

バックボーンネットワークのブリッジによる高速化と集中経路制御の考え方*

平中幸雄†
山形大学

1 はじめに

バックボーンネットワークの高速化には、インターネットを始め現状の多くの状況となっているルータ主体のネットワークより、高速化の容易なブリッジ主体のネットワークにすべきだという議論は以前からある。しかし、経路制御、パケットフィルタなど、ルータには便利な機能が多く実装されてきたこと、ブリッジネットワークでは、ブロードキャストの問題があることから、一般的にルータに依存したネットワーク構成が採用されることが多い。ところが、star型スイッチ方式の一般化、GigaEtherや、ATM接続サービス、市内光ファイバ網の直接利用などネットワークの高速化が著しい。このような状況では、ルータ性能がボトルネックになりやすく、幹線のdelayやcongestionは全体に対する問題になる。最近の動向であるIPルータ処理の一部をハードウェア化する3層スイッチ方式でも、スイッチ内部の遅延は2層スイッチ(ブリッジ)の遅延に比べ大きくなっているため[1]、バックボーンとなる部分にルータを多く導入することは問題になってくるであろう。

他方ATMが、バックボーンネットワークとして期待されているが、短セル高速処理の必要性和効率の悪さからくる経済性の課題、接続方式の違いに伴うIPパケットとの整合性の問題がある。そこで、ブリッジのみのバックボーンネットワークをこれまでと異なる観点から再検討する。

2 ブリッジネットワーク化

ブリッジネットワークの第一の問題であるブロードキャストについては、ARPを始めブロードキャストをしない方式で考える。ソースルーティング方式[2]も提案されているが、経路決定の手間、エンドステーションの経路制御データ量、伝送パケットが経路データ分増加することなどから、あまり実用的とは言えない。ここでは、経路サーバを用意し集中管理する方式を提案する。経路サーバへの経路として最初にdefault routeを形成し、その後、最適経路として、default route以外の直接通信を可能にする。

経路サーバ(階層化も想定している)が管理するバックボーン全体をブリッジネットワークとして実現することを考えていて、非幹線系との間にはエッジルータを入れる。このエッジルータもしくはその先の支線ル

タで、ユーザ機器の登録管理や使いやすさのための制御を行うとよい。

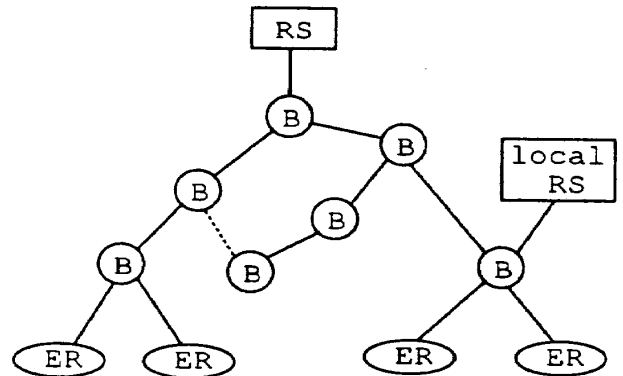


Figure 1: All bridge backbone network.

3 ブリッジネットワークの基本動作

ブリッジネットワーク(エッジルータ(ER)よりバックボーン側を図1に記載)の動作は以下のようにすればよい。

- spanning tree化を行う。
ただしブリッジ(B)では、disable判定されたポートも指定宛先に対して使えるとよい。
- 経路サーバ(RS)はdefault経路を定期的にmulticastする。
broadcastを流せないため、multicast addressを設定して使う。これで、各エッジルータ、ブリッジは経路サーバへの経路を持つ。安全のため、経路サーバ候補のMACアドレスを各エッジルータ/ブリッジに設定できるようにしてもよい。
- エッジルータは、立ちあがり直後、経路サーバに自分のnetwork addressとMACアドレスを通知する。
特定相手へのdefault経路通信に含めてそれを行ってもよい。これで、経路サーバから、全部の接続ネットワークへの経路ができる。安全のため、エッジルータの候補リストを経路サーバに予め設定してもよい。

ここまでの、経路サーバを経由地点とする任意地点間の通信網ができる。

経路サーバの条件として、通常のルータ機能が基本で、経路テーブルは大きいこと。セカンダリ経路サー

*High Speed Packet Transfer through Backbone Network by Using Bridges and a Centralized Routing Control
Yukio HIRANAKA, Yamagata University

バや、ローカル経路サーバを設置し階層化することもできよう。インターネット全体をひとつのブリッジネットワークとする場合は、経路サーバを階層化し、現在の AS 単位に設定するとよいだろう。経路サーバ間の通信は、下位サーバをエッジルータと同じように扱えばよい。

spanning tree を無視する最適経路決定のためには、各ブリッジの状態を読む必要がある。経路サーバ直前のネットワーク側にブリッジを接続し、short cut ができるようにする。定期的に、エッジルータの動作確認をし、無効になったエッジルータデータがあれば、そのエッジルータへの経路を経路サーバへ戻すよう multicast announce する。ルーティング/最適化/ブリッジ/接続監視の各機能を分けて実現してもよい。

