

# 複数パスへの動的負荷分散におけるタイミング条件の影響に関する研究

2007MI270 吉田 和弘

指導教員 奥村 康行

## 1 はじめに

近年のネットワークの急速的な普及に伴い、大容量データの FTP 転送、映像配信やテレビ会議等といった広帯域転送を必要とするアプリケーションが登場し、トラフィック量が増加している。トラフィック量の増加に伴いデータ転送の同時性や即時性が求められる傾向が強まっている。また、トラフィックの偏りが発生しないようバランスをとり、ある特定の通信回線だけに負荷がかからないようにする技術も必要である。[3] そこで本研究ではトラフィックエンジニアリングの観点から、先行研究 [2] で提案された複数パスへの動的負荷分散アルゴリズムを改善し、スループットを平均化することを目指す。また、コンピュータシミュレータとして実際のネットワークにより近い環境でシミュレーションができる NS2(Network Simulator ver.2)[1][4] を用いて実験を行う。

## 2 ハッシュを用いた経路制御

図 1 に本研究で用いるネットワーク構成を示す。図 1 のように負荷分散ノードを設定し複数の経路を制御する。図 2 に、負荷分散ノードの処理について示す。図 2 のように負荷分散ノードが全てのフローを受け取り、各経路に振り分ける。負荷分散ノード内にはハッシュテーブルを設定し、流れてきたフローをハッシュ値により制御する。ハッシュ値はポート番号、ノードアドレス、宛先アドレス、フロー ID の和を用いて求める。ハッシュテーブルは経路の本数に比例して大きくなり、経路の使用効率に偏りが生じている場合にはパケットを基にハッシュテーブルの区切りである閾値を変動させ経路を選択する。

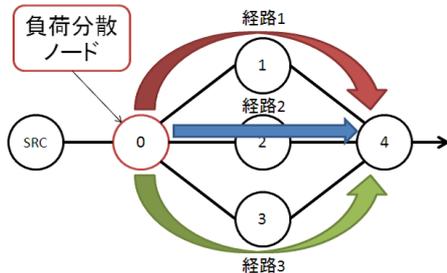


図 1 ネットワークトポロジー

## 3 動的負荷分散

ネットワークには以下の 3 つの機能を用意する。

1. 複数の経路を用意する機能
2. 経路の負荷情報を周期的に把握する機能
3. 経路の負荷情報から経路を選択する機能

以降、各機能を実現する手段について述べる

### 3.1 複数の経路を用意する機能

負荷分散を実行するためには、同一の宛先に対して 2 本以上の経路が必要となる。

### 3.2 経路の負荷情報を周期的に把握する機能

経路間の負荷のバランスを調整するためには、すべての経路の負荷情報を把握しなければならない。そこで、リンクを通過したパケット数をカウントする変数パケットカウンタを用意し、各経路を通過するパケット数を負荷情報として用いて負荷情報を周期的に把握する。

### 3.3 経路の負荷情報から経路を選択する機能

負荷情報を測定した後に、TCP フローを最適な経路に振り分ける必要がある。先行研究 [2] の提案 1 では、各経路のスループットの比にハッシュテーブルを分割し、経路を制御する。図 3 に先行研究 [2] の提案 1 での経路選択を示す。

課題として、経路を変更するタイミングについて考えていない点が挙げられる。

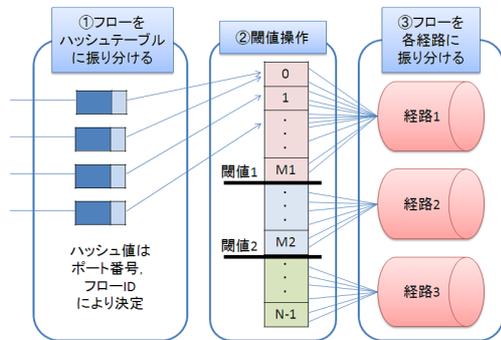


図 2 閾値操作

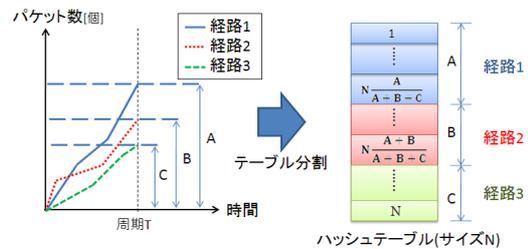


図 3 先行研究 [2] の提案 1 の経路選択

## 4 提案するアルゴリズム

本提案では周期毎に毎回経路変更をせずに、経路変更のタイミングを設定するため基準値  $frclimit$  と  $marktotal$  を定義する。 $frclimit$  は前後周期のスループットの変化の割合の基準値である。 $marktotal$  は  $frclimit$  を超えた回数を数える変数カウントがいくつに達したら経路変更をするか決める基準値である。図4に提案するアルゴリズムの経路選択について示す。

