

## フレキシブル IP 統合評価ツールの開発

4U-3

伊藤 嘉浩

屏 雄一郎

石倉 雅巳

浅見 徹

株式会社 KDD 研究所

### 1. はじめに

イントラネット/エクストラネットの普及に伴い、企業内で多くの TCP/IP 関連機器やサービスが使われるようになった。このため、TCP/IP ネットワークの評価に対する重要性はますます高くなってきており、こうした評価に関する研究や標準化も進められている。筆者らは、IP ネットワークを評価するために必要な機能および測定方法について検討を行った<sup>[1]</sup>。本論文では、この検討結果を基に筆者らが開発した、柔軟な測定と、統合的な評価が可能な IP 評価ツールについて述べる。

### 2. ツールの概要

#### 2.1 プラットフォーム

本ツールは現在、FreeBSD2.2.8 上で実装され、オプションによるパラメータ指定もしくはコンフィギュレーションファイルからの読み込みによるコマンド入力形式で実行する。また、Web サーバを同一端末で起動することで、Web ブラウザによる GUI が提供される。

#### 2.2 機能概要

本ツールの主な機能を以下に示す。

- 任意の評価トラフィックパターンを生成可能
- 各種プロトコル上に疑似トラフィックをカプセル化
- 一台から送受複数台の同時制御が可能
- マルチキャスト対応
- 自動測定
- アプリケーション QoS の算出

以下に各機能の詳細について述べる。

#### 2.3 トラフィック生成機能

##### 2.3.1 トラフィックパターン

Ttcp<sup>[2]</sup>や Netperf<sup>[3]</sup>など、既存のソフトウェアベースの IP 評価ツールでは、単純なトラフィックパターンしか生成できなかった。筆者らが開発した IP 評価ツール KITS<sup>[4]</sup>はユーザがパケット長・パケット間隔各々に関して任意の生成関数を定義できるので、柔軟な負荷トラフィックを生成可能である。本ツールは KITS と同様に生成関数を定義でき、また、正規分布関数やポアソン分布関数などの汎用関数と一般的な LAN や WAN の生成関数はサポート関数ライブラリとして準備されている。

##### 2.3.2 IP ヘッダフィールド

本ツールでは、TTL,TOS,Protocol 等の IP ヘッダフィールド値をユーザが任意に設定可能である。特に TOS

値に関しては、MPLS<sup>[5]</sup>や IP TOS フィールド<sup>[6]</sup>を用いた優先度制御などによる、ルータ上での QoS/CoS(Class of Service) 制御が可能となりつつあり、このような制御機能の評価には有用である。一方 IP アドレスに関しては、トラフィックジェネレータとしてのみ用いる場合、送信元アドレスは任意の IP アドレスを指定できる。

#### 2.4 各種プロトコルへのカプセル化

本ツールのプロトコルスタックを図 1 に示す。

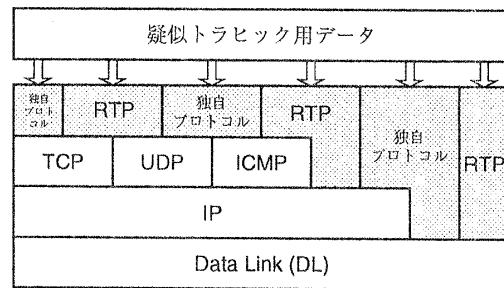


図 1: プロトコルスタック

##### 2.4.1 TCP/UDP

既存の多くのアプリケーション/サービスは、TCP または UDP を用いているが、Layer2/3 スイッチなどの機器を評価するためには、rawIP やデータリンク層のフレームの生成が必要となる。本ツールでは、TCP/UDP だけでなく、rawIP およびデータリンク層のフレーム上の疑似トラフィックを生成することが可能である。

##### 2.4.2 ICMP

一方、被測定ネットワークに対し負荷を与えて測定を行う能動的な測定の場合、送信側と受信側が対となって実行する形態が一般的であるが、一端がルータなどの測定ツールが動作しないノードである場合は、対向での測定は困難である。そのため、Ping や Traceroute の様に ICMP を用いて特性を推定する測定ツールが幾つか存在する。TCP の性能を推定する Treno<sup>[7]</sup>や、経路上のノード間の帯域を推定する Pathchar<sup>[8]</sup>等も ICMP を利用したツールである。本ツールにおいても、ICMP(Echo/Reply, UDP port unreachable)を用いた疑似トラフィックを生成可能であり、片側のみでの実行でネットワーク QoS に関する各尺度を測定できる。

##### 2.4.3 RTP

KITS では、RTP パケット上にタイムスタンプやシーケンス番号などの情報を保持していた。しかし、低速回線を扱うルータの中には、RTP header compression<sup>[9]</sup>によって、RTP パケットのヘッダ圧縮を行うものもあ

“Development of a flexisible and general IP measurement tool” by Yoshihiro ITO, Yuichiro HEI, Masami ISHIKURA and Tohru ASAMI, KDD R & D Laboratories

るため、本ツールでは、KITS 互換の RTP フォーマットだけでなく、RTP フォーマットを用いない独自プロトコルによる疑似トラフィックも生成可能としている。実際には RTP/IP や RTP/DataLink の形態は使われることはないが、RTP もしくは独自プロトコル内にカプセル化された疑似トラフィック用のデータは、TCP, UDP, ICMP, rawIP, DataLink いずれのプロトコルを伝送用プロトコルとして選択しても利用可能である。

