

インターネットにおける IPv4 トラフィックの現状

5 T - 1

小松原 重之[†] 鈴木 亮一[†] 茂木 一男[†] 三上 博英[†]

E-mail: {comacie, ryoichi, mogi, mikami}@slab.ntt.co.jp

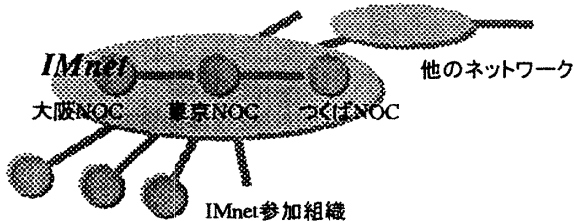
日本電信電話株式会社 ソフトウェア研究所 広域コンピューティング研究部

1.はじめに

インターネットの中核技術として用いられて来た IPv4 アーキテクチャは現在、そのアドレス空間の逼迫を契機に、IPv6 アーキテクチャへと見直しが図られている。従来の IPv4 アーキテクチャが、トラフィックに関して抱えて来た問題をこの機に整理し、解決へ向けた新しい仕様を提案して行く必要がある。以下に本研究で使用したトラフィック収集システムについて説明し、(1)プライベートアドレス利用の現状、(2)トラフィックデータ収集におけるサンプリング時間についての考察、(3)IPv6 フローラベルの仕様に関する考察、以上3点について報告する。

2.省際研究情報ネットワーク^{††}における大規模トラフィック収集システム

省際研究情報ネットワーク^{††}(Inter Ministry research information Network、以下 IMnet)は、国内の公的な性格を有する研究機関を、相互に接続する目的で設立されたネットワークである。ネットワーク構成を図1に示す。



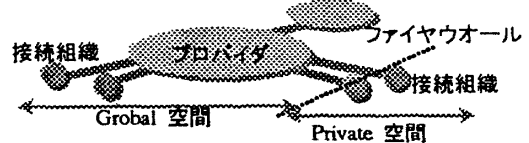
(図1. IMnet ネットワーク構成)

IMnet 内部に接続されるネットワークのトラフィックの多くは、東京 NOC(Network Operation Center)を経由して外部のネットワークへと転送される。そこで東京 NOC の FDDI セグメント上に、大規模トラフィック収集システム[‡]を設置した。FDDI セグメント上のパケットをプローブでキャプチャ、FDDI フレームヘッダ、IPv4 ヘッダ、およびその上位データ部の冒頭 64 バイトをタイムスタンプとともにメモリに記録、プローブは統計サーバと定期的に通信し、メモリ内容を統計サーバ

上のファイルへ書き出す。統計サーバはこのファイルを、定期的にテープへ出力する。なお、平均トラフィックが数 Mbps 程度の環境下で、その全パケットヘッダを収集する場合、本システムによって、約一ヶ月の完全無人運転が可能である。以下、本システムにより収集したデータにもとづく解析結果を報告する。

3.グローバル空間におけるプライベートアドレスの現状

IPv4 パケットを完全透過的に他のネットワークまで運ぶことを目的とし、すべての接続対象に対して、ファイヤウォールセグメントを持たないネットワークを、ここで、グローバルネットワークと定義する。また、上記条件を満たす部分集合をグローバル空間と呼ぶこととする。このモデルを以下図2に示す。



(図2.グローバル空間のモデル)

RFC1918に規定される IPv4 プライベートアドレス(以下 PA)は、PA を使用しないネットワークに対し PA を持つパケットが流出しないように、PA 使用者が管理すべきことを定めている。近年、北米のネットワーク管理者から、PA を発信元・送信先に持つパケットが、グローバル空間上を転送されていると報告があった。そこで IMnet のグローバル空間において、PA を持つパケットの現状について調査を行った(表1)。

送信先内訳 発信元内訳	classA P.A	classB P.A	classC P.A	Global アドレス
classA P.A	0	0	0	6
classB P.A	6	47	0	450
classC P.A	0	0	0	0
Global アドレス	0	0	1	968785

(表1プライベートアドレスパケットの個数)

IMnet のグローバル空間においても、PA を持つパケットがいくつかのネットワークより送信されていることが観測された。また、以下の特徴が明らかになった。

[†]The traffic analysis of the IPv4 internet

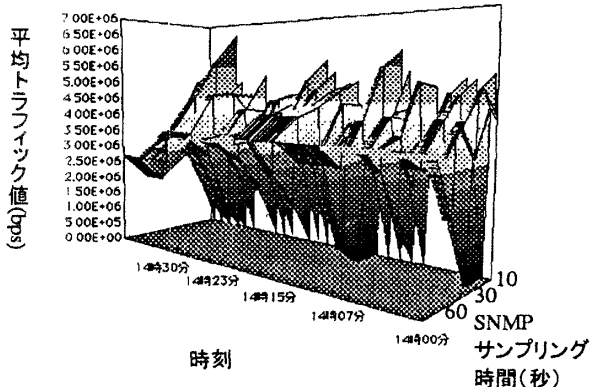
^{††}Shigeyuki KOMATSUBARA, Ryoichi SUZUKI, Kazuo MOGI and Hirohide MIKAMI
NTT Software Laboratories

