

## インターネット QoS ビジュアライザのための 実時間データ処理システムの構成

4 V - 8

福田 晴元 小野 諭 高橋 直久

NTT ソフトウェア研究所

### 1 はじめに

インターネット QoS ビジュアライザ<sup>1)</sup>では、ネットワーク上にパケットを監視するブロープ装置（パケット収集装置と呼ぶ）を複数台用意する。そのブロープ装置において、ネットワークを流れるパケットのコピーをタイムスタンプとともに収集し、収集したタイムスタンプとパケットの情報を比較することにより、ネットワーク全体での遅延やジッター等の通信品質を測定する<sup>1)</sup>。

この品質測定のためには、複数のパケット収集装置より送られてくる情報の中より、監視対象となるパケットに注目して、タイムスタンプとパケットの情報を比較する。これにより、パケットの通過経路と通過時間を求めて、遅延やジッターといった通信品質を把握出来る。このような、特定のパケットに注目し、そのパケットを追跡して詳細な通信品質を求める方法をパケットトラッキングと呼ぶ<sup>2)</sup>。

この、パケットトラッキングを行なうためには、複数のパケット収集装置から連続して送られて来るパケットデータの一部を参照して、同一のパケットを捜し出す操作を実時間で行なうことが重要となる。このような、同一パケットを捜し出す方法をパケットマッチングと呼ぶ。

本稿では、データ収集時刻の誤差や、監視パケットのロスやトラフィックの偏りにより、パケットマッチングが正常に行なわれないという問題を示した後に、その問題の解決方法について提案する。

### 2 パケットマッチングの問題点

インターネット QoS ビジュアライザの構成を図 1 に示す。図にあるように、インターネット QoS ビジュアライザは、パケット収集装置、集信サーバ、表示装置から構成される<sup>1)</sup>。パケット収集装置と集信サーバ間は、インターネットのユーザが利用する網とは異なる網で構成される。これを監視網と呼ぶ。パケットのコピーとタイムスタンプからなるデータは、この監視網を通して、パケット収集装置より集信サーバへ送られる。そして、集信サーバにてパケットトラッキングが行なわれる。

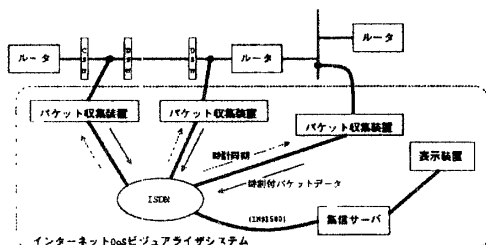


図 1: インターネット QoS ビジュアライザの構成

ところで、監視網として図 1 では ISDN を用いている

A Realtime Packet-Matching Method for Internet QoS Visualizer

Harumoto FUKUDA, Satoshi ONO, and Naohisa TAKAHASHI  
NTT Software Laboratories

が、実際には、監視網は IP で接続されることが条件であり、どのような物理ネットワークを利用するか定めていない。このため、利用するネットワーク種別が異なると、パケット収集装置と集信サーバ間のデータ転送遅延が異なる可能性がある。このため、集信サーバへのデータ到着時刻に差が生じる可能性がある。さらに、データ収集のために、TCP<sup>3)</sup> を利用しており、監視網の輻輳等の影響によって TCP がデータの再送を試みた際には、さらにデータ収集時刻の差が大きくなる可能性がある。従って、パケットマッチングを行なうためには、同一パケットが各ブロープから到着するまで待たねばならず、収集時刻の差が大きくなるほど、長時間待つ必要がある。

次に、一つのアプリケーションプロトコルからなるトラフィックを、複数のパケット収集装置において同時に収集しているとする。この際に、パケットがネットワークの一部でロスした場合には、各パケット収集装置から集められるデータの中に、同一パケットが存在しない。従って、パケットマッチングを行なうためには、同一のパケットが存在しないことを確認するまでの時間が必要となる。

また、複数のパケット収集装置が、複数のアプリケーションプロトコルからなるトラフィックを同時に収集しているとする。この際に、ネットワークの場所によって、アプリケーションプロトコルのトラフィック量に偏りがある場合には、各パケット収集装置から集められるデータにおいて、パケットマッチングの対象外となるパケットの量が異なって存在する。従って、パケットマッチングを行なうためには、対象となるパケットを待ち、かつ、そのパケットが各ブロープから到着するまで待つ時間が必要となる。

ところで、パケット収集装置により収集されたパケットのデータは、TCP によりストリームの状態で集信サーバへ送られてくる。これをパケットストリームと呼ぶ。このパケットストリームより、実時間パケットマッチングを行なうためには、小さな有限のテーブルを用意して、そのテーブルにストリームの断片を取り込み、テーブル間で等しいパケットを捜し出し、短い間隔で、常にテーブルを更新するという動作が必要とされる。

ところが、上述したように、パケットマッチングを行なうためには、同一パケットの到着やパケットロスの確認のために、一定の時間を必要としている。この時間がテーブル更新の時間よりも長い場合には、パケットマッチングされるべきパケットが全てのテーブルへ取り込まれず、パケットマッチングが正常に行なわれないという問題が生じる。

この問題を解決するために、なるべく長い間更新を行なわないようにするためのテーブル管理と、同一パケットの到着やパケットロスの確認のための時間を短くするような、パケットストリームの収集時刻同期という二つの方法が必要となる。以降では、後述の方法を実現するための、シーケンス番号を持つ同期パケットと呼ばれる情報を利用した、パケットストリームの収集時刻同期手法を提案する。

