

2Q-07 一方向遅延/パケット損失率を測定するIP品質モニタの設計

阿野 茂浩 長谷川 亨 加藤 聡彦
KDD研究所

1. はじめに

ベストエフォート型のネットワークであるインターネットにおいても、商用サービスの導入に伴って品質の保証が重要な課題となっている。また、IETFのDiffserv (Differentiated services)に代表されるような、クラス別の通信品質保証機能も広く検討されている。このため、今後はインターネットにおいても、一方向遅延やパケット損失率などの品質パラメータを測定する技術の確立が重要となる。これまでも、2地点に設置した測定装置間で、測定用のパケットを送出することにより、品質パラメータを測定する手法が提案されている^[1]。しかしこの手法では、測定用パケットが測定対象となるため、実際に流れるトラフィックとは途中の経路が異なるなどの理由で、正確な品質が測定できない可能性がある。これに対して本稿では、インターネット上を流れる実際のトラフィックを、2点間でモニタリングして、IPパケットの遅延時間/遅延変動や損失率を正確に測定するためのソフトウェアの設計について述べる。

2. 設計方針

- (1) 測定システムは、実際に流れるトラフィックを収集するモニタ部と、収集したトラフィックデータから品質パラメータを計算する解析部から構成される。2つの送受信測定点で収集したトラフィックデータを比較することにより、正確に一方向遅延とパケット損失率を計算する。IPパケットをパッシブに測定する手法を用いる。
- (2) ネットワークは155Mbit/sを超える高速のネットワークを想定し、そのネットワーク上を流れる特定のIPパケットを、到着時刻のタイムスタンプとともに、リアルタイムで正確にキャプチャリングできる機能を有する。
- (3) 本システムは、ネットワーク上を流れるIPパケットに対して、1週間程度の連続測定による品質モニタリングを目的としている。このため、キャプチャリングされるログ情報が非常に大量となると考えられる。このため、キャプチャリングす

るIPパケットはヘッダ部分のみとし、また、特定のフローを指定することにより、被測定パケットを選択してキャプチャリングを行えるようにする。

(4) 正確に一方向遅延を測定するためには、測定点のモニタ部を実装する計算機の時刻が合っている必要がある。このため、この時刻合わせにGPS (Global Positioning System) を使用する。

(5) ベストエフォート型の従来のインターネットにおける品質測定を行うとともに、クラス別に通信品質を保証するDiffservへの対応も可能とする。

3. システム構成

本モニタは、図1に示すように、以下の3つの機能を用いて、ユーザが指定したフローに対して品質パラメータを抽出する。

● キャプチャ機能

タップした物理回線からパケットを受信し、指定されたフローのパケットヘッダを切り出し、受信時刻を示すタイムスタンプを付加する。

● ログ機能

キャプチャ機能とモニタ部を構成し、キャプチャ機能が獲得したトラフィックデータを保存する。

● 解析機能

2点でキャプチャしたトラフィックデータを付加合わせて解析することにより、転送遅延、パケット廃棄率等の品質パラメータを計算する。

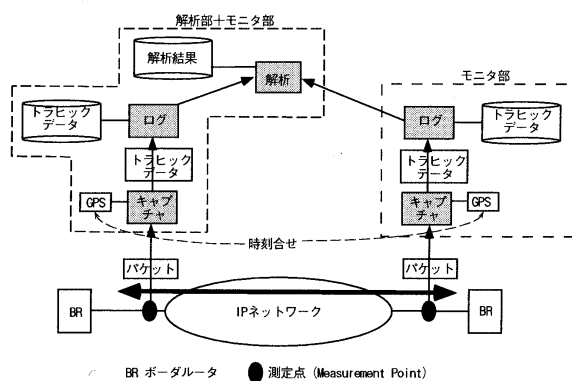


図1 システム構成

4. 各機能のソフトウェア構成

4.1 キャプチャソフトウェア

本ソフトウェアでは、キャプチャ機能とログ機

能を実現する。キャプチャの対象となる高速ネットワークとして、ギガビットイーサネット (GbE) を用いる。キャプチャソフトウェアの構成は、図2に示す通り、GbEカードのファームウェア、カーネル空間のデバイスドライバ、ユーザ空間のフィルタプログラム、およびクロック補正プログラムから構成される。実装する OS は、Linux を想定する。

