

ADSL 環境におけるMTU/RWIN の最適な設定

2000MT023 家田直幸

指導教員 石崎文雄

1. はじめに

現在インターネットの主流となっている ADSL や FTTH に上げられるようなブロードバンド化により通信速度は向上してきた。しかしながら ADSL8M や 12M などのサーブスは理論値 (Best Effort) に基づいており、その速度を保証されていない。そこでユーザが通信速度向上のためにできることには次の2点がある。

- (1) リンク速度そのものを向上させる為の対処
- (2) スレープットをリンク速度に近づける対処

(2)の方法に MTU と RWIN の設定を変える方法がある。この2つの設定は OS またはソフトウェアを用いて簡単に変更可能であるため、本論文ではこの方法について論ずる。

2. MTU RWIN の調整の有効性

MTU と RWIN の調整によって通信速度の向上が得られると考えられる理由として以下が挙げられる。

.Windows2000 以前は低速通信が中心に想定されていたため、OS での RWIN の設定は低速通信用な値が設定されていた[1](図 1)。ところが ADSL や FTTH が導入されてからは通信速度も格段に向上しているため、従来の汎用的な設定のままでは性能が十分に発揮できない。

.実際に値を変えて通信速度を求めた実験をした結果

- 1.MTU = 1400, RWIN = 16000 に設定 1.46Mbps
- 2.MTU = 1400, RWIN = 21000 に設定 1.53Mbps
- 3.MTU = 1500, RWIN = 16000 に設定 1.58Mbps
- 4.MTU = 1500, RWIN = 21000 に場合 1.62Mbps

この結果を比較してみると RWIN が同じ値の場合(1,3)MTU が大きい方が速度が向上している。また、MTU が同じ値の場合 2,4 RWIN が大きい方が速度が向上している。以上のことから、MTU と RWIN の調整が速度向上に有効であると考え、それぞれの最適値を調査した。

	MTU の初期値	RWIN の初期値
Windows 98SE	1500	8192
Windows ME	1500	16384
Windows 2000	1500	16384
Windows XP	1500	65536

図 1 * 単位は byte

3. 検証 1(MTU)

ADSL 環境において効率の良い通信をするための MTU

の設定を考察する。ADSL の仕組みの中でも、ATM セルと通信効率との関係を考慮に入れた上での設定を行った。

.ADSL とネットワーク構成

ADSL とは、既存の電話加入者線 (メタリックケーブル)を用いて、高速なデータ通信を実現するサービスである。パソコンから送信されたデータは、ADSL モデムにつながりメタリックケーブルを通して電話局の DSLAM (DSL Access Multiplexer) にたどり着く。そして、光ファイバを通りプロバイダ内の BAS (Broadband Access Server) に集約される。ADSL モデムから BAS 間までの区間は ATM で通信しているが、最終的にインターネットへつなぐため、IP で通信する必要がある。多くのプロバイダでは PPP を利用している [2]。イーサネットでは PPP をカプセル化する方式を PPP over Ethernet (PPPoE; RFC 2516)、PPP をカプセル化する方式を PPP over AAL5 (PPPoA; RFC 2364) と呼ぶ。

.ATM

PPPoE および PPPoA において、ADSL モデムと DSLAM とは電話線上で ATM (Asynchronous Transfer Mode) を介して繋がっている。ATM は次の 3 つのレイヤーで構成されている。最下層は物理層、その上に ATM 層、そして最上位層にあたるのが AAL (ATM Adaptation Layer) である [3]。まず、AAL (AAL5) が上位のフレームを ATM セルに分割する仕組みを与える。次に、ATM 層では AAL から受け取るデータを 48 バイトに分割できるよう、適当な padding (PAD) と 8 バイトの AAL5 トレーラを付加する。最後に、物理層で伝送に必要な 5 オクテットのヘッダを付加した計 53 バイトの ATM セルを生成する。ATM セルは物理層で分割され、後に再構成される。

.PAD と通信効率

ATM セルを生成する際に付加される PAD は、MTU と ATM までのヘッダを合わせた値によって決まる。PAD はいちばん最後の ATM セルまたは最後の 2 つに含まれるが、それ自体に何も情報は含まれない。つまり余分なデータと言える。値を変えることができる MTU によって、PAD による負荷を無くし、速度の改善が見込める。

.考察

MTU を変化させると、どのように速度に影響があるのかを転送効率を算出することによって確かめた。ここでの転送効率とは IP パケット 1 つ当たりが ATM セル化された後の総量に対する実データ (MSS) の占める割合である。この転送効率が大きいほど実データの占める割合が多い、つまり転送速度が速いと言える。PPPoE の方式で ADSL 回線に接

