

六藤 雄一†† 齋藤 武夫†† Glenn Mansfield† 白鳥 則郎†

† 東北大学電気通信研究所, †† 東北大学電気通信研究所/情報科学研究科

1. はじめに

実時間アプリケーションが取り扱う連続メディアの品質を劣化させる原因の一つとして、パケット伝送遅延揺らぎの発生が知られている。このため伝送遅延揺らぎを把握し、ネットワーク制御やアプリケーション制御に役立てることが必要である。しかし現在のインターネットにおいて、対象とするネットワークの遅延揺らぎを把握することは困難である。

そこで本稿では、インターネットにおける連続メディアデータを伝送するトラヒックの識別手法と、そのトラヒックの遅延揺らぎを解析する手法を提案し、実装および評価について述べる。

2. 連続メディアデータを伝送するトラヒックの識別

2.1. RTP トラヒックの識別

連続メディアデータをパケットに分割し、伝送し、受信の後、再び連続メディアデータの再組立を行うため、パケットに連続メディアデータのエンコーディング方式や順序番号、送信時刻などを付加する RTP プロトコルが規定されている。[3]

そこで本研究では、連続メディアデータを伝送するトラヒックとして、RTP トラヒックの識別を試みる。しかし IP 層やトランスポート層のヘッダには、RTP トラヒックであることを示すフィールドはなく、パケットの宛先アプリケーションを識別するために用いられるポート番号も定められていない。

従って Src と Dst の IP アドレスとポート番号によるトラヒック識別手法[1]では、RTP トラヒックの識別は不可能である。そこで RTP トラヒックにおける RTP パケットヘッダの以下に挙げる性質に着目

Measurement and Monitoring of Jitter on the Internet

Yuichi Muto††, Takeo Saitoh††, Glenn Mansfield †, Norio Shiratori†

† Research of Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ.

†† Research of Institute of Electrical Communication/ Graduate School of Information Science, Tohoku Univ.

し、UDP プロトコルで伝送される一連の連続メディアデータトラヒックを構成するパケットのアプリケーションヘッダを調べ、識別を行う手法を試みた。

- (1) RTP バージョンやエンコーディング方式は変化しない
- (2) 順序番号 (Seq.No) は単調増加のみ
- (3) 送信時刻は減少しない

2.2. RTP トラヒック識別実験

上記の手法に則り、Perl をもちいて RTP トラヒック識別フィルタを実装した。UDP パケットのみ tcpdump を用いて収集し、Src と Dst の Ip アドレスとポート番号で識別されるフローに分けている。分けたフローについて、RTP トラヒックであるか識別するプログラムを Perl で実装した。

識別実験には、TRIX(Tohoku Regional Internet eXchange)[2]の仙台セグメントを通過する全トラヒックを取ったパケットダンプファイルを用いた。

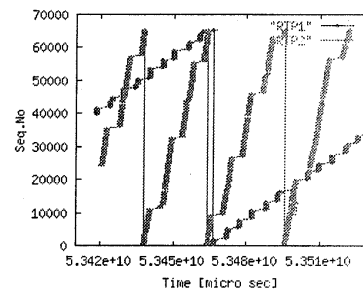


図 1 識別された RTP トラヒック例

2.3. 実験結果

使用したパケットダンプファイル(2分18秒間に10000個のパケットが含まれたもの)の中から、1859個の RTP パケットが観測され、2つの RTP トラヒックを識別した。図1に、横軸 Time[μs]縦軸 Seq.Noとして、識別された RTP パケットをトラヒック別にプロットしたグラフを示す。

実験より、RTP トラヒックの識別ができることを、確認できた。

3. インターネットにおける Jitter 観測手法

3.1. Real Interarrival Jitter の導入

Jitter はある計測区間を通過するパケットの遅延の揺らぎとして定義される。そのため、ある区間を通過するパケットの遅延を計測するために、同一パケットが時刻同期された異なる 2 つの計測器で観測された時刻差から求める手法が一般的である。しかし、現状のインターネット環境において、異なる 2 つの計測器の時刻同期を高い精度で達成することは、困難である。

