

セルよさらば (1)

太田 昌孝

東京工業大学 総合情報処理センター



第二千年紀の終わり

いよいよ第二千年紀も今年で終わりということで、まだATMに未練を残している人にもきっぱりと見切りをつけて、来たるべきインターネットの千年紀に突入してもらいたい。そこで、最新の研究成果を踏まえたATM批判の決定版をお送りする。

といっても、ATM批判を的確に行うのは簡単ではない。世間でよく聞かれるATM批判としては「セル化は無駄」というものがあり、それに対して最近のATM擁護の反論としては「セルでなければQoS保証ができない」というものがあるが、批判、擁護ともに初級者向けのものと同級者向けのものがあるので、それぞれについて解説する。



セル化は無駄 (初級者編)

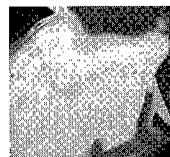
ATMでは、すべてのデータは48バイトの固定長のセル単位で扱われる。各セルには5バイトのヘッダがつき、そのうちVPIとVCIという24～28ビットのフィールドによりセルが区別され、それぞれの目的地への配送や目的地内での適切なアプリケーションへの受け渡しが行われる。長いパケットは、同じVPI/VCIを持つ複数のセルに分割される。伝送路中ではセル単位で合流などが起きるため、同じパケットに属するセルの間にほかのデータのセルが混ざり込むこともある。いわゆるセル多重である。

しかしながら、セルヘッダの役割はIPヘッダやTCP/UDPヘッダの役割とだぶっている。IPパケットはIPヘッダの目的地アドレスで示される目的地へ配送され、目的地内では、TCP/UDPヘッダの情報を加味してアプリケーションに受け渡

される。ネットワーク中にIP以外のデータがあれば、それらのデータとIPパケットとの区別のためにセルヘッダの存在意義は多少あるが、世の中の情報通信放送網を流れるデータがすべてIPになってしまえば、セルヘッダは完全に不要である。

ATMをインターネットで利用すると、48バイトにつき5バイト、帯域にして約10%の無駄が生じる。また、IPパケットは可変長であるので、48バイトごとに区切ると平均して23.5バイトのあまりが出る。インターネットの平均パケット長は500バイト程度なので、帯域にして約5%の無駄である。

つまり、セル化は15%の帯域の無駄をもたらすというわけである。まあ、間違いではない。図-1の例では、500バイトのパケットがセル化によって583バイトになり、17%大きくなっている。



セル化は無駄 (上級者編)

しかしながら、セル化の本当の無駄は、高速中継処理ができないことにある。

これを理解するには、まず「パケットルータに比べてセルスイッチは速い」といった根拠のない思い込みを捨てなければならぬ。パケットルータもセルスイッチもやることはほとんど同じで、パケットやセルを入力し、そのヘッダを解析、ルーティングテーブルを検索し、出力インタフェースに転送して、最後にパケットやセルを出力する。

そして、セルのヘッダは単純なので、パケットヘッダの処理より簡単で、高速なスイッチが実現できると誤解されていたわけである。

解析するヘッダは、セルスイッチの場合はデータリンク層の規則的なヘッダであるのに対して、IPパケットルータの場合はIPヘッダであり、IPオプションなどが付加されるとかなり複雑である。しかし、実際にはIPオプションは使われるこ

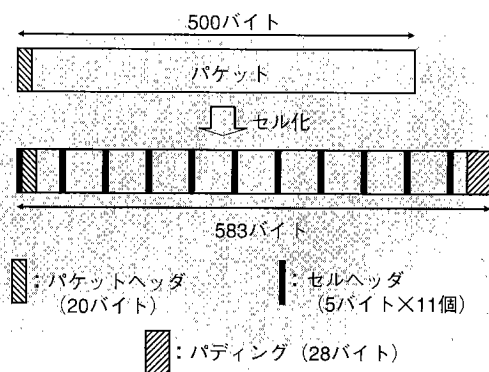


図-1 セル化の無駄 (500バイトIPv4パケットの場合)

とはないので、どちらのヘッダの解析も手間は似たようなものであるし、専用ハードウェアで処理すれば解析にかかる時間は無視できる。IPオプションが付加された場合やエラーの場合にはソフトウェアに処理が渡されることになり速度も望めないが、それはあくまで例外的場合である。

高速パケットルータや高速セルスイッチで本当に時間がかかるのは、実はルーティングテーブルの検索の部分であり、メモリ検索であるので、かかる時間はどちらも同じ程度である。

そこで、パケットルータもセルスイッチも速度は同じかというところ、そうはいかない。検索の回数が違う。パケットルータではパケットごとに行えばいいルーティングテーブルの検索を、セルスイッチではセルごとに行わなければならない。平均パケット長が500バイト程度とすると、セルスイッチは同じルーティングテーブル検索性能を持つパケットルータに比べて10倍程度遅いことになる。実はヘッダ解析の頻度についても同様なので、そもそもIPヘッダの解析にはセルヘッダの解析の10倍多くの時間がかかってもいいのである。

これが本当のセル化の無駄であり、15%などという生やさしいものではない。図-1で問題になるのはヘッダの長さ (55バイト) ではなく、11倍あるヘッダの数なのである。

セルスイッチはパケットルータに比べて10倍遅い。



セルでなければ QoS保証ができない (初級者編)

性能に関する幻想が打ち破られた今や、QoS保証は、ATM陣営の最後の心のよりどころである。といっても、現実にはATMによるダイナミックなQoS保証商用サービスはまったく行われていないので、すべて理論的な話でしかないのだが。

QoS保証サービスで保証される品質としてはさまざまなのを考えられるが、重要なのは帯域と遅延である。

そして、帯域についてはパケットであれセルであれ、保証の

難しさ/やさしさは同じである。

問題は遅延の保証である。といっても、パケットでは遅延の保証が難しいというわけではなく、保証できる遅延の値がセルのほうが小さいという主張があるというわけである。

その初級者用説明は、以下のようなものである。

ISDN電話のような64Kbpsでのパケットやセルによる音声通信を考えよう。パケットやセルでは、通信すべきデータがある程度たまってから送出するわけだが、データをためるためにはある程度の時間が必要で、それがそのまま通信の遅延となる。

48バイトのセルのデータがたまるには、64Kbpsでは6msしかかからない。これは、人間にはまったく問題にならない遅延の量である。しかし、1500バイトのパケットのデータをためるには、187msの時間が必要となる。電話のような対話では利用者は0.1秒程度の遅延には気づくといわれており、187msの遅延は通話品質を大きく損なうことになる。

といっても、パケットの長さは可変であるので、たとえば480バイトごとにデータを送れば60msの遅延ですみ、それほど問題とはならない。

もちろん、音声に高度な圧縮を施し、たとえば4Kbpsで伝送しようとする、セルの場合でも96ms、480バイトのパケットでは960msの遅延が生じる。パケット長は48バイトにすることも可能だが、ルーティングの頻度がセルと同じになり、しかもヘッダが大きいがんATMに劣ることになる。最近のネットワークの速度ならここまでの圧縮を行う必要がないとはいえ、ATMのメリットがないわけではない。

ただし、世の中の情報通信放送網のすべてがインターネット化されてしまえば、たとえ一部でATMがIPを運ぶために利用されていたとしても、送出側はIPパケットの単位でデータをためIPヘッダを付加してから送出しなければならないので、セル化のメリットは消える。

ということで、この論理展開はあまり説得力がないのだが、遅延については実はもっと重大な問題がある。

→以下次号

(平成11年12月10日受付)