続する場合、MTU とIP パケットの転送効率との関係は次の式で表される。

$$\text{転送効率} = (\text{MTU} - 40) \div (53 \times \text{ATM セル総数})$$

この計算をグラフ化したものが図2である。グラフから判るように、のこぎり波形の折れ線になり山と谷の転送効率の差は約3%もある。転送効率の最大はMTUが1444の時で85.45%であった。

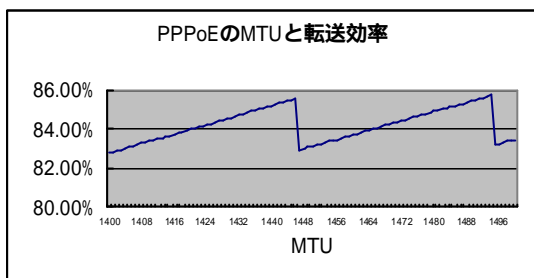


図2

これよりATMでのセル化を考慮した転送効率には48バイト周期があると考えられる。理論的にはMTUの最大値から47バイト以内に転送効率の頂点がある。したがって、MTUはイーサネットの規定値が最適と一般的に言われているが、ADSLの場合、転送効率を考慮に入れると必ずしもそうは言えないことが判った。

4. 検証2(RWIN)

次にRWINの最適値を求める。その方法として、RWINの値を徐々に変えながらTCPスループットを測定し、その変化をグラフ化し結果を考察する。実験には本大学で貸与されているパソコン(DynaBook SS 3410)を使用し、著者宅のADSLであるYahoo!BB 8Mを使用して行った。

実験に使用するRWINの設定は、MTUの整数倍の値を使用した。IPパケットはRWINで決められたデータ量になるまで一方的に送信される。つまり整数倍にすることによってIPパケットがRWINのサイズにぴったり収まり効率が良いのである。受信側はデータを受信する際、送信側にひとまずRWINのサイズ分だけ送信するように要求を行う。そしてRWINを満たすパケットがバッファに収まった後、受信し、新たに続きの送信要求を行う。万一要求したデータ分が正しく受信されなければ再送信要求も行う。したがって、RWINのサイズが大きければ送信要求などのやり取りの回数が減るために効率よく受信することができる。これら2点はスループットの向上に効果的であると考えた。実験ではスループットをリンク速度に近づくことを目的としているので、効率を第一に考え、これらを考慮した設定で実験をすることとした。

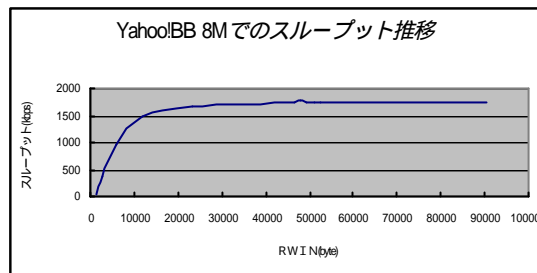


図3

図3から見て取れるようにスループットは始めのうちは劇的に上昇したがある地点を過ぎると徐々に変化が無くなった。スループットの最高値はRWIN=48048(MTU×33)の時の1783kbpsとなった。RWINがある値以上でスループットの最高値付近の値が得られている。しかし、RWINはスループットの最高値付近に到達することのできる最小のRWINが相応しい。なぜなら、RWINは前述した通りパケットを一括受信する器の大きさである。要求したデータ分が受信できなければ再送信要求がされる。つまり受信する器が大きければ一括で受信するパケット数が多くなり、それだけ途中でパケット損失が発生する確率が高くなる。これに加えてRWINに使用するバッファも最小限になることを推奨した。

5. まとめ

本研究でMTUとRWIN値を最適化することで、スループットが向上することがわかった。

MTUに関して言えば、ATMでのセル化に伴うPADの付加により転送効率が低下する。このPADはMTUの設定次第で変化するため、うまく付加を無くすことで転送効率を向上させることができ、スループットが向上する。ADSLの仕組みは事業者によって異なるが、いずれの事業者の場合もMTUの最大値から48バイト以内に転送効率が最大となる最適値が存在する。

RWINに関しては大きくするほど速度が向上するとは言えなかった。実験結果ではスループットが1783kbpsのときが最大で、途中からはほとんど変化が無かった。その結果を見るとRWINがMTUの32倍を過ぎるあたりで、スループットはリンク速度の約81%程になった。また、本研究の過程からATMのセル化による転送効率が、リンク速度に対するスループットの最大値であることが推測された。この関係を立証することが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] Microsoft Japan サポート 技術情報検索
<http://support.microsoft.com/default.asp> x
- [2] RBB TODAY
<http://www.rbbtoday.com.column/inoue/>
- [3] ATM(非同期転送モード)
<http://www10.plala.or.jp/infra/info/4adsl.htm>