



ATMの上でインターネットは幸せか

村山優子

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

インターネットの構成網としてATM (Asynchronous Transfer Mode) 網を使用するための技術開発が進められている。しかし、そもそもATMのような回線交換型の網をパケット交換型のインターネットのリンクとして使用することは、X.25の経験から懲りていたのではないが、パケット交換型のネットワークにはパケット交換型のリンクが必要である。通信事業者は電話網以来、進化していないのではないが、今や、インターネットが「The Network」となったのだから、インターネットに適した高速網技術を開発すべきである。ここで議論する「インターネット」とはネットワーク層のインターネット・プロトコル (IP) で動作するネットワークを指し、トランスポート層以上は含まない。

納得できない事実

数年前ある国際会議のチュートリアルで「IP over ATM」を解説していたスタンフォード大学のFouad Tobagi氏に「本当にIP over ATMが良いと思う？」と聞いたところ、“That's the standard! (それが標準ということだからね)”と肩をすくめていたことを思い出す。

インターネットは1970年代後半以降、さまざまなタイプのネットワークを接続して1つの大きなネットワークを構築するために出てきた技術である。ATMもこうしたネットワークの1つとして扱われようとしている。しかし、ATMの中だけで1つの完璧な高速通信のためのネットワークが実現できるにもかかわらず、その上に、敢えてインターネットを乗せることが本当に必要なのだろうか。通信事業者がATMを利用したインターネットサービスを開始し、このインターネットの上で電話やFAXのサービスを提供するとなると話はさらに不可解である。

今世紀に開発された交換手法は、電

話網を踏襲した回線交換とデータ網などで使用されてきたパケット交換などの蓄積交換の2種類である。すべての通信プロトコルはこの2種類に分類できる。コンピュータネットワーク系の言葉でいうと、回線交換はコネクション型、蓄積交換はコネクションレス型 (非コネクション型) とも呼ばれている。ここでは交換型の呼び方を使用する。インターネットを構築する上で基盤となるネットワーク手順に関してインターネットプロトコルとATMの根本的な違いは交換手法にある。本稿では、回線交換型のネットワークであるATM上にパケット交換型のインターネットプロトコルを乗せることは不自然であると主張したい。

私は、ATM自体を批判しているのではない。ATMはその伝送路の品質管理など、これからのマルチメディア情報の高速通信のための有用な通信技術である。しかし、それを単なるインターネットのノード間を接続するリンクとして利用するのは、何かしら不自然なのだ。理由はATMが回線交換型である

からである。インターネットの構成要素として回線交換型のX.25が利用されてきた。しかし、これも同様な理由で自然な接続ではない。この不自然さを見ながら、ATMでまた回線交換型の網をインターネットに利用するという試みには始めから無理がある。インターネット層以下にはパケット交換型網が望まれるということ以下に述べる。

回線交換型とパケット交換型の違い

回線交換とは、情報を送る前に発信元から宛先までの伝送路を設定する方式で、パケット交換とは送信する情報をパケットと呼ぶ単位に分割し、その分割されたものをそれぞれ伝送路の設定なしに単発的に宛先に送る方式である。これは、引越し荷物をいくつかの箱に分け、宅急便でそれぞれ独立に送るようなものである。この方式では宛先までの経路上の中継地点でいったん情報を受け付けて次の中継地点へ送り出す。このとき、中継地点で一時的にその情報を記憶 (蓄積) するので、

メッセージ交換も含めて一般的には蓄積交換とも呼ばれている。ここでいうメッセージとはアプリケーションの電子メールのメッセージではなく、あくまでもネットワーク層で制御される情報の単位である。

ARPANetを始めとする1960年代から始まったコンピュータネットワークでは、パケット交換やメッセージ交換などの蓄積交換が実現された。インターネットもその典型で、パケット交換を行うネットワークである。パケットの単位はIPパケットと呼ばれ、それが中継場所であるルータで交換されていく。

1970年代に通信事業者のサービスが始まったデータ網はパケット交換網といわれている。しかし、X.25などの国際標準仕様のユーザインタフェースのところでは、バーチャルサーキットすなわち論理的回線を設定してからデータを送る回線交換のサービスを実現していた。

光ファイバーケーブルの伝送路上に構築するネットワークの国際標準としてもはやされているATMも53バイトというセル単位の交換をネットワーク内で行っているが、ユーザインタフェースでみるとX.25同様に回線交換のサービスを提供しているのである。

