周期を上回り, AP が設定する AWAKE 期間にフレームの送受信が発生しないときに

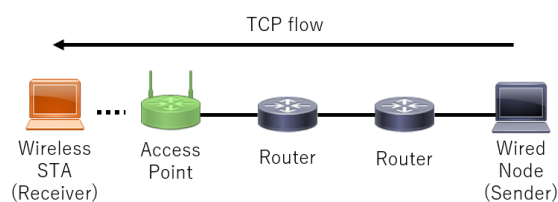


図 1: シミュレーショントポロジ

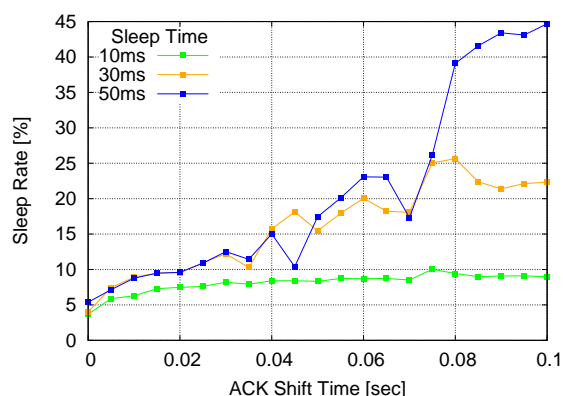


図 2: ACK 転送移行時間に対するスリープ率

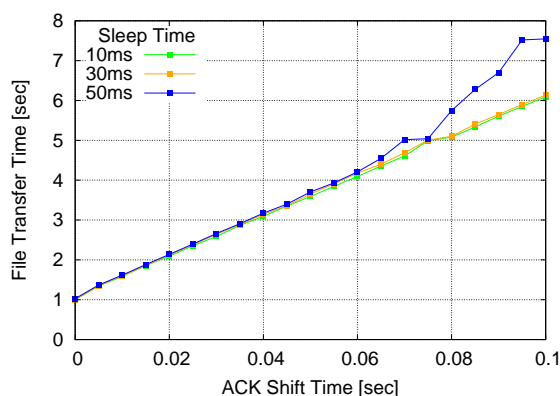


図 3: ACK 転送移行時間に対するファイル転送時間

スリープ率が高くなると考えられる. このときの転送移行時間 T'_d は以下のような関係を満たす.

$$T'_d + RTT \geq T_{beacon} \quad (1)$$

図 2 において, $RTT = 20[\text{ms}]$ の場合, $T'_d \geq 80[\text{ms}]$ となることから, 式 (1) の妥当性がわかる.

6.2 ファイル転送時間

TCP-ACK セグメント転送移行時間に対するファイル転送時間を図 3 に示す. T_{sleep} の設定値によらず, ACK セグメント転送移行時間が大きくなるにつれてデータセグメントの送信が遅れるため転送性能は劣化する.

7 まとめ

本研究では, ダウンロードトラヒックに対して AP の予約型スリープ制御と省電力 TCP とを連携させることによる AP のより効果的な省電力化への可能性を示した.

参考文献

[1] 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