

# 様々なパケット長を転送する複数パスの動的振り分け技術の研究

2007MI060 市橋 達也

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。そこで本研究では、複数パスへ様々なパケット長のパケットを流し、各経路の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NS-2(Network Simulator ver.2)[1]を用いる。

## 2. ハッシュを用いた経路選択

負荷分散ノード内に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テーブルの値により経路制御を行う。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閾値を変動させ経路を選択する。図1に、経路の例とハッシュにおける閾値の操作方法を示す。図1より、ハッシュテーブルの区切りである閾値を移動させて、各経路に流すパケットを調節しているのがわかる。

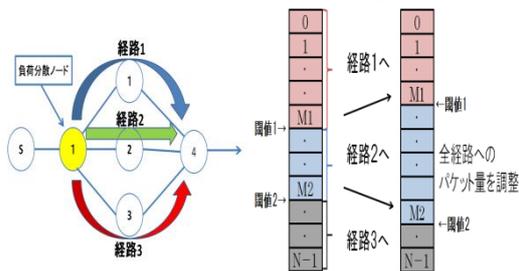


図1 ハッシュ、閾値操作

## 3. 動的負荷分散

動的負荷分散を実現するために、以下の3つの機能を用意する。これらの機能が連携することにより、全体として一つの負荷分散が可能となる。

1. K本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。すなわち、最短経路を含め、第2経路、第3経路、…第K経路までを計算しなければならないが、第K経路までを実装することは非常に困難なため、本研究では第3経路までを実装し、シミュレーションを行う。

### 3.2. 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。

先行研究[2]では、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。しかし、通過パケット数だけでは負荷情報を把握するための指標としては不十分であるため、本研究ではパケット数に加えパケット長を測定し、負荷情報を把握する。

### 3.3. 先行研究[2]における経路選択機能

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2では、各経路のパケットカウンタに上限値を決め、上限値に達した経路へ割り当てるテーブルの要素を1増やし、その時点でパケットカウンタが最小の経路へ割り当てるテーブル要素を1減らす。図2に先行研究[2]の提案2での経路選択を示す。

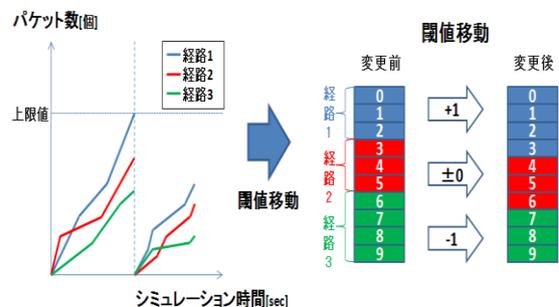


図2 先行研究[2]の提案2の経路選択

課題としては、先行研究[2]では、負荷情報として通過パケット数を用いているが、通過パケット数は変動が大きいため不安定である。よって経路の負荷情報を把握するための指標として単一では不十分である点があげられる。

#### 4. 提案するアルゴリズム

本研究では先行研究[2]の課題を受け、負荷情報として、パケット長を測定し、負荷情報を把握する。

本提案は、閾値を変更するタイミングとして周期を用いる。周期における経路を通過したパケット長の比でハッシュテーブルを分割するように閾値を動的に制御する。

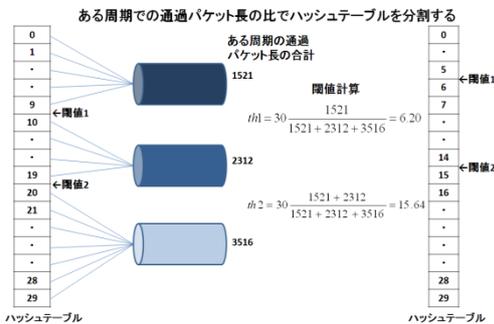


図3 提案するアルゴリズム

#### 5. 実験結果

上述の提案するアルゴリズム(以下、提案1とする)という動的な閾値制御と比較を行うために先行研究[2]提案2と静的という動的には閾値制御を行わないアルゴリズムを用意した。静的は閾値を各パスに均等に振り分ける。以上3つの閾値制御を用意する。

動的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。また、実験はNS\_2[1]を用いて行う。

図4に本研究のネットワークポロジを示す。

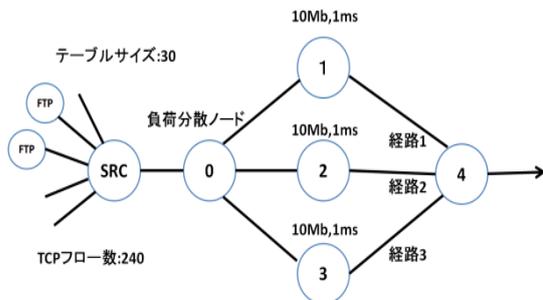


図4 実験に使用するトポロジー

図4に示す通り、10Mbps3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50secのうち20secから30secを取り出して図に示す。さらに、経路1に44byte、経路2,3に176byteのパケット長を流す。本実験は、振り分ける帯域すべてが同等かつTCPフローのみが発生し、輻輳や障害が全く起こらない状況を想定している。

提案1と静的、先行研究[2]提案1のフロー当たりのスループットの標準偏差を比較したものを図5に示す。

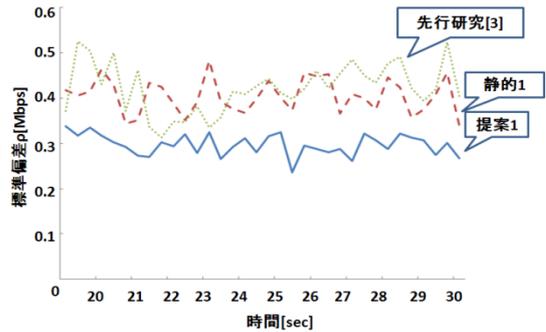


図5 フロー当たりのスループットの標準偏差

その結果、図5より、静的、先行研究[2]では平均的に0.4Mbpsを推移するが、提案1では平均的に0.3Mbpsを推移する。つまり、提案1の標準偏差が静的、先行研究[2]と比較し小さくなった。

実験では静的、先行研究[2]提案1と比べ提案1のアルゴリズムの有効性が示された。負荷情報にパケット長を用いて動的負荷分散を行うことで、パケット数のみを付加情報として用いたアルゴリズムよりも性能が大きく向上したと言える。

#### 6. 今後の課題

本研究では振り分ける帯域が全て同等、UDPが存在せず、障害による輻輳も考慮していないので現実のネットワークでの有効性が示せていない。今後はより現実のネットワークに近い状況で実験をすることが必要となる。

なお本要旨では本研究のテーマである各経路のフローあたりの平均スループットの平等性についてのみ考慮した。

#### 7. 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