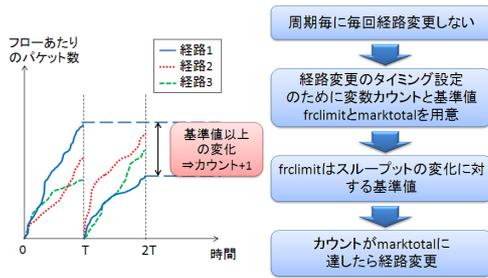


図4 提案するアルゴリズムの経路選択

## 5 実験

本提案のアルゴリズムの適用によって、経路間におけるフローあたりのスループットが均等に近づくことを示すために以下の実験を行う。実験は NS2[1][4] を用いて行う。

### 5.1 実験環境

図5に本研究のネットワークポロジを示す。図5に示す通り、60Mbps, 90Mbps, 150Mbpsの3本の経路、各経路の遅延 1ms, フロー数 240, シミュレーション時間 30sec で実験を行う。また、10sec から 20sec の間において経路2に UDP フロー 1本を 70Mbps で発生させる。

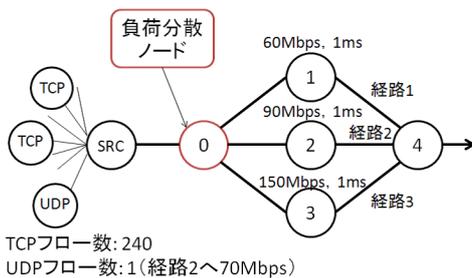


図5 実験に使用するトポロジー

### 5.2 実験結果

0sec から 10sec のフローあたりの平均スループットと標準偏差を図6に示す。10sec から 20sec のフローあたりの平均スループットと標準偏差を図7に示す。

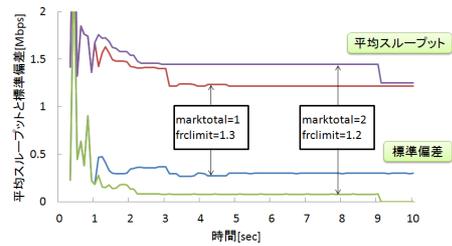


図6 平均スループットと標準偏差 (TCP のみの場合)

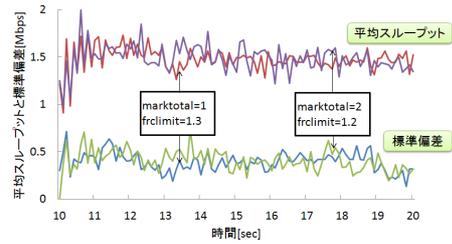


図7 平均スループットと標準偏差 (TCP と UDP の場合)

### 5.3 考察

図6より、ネットワーク状況が変化しない場合、 $marktotal$  が 2 で  $frclimit$  がおよそ 1.2 のとき最も標準偏差の値が小さくなった。これは、 $marktotal$  が 1 のとき、つまり先行研究 [2] に比べて必要以上に経路変更せずにうまく負荷分散が行えたからだと考えられる。図7より、輻輳が発生する状況を想定した場合、 $marktotal$  が 1 で  $frclimit$  がおよそ 1.3 のとき、 $marktotal$  が 2 で  $frclimit$  がおよそ 1.2 のときではグラフの形はほとんど同じであることがわかる。また、どちらも状況に応じて経路変更を行い標準偏差の値が抑えられていることがわかる。

## 6 まとめ

本研究では経路3本の固定のネットワーク構成で動的負荷分散の実験を行い、良い結果が得られた。今後は、他の様々なネットワークでのシミュレーションや、ネットワークにより本研究で用いた  $marktotal$  や  $frclimit$  のパラメータを調節する機能の実装が課題である。

### 参考文献

- [1] 銭飛：NS2 ネットワークシミュレーション，森北出版 (2006.11).
- [2] 常川 勝広, 西尾 広浦, 岡田 千秋: "MPLS における複数パスの動的選択技術に関する研究", 南山大学数理情報学部情報通信学科 2009 年度卒業論文, (2010.3).
- [3] Eric W.Gray: マスタリング TCP/IP MPLS 編, オーム社 (2002.2).
- [4] JK.Fall and K.Vardhan: "The ns Manual", <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.