

トランスポート層の情報を利用したパケットの経路選択

高見 進太郎[†] 山名 早人[†] 廣津 登志夫[‡]

早稲田大学大学院 理工学研究科[†] 日本電信電話株式会社 未来ねっと研究所[‡]

1.はじめに

インターネットの発達とともに、広域ネットワークを用いて情報を得る事が一般的になってきた。現在では多くの一般ユーザが広帯域でインターネットに接続する事が可能になっている。これに伴って、広帯域の回線を生かして、インターネット上の情報を、多地点で分散して並列収集することで、大規模な WWW データを収集しようとする試みが行われている。しかし、異なるバックボーンを持つ収集拠点のうち、どこから収集すれば、また、時間帯としていつ収集すれば最も効率的に収集できるかの判断や、巨大なデータを分散させる際のサーバの割り当てが難しい。

そこで、本研究ではパケットダンプのデータを分析する事で、複数のゲートウェイの中から、どのゲートウェイが効率的にデータ転送を行う事ができる経路なのかを示すことを目指し、ゲートウェイを選択する基準となるパラメータを用いた解析方法を検討する。具体的には、ヘッダ情報が転送速度とどのような関係を持つのかに関して調査を行った。

従来の研究で、Hop Count が転送率に影響を与えるパラメータであることが分かっている。[1] 本調査においては、インターネット上を流れているパケットから、TCP を用いているコネクションをまず選別した。そしてコネクション内パケットのヘッダ情報を用いて、コネクション開始時の RTT、コネクションの TTL、コネクションのパケット数、また、転送の行われた時刻と、ネットワーク上での伝達速度である転送率 (byte/秒) とヘッダ情報との関連性を調査した。

2. 解析

解析には 2002 年 10 月から 3 ヶ月程度の tcpdump で出力されたパケットダンプデータを用い、パケットダンプデータから、TCP に関連する特定のヘッダのパラメータを抽出した。

解析対象として、本解析ではパケットヘッダ等から得ることのできる情報を用いて、コネクション開始時の RTT、コネクションの TTL、コネクションのパケット数、また、転送の行われた時刻に注目した。

3. 比較

解析対象のデータは、外部への経路が 3 系統ある。この 3 系統を経由した外部への http の通信を対象として比較を行った。3 系統の内訳は経路 が外部への専用線 (1.5M)、経路 が外部への専用線 (1.5M)、経路 が研究用高速ネットワーク (100M) である。

図 1 は 3 系統からの共通した 17 個の外部ディステーションへの転送率の平均と分散をまとめたグラフである。本発表では、図において全て縦軸は転送率 (byte/s) を示す。

図 1 では経路 から経路 まで全て 0byte/s から 40000byte/s までの範囲を表している。

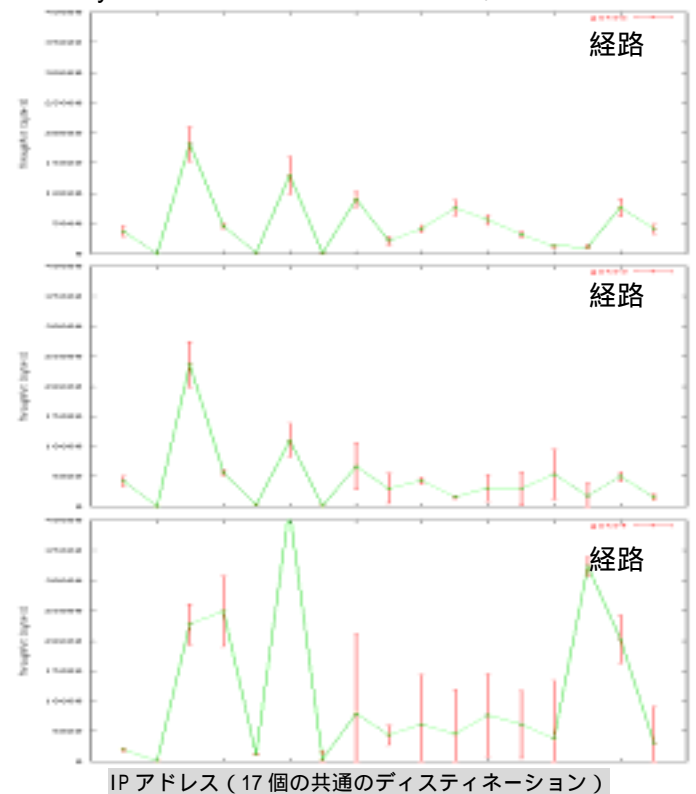


図 1 共通のディステーションへの転送率

図 2-10 は、3 系統から外部への全ての http 通信について、パケットダンプから得られたパラメータと転送率の関係を示したものである。

図 2-4 には TTL から得られた Hop Count、図 5-7 には tcp コネクション接続時の RTT、図 8-10 にはコネクションの起動時刻と転送率の関係と、それぞれそのパラメータの値に対する転送率の平均を示した。

Packet Path Selection by Using Information of Transport Layer
[†] Shintaro TAKAMI, Hayato YAMANA: Department of Information and Computer Science, School of science and engineering, Waseda University
[‡] Toshio HIROTSU: NTT Network Innovation Laboratories