GbE カードのファームウェアでは、GbE 回線から受信した IP パケットから先頭 64 バイトのヘッダを切り出して、デバイスドライバに転送する。デバイスドライバは、このヘッダ情報を受信すると、その時刻をカーネルから獲得して、タイムスタンプとしてヘッダとともに記録する。このため、時刻の獲得は、GbE カードからの割り込みルーチンで実行する。タイムスタンプ付きのヘッダ情報は、フィルタプログラムに転送され、ユーザが予め指定したフローのみをファイルに書き出し、その他は廃棄する。フローは、送受信側の IP アドレス/ネットマスクの組、または Diffserv を考慮して TOS (Type Of Service) フィールド内の情報により指定可能とする。

クロック補正プログラムでは、カーネル内の時計を GPS 装置から受信した時刻に合わせる機能を提供する。本機能の実現は、Xntp デーモン等の既存の NTP (Network Time Protocol^[2]) プログラムを用いることにより実現する。これにより、2 点間のキャプチャソフトウェアが同一の時刻を用いて、パケットの受信時刻が計測可能となる。

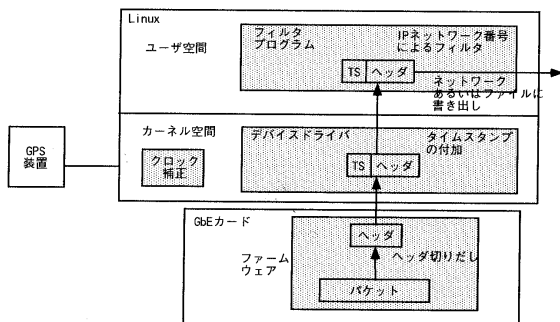


図2 キャプチャソフトウェアの構成

4.2 解析ソフトウェア

解析ソフトウェアの構成は、下位レイヤから順に、データロード、IPパケット同定、品質パラメータ解析、ユーザインタフェースの各プログラムから構成される。

データロードプログラムは、2点で測定されたログファイルから、フィルタリングされたデータの読み込みを行う機能であり、TCP/IPによりネットワークを介した遠隔の取り込みを可能とする。

IPパケット同定プログラムは、以下の手順により実現される。

- (1) 2つのログファイルの測定開始時間を比較し、両方の測定期間の重複部分を測定対象とする。
- (2) パケット同定の識別は、IPヘッダ内の発着IPアドレスおよび識別子が一致するかどうかで判断する。
- (3) 出力側ログファイルの検索は、入力側ログファイルのIPパケット到着時刻より順に行い、ユーザが指定した範囲までとする。
- (4) 一致した場合は、IPパケットが同定されたとみなし、一致しなかった場合は、IPパケット損失が発生したものとみなす。

品質パラメータ解析プログラムは、同定されたタイムスタンプ付きのIPヘッダ情報からIPパケット転送遅延/遅延変動を、またIPパケット損失数からIPパケット損失率を解析可能とする。さらに送信パケットの時間順に、転送成功/損失を1ビット表示することにより、IPパケット損失パターンを解析可能とする。

また、上記のパラメータは、キャプチャしたIPパケットの中から、以下のようなトラヒックに対して行うこととする。

- IPフロー単位 (送受信IPアドレス/ポート番号の組ごと)
- BE (Best Effort) / EF (Exedited Forwarding) / AF (Assured Forwarding) 種別毎のIPフロー
- AFにおけるAFクラスおよびdrop precedenceレベル毎のIPフロー
- 獲得したIPフロー全体

5. おわりに

本稿では、インターネット上の実IPトラヒックを遠隔の2地点間でパッシブモニタリングを可能とするIP品質モニタの設計方法について述べた。最後に、日頃ご指導頂くKDD研究所村谷所長、鈴木副所長に感謝する。

参考文献

- [1]: Sunil Kalidindi and Matthew J. Zekauskas, "Surveyor: An Infrastructure for Internet Performance Measurements", INET'99, San Jose, Jun. 1999
- [2] David L. Mills, "Network Time Protocol (Version 2) Specification and Implementation", RFC1119, Sept. 1989.