

高速ネットワークノード向け統計的トラフィック観測機構の提案

6 F - 7

八木 哲 高橋直久 丸山 充 小倉 毅 川野哲生

NTT 光ネットワークシステム研究所

1 はじめに

本稿では、高速な回線 I/F を持つルータや SW などのネットワークノード向けに、多量のトラフィックを柔軟に観測する手法を提案する。回線 I/F の高速化は、トラフィック観測に必要な処理能力を増大させるが、処理能力の高いハードウェア処理によるモニタは、観測条件の自由度が小さくなりがちであり、観測条件の自由度が大きいソフトウェア処理によるモニタは、処理能力が不足がちである。

これに対し、複数の異なる性質のモニタの動作を監視し、状況に応じて各モニタの観測の焦点を変化させる、メタモニタの研究を進めている。本稿では、メタモニタ実現のための最初の段階として、全入力パケット数を数えるハードウェア処理のモニタと、サンプリングした入力パケットを分類し数えるソフトウェア処理のモニタを組合せ、元のトラフィックを推定する手法を提案する。また、我々が開発を進めている並列分散型高速通信スイッチ COREswitch¹⁾ でのプロトタイプ実装により、本手法の有効性を実験的に検証する。

2 推定手法の概要

2.1 推定手法の枠組

本手法のイメージを下図に示す。回線 I/F 部にある、全入力パケット数を数えるハードウェア機構をパケット数モニタと呼ぶ。制御部で実行される、入力パケットをサンプリングし、指定条件に基づいて内訳を求めるプログラムをパケット種別モニタと呼ぶ。

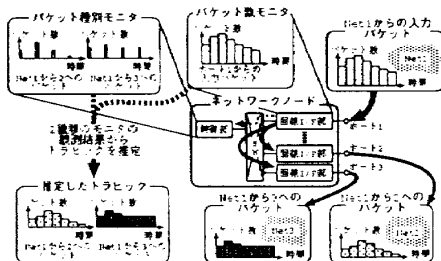


図 1: トラフィックの推定

- パケット数モニタ：時刻 0 から、期間 s_i ごとの、あるポートからの全入力パケット数 $p_i (i = 0, 1, 2, \dots)$ を観測する。
- パケット種別モニタ：時刻 0 から、サンプリング周期 s_i 、サンプリング時間 st で、あるポートからの入力パケットをサンプリングし、その中で条件 c に合致するパケット数 $pt_i (i = 0, 1, 2, \dots)$ と、合致しないパケット数 $pf_i (i = 0, 1, 2, \dots)$ を観測する。

本手法では、標本調査と同様に、パケット種別モニタが観測した、サンプリングした入力パケットの内訳が、パケット数モニタの観測対象である、全入力パケットの内訳を代表していると仮定し、元のトラフィックを推定する。

- トラフィックの推定：パケット種別モニタの観測結果を用い、2次元座標系列 $(pt_0, 0), (pt_1, s_i/st), (pt_2, 2s_i/st), \dots$ と、 $(pf_0, 0), (pf_1, s_i/st), (pf_2, 2s_i/st), \dots$ の補完曲線を、それぞれ $y = c_1x$, $y = c_2x$ とすると、時刻 0 から、期間 s_i ごとの条件 c に合致するパケット数を、
$$P_0 \frac{\int_0^{s_i} c_1 x dx}{\int_0^{s_i} c_1 x dx + \int_0^{s_i} c_2 x dx}, P_1 \frac{\int_{s_i}^{2s_i} c_1 x dx}{\int_{s_i}^{2s_i} c_1 x dx + \int_{s_i}^{2s_i} c_2 x dx},$$
$$P_2 \frac{\int_{2s_i}^{3s_i} c_1 x dx}{\int_{2s_i}^{3s_i} c_1 x dx + \int_{2s_i}^{3s_i} c_2 x dx}, \dots$$
 と推定し、合致しないパケット数を、
$$P_0 \frac{\int_0^{s_i} c_2 x dx}{\int_0^{s_i} c_1 x dx + \int_0^{s_i} c_2 x dx}, P_1 \frac{\int_{s_i}^{2s_i} c_2 x dx}{\int_{s_i}^{2s_i} c_1 x dx + \int_{s_i}^{2s_i} c_2 x dx},$$
$$P_2 \frac{\int_{2s_i}^{3s_i} c_2 x dx}{\int_{2s_i}^{3s_i} c_1 x dx + \int_{2s_i}^{3s_i} c_2 x dx}, \dots$$
 と推定する。

2.2 推定精度の限界

本観測手法の推定精度は、以下の項目により原理的な制限を受ける。

- サンプリング周期：サンプリング定理に従い、2倍以上の周期のトラフィック変動しか観測できない。
- サンプリング時間：サンプリング時間内に起こった変動は平均化され、観測できない。
- 補完曲線の選択：補完曲線に依存した誤差がある。

また、パケットのサンプリングやトラフィックの推定を行なう装置の実現法に依存した、以下の性質により制限を受ける。

- ブロープイフィクト：サンプリング行為がトラフィックに影響を与える場合は、誤差が生じる。

Statistical traffic observation mechanism for a high speed network node.
Satoru YAGI, Naohisa TAKAHASHI, Mitsuru MARUYAMA, Tsuyoshi OGURA, Tetsuo KAWANO
NTT Optical Network Systems Laboratories

