

学生番号	19676129	氏名	深堀 将寛
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-ACK 移行制御とウィンドウサイズ制御に関する研究		

1 はじめに

無線アクセスポイント (AP) における総消費電力量の増加が懸念されている。AP の省電力化技術の 1 つに予約型スリープ制御方式があるが、端末 (STA) の通信状況によっては省電力効果が低下する恐れがある。

本研究では AP の省電力性能向上を目的とし、AP 配下の STA が TCP によるデータダウンロードを行う場合を対象とした TCP-ACK セグメント返送移行制御/ウィンドウサイズ制御と予約型スリープ制御との連携方式を提案し、その有効性を示す。

2 予約型スリープ制御

AP はビーコンフレームを送信後、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 に通知してスリープする。これを受信した STA は、NAV(Network Allocation Vector) を設定しフレーム送信を控える。

3 AP スリープ制御と省電力 TCP との連携

AP における AWAKE 期間中のフレーム送受信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 の省電力 TCP との連携を考慮すると、アップロード時は AP へのデータセグメント転送の直接制御が可能であるのに対し、ダウンロード時は ACK 返送移行により間接的に送信ノードのデータセグメント転送移行を行う必要がある。また、転送移行による転送性能の劣化抑制のためのウィンドウサイズ制御では、送信ノードのウィンドウサイズの推定が重要となる。

4 シミュレーション

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 TCP-ACK セグメント返送移行およびウィンドウサイズ制御を行う。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: ノードペア数: 1~10[組], ファイルサイズ: 1[MB], 告知ウィンドウサイズ: 16[pkts]
- AP: ビーコン送信間隔 T_{beacon} : 102.4[ms], AWAKE 期間: 178[μs], 設定 SLEEP 期間 T_{sleep} : 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], 往復伝搬遅延時間 (RTT): 30/60[ms]

● 評価指標

- 省電力性能: スリープ率 [%] = $\frac{AP \text{ の総スリープ時間}}{\text{ファイルダウンロード時間}} \times 100$
- 転送性能: ファイルダウンロード時間 [sec]

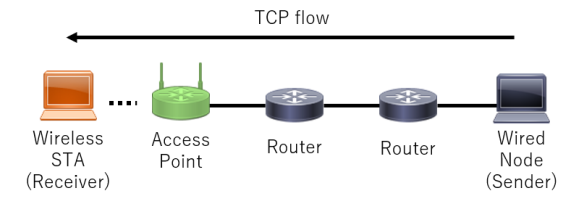
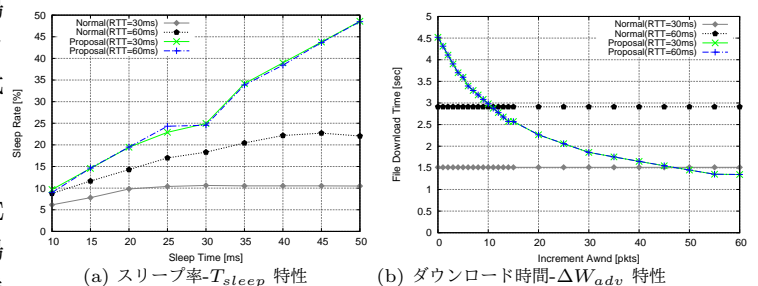


図 1. シミュレーショントポロジ



(a) スリープ率- T_{sleep} 特性 (b) ダウンロード時間- ΔW_{adv} 特性

図 2. AP スリープ制御と省電力 TCP 連携の効果

5 結果・考察

5.1 TCP-ACK 返送移行制御

図 2(a) に AP の設定 SLEEP 期間 T_{sleep} に対するスリープ率を示す。通常 TCP(Normal) は、 $RTT = 30/60[ms]$ の場合、スリープ率はそれぞれ 10/25[%] 付近に収束する。一方、提案手法 (Proposal) では、送受信端末間 RTT によらずほぼ最大スリープ率 ($= T_{sleep}/T_{beacon} \times 100$)[%] に達することがわかる。

5.2 ウィンドウサイズ制御

図 2(b) に告知ウィンドウサイズ増加量 ΔW_{adv} に対するファイルダウンロード時間を示す。提案手法では TCP-ACK セグメントの返送移行を行うため、返送移行のみ ($\Delta W_{adv} = 0[pkts]$) の場合は通常 TCP と比較してダウンロード時間が増加する。ACK 返送移行時にウィンドウサイズ制御を適用した場合、 ΔW_{adv} を大きくするにつれてファイルダウンロード時間は減少し、 $RTT = 30/60[ms]$ の場合、それぞれ $\Delta W_{adv} = 45/11[pkts]$ のときに通常 TCP によるファイルダウンロード時間と同程度に抑制可能となることがわかる。

6 まとめ

ダウンロードトラフィックに対する AP の予約型スリープ制御と STA の省電力 TCP とを連携させることにより、転送性能の劣化を抑制しつつ AP の省電力効果の向上が可能となることを示した。

研究業績

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 AP スリープ制御と省電力 TCP との連携方式,” 電子情報通信学会 NS/IN 研究会, 2021 年 3 月発表予定。