

片道 ping を利用したネットワークトラフィック解析ツールの概要¹

5 J-7

野田 明生[†] 大野 浩之[‡][†] 東京工業大学 理学部 情報科学科 [‡] 東京工業大学 大学院 情報理工学研究科

1 はじめに

現在インターネット上では e-mail や WWW、FTP、NetNews などさまざまなサービスが利用されている。各サービスはネットワーク上にパケットを流すことによって、データを送受信する。各サービスのパケットはネットワークに負荷をかけ、同時に、各サービスは、ネットワークの負荷から影響を受ける。また、パケットが使用する経路が往路と復路で同一とは限らないため、往路と復路で別々に情報を得る必要がある。サービスを安定して供給するためには、ネットワークの負荷を、実時間のかつ詳細に把握することが重要である。

そこで筆者らは、ネットワークの状態を実時間的に表示するシステムを考案し、その実装の一部として「片道 ping」を製作した。さらに、システムの原型を形成するため、片道 ping を利用したネットワークトラフィック解析ツールを設計した。

本稿では、片道 ping の概要及び片道 ping を利用したネットワークトラフィック解析ツールの概要について報告する。

2 片道 ping

動的に変化するネットワークの状態を把握するためには、状態変化の主因であるトラフィックの計測を実時間に行わなければならない。さまざまなトラフィック計測ツールが存在する [1] が、多くのツールはネットワークに異常が起こった際にその原因を調べる場合や、異常状態から正常状態に回復させた際に異常を取り除くことができたのかを調べる場合にしか利用されない。ネットワークの状態を実時間的に観測するためのツールはあまり普及していない。

この節では、上記の問題を解決する片道 ping の概要を説明する。

¹ Overview of a new network traffic analysing tool using One-way ping
Noda Akio . Department of Information Science, Faculty of Sciences, Tokyo Institute of Technology.
Ohno Hiroyuki . Department of Mathematical and Computing Science, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

2.1 片道 ping の特徴

まず筆者らは、パケット送信時間を利用したトラフィックの表現を試みた。つまり、ネットワーク上でパケット流量が多ければ、パケット送信にかかる時間も長くなる傾向にあるという性質を利用した。測定を正確に行うために、時刻を得るための timeval 構造体によって計時できる最小単位である、マイクロ秒で測定を行うことにした。

次に、片道送信にかかる時間の計測結果をトラフィック解析に利用することを考えた。UNIX に実装されているツール「ping」を利用すれば、あるホスト間で、パケットの往復に要する時間及び到達率の変化を調べることができる。しかし、往路と復路に要する時間を別々に計測することはできない。ネットワーク上では、往路と復路で所要時間が同じとは限らない。あるホスト間における、往路と復路にかかる時間を分離することで、より詳しい計測が可能である。筆者らが開発した片道 ping は、パケットの往復時間と到達率に加え往路と復路に要する時間も計測できる [2]。

2.2 片道 ping の仕組み

片道 ping は、ネットワーク上にパケットを送出し、そのパケットが経路を通過するのに要した時間を調べる。往路と復路を別々に計測するために、パケットには時刻の情報を付加している。パケットに付加した時刻情報をもとに、パケットが往路と復路に要した時間を計算する。これらの動作を連続して行うことで、トラフィックの実時間的計測が可能となる。

パケットの片道送信にかかる時間を計測するには、発信側の時刻と、着信側の時刻との差を計算する。よって、片道 ping を利用するには発信側と着信側の時刻同期が重要である。

インターネット上では時刻同期の手段として NTP [3] が広く用いられている。しかし、原子時計などの高精度時計を持たない計算機では、NTP を用いてネットワークを介して時刻同期を行っても、時刻の精度は 1 ミリ秒程度である。[4] 片道 ping はマイクロ秒単位の計測を行うため、stratum1 [3] サーバ程度の精度で時刻同期を行うことが必要である。そのため、NTP に