パケット交換網上での インターネット

パケット網の例としてイーサネットを考えよう。簡単な例として2つのイーサネット、ネット1とネット2がIPルータで接続されているとしよう。さて、ネット1上のAliceというホストコンピュータからネット2のBobというホストコンピュータへ情報が流れる場合を考える。インターネット上の送受信の情報単位であるIPパケットは、上位層からの情報送信要求に基づいて生成される。Aliceで生成された各IPパケットには宛先であるBobのインターネット上のアドレスが指定されており、Alice側ではIPパケットをイーサネットのフレームに格納し、同じイーサネット上にあり、宛先ネットワークへの中継地点となるルータに送信する。

ルータではフレームからIPパケットを取り出し、その宛先がネット2のBobであると知り、自分が一方はネット1に他方はネット2につながっている事実から、このIPパケットをイーサネットフレームに格納してネット2へ向けて送り出す。

このように送信はIPパケットが生成されれば、そのたびにイーサネットフレームを生成して格納し、運ぶという単純な手順となる。

回線交換網上でIPパケットを 送る手法

回線交換型のサービスを提供するX.25網上にインターネットを乗せるといのは前節のイーサネットなどのパケット交換ネットワークにインターネットを乗せるように容易にはいかない。なぜなら、1つのパケットを送信するたびに回線を設定するのでは設定や解放の手順がオーバヘッドになるからである。一般に、回線交換では送信側から網に対して以下のような手順を行う。

- 回線接続要求 (送信側→網→受信側)
- 回線接続確認 (送信側←網←受信側)
- データ転送
- 回線解放要求 (送信側→網) あるいは (網←受信側)
- 回線解放確認 (送信側←網→受信側)

ここでいう回線とはバーチャルサーキット(論理的な回線)のことである。X.25回線交換型網の場合以下のような回線管理が必要となる。

- 回線はある時間内に通るIPパケットがなくなったら解放する。
- また、回線の数に限りがあるので、提供されている数以上の回線が必要となったら、前に設定したものを解放する。

前者の回線の解放をするための時間は、その回線を接続しておくための費用に応じさまざまである。もちろん、

専用線のように接続し続けることもできるが、費用などのコストがかかる。

ATM上でIPパケットを 送る手法

ATMもX.25と同様に回線交換型である。ここでいう回線とはX.25同様、論理的な回線である。

X.25と異なり、回線ごとに品質が設定できる¹⁾。また、網内は情報部が48バイトでヘッダ部が5バイトの53バイト長のセル単位でハードウェアにより交換作業が行われるので高速であるといわれている。ただし、後で紹介する太田昌孝氏によると、セル交換でのルーティングテーブル検索などの作業でIPパケットをATM上で交換する効率は必ずしもよくない。IPパケットはインターネット層では通常下のリンクとなる網の最大パケット長(MTU: Maximum Transmission Unit)に分割されて送信される。ATMの場合、MTUはデフォルトで9188バイト長で64Kバイト長まで設定できる。送信側でのパケットのセルへの分割および受信側でのセルから元のパケットへの組み立てはATM内のAAL層(ATM Adaptation Layer)で行われ、インターネット層でのパケット分割や組み立て作業は必要ない。

X.25同様、回線接続と解放についての手続きが必要となる²⁾。回線は始めに設定されたときにその回線の共有が認められていれば、同じ宛先のパケットについてはパケット多重化が行われる。

回線交換型網の上に インターネットを乗せることは 不自然である

送信側には通常複数のアプリケーションのプロセスが稼働しており、それぞれがトランスポート層プロトコルとして回線交換型のTCPやパケット交換型のUDPを使用する。TCPやUDPのパケットはインターネット層ではインターネットプロトコル(IP)のパケットのデータ部に挿入され、送られる。すなわち、インターネットは異なる上位層の通信のためのパケットの多重化を行っているのである。

OSI 階層化のモデルも変革の 時期に来た

ここで古典的な OSI (Open Systems Interconnection ; 開放型システム間相互接続) モデルにタイムトリップしてみたい。OSI は確かに 1970 年代以降のコンピュータネットワーク構築作業を容易にした。その階層化の考え方は多少の違いはあるが、インターネットアーキテクチャにも採用されている。IP over X.25 の時代はまさにその全盛期で、IP 層と下層の X.25 はそれぞれ独立してその動作を考えればよいとされていた。石川さんが言われている電気通信網の本質的な特徴が網サービスに必要な品質を保証している点という考え方はまさにこの時代の考えであると言いたい。

1990 年代の画像、動画、音声を含んだマルチメディアのアプリケーションがネットワーク上のトラフィックの大半を占めるようになった今、このトラフィックに対する QoS はインターネット層やそのリンクとして使用される通信網で個別に処理される時代ではなくなってきた。

