

依存関係に基づくネットワーク資源の再構成

2 J-9

内藤 昭三, 山本 公洋, 丸山 勝久, 藤浦 豊徳
NTT ソフトウェア研究所

1 はじめに

インターネットをはじめとするネットワークシステムは、大規模化、複雑化、多様化が急速に進んでいる。また、ネットワークシステムを取り巻く環境は、絶えまなく変動している。このような状況の基では、ネットワークシステムの振舞の完全な予測は困難であり、電話系のネットワークで行なわれてきたような中央制御は不可能になりつつある。このような観点から我々は、環境に適応的に自己組織化するネットワークシステムを提案している [1][2][3]。本稿では、トラフィックモニタ情報から、データマイニングを行ない、それによって得られるトラフィック間の依存関係パターンに基づき、動的に経路制御を行なうことにより、ネットワーク資源を有効に利用する手法を提案する。

2 目的および問題設定

インターネットを代表とするパケットネットワークの利用が広まっており、従来専ら回線交換ネットワークで提供されていた電話サービスなどもパケットネットワークにより提供されようとしている。しかし、パケットネットワークのトラフィックの制御は難しく、その前提となる輻輳状態の推定には、大がかりなネットワーク管理システムが必要である。本報告では、実トラフィックに影響を与えることなく、少ない観測点でのパケット流をモニタし、それに基づく相関解析により、ネットワーク上の輻輳領域を切り出すことを目的とする。

最近、ワールドワイドウェブ (WWW) を代表とする情報サーバによるサービスが多くの組織により提供されている。その一例を図1に示す。この例では、サーバサイトは、複数のISPに接続し、クライアントとサーバの間で、複数のアクセスパスを選択可能な環境を提供している。本輻輳領域推定システムをそのサーバからのパケット転送経路に置くことにより、送り先までの経路上における輻輳領域を推定し、それに基づき、パケット転送経路を動的に変更することにより、クライアントの満足度を高めたり、サーバの利用効率を高めることなどが可能となる。

また、その目的を達成するために、実帯域の消費やルータなどの処理負荷を生じないことが望ましい。輻輳状況などのネットワーク状態がモニタできても、そのために実トラフィックが影響を受けてしまえば、効果は小さい。本システムの目的は、パケットネットワークにおいて実トラフィックになんら影響を与えること

なく、不規則に発生する輻輳領域を、推定し、設備の追加やルーティングを動的に変更することにより輻輳状態を回避し、ネットワークの利用効率を高めることを可能にすることである。従って、課題は、実ネットワークに影響を与えることなく、ネットワークの輻輳状況を観測できること、およびネットワーク上の輻輳領域を可能な限り狭い範囲で特定できることである。

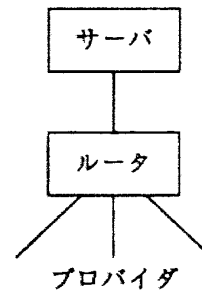


図1: 複数プロバイダに接続するサーバ

3 依存関係に基づく輻輳領域推定

3.1 概要

実ネットワークのトラフィックに影響を与えることなく、パケットを収集し、そのパケットヘッダに記述されている宛先によって経路を共有するパケット (例えば同じ自律システム (AS) 宛のパケット) を集計し、その遅延あるいは再送パケット量の時間変動の統計を取る。複数のパケットクラスの遅延あるいは再送パケットの時間変動パターンの相関を解析し、さらに traceroute などで得た経路情報と突き合わせ、輻輳領域を切り出す。途中経路を共有するパケットクラスの数多くすることにより、より狭い範囲の輻輳領域を推定することができる。

3.2 輻輳領域推定システム

システム構成図を図2に示す。装置は、パケット収集部、経路共通パケット集約部、相関解析部、輻輳領域切り出し部からなる。

パケット収集部は、リンクを通過するパケット (ヘッダ) を収集し、それにタイムスタンプを付けて、蓄積する。Yケーブルを使って、パケット収集することにより、実トラフィックになんら影響を与えない。フィルタを挟むことによって、パケットを選択することもできる。その際、フィルタリングのトリガとして、再送率の急増などの異常状態を使うことができる。

経路共通パケット集約部は、例えば同じ自律システム (AS) に属するパケットをクラスとして、分類する。

¹Self-Organization of Network Resources based on Dependency
Shozo NAITO, Kimihiro YAMAMOTO,
Katsuhisa MARUYAMA and Toyonori FUJIURA
NTT Software Laboratories

自律システムごとのクラス分けは、一例であり、さらに大きなクラス、あるいは小さなクラスなどと粒度を可変とすることができる。

相関解析部では、まずクラスごとの遅延あるいは再送パケット率などの注目パラメータの時間変動を解析する。さらに、クラス間のこれらのパラメータ間の時間相関を解析する。

輻輳領域切り出し部では、相関解析によって得られたクラス間の遅延あるいは再送パケット率などのパラメータの相関解析結果と traceroute など得た経路情報に基づき、推定輻輳領域の切り出しを行なう。

