

## 大容量コンテンツ配信におけるトラフィック特性推定法

3D-3

朝香卓也

織克典

日本電信電話株式会社 NTT サービスインテグレーション基盤研究所

## 1 はじめに

アクセス回線のブロードバンド化に伴い、大容量コンテンツ配信サービスが注目を集めている。大容量コンテンツ配信サービスの普及により、これまでの Web をメインとしたトラフィック特性が変化することが予想され、その特性に応じたネットワークの品質管理が必要となる。これまで、筆者らは Web トラフィックに対してルータ等の通信装置の MIB から取得できるトラフィック情報だけを用いて、数秒程度の短い時間周期での平均入力トラフィック量の分布を推定する方法「スケーリング推定法」の検討を行ってきた [1]。本推定法は、ルータ等の通信装置における測定負荷を抑える、あるいは測定にかかる手間を最小限に抑えることができるという利点がある。

しかしながら、大容量コンテンツ配信サービスが普及した際には、スケーリング推定法が有効であるかどうかは明らかでない。そこで、本稿では大容量コンテンツ配信サービスのトラフィックをモデル化し、シミュレーションを用いてスケーリング推定法の適用可能性の検証を行う。

## 2 大容量コンテンツ配信サービス

大容量コンテンツ配信が普及するケースとしては、(1) Web コンテンツサイズの大容量化、(2) 映像や音楽等のデジタルコンテンツ配信ビジネスの普及、さらには (3) ゲームソフトのネットワーク配信等が挙げられる。いずれのケースにおいても、現状の Web コンテンツのサイズよりも大容量のファイルがネットワーク内に流れることとなり、そのトラフィック特性は明らかではない。本稿では、(1) の Web コンテンツサイズの大容量化という観点からモデル化を行う。なお、ここではストリーミング等のリアルタイム系のアプリケーションについては考慮しないこととする。

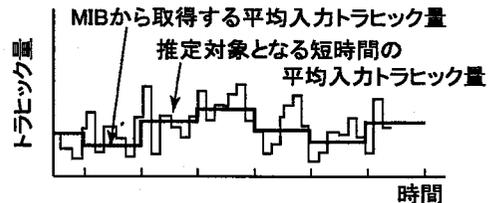


図 1: 推定対象となる短時間平均入力トラフィック量

## 3 短い時間周期での平均入力トラフィック量の分布

ネットワークの日常的な性能把握には、長時間の平均トラフィック量だけでなく、数秒程度の短い時間周期での平均入力トラフィック量 (図 1 参照) の分布を測定 (あるいは推定) することが有効である。

数秒程度の短い時間周期での平均入力トラフィック量を直接測定し取得するための最も簡易な方法として、ルータ等の通信装置の MIB (MIB-2 や RMON) からトラフィック量を短い時間周期で取得する方法がある [2]。しかしながら、この方法では測定周期を短くすることによる通信装置への負荷の増加や SNMP のポーリング周期を短くすることによる測定精度低下の問題がある [3]。また、別の方法としてネットワーク内に測定用 PC やプローブを設置し、それらの装置がトラフィックをモニターする方法がある。しかしながら、これらの方法では専用の測定装置が必要となる、あるいは測定に手間がかかるといった問題がある。

## 4 スケーリング推定法

前章の問題に対して、筆者らは MIB から分単位で取得したトラフィック量に関する情報だけから、数秒程度の短い時間周期での平均入力トラフィック量の分布を推定する方法を提案した [1]。

ここでは、周期  $T$  (例えば 10 秒) ごとの入力トラフィック  $X(n)$  ( $n = 1, 2, \dots, m_1 m_2 k$ ) の分布を推定する。周期  $m_1 T$  (例えば 5 分) ごとの入力トラフィック量  $X^{(m_1)}(n)$  ( $n = 1, 2, \dots, m_2 k$ ) を通信装置から取得した後、以下の手順に従い、入力トラフィック  $X(n)$  の分布を推定する。