そこで本研究では、1 つの計測器を通過する連続したパケットの時間間隔を計測し、異なる計測器で観測された同一の連続したパケットの時間間隔との差分から Jitter を求める手法を用いた。(図 2)

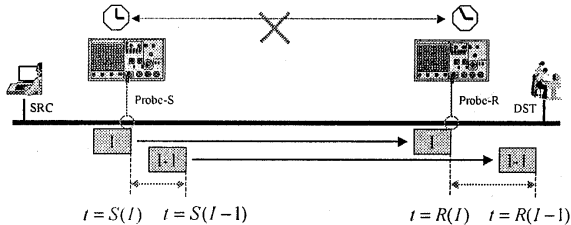


図 2 Real Interarrival Jitter 計測図

パケット I が Probe-S と Probe-R を通過する時刻を $t=S(I)$, $t=R(I)$ とすると, Real Interarrival Jitter $J(I)$ は, 次式 $D(I)$ を用いて,

$$D(I) = (R(I) - R(I-1)) - (S(I) - S(I-1))$$

$$J(0) = 0, \quad W: \text{定数}$$

$$J(I) = \frac{W-1}{W} J(I-1) + \frac{1}{W} D(I)$$

で定義される。[3]

3.2. Real Interarrival Jitter 解析システム

本研究では, Real Interarrival Jitter を解析するため, 図 3 に示す実験環境を用いた。パケット識別には, RTP ヘッダの順序番号を用いている。

Probe-S と Probe-R にて, パケット収集および収集時刻情報を収集する。その後, RTP トラフィックの識別およびトラフィックに関する情報の収集を行う。

収集された RTP トラフィック情報は, ネットワーク動作状況解析装置に伝送され, RTP トラフィックの Real Interarrival Jitter の解析を行う。

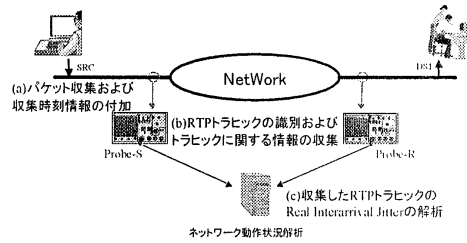


図 3 Real Interarrival Jitter 観測モデル

3.3. Jitter 観測実験

実装したシステムを用いて, Real Interarrival Jitter を解析できることを確認した。

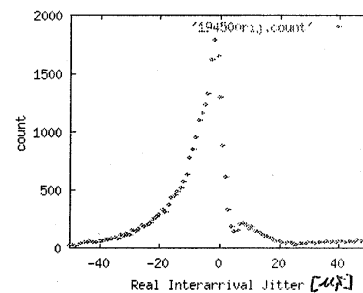


図 4 観測された Real Interarrival Jitter の例

実験により観測された 29986 個のパケットについて, 横軸に Real Interarrival Jitter, 縦軸に発生パケット数でプロットしたものを図 4 に示す。

実験より, Real Interarrival Jitter を観測できることがわかった。

4. まとめ

本論文では, インターネットにおける連続メディアデータを伝送するトラフィックの識別手法として, RTP パケットの連続性を用いて識別できることを述べた。そして識別したトラフィックの Jitter について, RTP パケットの順序番号を識別子として用い, Real Interarrival Jitter を解析する手法について述べた。

参考文献

- [1] K. C. Claff, H. W. Braun, and G. C. Polyzos, "Traffic characteristics of the T1 NSFNET backbone," Proc. IEEE Infocom 93, vol. 2, pp. 885-892, 1993.
- [2] <http://www.tia.ad.jp/triv/>
- [3] H. Schulzrinne, "RTP: A transport Protocol for Real-Time Application," RFC1889, Sep 1996.