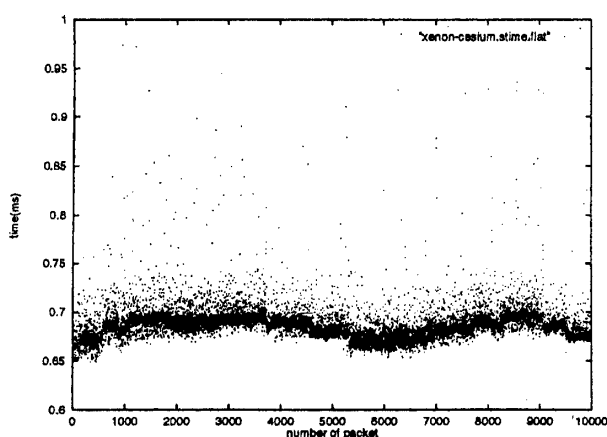


図 1: xenon から cesium への送信にかかる時間

よる時刻同期は片道 ping の利用環境として適さない。原子時計を各計算機に設置し時刻情報を得る方法もあるが、コストがかかりすぎ現実的ではない。

この問題に対処するためには、原子時計より安価な GPS 受信機から時刻情報を得る、精度の高い時計を各計算機に設置することが考えられる。[4] 現状では GPS 受信機はあまり普及していないが、今後急速な普及が予想されるので、実装にあたっては、GPS 受信機が普及し時刻同期の取れた環境が十分に広がっていると仮定した。

2.3 片道 ping を利用した計測

片道 ping を使用してトラフィックを計測した結果の例を示す。計測には、文部省国立天文台の xenon と cesium という 2 台の計算機を用いた。この 2 台の計算機は、同一セグメントに接続されており、また同じセシウム原子時計から時刻を得ている。

図 1 は、xenon から cesium への送信時間を示している。送信時間が増加と減少を繰り返していることが分かる。

このデータの平均は 0.690ms で、分散は 0.0215ms である。同一セグメント上でも送信にかかる時間に $\pm 20\mu\text{s}$ ほどのゆらぎがあることが分かる。外部のネットワークを経由した場合は、同一セグメント上よりも多くのさまざまなパケットが存在しているため、パケットの到達時間がより大きくゆらぐと予想できる。ネットワークの状態及びその変化は、経路により異なる。もし経路が送信と受信で異なっている場合、ゆらぎの傾向が一致する可能性は低い。したがって、片道 ping を用いることで、送信と受信で異経路を使用している状態を検出できる。

3 ネットワークトラフィック解析ツール

現在の片道 ping はパケットの送受信にかかる時間をマイクロ秒単位で計測し、結果をテキストで表示する。テキストの羅列からネットワークのトラフィック変化を読み取ることは難しい。また、片道 ping は 2 ホスト間の計測しかできないため、ネットワーク全体を見渡すことができない。

そこで、片道 ping を利用したネットワークトラフィック解析ツールを設計した。

このツールは、あるホストから多数のホストへ片道 ping を実行し、その情報を、「fast」「slow」などの使用者に分かりやすい形式で表示する。このツールを用いれば、容易かつ実時間的にネットワーク全体の状態を把握できる。

4 おわりに

本稿では、片道 ping 及び片道 ping を用いたネットワークトラフィック解析ツールの概要について述べた。まず片道 ping を使用することでネットワークトラフィックのゆらぎが測定できることを示した。またゆらぎの特徴を送信と受信で比較することで、送信と受信で異経路を使用している状態を検出できることを示した。さらに、片道 ping を用いたネットワークトラフィック解析ツールによりネットワークの様子を把握することを提案した。

今後は、このツールの出力を図で表示するユーザインタフェースを考案し、さらにネットワークの状態把握を容易にする。また、ネットワークの状態を人為的に変化させ、その変化がトラフィックにどのような影響を与えるかを分析する。ネットワークの状態とトラフィック変化との対応付けを行い、使用者がより具体的に状態を把握できるツールを作成する。さらに、多ホスト間を相互に結ぶネットワークの状態を把握できるシステムを設計し、実装評価する予定である。

参考文献

- [1] Craig Hunt, TCP/IP Network Administration, O'Reilly & Associates, Inc., August 1992.
- [2] 野田 明生, 片道 ping を用いたネットワーク経路の動的検出, 東京工業大学 1995 年度卒業論文, February 1996.
- [3] David L. Mills, Network Time Protocol (Version 3), Request for Comments 1305, March 1992.
- [4] WIDE プロジェクト, 1993 年度 WIDE プロジェクト研究報告書 (第 12 部 NTP), 1994., pp.463-494