ブリッジの条件として、MAC 自動認識でアドレステーブルを作り、time out はせず、表の記憶場所がなくなったら、利用状況により交換する。spanning tree 化の結果 disable されたポートで、特定 MAC に対する通過を SNMP MIB 等で設定できるとよい。

broadcast は流さないようにするが、経路サーバからの broadcast や放送型利用などのため、設定した multicast を可能にする。放送型利用では、流入制限を流入元で行うのを原則とする。また、誤発生した arp を流さないため、broadcast は捨てる。

エッジルータの条件としては、バックボーンへ broadcast packet は出さない。IP ネットワークアドレス-MAC アドレスの対応表は、場所が無くなるまで消さない。エッジルータは default router の設定で、経路サーバを指定し、経路サーバの登録データで認証される。default route announce の multicast address を経路サーバごとに unique にし、エッジルータで選択すれば、物理接続先と、接続管理組織を独立に設定できる。これにより、CIDR の IP 経路集約を経路サーバ毎に効果的に行うこともできる。

4 集中経路制御

経路の最適化はブリッジネットワークの基本動作が完了後に行えばよい。経路最適化が始まるまでは、遠回りになるが、管理サーバへの問い合わせであるから、認証上必要と思った方がよい。

現在、分散制御が一般的であるが、QoS の制御も含め、経路制御は集中制御が理想である。最適制御、意図的制御が可能になり、外部からの誤まった経路情報による混乱も発生しにくくできる。従来実用的な集中管理の方法が無かったわけであるが、ネットワーク部分がブリッジだけになると、エッジルータの管理とブリッジの管理を独立して制御することができるため、実用的な方法になると考えている。

エッジルータの立ち上がりにより自動的に経路サーバに IP ネットワーク経路情報が集ってくる。まず、エッジルータに対する経路制御として、経路サーバを通過したものすべてについて、ソース、デスティネーション両方のエッジルータに直接通信するよう経路通知する。この経路通知には、arp response packet で IP アドレスと MAC アドレス組みを送ることが考えられる。ほかに、近距離のもの、たとえばエッジルータの隣り

Table 1: bridge network と router network の比較

| | router | bridge |
|----------------|-------------------|--------------|
| 伝送遅延 | 大きい | 小さい |
| congestion の発生 | ルータ性能依存 | トラフィック依存 |
| 高速化 | だんだん困難 | 容易 |
| 経路制御データ | IP network 毎 | エッジルータ毎 |
| IP 経路の集約 | IP address 変更が必要 | 物理接続と独立 |
| 自由度 | router subnet の制約 | 制約なし |
| QoS | 経路上ルータの処理 | 特定 MAC 用経路で可 |

のブリッジに登録されている他のエッジルータへは直接通信できるようにする、トラフィックの多いものに対する最短経路を知らせるなどが考えられる。ただし、近距離でも通信が無い場合もある、トラフィックの多さを判断するのは手間がかかる、など検討すべき要素がある。

CIDR では IP アドレスが上位プロバイダで決まるため、ネットワーク構成の制約になっている [3]。ブリッジネットワークでは、中間の装置が持つべきアドレスの数は、エッジルータの数であるため、テーブルサイズは小さくできる。エッジルータでは集約されていたとしても、IP 経路情報を多く持たないといけませんが、default route が存在することを前提に、テーブルサイズ以上の経路情報を持たないようにすることができる。

ブリッジ上の経路制御として、spanning tree disabled port でも特定 MAC に対する通過制御をし、最短経路を採用させられよう。また、経路サーバに近いブリッジや大量データの交差点のブリッジでは、spanning tree アルゴリズムを動かさず、効果的な経路設定を計画する必要がある。

5 まとめ

組織内部やインターネットのバックボーンとして、今後の高速化に適応できるブリッジネットワークの提案をした。提案したブリッジを基本とするネットワークと既存のルータを主体としたネットワークとを比較すると Table1 のようになるであろう。

実装上の課題は多くはなく、既存の機器の設定変更や組合せでかなりの部分が実現できると考えている。経路サーバについては、最近の 3 層スイッチに、MAC アドレス通知機能、エッジルータ監視機能を付加すればよいであろう。

参考文献：

[1] 澤敬一, 本格導入すすむ 3 層スイッチング Hub とギガビットスイッチング Hub の評価テスト, コンピュータ&ネットワーク LAN, pp.41-66, 1998.7 月号.
 [2] Riaz Ahmall and Fred Halsall, Interconnecting High-Speed LANs and Backbones, IEEE Network, vol.17, no.5, pp36-43 1993.
 [3] Tim Bass, Internet Exterior Routing Protocol Development: Problems, Issues, and Misconceptions, IEEE Network, vol.11, no.4, pp.50-55, 1997.