

学生番号	11232061	氏名	野田 暁彦
論文題目	TCP 送信ノードにおける利用率推定と省電力化のための動的セグメント転送移行方式に関する研究		

1 はじめに

近年、ブロードバンドサービスの発展に伴いインターネットのトラフィック量は飛躍的に増加しその収容機器も増加しているため、それらの省電力化が急務となっている。その手法として、LAN スイッチ/ルータのポート転送速度の動的制御が提案されている。しかし、TCP トラフィックを対象とした場合、そのフロー制御機構に起因して転送性能が劣化する恐れがある。そのためセグメント転送をしていない時間(アイドル時間)にポート転送速度切り替えをする必要がある。これまで効果的なアイドル時間集約のために、連続セグメント転送タイミングを省電力対象リンクの利用状況に応じて強制的に移行(遅延)する方式が提案されており、利用状況の判断に送受信ノード間の RTT(往復遅延時間)を適用することが検討されている。

そこで本研究では、まず送信ノードの TCP 情報を元に対象リンクの利用率を推定する方法を検討し、その傾向を利用し移行判断を行う手法について調査、評価する。

2 TCP 送信ノード情報に基づく転送移行

2.1 セグメント転送移行方式

既存手法では ΔRTT (RTT の実測値と最小値の差分) が閾値 T_r 以下のとき移行時間 T_d で移行する。

提案手法ではまずリンク利用率と ΔRTT の関係を調査し、段階的に閾値 $T_{r1(2)}$ を設け、 ΔRTT が閾値以下のとき移行時間 $T_{d1(2)}$ で移行する。

2.2 シミュレーションモデル

NS-2(Network Simulation 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。

各リンク帯域幅:100[Mbps], バッファサイズ:1000[pkts], 送受信間の RTT:20[msec], パケットサイズ:1500[Byte], ファイルサイズ:10M[Byte], ノードペア数:10 ノード, 速度切替時間 T_{ch} :30[msec], 転送移行時間 T_d :30[msec] とする。

評価指標として以下の省電力性能と転送性能を定義する。

- 省電力性能: 省電力割合 R_{sw}

$$R_{sw}[\%] = \frac{T_{ch} \text{以上のアイドル時間の総和} [\text{sec}]}{\text{シミュレーション時間} [\text{sec}]} \times 100$$

- 転送性能: 各ファイルの平均転送終了時間 $T_{ave} [\text{sec}]$

3 シミュレーション結果と考察

3.1 対象リンク利用率推定

対象リンクにおいて、UDP 転送による背景トラフィック量に対する、TCP の輻輳回避モード時の平均 ΔRTT を計測する。ウィンドウサイズに関する輻輳回避モード閾値 $ssthresh=128$ [pkts], ファイルサイズ=500K~500M[Byte] の時の対象リンク利用率に対する平均 ΔRTT を図 1 に示す。この図より、リンク利用率 20[%] 以上で ΔRTT は増加傾向を示し、特に転送ファイルサイズが大きいと、その増分も大きくなるのがわかる。

同様に、 $ssthresh=64, 128, 256$ [pkts] の時を図 2 に示す。この図より、 $ssthresh$ が大きいほど対象リンク利用率に対する ΔRTT 増加傾向が強くなる。これは、一度に送る連続セグメント数が多くなり、より多くの背景トラフィックの影響を受けるためであると考えられる。以上より、転送ファイルサイズおよび $ssthresh$ が大きいほど、 ΔRTT の増加傾向が顕著に現れるため、適切な ΔRTT に関する閾値と移行時間のリンク利用率に対する設定により、効果的な省電力化が可能であると考えられる。

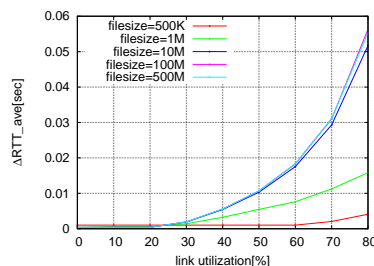


図 1: リンク利用率-RTT 特性 (ファイルサイズの影響)

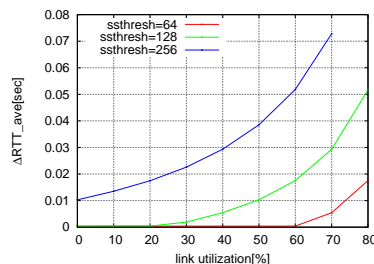


図 2: リンク利用率-RTT 特性 (ssthresh の影響)

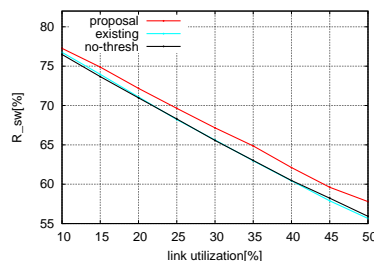


図 3: 省電力割合 (R_{sw})

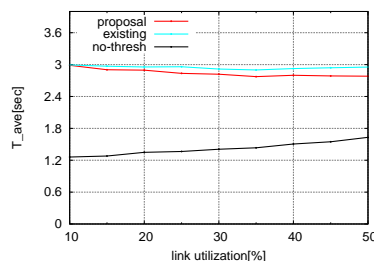


図 4: 平均ファイル転送終了時間 (T_{ave})

3.2 TCP 送信ノードに基づく動的転送移行

既存手法では閾値 $T_r=0.4$ [msec], 移行時間 $T_d=30$ [msec] とする。提案手法では閾値 $T_{r1}=0.4$ [msec], 移行時間 $T_{d1}=30$ [msec] に加え、リンク推定から得られた利用率 0[%] の閾値として $T_{r2}=0.366$ [msec] を設ける。 T_{r2} に対しては $T_{d2}=36$ [msec] とし、省電力性能を図 3、転送性能を図 4 に示す。

図 3 より、省電力性能は既存手法より向上している。これは、 ΔRTT に対する閾値を複数設定することにより、対象リンク利用率に対して適切なタイミングおよび移行時間で転送移行が行われるためである。

図 4 より、転送性能も既存手法に比べ向上している。これにより、提案手法は回数を抑えた効果的な移行が可能である。

4 まとめ

送信ノードの TCP の情報を活用して対象リンクの利用率を推定し、段階的な閾値による動的転送移行を提案し、有効性について調査した。既存手法より転送性能の劣化を抑えつつ省電力化を実現できることがわかった。