

L-020

測定・伝送の統合方式による SCTP 最適経路選択

Optimum route selection using SCTP performed in an integrated form of measurement and transmission

杉山和優[†] 大木紀拓[‡] 武田利浩[†] 平中幸雄[†]

Kazumasa Sugiyama Norihiro Oki Toshihiro Taketa Yukio Hiranaka

1. はじめに

インターネットの利用拡大に伴い、さまざまなネットワークアプリケーションやサービスが出現してきている。それと同時に通信経路への要求も日々多様化しつつあるが、アプリケーションごとに経路選択をする仕組みが無いのが現状である。そこで、これまでに各々の目的に応じた最適な経路選択を実現するための研究がなされてきた[1,2]。

2. IPv6 ネットワークとマルチホーム

アプリケーションごとの経路選択を実現させるには、まず複数の経路を持つ必要がある。IPv6 環境においては、物理接続がひとつであってもアドレスを複数持つマルチホームが容易である。IP 毎に途中経路が計算される仕組みを利用して、性質の違う経路を複数使うことが可能である。

次に、経路特性は経路内にある各機器から送信される情報を元に推測することもできるが、経路全体の経路特性をより正確に知るには、自ら経路の性質を測定する方が好ましい。動的に経路切り替えを行うには通信の連続性維持が必要となるが、それを実現するために SCTP[3]を使うことができる。

3. 経路測定の方法

経路特性測定には、新たに考案した「測定・伝送の統合方式」を利用する。これまでの研究においては、経路特性の測定は nepim[4]による flooding 測定法を利用してきた経緯がある。しかし、この測定法では経路測定をするために専用のパケットを送信しなければならず、結果として通信路に本来不必要なトラフィックを発生させざるを得なかった。また、測定した帯域幅と実際に利用できる帯域幅の誤差も課題の一つとなっていた。本研究では、不必要なトラフィックと、帯域幅の測定誤差を最小限にするために新たな測定方式を提案する。測定・伝送の統合方式では、アプリケーションパケットに経路特性の測定に必要なデータを載せて通信させることで、測定用パケットを使わずに経路特性を測定することを可能にした。また、これまで専用パケットはパケットサイズが固定長だったために、パケットサイズの違いによる測定値の影響誤差を捉えることができなかったが、アプリケーションが出すパケットサイズに依存する方式になったことで、可変長なパケットサイズを送信するアプリケーションに

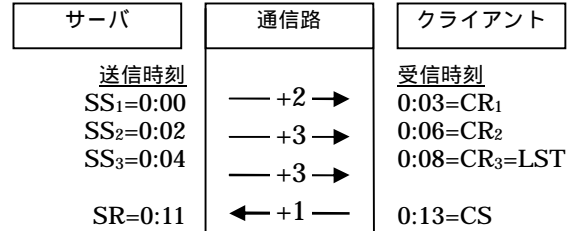


図1 測定パラメータと測定タイミング

も柔軟に対応できるようになっている。

図1のような一連の通信を周期とすると、サーバ側で i 番目に送信したパケットの送信時刻を SS_i 、クライアント側で受信したパケットの到着時刻を CR_i 、最後にクライアント側で受信したパケットの到着時刻を LST 、測定結果を返すパケットの送信時刻を CS 、測定結果のパケットを受信した時刻を SR 、各々のパケットサイズを B_i 、周期内における転送パケット数を n と設定できる。このとき、測定周期内での平均往復時間と平均送出量は

$$RTT_AVG = (SR - CS) + \left(\sum CR_i - \sum SS_i \right) / n$$

$$BW_AVG = 8 \times \sum_{i=2}^n B_i / (LST - CR_1)$$

で算出することができる。測定に必要なデータは上記の数種類の変数さえあればよいので、これまで測定時に消費されてきたトラフィックを大幅に削減することができる。

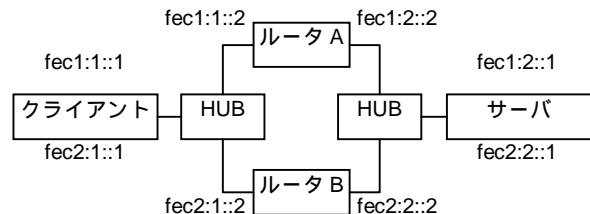


図2 実験ネットワークの構成

4. 実験

Debian GNU/Linux 4.0r3 上に経路測定測定スレッドとリアルタイム通信、パースト通信を行うことのできるテストアプリケーションを動作させる。この構成をもつサーバとクライアントを図2のように両端に配置し、dummynetで帯域幅、遅延時間を制御できる2台のルータにハブを通して

[†] 山形大学, Yamagata University

[‡] MHIエアロスペースシステムズ, MASC

接続し、測定値をモニタリングした。経路特性測定スレッドでは、与えられた複数経路に対してそれぞれ最低要求帯域幅、最大許容遅延時間を設定できる。実験は経路1のdummysnetの設定は変更せずに、経路2のdummysnetの値を6周期ごとに変更させることで経路特性の変化を再現し、変化にともなう測定値の変動を比較できるようにした。