インターネットなしの マルチメディアはありうるか

石川さんも認めておられるように、今の時点で ATM を使用したマルチメディア通信といえば、インターネット上のアプリケーションの他にない。そのような状況下で、インターネットを切り放して ATM だけで QoS を追求したことにそもそも間違いがあるのではない。物理層の技術は流行があるからと通信網だけで閉じた世界で QoS を考える時代ではなくなっているのである。

「インターネット至上主義」といわれるが、これほどネットワークとその応用が成功した環境は過去にあっただろうか。一昔前のニューメディアと呼ばれた時代、通信基盤 ISDN だけのマルチメディアアプリケーションの普及はなかった。現在インターネットなしにマルチメディアアプリケーションの普及はありえない。

一緒に幸せの行方を追いませんか

結局、QoS についてはマルチメディアアプリケーションのための ISDN サービスをどのレベルで実現するかが鍵のような気がする。通信事業者は通信網で行い、インターネット側は RSVP などによりインターネット上で実現しようとしている。

1 つの媒体で複数のサービスを提供するものをマルチメディアと呼ぶ。ISDN はそういう意味で通信のためのマルチメディアである。ところで、現在、テレビ電話も含めた電話やファックスなどの機器があるが、これらをひとまとめにするのが近い将来のパーソナルコンピュータとなるのではない。インターネット側でも問題があることは認めよう。もともと接続性中心のネットワークとして成功した理由は、その動作の単純性であり、複雑な動作は成功しない。しかし、電子商取引など、実世界のアプリケーションをネットワーク上で実現するためにはエンド間 (end-to-end) での QoS 保証が重要である。

IP over ATM はもう適当に切り上げよう。これから先を変えていこうではないか。インターネット研究者達が下層網の開発に乗り出した今、通信事業者もインターネット上で ISDN サービスの実現を考える場に積極的に加わってみてはどうだろう。もう、OSI の時代ではない。ネットワークアーキテクチャは

階層化だけではなく、層間 QoS 制御を考慮に入れなければならない。「幸せ」になるためには、研究の階層化も改め、通信網やインターネットの枠を越えて通信事業者、放送事業者、コンピュータネットワーク関係者が一緒にネットワークサービス全体あるいは情報システム全体としての QoS を考えなければならないときに来ている。

小林さんの第 3 次補正予算案の「商品券」の案は面白い。本当は European Union の各国よりも離ればなれになっている関係省庁が一体となって DARPA のような大きな研究予算でネットワークの研究、教育および技術開発を促進しないとどうしようもない。特に教育は重要である。教育なくして、将来を担う研究者や技術者の輩出はあり得ない。小林さんも提案しておられたが、そろそろ IPv9 くらいを日本から出すつもりにならないといけなと思う。

(1998.11.11)

参考文献

- 1) Laubach, M.: Classical IP and ARP over ATM, RFC2225 (Apr. 1998).
- 2) Maher, M.: ATM Signalling Support for IP over ATM - UNI Signalling 4.0 Update, RFC2331 (Apr. 1998).
- 3) 太田昌孝, 藤川賢治, 児島 彰, 福盛秀雄, 村岡洋一: High Performance Routing over Massively Parallel Routers, 情報処理学会研究報告 98-HPC-71, pp.35-39 (May 1998).
- 4) An Introduction to the Optical Internetworking Forum, http://www.oiforum.com/OIF_whitepaper.doc
- 5) Crawley, E., Berger, L., Berson, S., Baker, F., Borden, M. and Krawczyk, J.: A Framework for Integrated Services and RSVP over ATM, RFC2382 (Aug. 1998).
- 6) Braden, R. and Zhang, L.: Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -- Version 1, Message Processing Rules, RFC2209 (Sep. 1997).

公開パネル討論会

「日本の風土と 21 世紀のソフトウェア」の記事公開のお知らせ

名古屋大学工学部で開催された情報処理学会第 57 回全国大会における標記の公開パネル討論会 (平成 10 年 10 月 5 日 15:40 ~ 17:30) は、会場が満席になるほど盛況でした。その際の発表と議論をまとめた記事を下記の URL で公開しております。この記事に関しても会員の皆様からのコメントを求めています。

記事: <http://www.ipsj.or.jp/magazine/interestsay.html>

コメント送付先: interestsay@ipsj.or.jp

～ 議論の続きは、次の URL をご覧ください。 <http://www.ipsj.or.jp/magazine/interestsay.html> ～