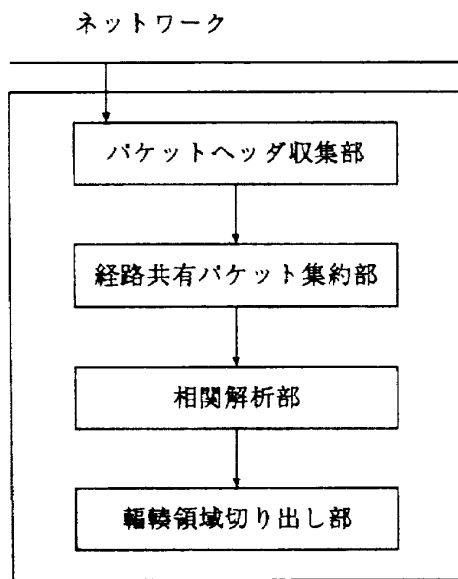


図 2: 輻輳領域推定システム

3.3 輻輳領域推定装置の適用例

インターネットエクスチェンジ (IX) や複数のインターネットプロバイダへの接続を持つサーバの近傍に本装置を設置し、パケットをモニタし、輻輳領域を検知することにより、動的な経路制御を行ない、ネットワークの利用効率を高め、アクセスユーザの利便性を高めることができる。

図 1 に示すようなサーバサービスサイトにおいて、ISP への接続リンクのトラフィックをモニタし、そのデータに対して本手法を適用することにより、データ転送 ISP の動的な選択が可能となる。

図 3 の情報サーバサイトの例において、適用例を示す。

輻輳領域推定装置 A によって、(自律システム) B および C 方面へのパケットの遅延あるいは再送パケット率の時間変動に正の相関があり、これらと D 方面へのパケットには、正の相関がないならば、E の領域が輻輳推定領域として切り出される。この領域内で経路を異にするパケットクラスの相関を追跡することにより、輻輳推定領域を狭めることができる。

3.4 関連技術

従来、パケットネットワークにおける輻輳状態を推定するためには、各所に置かれたルータや測定器による

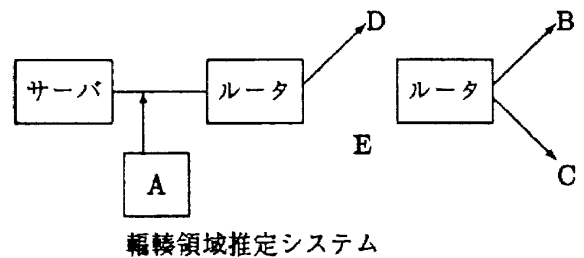


図 3: 輻輳領域推定システムの適用例

モニタあるいは観測パケットによるネットワーク特性の収集の二つの方法が主に使われていた。

ルータあるいは測定器によるモニタでは、モニタ箇所におけるパケット統計を取ることににより、その位置における輻輳状態を判断する。ルータをパケット観測に使う場合には、ルータの CPU 資源をそのために割かなければならない。ルータによる観測プロトコルとしては、SNMP などが代表である。また、モニタ装置としては、LAN 用の Sniffer などがある。

観測パケットによる経路上のネットワーク特性を知る方法には、ping による 2 点間の遅延の観測、traceroute による ホップリンクごとの遅延観測、pathchar による ホップリンクごとの最大帯域推定などがある。これらは、いずれも観測パケットにより、実帯域を使用し、実トラフィックに影響を与えるという副作用がある。また、ping や traceroute によって遅延の時間変動を観測するためには、頻繁に観測パケットを送る必要がある。

4 むすび

本輻輳領域推定システムにより、実トラフィックに副作用を与えることなく、観測点を通る経路共有パケットの遅延あるいは再送率の相関を解析することにより、不規則に発生する経路上の輻輳領域を推定することができる。この輻輳領域の推定結果に基づき、その領域のさらに詳細なトラフィック観測を行なったり、さらには設備の追加やルーティングを動的に変更することにより輻輳状態を回避し、ネットワークの利用効率を高めることが可能となる。今後、このシステムの実時間性能などを評価する予定である。

参考文献

- [1] 内藤昭三, 山本公洋, 丸山勝久, 藤浦豊徳: 適応的自己組織化ネットワークシステム構成法の提案, 情報処理学会第 55 回 (平成 9 年度後期) 全国大会, 2V-06.
- [2] 藤浦豊徳, 内藤昭三: トラフィック適応型ネットワーク資源最適配置法の提案, 情報処理学会第 55 回 (平成 9 年度後期) 全国大会, 5T-06.
- [3] 山本公洋, 藤浦豊徳, 内藤昭三: ゲーム理論に基づくネットワーク経路選択手法の提案, 情報処理学会第 54 回 (平成 9 年度前期) 全国大会, 3M-07.