## 2.5 自動測定機能

ネットワーク機器の測定においては、測定結果の信頼度を上げるために、繰り返し測定を行ったり、RFC2544<sup>[10]</sup>ベースの測定や特定の尺度の測定<sup>[11]</sup>を行うためには一定の手順に従った評価が必要となる。

本ツールでは、常時起動しておくか、Inetdを用いて制御用コネクションを確立することにより、送信側のみの操作で受信側の制御も可能である。従って、繰り返しの測定や特定の尺度の評価は、こうした測定手順を記述した Sh スクリプトなどのスクリプトを送信側においてのみ起動することで測定できる。但し、一方向通信などにより制御用コネクションが生成できない場合や、制御用のトラフィックが測定対象のトラフィックに与える影響が大きい場合は、このコネクションを用いずに送受ともに手動で実行させることも可能である。

本ツールでは、RFC2544 ベースの測定や BER 測定<sup>[11]</sup>など、一般的な測定手順を記述したスクリプトを提供しているため、これらの尺度値は一度の操作で得ることができる。また、スクリプトの必要部分をユーザが編集することで、独自の測定手順を定義可能である。

## 2.6 送受複数ノード同時制御

サーバクライアント間の性能測定などのように、1対1形式の測定だけでなく、複数ノード間での測定が必要な場合がある。本ツールでは、任意の生成関数を指定できるので、複数の端末の生成するトラフィックを模倣するような関数を作成することが可能であるが、1台のノードが生成できる範囲を超えたトラフィックの生成や1対多、多対多形式の通信を行うためには、複数ノード間の同時測定が必要である。本ツールでは、前節で述べた制御用コネクションを用いて、1台のノードから複数の送信者および受信者の実行を制御できる。

## 2.7 マルチキャスト対応

今後の IP 上のサービス展開を考えると、ユニキャスト通信だけでなく、IP マルチキャスト通信に対する評価も重要になってくるものと考えられる。KITS においても、マルチキャスト通信の評価は可能であったが、送信者と受信者が同時に起動している必要があった。しかし、一般のマルチキャスト通信において受信者が自由に

通信に参加/離脱できる形態を考慮し、本ツールでは、受信者が何時マルチキャスト通信に参加/離脱しても、通信に参加している期間を測定対象とできる<sup>[1]</sup>。

## 2.8 アプリケーション QoS マップ

一般的に IP の性能測定ツールで測定される尺度は、Throughput, Latency などのネットワークの QoS 尺度であり、ユーザが実際に認識するアプリケーションの QoS とは異なるものである。こうしたネットワークの QoS とアプリケーションの QoS への変換については検討が進められており<sup>[12]</sup>、ユーザにとってはネットワーク QoS よりもアプリケーション QoS へ変換されたほうが望ましい。本ツールでは、ネットワーク QoS からアプリケーション QoS への変換関数をユーザが任意に定義することにより、本機能を提供している。

## 3. 設定可能パラメータ

以下に本ツールで設定可能なパラメータをまとめる。

### 3.1 疑似トラフィックパラメータ

- IP アドレス [送信, 受信]
- トラフィックパターン (パケット長/間隔) [固定, サポート関数, ユーザ定義関数]
- 伝送プロトコル [TCP,UDP,ICMP,IP,DL]
- IP パケットの各フィールド値 [TOS, TTL, 他]

### 3.2 実行パラメータ

- 測定形態 [1対1, 複数測定, 単独測定 (ICMP)]
- マルチキャスト (IP/UDP のみ) [使用, 不使用]
- 結果の表示方法 [ネットワーク QoS, アプリケーション QoS]

## 4. まとめ

本稿では、筆者らの開発したフレキシブルな IP 統合評価ツールについて述べた。今後、本ツールを用いた評価結果について、逐次報告していく予定である。最後に日頃御指導頂く KDD 研究所 村谷所長に感謝します。

## 参考文献

- [1] 伊藤他, “インターネット/イントラネット対応フレキシブル IP 統合評価ツールの設計”, 58 情処全大, 4P-08, Mar., 1999
- [2] URL: <ftp://ftp.arl.mil/pub/ttcp/>
- [3] URL: <http://www.cup.hp.com/netperf/NetperfPage.html>
- [4] M. Ishikura, et al., “A Traffic Measurement Tool for IP-Based Networks”, IEICE TRANS. INF. and SYST., VOL. E82-D, NO. 4, pp.756-761, Apr. 1999.
- [5] Rosen, E., Viswanathan, A., and Callon, R., “Multiprotocol Label Switching Architecture”, Internet-Draft, Apr. 1999.
- [6] Nichols, K., Blake, S., Baker, F. and D. Black, “Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers”, RFC 2474, Dec. 1998.
- [7] URL: <http://www.psc.edu/networking/treno.info.html>
- [8] URL: <ftp://ftp.ee.lbl.gov/pathchar/>
- [9] S. Casner, “Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links”, RFC 2508, Feb. 1999.
- [10] S. Bradner and J. McQuaid, “Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices”, RFC 2544, Mar. 1999.
- [11] 石倉他, “LAN 間接続回線の品質測定方法”, 56 情処全大, 2K-9, Mar. 1998
- [12] 伊藤他, “ネットワークのサービス品質とアプリケーションとの関連性に関する一考察”, 57 情処全大, 1F-04, Sep. 1998.