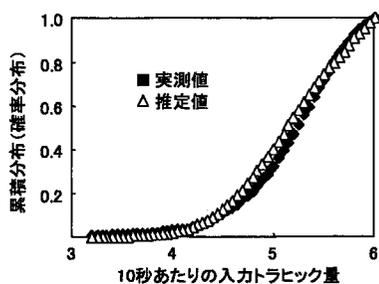


図 2: Web トラヒックの分布の推定

- Step 1:  $X^{(m_1)}(n)$  の平均  $\mu$ , 分散  $\sigma_{(m_1)}^2$  を算出.  
 Step 2:  $X^{(m_1)}(n)$  を  $m_2$  個毎に集積した  $X^{(m_1, m_2)}(n)$  の分散  $\sigma_{(m_1, m_2)}^2$  を算出.  
 Step 3:  $X(n)$  の分散  $\sigma^2$  と  $\sigma_{(m_1)}^2$  および  $\sigma_{(m_1, m_2)}^2$  との間に以下の式が成立するとみなして  $\sigma^2$  を推定. ただし,  $M = \{m_1, m_1 m_2\}$  とし,  $\beta$  は  $0 < \beta < 1$  を満たす定数.  

$$\sigma_{(M)}^2 = \sigma^2 \cdot M^{-\beta} \quad (1)$$
  
 Step 4:  $X(n)$  の分布を平均  $\mu$ , 分散  $\sigma^2$  をもつ正規分布として推定.

本推定法では, 分散の推定に式(1)を用いていることからわかるように, 入力トラヒックに自己相似性がある場合においても有効である. さらに,  $X(n)$  の分布として正規分布を仮定していることから, 多重されるフロー数が多いバックボーンネットワークにおいて, その精度が高くなるという特徴をもつ.

## 5 評価結果

スケーリング推定法を用いた場合の評価結果を示す. Web トラヒックについては, 実際に利用されている IP ネットワークのあるリンクに注目し, 実際に短い時間周期でルータから入力トラヒック量を取得した場合と比較した(図2). また, 大容量コンテンツトラヒックについては, シミュレータ ns-2 を用いて評価を行った(図3, 4). ファイルサイズはパレート分布に従うとし, その平均を 5M バイトとし, shape パラメータを 1.5 とした. また, コネクション設定の要求はポアソン到着とした. 図2, 3 に対しては推定対象の時間周期として 10 秒, MIB からの情報取得の周期は 5 分と設定し, さらに, 全測定時間長は 1 日内のトラック変動を考慮し, 定常とみなせる時間長として 4 時間と設定した. ただし, 図4 に対しては推定対象となる時間周期を 60 秒に設定した.

図2 からわかるように, Web トラヒックに対してはスケーリング推定法が精度よく推定している. これに対して大容量コンテンツトラヒックに対しては, その

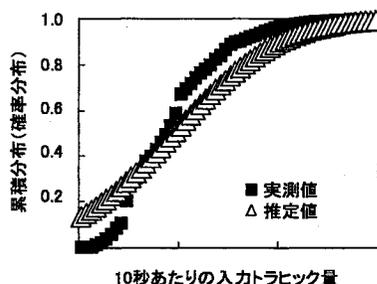


図 3: 大容量コンテンツトラヒックの分布の推定 (1)

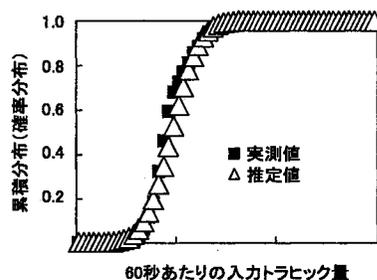


図 4: 大容量コンテンツトラヒックの分布の推定 (2)

精度が著しく落ちている(図3). しかしながら, 推定対象となる時間周期を 60 秒にすれば, 大容量コンテンツトラヒックに対してもトラヒック分布を精度よく推定している(図4). このようなことが発生する理由は, 大容量コンテンツトラヒックでは, 現状の Web トラヒックに比べてファイルサイズが全体として大きく, 今回の評価で用いた全測定時間長が短すぎるのがあげられる.

## 6 おわりに

大容量コンテンツ配信サービスが普及した際に, スケーリング推定法が有効であるかどうかの検証を行った. 今後の課題として, 本稿での評価条件以外のさまざまな条件のもとでのスケーリング推定法の検証, さらに, 大容量コンテンツトラヒックに対して, より短い時間周期でのトラヒック分布の推定が可能となるようにスケーリング推定法の改良を行うことがあげられる.

## 文献

- [1] 朝香卓也, "MIB 情報を用いた入力トラヒック分布の推定法," 2001 年電子情報通信学会総合大会, no.SB-6-1, p.700, March 2001.
- [2] W. Stallings, "SNMP, SNMPv2, and RMON practical network management. Second edition," Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1996.
- [3] S. Belenki, and S. Tafvelin, "Analysis of errors in network load measurements," *Computer Communication Review*, vol. 12, no. 1, pp. 64-79, 2000.