- サンプル性能：サンプルを行なう装置のバケットを取り込む速度が、サンプル周期とサンプル時間を制限する。
- バケットの処理性能：実時間処理の場合は、バケットの分類と推定の速度が、サンプル周期とサンプル時間が制限し、結果の蓄積容量が観測期間を制限する。バッチ処理の場合は、バケットの蓄積容量と蓄積速度が、サンプル周期、サンプル時間、観測期間を制限する。

3 推定手法の検証

3.1 COREswitch でのプロトタイピング

下図に COREswitch の概要を示す。COREswitch は、スイッチの制御モジュール (IFP)、OC-3/OC-12 の回線 I/F モジュール (CIF)、モジュールを結ぶデータ転送用のクロスバスイッチ (XSW) と制御用のバス (C-bus)、XSW の調停モジュール (ABT) からなる。

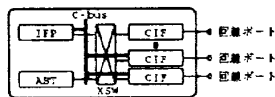


図 2: COREswitch の概要

本プロトタイプでは、バケット数モニタは、CIF の入力バケットのカウンタ値を、期間 2 秒ごとの入力バケット数として、IFP で観測する。バケット種別モニタは、XSW と ABT が提供するマルチキャスト機能²⁾を用いて、CIF の入力バケットを、サンプル周期 2 秒、サンプル時間 1/8 秒として、IFP でサンプルし分類する。

3.2 有効性の実験的検証

COREswitch に 3 台の端末を接続し、端末 a から端末 b と端末 c へ UDP でトラフィックを与え、生成したトラフィックと推定したトラフィックの波形を比較することにより、検証を行なう。生成したトラフィック (図 3) は、バケットの出力が均一ではないため、グラフに現れない変動がある。結果、バケット種別モニタの観測結果 (図 4) には、10 秒、30 秒の所でバケット数に落ち込みがある。しかし、これをバケット数モニタの観測結果 (図 5) の内訳として適用し、元のトラフィックを推定すれば (図 6)、生成したトラフィック (図 3) と近似した波形が得られ、本手法の有効性が分かる。

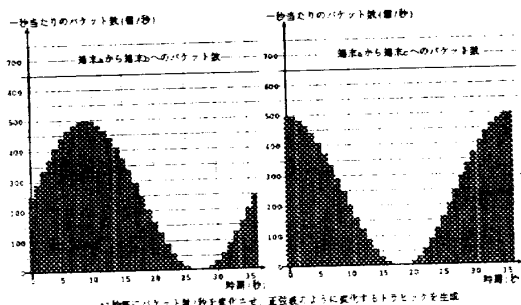


図 3: 生成したトラフィック

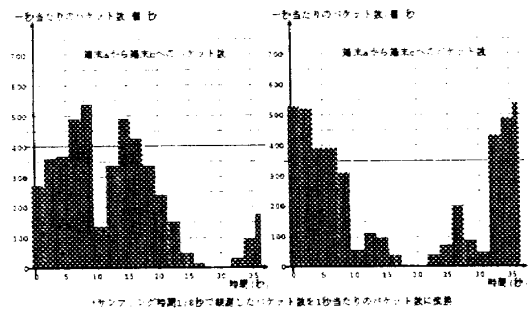


図 4: バケット種別モニタの観測結果

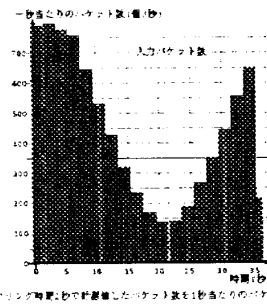


図 5: バケット数モニタの観測結果

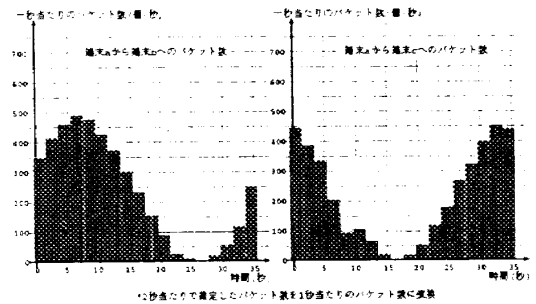


図 6: 推定したトラフィック

4 おわりに

本稿では、高速な回線 I/F を持つルータや SW などのネットワークノード向けに、複数の異なる性質のモニタを組合せ、多量のトラフィックを柔軟に観測する手法を提案し、その有効性を実験的に検証した。今後、誤差、サンプル周期やサンプル時間の適正值、各種性能の要求値などの実現面と、本手法を一例としたメタモニタの枠組について、検討を進める。

謝辞

日頃御指導いただくグループの皆様へ深謝いたします。

参考文献

- 1) 高橋, 村上, 丸山, 八木, 小倉, 川野, “並列分散型高速通信スイッチ COREswitch”, 情処学会第 56 回全国大会論文集 (3), Mar., 1998
- 2) 小倉, 高橋, 丸山, 八木, 川野, “COREswitch におけるマルチキャスト方式”, 情処学会第 56 回全国大会論文集 (3), Mar., 1998