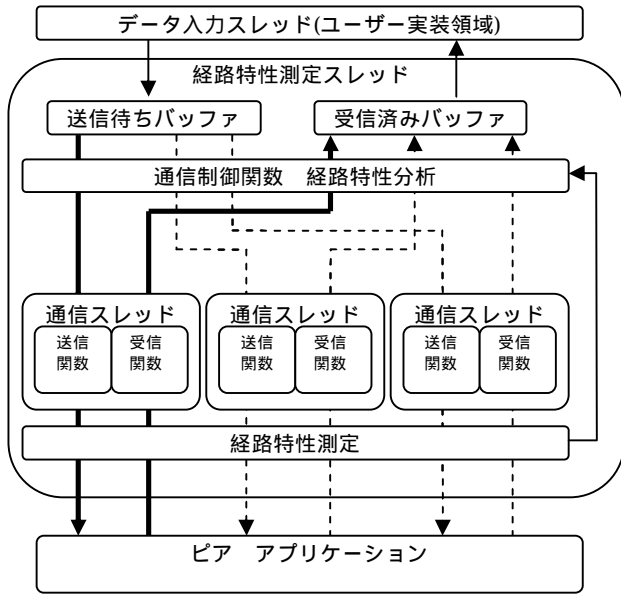


図3 経路特性測定の概要図

図3は経路特性測定スレッドの概要図である。経路特性測定スレッドはユーザが実装するプログラム部分に依存しない経路切り替え機構である。各々のユーザアプリケーションと送信・受信バッファを介する仕組みを利用することで、さまざまなネットワーク要求が生じる場合でも共通の通信構造として利用することができる。経路特性の測定には経路特性測定関数が常に経路状態を把握し、一定時間もしくは一定の通信量に応じて通信制御関数へ測定データを渡す。そして、通信制御関数内で渡されたデータを元に経路特性を分析し、ユーザアプリケーションが要求する条件よりも良好な経路を選択する仕組みになっている。条件に適合する経路が複数存在する場合には、これらを同時に利用することもできる。帯域幅条件が厳しい場合などに、単一経路を利用する従来の通信方式よりも効率化を図ることができる。

5. 実験結果

実験結果として、可用帯域幅を変化させたときの経路内トラフィックの様子を図4に、経路内遅延時間を変化させた場合の結果を図5に示す。どちらも条件の変化に対応して、設定した値に近い測定値を取得できていることがわかる。帯域幅測定においては、要求条件しだいで2つの経路を同時に利用できるため、合計で約45Mbps相当のスループットが期待できる結果となった。

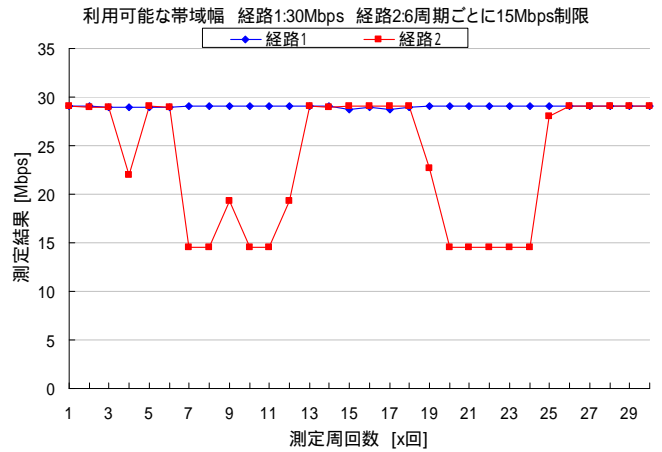


図4 帯域幅測定結果

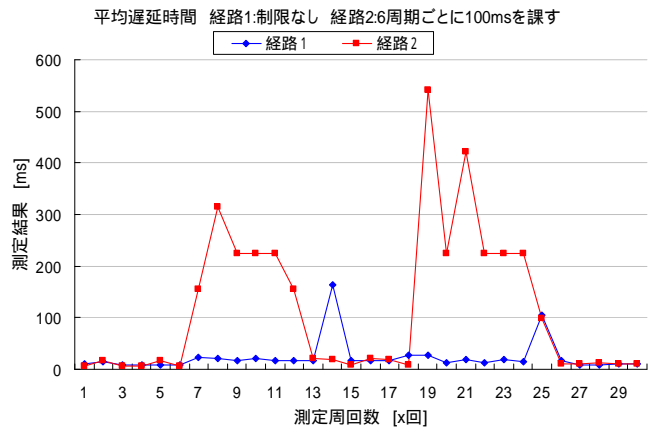


図5 遅延時間測定結果

6. まとめ

アプリケーション packets を利用した経路特性の測定を行うことができた。測定・伝送の統合方式を採用することで、アプリケーション要求に対する最適経路を無駄な packets を出すこと無しに選択できる。今後は、QoS で重要なゆらぎやパケットロスといった経路特性の測定も行うことができる測定法を開発し、より実用的な手法で経路切り替えを行えるようにしたいと考えている。

参考文献

- [1]. 平中幸雄, 星野徹也, 金谷潤一, 返田貴史, 佐藤和也, 吉田晃久, 武田利浩, IPv6 マルチホームと SCTP によるアプリケーションごとの経路選択, 電子情報通信学会ソサイエティ, B - 7 - 16, 2006. 9. 7
- [2]. Jiayue He and Jennifer Rexford, Towards Internet-wide multipath routing, IEEE Network, March/April 2008.
- [3]. Stream Control Transmission Protocol, RFC2960
- [4]. nepim, network pipemeter, <http://www.nongnu.org/nepim>