

学生番号	10232004	氏名	荒木 雅斗
論文題目	マルチパス TCP を利用した時間的・空間的省電力 TE に関する研究		

1 はじめに

近年、インターネットは飛躍的な発展を遂げ、ネットワークにおける省電力化が急務となっている。ある送受信ノード間に複数経路が存在し、最小ホップ数経路(通常経路)の利用率が低い場合、他経路に迂回することで通常経路の省電力化を図る省電力トラフィックエンジニアリング(Traffic Engineering:TE)において、TCP通信の経路選択はコネクション確立時に行われるため、コネクション確立後は利用状況の変化に対応した制御が困難である。

複数経路にコネクションを事前に確立し、全コネクションを並行利用して転送性能の向上を図るマルチパスTCP(MPTCP)があるが、本研究では、複数コネクション確立が可能であるという性質を利用し、対象経路の省電力化と転送性能の劣化抑制を目的として、代替経路の利用状況に応じた時間的/空間的省電力 TE の実現可能性について検討する。

2 マルチパス TCP(MPTCP)

マルチパス TCP は、図1のような環境において、事前に複数経路に TCP コネクションを確立し、それらのコネクションを1セッションとして利用することで耐障害性や、スループットの向上を目的とした TCP の拡張機能のことである。本研究ではその点に着目し、各経路の利用状況に応じて1経路のみ選択、利用することを考える。

3 シミュレーション環境

NS-2(Network-Simulation Ver.2)を用いてシミュレーションを行う。図2のネットワークトポロジを想定し、srcを送信ノード、dstを受信ノード、R0~R2をルータとし、src-R0-dst間を通常経路、src-R1-R2-dst間を代替経路とする。また、各リンク帯域は100[Mbps]、通常経路の各リンク遅延を12[ms]、代替経路は8[ms]とする。

3.1 トラフィックモデル

- ファイル転送トラフィック (TCP)
 - 送受信ノード間転送。
 - TCPバージョン: NewReno
 - セグメントサイズ: 1460[Byte]
 - ファイルサイズ: 10,20,50,100[Mbyte]
- 背景トラフィック (UDP)
 - ファイル転送トラフィックの転送開始から1.0[s]後に代替経路のR2-dst間で送信。
 - セグメントサイズ: 1000[Byte]
 - ビットレート: 10~90[Mbps]

3.2 MPTCP の利用可能性の検証

代替経路の利用率を送信側が把握し、経路切替時にウィンドウサイズ等のパラメータを引き継ぎ、通常経路へ経路を切り替えた場合の性能により検証する。

ファイル転送トラフィックについて以下の3つを想定する。

1. 通常経路のみを利用: 転送性能の確認
2. 代替経路のみを利用:
 - 利用率変動に伴う転送性能の劣化度合の確認
3. 転送開始から1.0[s]後までは代替経路を利用し、それ以降は通常経路を利用:
 - MPTCPによる利用率に応じた省電力経路選択の実現

4 評価指標

- TCP のファイル転送終了時間

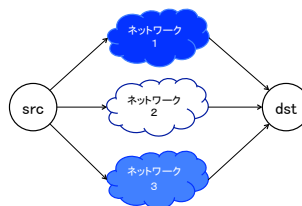


図1: マルチパス TCP

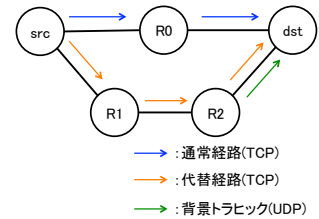


図2: ネットワークトポロジ

表1: 転送終了時間

File Size	Pattern1[s]	Pattern2[s]	Pattern3[s]
10MByte	1.247	2.871	1.249
20MByte	2.073	10.79	2.075
50MByte	4.551	35.97	4.553
100MByte	8.682	76.41	8.684

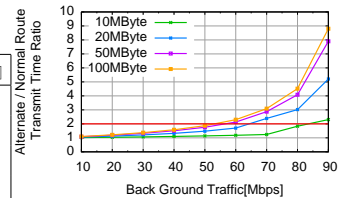


図3: 背景トラフィック量-転送性能比

- 転送性能比
 - パターン1とパターン3のファイル転送終了時間の比

5 結果と考察

背景トラフィック量が90[Mbps]時の固定ファイルサイズに対する転送終了時間を表1に示す。パターン1に対するパターン2は、代替経路のみを利用することで通常経路の省電力化を図る。しかし、結果からファイルサイズが100[MByte]の場合、ファイル転送終了時間が通常経路利用時の8.8倍となり、転送性能が大きく劣化していることがわかる。

また、パターン1に対するパターン3は、代替経路の利用に伴って経路切替を行うことで通常経路を利用する分、省電力効果は低下する。しかし、結果から各ファイルサイズによる転送性能比はおおよそ1となり、通常経路と代替経路のRTTを等しく設定し、RTTによるファイル転送への影響をなくしているため、代替経路から通常経路に通信途中で切り替えることによる転送性能の劣化はないことがわかる。

以上より、マルチパス TCP による経路切替による転送性能への影響がなく、省電力化に有効であることがわかった。

6 経路切替判断閾値の検討

ファイル転送環境から通信途中における経路切り替えのタイミングを考えるため、代替経路における背景トラフィック量に対するパターン1とパターン2のTCPのファイル転送終了時間の比を図3に示す。ここで、転送性能許容比(図3中の赤線)を2と仮定すると、10[MByte]の場合は背景トラフィックの量が90[Mbps]以上で転送性能許容比を上回るが、100[MByte]の場合は転送性能許容比は60[Mbps]となる。

したがって、転送ファイルサイズに応じて経路切替判断閾値を決める必要がある。

7 まとめ

本研究では、MPTCPによるセグメントごとの時間的・空間的省電力 TE の実現性を明らかにするために、経路切り替えによる転送性能への影響を調査した。

その結果、経路切替のタイミングについて検討が必要であるが、ウィンドウサイズ等のパラメータの引き継ぎが可能であるため、転送性能の劣化はなく、MPTCPの利用が省電力 TE へ有効であることを示した。