^{‡‡}本研究は平成8年度科学技術振興調整費による「広域高速ネットワークを利用した生活工学アプリケーションの調査研究」の一環として、IMnetNOCにおいて入手したトラフィックデータを解析に用いている。

- 30%程度のパケットは、ゆるやかな周期性を持つ(同一フローに属するものと推定)
- PAパケットの数は、全パケット中の0.59%
- 殆どの場合、関連ネットワークの特定が可能
負荷的には軽微であるが、本来転送されないことを前提としたパケットが流れており、このままでは事故の原因となる可能性を否定できない。

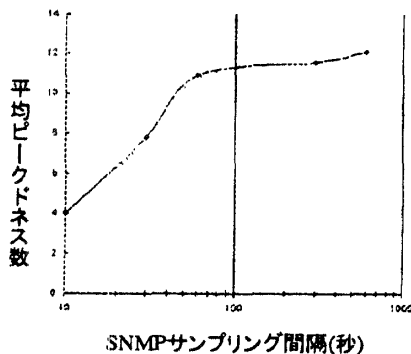
4. SNMP サンプル時間とトラフィックのピークに関する考察

トラフィック情報を収集する手段として、インターネットの標準プロトコルであるSNMP(Simple Network Management Protocol, RFC1592)を用いる場合に、設定したサンプル時間の間隔によって、得られる解析結果が変わってくる。筆者らはこのSNMP サンプル時間が、トラフィック量の分散と自己相関に及ぼす統計的影響について、明らかにしている^[3]。ただし測定精度の問題があり、60秒間以下のサンプル時間を設定した場合については、解析不可能であった。今回、大規模トラフィック収集システムを用いてヘッダ情報からネットワークの状態を再現し、SNMP サンプル時間をシミュレートすることで、測定精度の問題を解消した。図3はSNMP サンプル時間(10, 30, 60秒)と、平均トラフィック値の時系列変化である。



(図3 SNMP サンプル時間と平均トラフィックの関係)

最大トラフィック値を1秒間に転送した最大のパケット数、ピークドネス数を平均トラフィック値に対する最大トラフィック値の比とし、SNMP サンプル間隔とピークドネス数の関係を図4のように得た。

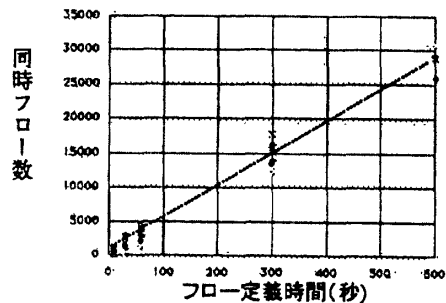


(図4 SNMP サンプル間隔とピークドネス数の関係)

1秒から60秒付近までと、それ以上の間隔では、ピークドネス数の変化に違いが見られる。新ネットワークアーキテクチャの課題でもある、QoSを勘案したネットワークを実現するためには、60秒間以下のトラフィック平均値の振舞いについてさらに解析を進める必要がある。今後は、各パラメータの関連を表現するモデルについて、検討を進める。

5. 次世代ネットワークプロトコルに向けたフローラベルに関する考察

IPv6のパケットヘッダには、発信元・送信先のアドレスとポート番号によって、前後のパケットを一連のフローに属するものとして識別するために、フローラベルを用いる(RFC1883)。フローラベルを実ネットワーク上でスケールさせるためには、同時に扱うフローの数に関し、IPv4ネットワークのトラフィックデータからフィードバックを図る必要がある。発信元・送信先のアドレスとポート番号に加え、前後のパケットの到着時刻によって、その間隔が許容時間内であるものを一連のフローと仮定し、フロー定義時間Tと、同時に扱うフローの数Pについて、IMnetにおけるIPv4トラフィックからシミュレーションより求めたこれらの関係を図5に示す。



(図5 IMnetにおけるフロー数と定義時間の関係)

フロー定義時間を60秒とした場合、同時に扱うフローは最大4,900であった。また毎秒平均は47.2である。これはハッシュ法などによって、十分に効果的な実装が可能な数であると思われる。しかし、収集場所や時間などの外部環境によっても変化することから、今後は、環境に依存しないフロー数の評価方法について、検討を進める必要がある。

6. おわりに

IPv4トラフィックに関する現状を報告した。IPv6のフローラベル設計本格化に伴い、IPv4トラフィックについては、より多角的な視点で解析が求められている。

参考文献

- [1] <http://www.imnet.ad.jp/>
- [2] 串田高幸, 佐藤卓由, 山内長承, "インターネットにおけるトラフィック解析", 情知学会第52回全国大会講演論文集, 1996
- [3] 小松原重之, 鈴木亮一, 三上博英, "IMnetにおけるトラフィックオペレーションについて", 情知研報 Vol.96, No.111 (ISSN0919-6072)96-DSM-4, 1996