

学生番号	21676127	氏名	橋本 尚幸
論文題目	双方向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		

1 はじめに

近年、無線アクセスポイント (AP) の設置台数増加に伴う消費電力の増加が懸念されている。その省電力化のための予約型スリープ制御を効率的に行うために配下の端末における省電力 TCP との連携が提案されている。本研究では、アップロードトラフィックとダウンロードトラフィックが混在する場合を想定し、省電力化を達成し転送性能の劣化を抑制可能な最大増加ウィンドウサイズについて導出する。

2 AP：予約型スリープ制御

AP による定期的な Beacon フレーム送信後, AWAKE 状態となり一定時間待機し, フレームの送受信が発生しなければ配下の端末に AP のスリープ時間を通知し, その期間 SLEEP 状態に遷移することで省電力化を図る。

3 端末：省電力 TCP の連携

AWAKE 期間にセグメント転送を避けることで効率的な AP の省電力化を実現する転送移行制御機構と移行による転送時間の劣化を抑制するウィンドウサイズ制御機構を有する。[1] では端末からのアップロードにおいて省電力性能の向上が可能となることを示している。

4 シミュレーション環境及び評価指標

AP 配下に受信端末と送信端末 1 台ずつ存在し, ルータ 2 台を介してペアとなる TCP ノードに対してファイル送受信を行う環境を想定する。シミュレーションパラメータと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: 2[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[μ s],
SLEEP 期間 T_{sleep} : 10~50[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): 30[ms]

- 評価指標

省電力性能: スリープ率 [%] = $\frac{AP \text{ の平均スリープ時間}}{\text{ビーコン送信間隔}} \times 100$

転送性能: ファイル転送時間 [sec]

5 最大増加ウィンドウサイズの検討

[1] では転送移行時においてウィンドウサイズの増加により転送性能の劣化抑制が可能であることを示しているが, 適切な増加ウィンドウサイズは検討されていない。1 ビーコン間隔における AP の設定スリープ期間 T_{sleep} と告知ウィンドウサイズに基づくセグメント送信時間 T_{seg} を除いた残余送信可能時間 T_{send} は以下となる。

$$T_{send} = T_{beacon} - \{T_{sleep} + RTT + T_{seg}\} \quad (1)$$

したがって, 1 ビーコン間隔において連続セグメントの送信可能回数を n する時最大増加ウィンドウサイズ ΔW_{max} は以下で推測できる。

$$\Delta W_{max} [pkts] = \frac{\text{送信伝送レート} [bps] \times T_{send} [sec]}{\text{セグメントサイズ} [bit] \times n} \quad (2)$$

表 1. 最大増加ウィンドウサイズの推測値と実測値 (アップロード)

	SLEEP 期間 [msec]								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
推測値	47	42	38	33	28	23	18	13	8
実測値	50	40	38	32	32	20	20	14	8

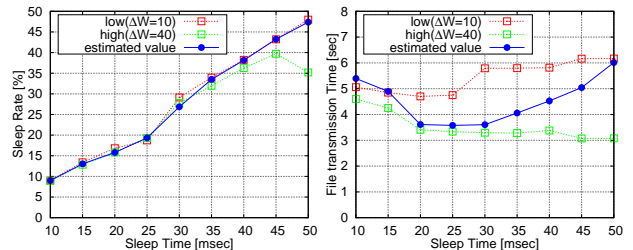


図 1. AP の省電力性能

図 2. 端末の転送性能

6 結果

セグメント転送移行に伴うウィンドウサイズ増加により転送性能劣化を抑制可能だが, ある値を超えると省電力性能が劣化する。この値を ΔW_{max} とし, アップロード端末において SLEEP 期間に対する実測値と (2) の推定値を比較した表 1 よりほぼ一致することがわかる。また, ダウンロード端末においても SLEEP 期間に対する最大増加ウィンドウサイズを (2) より推定可能である。

図 1,2 に双方向トラフィックを想定し, 増加ウィンドウサイズを固定 (10,40[pkts]) とする場合と (2) で導出される値に設定した場合とを比較した無線 AP の省電力性能と配下端末の転送性能を各々示す。増加ウィンドウサイズを低く設定すると省電力性能はスリープ期間に応じて線形増加するが, 転送性能は劣化する。逆に, 高く設定すると転送性能の劣化の抑制は可能だが, スリープ期間が大きい場合の省電力性能の劣化する。一方, 動的に設定することで省電力性能は線形増加し, 転送性能においても劣化の抑制が可能であることがわかる。

7 まとめ

無線 AP のスリープ制御と配下端末の省電力 TCP の連携において適切な増加ウィンドウサイズの推定可能であることを示した。また, 増加ウィンドウサイズを設定スリープ期間に応じて調整することで効率的な転送移行が可能であることを示した。

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", 信学技報, IN2017-115, 2018 年 3 月。

研究業績

橋本尚幸, 川原憲治, "無線アクセスポイントスリープ制御と連携する省電力 TCP の増加ウィンドウサイズの導出", 信学会 2023 総合大会, 2023 年 3 月発表予定。