

学生番号	14232015	氏名	大崎 玲奈
論文題目	省電力 TCP における経路利用状況に応じた動的ウィンドウサイズ制御に関する研究		

1 はじめに

現在、インターネットの普及に伴いネットワークトラフィックが増大しネットワーク機器の増設が行われているが、同時にネットワーク機器全体の消費電力が増加しているため、それらの省電力化が課題になっている。ポート転送速度の動的制御を TCP トラフィックを対象として利用する場合、TCP の輻輳制御により転送性能が劣化する恐れがあるため、セグメント転送間隔を調整する機能を備えた省電力 TCP が提案されている。本研究では、経路利用状況に応じたウィンドウサイズ増加制御方式を検討する。

2 省電力 TCP

ポート転送速度の動的制御では、ルータがポートの転送速度量によって消費電力が変化する特性を利用し、到着トラフィックに応じてポート転送速度を動的に変更する。TCP フロー収容時の省電力効果を高めるため省電力 TCP が提案されており、通常のフロー制御に加え、以下の機能を有する。

2.1 連続セグメント転送移行制御

TCP 送信ノードは ACK の受信を契機に新たに連続セグメントの転送を行う。このとき、省電力 TCP では省電力対象リンク上における TCP フロー数が閾値 F_t 以下と利用率が低い場合、セグメントの転送を移行時間 T_d [msec] だけ転送を遅らせることで転送間隔をポート転送速度の切替時間 (T_{ch} [msec]) 以上とし、転送セグメント間のアイドル時間を集約し、省電力化を図る。

2.2 ウィンドウサイズ増加制御

転送移行ではセグメントの転送を遅延させるため、通常の TCP 転送と比較してファイル転送時間が増加する。そこで、転送移行と同時にウィンドウサイズを一定数 (ΔW [pkts]) 増加させ、転送性能を維持もしくは改善する。

しかし、図 1 に示すように、省電力 TCP フローの転送経路において省電力対象リンク以外のリンク (競合リンク) の負荷が高い場合、 ΔW の増加はパケット廃棄を引き起こす可能性があるため適切に調整する必要がある。そこで従来のフロー制御機構で決定される輻輳ウィンドウサイズに比例するよう以下のように動的に設定する。

$$cwnd_{new} = cwnd_{orig}(1 + \alpha) \quad (1)$$

3 シミュレーションモデル

図 1 において、 R_1-R_2 を省電力対象リンク、 R_2-R_3 を競合リンクとし、全てのリンク帯域=100[Mbps]、 $RTT = 20$ [msec] とする。また、省電力 TCP の制御パラメータは、 $T_d = 30$ [msec]、 $T_{ch} = 40$ [msec]、 $F_t = 2$ [本] とし、輻輳制御方式は NewReno とする。各 TCP 送信ノードは 1[MByte] のファイルを転送し、競合リンクにおける UDP トラフィック量に対する省電力 TCP の性能を調査する。評価指標を以下に定義する。

省電力性能 $\frac{\text{省電力対象リンクの } T_{ch} \text{ 以上の総アイドル時間 [sec]}}{\text{全ファイル転送完了時間 [sec]}} \times 100\%$

転送性能 平均ファイル転送完了時間 [sec]

4 結果と考察

競合リンクの負荷に対する転送性能と省電力性能をそれぞれ図 2、図 3 に示す。図 2 より、転送性能は Standard-TCP と比べて固定増加方式 (PS-TCP($\Delta W=30$)) は大きく劣化するが、可変増加方式により劣化度合の抑制が可能で、 $\alpha=0.01$

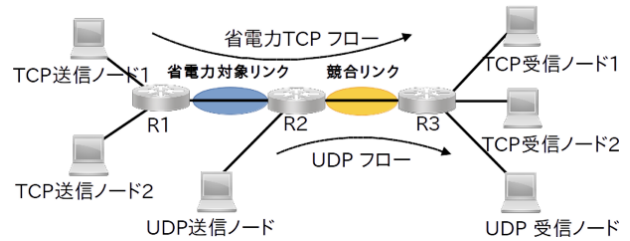


図 1: シミュレーションモデル

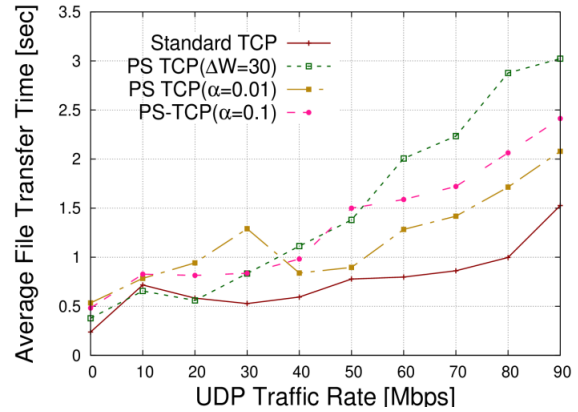


図 2: 転送性能

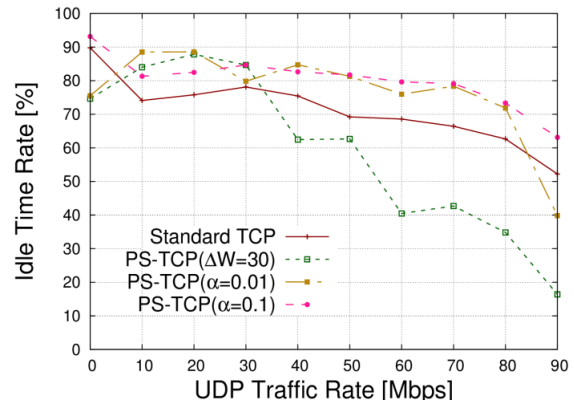


図 3: 省電力性能

とすることで固定増加方式より改善でき、Standard-TCP の転送性能に近い性能を実現できる。これは増加量によるネットワークトラフィックへの影響が固定増加方式や $\alpha=0.1$ とした場合に比べて少なくなるため、Standard-TCP の性能に近づくことができたと考えられる。

図 3 より、省電力性能は Standard-TCP に比べて固定増加方式では UDP レートが高負荷の時大きく劣化するが、可変増加方式より負荷によらず Standard-TCP よりも性能は改善される。また α による省電力性能への影響はあまり見られなかった。以上より、輻輳ウィンドウサイズを動的に制御し、省電力化することができた。

5 まとめ

本研究では経路利用状況による省電力 TCP の性能への影響を調査し、高負荷時の転送性能の劣化を抑えつつ、省電力化を図ることができることを示した。

参考文献

[1] 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 2017 ソサイエティ大会, 2017 年 9 月.