

学籍番号	15676119	氏名	野田 暁彦
論文題目	省電力 TCP における動的セグメント転送移行とウィンドウサイズ増加のための経路利用率推定方法に関する研究		

1 はじめに

近年、インターネットの発展に伴いネットワーク機器数も増加しており、それらの省電力化が急務である。LAN スイッチ/ルータにおけるポート転送速度と消費電力は比例するため、トラヒック量に応じた転送速度制御が有効である。TCP トラヒックを対象とする場合、そのフロー制御機構とセグメントのバースト転送を考慮して未転送時間（アイドル時間）に制御する必要がある。効果的な省電力化のためのアイドル時間集約を目的としてセグメント転送移行とウィンドウサイズ増加手法が提案されているが、移行/増加は省電力対象経路の利用状況が既知という条件で評価しているため、本研究では送信ノードが自律的に経路利用率（以下、リンク利用率）を推定し移行/増加する省電力 TCP を提案し、その有効性を示す。

2 省電力 TCP

TCP 送信ノードは確認応答セグメントの受信を契機としウィンドウサイズに応じたセグメントを連続して送信する。連続セグメント転送移行手法では、この連続セグメントの転送開始タイミングを時間 T_d 遅延し、ポート転送速度の切り替えに要する時間 T_{ch} 以上のアイドル時間の発生頻度を増加する。しかし、転送性能が大幅に劣化するため、転送移行時にウィンドウサイズを一定数（増加ウィンドウサイズ ΔW ）増加することで、転送性能の劣化を抑制する。

省電力対象リンクの利用状況が省電力/転送性能に影響するため、それに応じた移行判断が必要となる。

2.1 TCP 収容フロー数に基づく動的転送移行（従来手法）

対象リンクの収容 TCP フロー数に閾値 Ft を設定し、連続セグメント転送開始時に収容数が Ft 以下であれば移行/増加する。送信ノードにおいて収容フロー数は既知であるという仮定のもとに評価し、有効性を示している。

2.2 差分 ACK 受信時刻に基づく動的転送移行（提案手法）

$r_{i,j}$ をセグメント転送群 i における j 番目のセグメントの ACK 受信時刻とした時、各連続セグメントの最後尾と先頭の ACK 受信時刻の差分を $\Delta r_{i,j} = r_{i,j} - r_{i,0}$ と定義し、送信ノードが対象リンクの利用状況を自律的に把握する手法を提案する。

Δr は競合フロー発生に起因して増加するため、 Δr_{min} を最小値とした時、 $\frac{\Delta r_{i,j}}{\Delta r_{min}}$ に対する閾値 Rt を設定し、連続セグメント転送開始時に Δr が Rt 以下であれば移行/増加する。本手法の転送移行の様子を図 1 に示す。

3 シミュレーション環境

NS-2(Network Simulator Ver.2) を用い、ネットワークトポロジは n 対 n のダンベル型を想定する。各リンク帯域は 100[Mbps]、往復遅延時間は 30[msec]、送受信ノード対 10 組で構成する。TCP バージョンは NewReno とし、ファイルサイズ=500[KB]、Slow-Start Threshold=20[pkts]、速度切り替え時間 T_{ch} =40[msec]、転送移行時間 T_d =30[msec]、閾値 $Rt=1.1$ 、閾値 $Ft=2$ [本]、増加ウィンドウサイズ $\Delta W=20$ [pkts] とする。なお、評価指標として、以下を定義する。

省電力性能 速度切替可能率 $R_{sw} = \frac{T_{ch}$ 以上の総アイドル時間 [sec]}{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 T_{ave} [sec]

4 シミュレーション結果と考察

4.1 転送移行における性能比較

図 2 はリンク利用率に対する省電力性能であり、従来手法 ("Existing($Ft=2, \Delta W=0$)") と提案手法 ("Proposal($Rt=1.1, \Delta W=0$)") を比較する。リンク利用率 10[%] の時、無移行時 ("NoShift") の約 37[%] に対し、従来手法は約 64[%]、提案手法は約 53[%] となる。これは、従来手法は移行判断

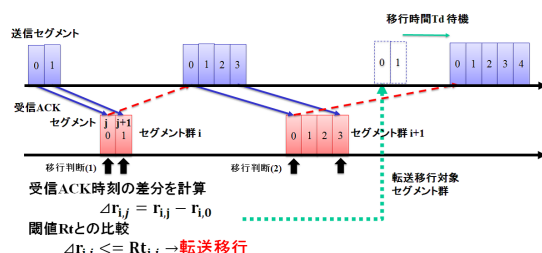


図 1: 差分 ACK 受信時刻に基づく転送移行手法

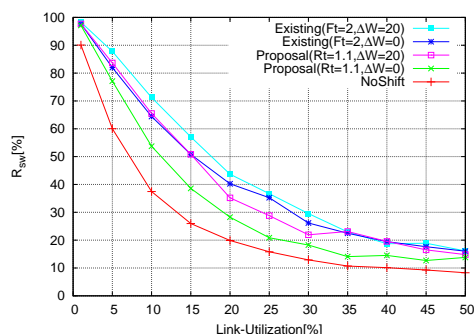


図 2: リンク利用率に対する省電力性能

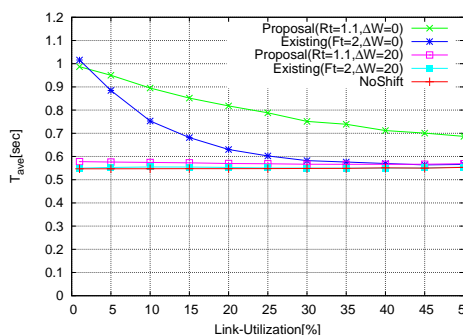


図 3: リンク利用率に対する転送性能時にルータ収容フロー数を送信ノードが瞬時に得るのに対し、提案手法は移行判断時に過去の指標を基に移行するためである。

4.2 ウィンドウサイズ調整における性能比較

図 2 において、従来手法 ("Existing($Ft=2, \Delta W=20$)") と提案手法 ("Proposal($Rt=1.1, \Delta W=20$)") を比較する。リンク利用率 10[%] の時、無移行時 ("NoShift") の約 37[%] に比べ従来手法は約 71[%]、提案手法は約 65[%] である。これは、ウィンドウサイズ増加により、各連続セグメントの送信量が増え効率的なアイドル時間が集約されるためである。さらに、提案手法では図 1 に示す送信セグメントの先頭と最後尾セグメント間が連続セグメント送信量の増加により広がるため、より競合フローが重複しやすくなり、検知精度が向上する。図 3 はリンク利用率に対する転送性能であり、提案手法 ("Proposal($Rt=1.1, \Delta W=20$)") の場合、リンク利用率によらず無移行時 ("Noshift") と変わらない。

5 まとめ

省電力 TCP において送信ノードが自律的に転送移行の判断を行う手法を提案した。その結果、省電力対象リンクにおける競合フローの検知精度を向上し、省電力効果を高めつつ、転送性能を維持する省電力 TCP の実現とその有効性を確認した。

研究業績

野田暁彦, 川原憲治, “省電力 TCP における動的セグメント転送移行手法とウィンドウサイズ増加のための経路利用率推定方法”, 電子情報通信学会 NS/IN 研究会, 2017 年 3 月 発表予定