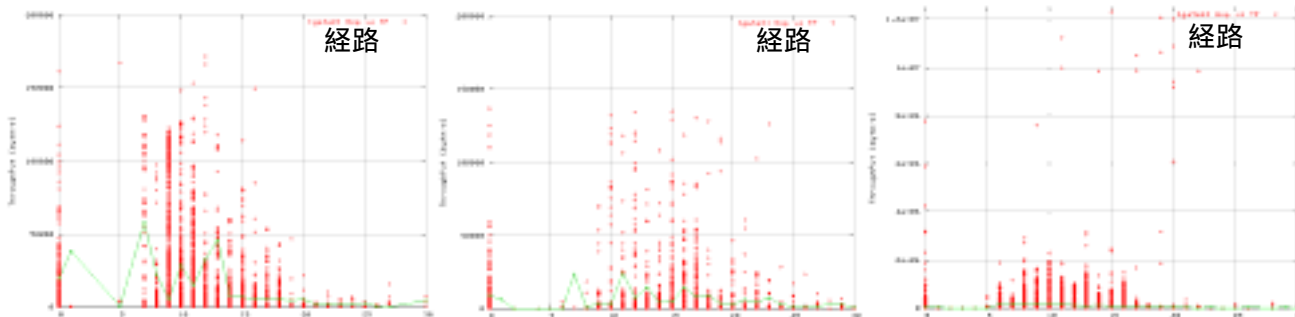


図 2,3,4 x 軸 Hop Count と y 軸転送率の関係 (図 2:経路 , 図 3:経路 , 図 4:経路)

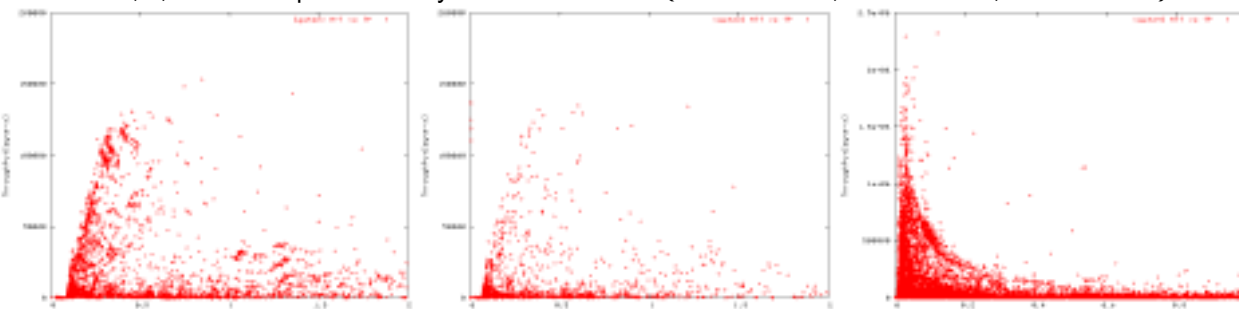


図 5,6,7 x 軸通信開始時の RTT と y 軸転送率の関係 (図 5:経路 , 図 6:経路 , 図 7:経路)



図 8,9,10 x 軸時刻 (0-24 時) と y 軸転送率の関係 (図 8:経路 , 図 9:経路 , 図 10:経路)

4. 考察

図 1 から、各通信相手への通信の転送率をみると、経路 が比較的高い転送性能を示しているが、相手によっては他の経路が速い場合もあり、全ての通信に対して特定の経路の優位性は見られなかった。一方、通信相手と経路によっては、転送性能のばらつきが小さく高い通信性能を示しているものもあるので、そのような通信相手に関しては、通信の履歴を利用した転送率予測が有効であると考えられる。

全通信に関する調査からは、以下の事柄がわかった。

- 図 2-4 から、Hop Count が少ない場合には高い転送率を示している。しかし、Hop Count が少ない場合には転送率のバラツキが大きい。また、図 5-7 では全体的な傾向として、RTT が短い場合に高い転送率を示すが、転送率のバラツキは大きい。以上の事柄より、Hop Count 若しくは RTT のみを転送率の予測の指標とすると、予測ミスが増える事が想定される。
- 図 2-7 から、全体的な傾向は RTT が短い場合に高い転送率を示すが転送率のバラツキは大きい。
- 図 8-10 から、各ゲートウェイでの転送率は、時間帯によって同様な変化を示した。そこで、通信ログを用いた履歴学習をするためには、時刻を測定基準の考慮に入れる必要がある。

今回の調査で、単一のパラメータを用いて転送率の予測を行うのは困難であることがわかった。転送率の予測を行うためには、本稿の Hop Count、RTT、時刻の変動、各ディスタネーションへの通信の転送率の累積平均や、通信の送信、受信パケット数、総送信、受信サイズやといった基準を組み合わせることが効果的であると考えられる。

5. まとめ

本調査の結果を利用すれば、マルチホーム環境などにおいて、パケットの経路選択をヘッダ情報から行う事、また並列して、多地点にデータを収集するためのポリシーを決定するための一助になると考えられる。今回の調査で得た結果を、多地点で多数の WWW ページを分散収集するシステムに応用したい。

謝辞

本研究の一部は文部科学省「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」[2] によるものである。

参考文献

- [1] A.B.Downey, "Using pathchar to estimate Internet link characteristics," ACM SIGCOMM, pp. 241-250, August 1999.
- [2] " e-Society 基盤ソフトウェア総合開発 ", <http://cif.iis.u-tokyo.ac.jp/e-society/>