

負荷適応型の複数経路制御の枠組

A Scheme of Load Adaptive Multipath Routing

80223135 博多屋 真一 (Shinichi Hakataya) Supervisor 矢向 高弘 (Takahiro Yakoh)

1 はじめに

コンピュータネットワークの急速な発展に伴い、ネットワーク機器の信頼性確保の手段として、バックボーン装置を二重化するといった装置の冗長化が進んでいる。これにより以前に比べ複数経路を利用できる可能性が増してきている。

そこで本研究では、TCP 通信においてルータが定期的にネットワーク負荷状況を把握し、複数経路のうち使用可能帯域が最大となる経路へトラフィックを割り当てる複数経路制御の枠組を提案する。

2 複数経路制御手法の原理

(I) 負荷情報同時通知型ルーティングプロトコル

最短経路探索を行う既存の Distance Vector 型ルーティングプロトコルに、ネットワーク負荷情報を付加する拡張を施すことにより、各ルータへのネットワーク負荷情報通知を実現する。本研究で提案する拡張を以下に示す。

ルータ i は、隣接ルータ j 経由の全ての宛先ルータ dst までの使用可能帯域の推定値 $i \rightarrow dst T_j$ を持ち、これを以下の手順に従い定期的に更新する。

- i). ルータ j から、 $j \rightarrow dst T = \sum_k j \rightarrow dst T_k$ をルーティングプロトコルの距離情報と共に定期的に受信。
- ii). i から j へ接続されている回線の使用可能帯域を式 (1) で推定。

$$i \rightarrow j T = \frac{i \rightarrow j B}{i \rightarrow j F + 1} \quad (1)$$

ここで $i \rightarrow j B$ はルータ i から j へ接続されている回線の帯域、 $i \rightarrow j F$ はその回線を流れるフローの合計数である。(ある特定の Source-Destination 間に発生したトラフィックを 1 フローと定義する)

- iii). $i \rightarrow dst T_j = \min(i \rightarrow j T, j \rightarrow dst T)$ として更新。

(II) 複数経路に対するトラフィックの割り当て

複数経路 (複数のネクストホップ) を持つルータは、上記手順で取得した $i \rightarrow dst T_j$ を j の数だけ持つ。このとき、 $i \rightarrow dst T_j$ に対応するネクストホップ j への割り当て率 $i \rightarrow dst P_j$ を式 (2) により計算する。

$$i \rightarrow dst P_j = \frac{i \rightarrow dst T_j}{\sum_k i \rightarrow dst T_k} \quad (2)$$

そして新規フローの経路選択時において、割り当て率 $i \rightarrow dst P_j$ に応じて確率的にネクストホップ j を選択する。

3 シミュレーションによる評価

ネットワークシミュレータ ns2 に提案手法を実装し、シミュレーション評価を行った。提案手法と負荷情報を用いない既存手法 (ラウンドロビン/ランダム割り当て) において、様々な比較実験を行った。その一部を以下に示す。この実験では、等回線帯域で構成された 3 つの複数経路を持つトポロジを想定し、各経路上にそれぞれ異なる数の TCP フロー (FLOW0-8) が流れている状況を初期状態とした。5 秒毎に TCP フロー (FLOW9-17) を 1 つずつ追加し、提案手法においては情報通知により初期状態に対応する割り当て率 $i \rightarrow dst P_j$ が計算されているものとした。

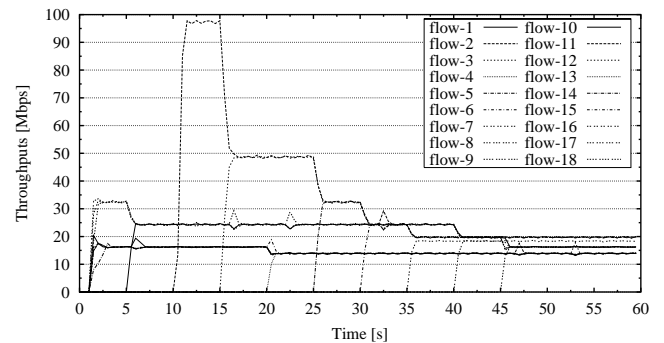


図 1: 提案手法のフロー別スループット

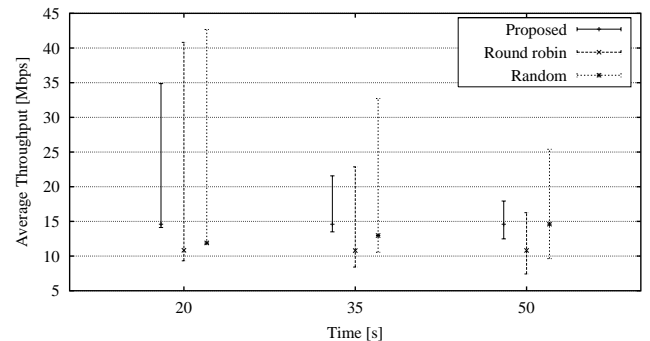


図 2: 手法別平均スループットの比較

結果を図 1, 2 に示す。提案手法はフローの帯域が最大となる経路への確率的な割り当てが可能となった結果、既存手法に比べてフローへの帯域割り当てに関する公平性が向上した。

4 結論

提案する経路制御機構によりルータが適切な割り当て率 $i \rightarrow dst P_j$ を定期的に取得することにより、回線上のトラフィックのいかなる変動に対しても適応的にフロー割り当てを行うことが可能であることが示された。