### 3 パケットストリームの収集時刻同期

#### 3.1 パケットマッチングプログラム

パケットマッチングを行なうプログラムをパケットマッチングプログラムと呼ぶ。このプログラムは、図2に示すように動作する。このプログラムは2入力3出力となり、発火機構と同期パケット再生機構を有している。内部データテーブルにおいて、同一のパケットが見つかった場合には、そのパケットを内部テーブルより取り出して“match”出力へ出力する。さらに、ある一定時間の後に、内部テーブルに残っているパケットをそれぞれ“unmatch”出力へ出力する。

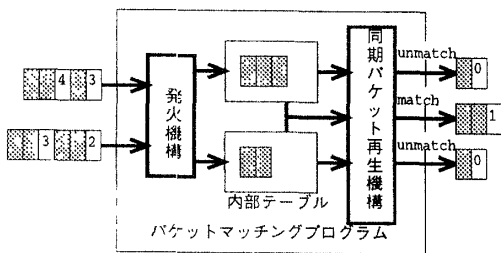


図2: パケットマッチングプログラム

#### 3.2 発火機構

パケット収集装置にてパケットがコピーされ、そのデータがストリームデータとして監視サーバへ送られる際に、定期的にシーケンス番号を含むパケットが挿入される。このパケットを同期パケットと呼ぶ。なお、シーケンス番号は、同期パケットが作成される度にインクリメントされる。全てのパケット収集装置は正確に時刻が同期しているため、パケットの収集開始時刻、同期パケットの生成タイミング、シーケンス番号の初期値を揃えておくことにより、同時に同じシーケンス番号を持つ同期パケットを生成することが可能となる。

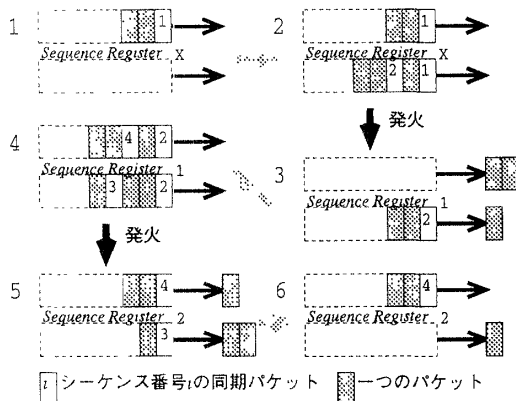


図3: 発火制御

発火機構は、シーケンス番号が等しい同期パケットに区切られたストリームを単位として内部テーブルへ送ることを基本動作とする。これにより、同期パケットが生成される時間間隔でストリームの同期が行なわれ、パケットデータ量の偏りや収集遅延等を少なくすることが可能となる。図3に、例を用いて発火機構の動作概要を示す。動作の詳細を以下に述べる。

- 片側の入力の先頭のみ同期パケットがある場合（図3:1,3,6）：他方の入力へ同期パケットが到着するのを待つ。

- 両方の入力の先頭に等しいシーケンス番号を持つ同期パケットが揃った場合（図3:2,4）：同期パケットを取り除いて、以降のデータストリームを読み込み、内部テーブルへ送る。これを発火と呼ぶ。この際に、同期パケットのシーケンス番号を *Sequence register* と呼ばれる変数に保存する。
- 両方の入力の先頭に異なるシーケンス番号を持つ同期パケットがある場合（図3:5）：小さなシーケンス番号を持つ同期パケット以降のデータストリームを、同期パケットを取り除いて、以降のデータストリームを読み込み、内部テーブルへ送る。
- *Sequence register* の値より小さなシーケンス番号を持つ同期パケットがある場合：同期パケットを取り除いて、以降のデータストリームを読み込み、内部テーブルへ送る。

#### 3.3 同期パケット再生機構

同期パケット再生機構は、発火機構により取り外された同期パケットを再生する機構である。これにより、パケットマッチングプログラムを多段に組み合わせることを可能にする。

この機構は、発火機構により発火が行なわれた際に、同期パケットを生成して、全ての出力口へ出力する。この際に、発火した同期パケットのシーケンス番号を、本機構が新たに生成する同期パケットのシーケンス番号とする。発火が行なわれない場合には、内部テーブルより出力されるパケットストリームを出力する。

### 4 おわりに

インターネット QoS ビジュアライザを用いてパケットトラッキングを行なうためには、実時間でのパケットマッチングが重要となる。パケットマッチングを行なう際に、集信サーバへ集められるパケットストリームは、到着時刻に差があり、パケットロスがあり、さらに、データの収集量がグループ別に異なる。本稿では、これにより、パケットマッチングが正常に行なわれないという問題を示した。さらに、その問題を解決するための一方法について提案した。この方法は、パケット収集装置において、集信サーバへデータを送る際に、シーケンス番号を持つ同期パケットを定期的に埋め込む。このシーケンス番号をもとにして、パケットマッチング装置へのデータ転送制御を行なう。

今後は、パケットマッチングを行なうシステムを構築する予定である。また、本ビジュアライザを実際のインターネット上で利用をすすめていき、ネットワークの品質測定を進める予定である。

最後に、本研究の御支援、御支援頂く市川晴久広域コンピューティング研究部長ならびに、日頃御議論頂く宮田輝子さん、ならびに、超並列コンピューティング研究グループの皆様へ感謝します。

#### 参考文献

- 1) 福田晴元, 小野論, 高橋直久, “インターネット QoS ビジュアライザの設計と実現” 信学会論文誌 B-I, Vol. J80-B-I, No.6, pp.438-446, Jun 1997.
- 2) 福田晴元, 小野論, 高橋直久, “インターネット QoS ビジュアライザを用いた遅延とジッターの測定”, 情報分散システム管理研究会掲載予定 Sep. 1997.
- 3) Daniel C. Lynch, Marshall T. Rose, “Internet system handbook”, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY INC., Jan. 1993.