

阿部 裕文*

飯沼 満**

*NTT情報流通プラットフォーム研究所

**NTTアドバンステクノロジー

1.はじめに

デジタルデータを配布する手段は一昔前までは FD トランスファーを用いたり、磁気テープに記録して宅急便で届けるという方法を用いていた。しかしインターネットの普及とともに配布の方法もインターネット経由が主流となり、その方法も多様化している。本稿では配布するデータの種別に応じて最適なネットワークを自動的に選択し、IP ルートを構築するシステムについて述べる。

2.背景

インターネットは普段は IP 層によってそれより下位の層が隠蔽されているためユーザにほとんど影響しないが、より下位の層は地域的、コスト的理由により様々な媒体が存在する。例えば、地域的に離れた都市の間を大容量の回線で接続しなくてはならない場合には、下位層には ATM が用いられることが多く、また地域的に離れたサイトに対してある中央局からマルチキャストでデータ配信を行う場合には衛星が用いられることが多い。また、より低コストな回線が必要な場合にはフレームリレーや ISDN 回線なども用いられ、事業者や一般ユーザの都合によって、どれか一種類の回線が選択されるのが一般的である。しかしながら、事業者によっては複数のネットワークを組み合わせる用いたほうが効率が良い場合がある。その例を 2.1.、2.2.に示す。

2.1. SVC を用いたファイル配信

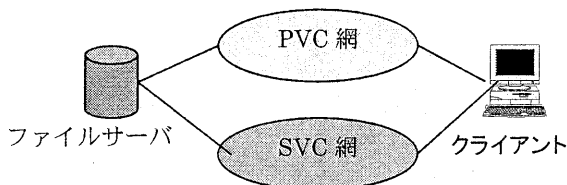


図 1. ファイル配信システム

ファイルのダウンロードが散発的にしか行われられない環境では、ファイルのダウンロード時には大容量の回線が必要になるが、大容量の回線を常時保持するのはコストが掛かりすぎるため避けたいという場合がある。この場合、狭帯域の PVC 回線と広帯域な SVC 回線の両方を用意しておき、普段の通信は PVC 回線を用いて行い、大きなファイルをダウンロードする場合のみ SVC をオンデマンドで設定して用いるという形が効率が良い。

2.2.衛星を用いたファイル配信

同一のファイルを同時に多拠点に配信する場合には、衛星を使ったマルチキャストが効果的である。しかし衛星回線はラウンドトリップ時間が長く、TCP のようなウィンドウ型フロー制御を用いたプロトコルではスループットを上げることが難しい。

従って、ファイルを高速に配信したい場合には向かない。よって配信拠点数が多いマルチキャストであれば衛星を用い、配信拠点数が少なく、かつ高速に配信する必要がある場合は地上回線を使うという形が必要になる。

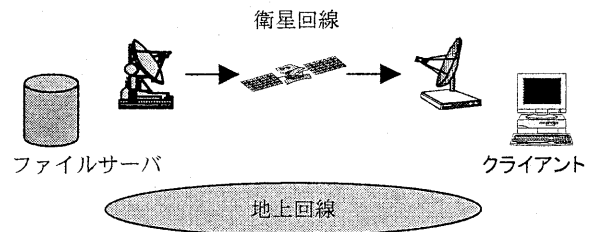


図 2.衛星を使ったファイル配信

3.ルーティング切替の実現

2章で述べたように、ある拠点(A)とある拠点(B)との間に複数のネットワーク経路が存在し、それらの経路を切り替えながら使用するには 2 つのやり方が考えられる。以下にその 2 方式について述べる。

3.1. ルーティング情報の書き換え

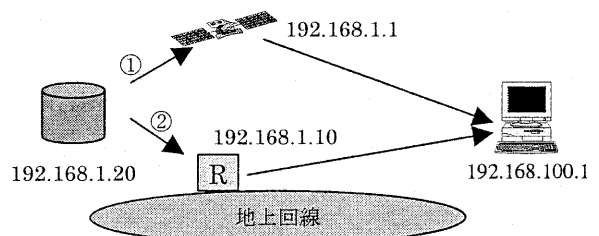


図 3.ネットワーク例

表 1. ルーティング情報

	宛て先	ゲートウェイ	メトリック
1	192.168.100.1	192.168.1.1	5
2	192.168.100.1	192.168.1.10	6

図 3 のネットワークにおいて、表 1 のようにルーティングテーブルを設定したとする。この場合経路①のメトリックの方が経路②のメトリックよりも小さいので、経路①を用いてデータの配信が行われる。地上回線を用いる場合には経路②のメトリック値を減らしてやればよい。

3.2.ネットワークインタフェースの切り替え

ATM インタフェースを備えた機器などでは、物理的なポートは一つでも VC 毎に別々のインタフェースを定義することによって複数のインタフェースを持つことができる。

表 2. インタフェース定義

Port	IF	VCI	IPaddr	Dest.
Atm0	Atm0.1	64	10.0.0.1	10.0.0.2
	Atm0.2	65	10.0.1.1	10.0.1.2

そこで、ある宛て先に対して複数の経路が設定可能な場合、それぞれの経路毎にインタフェースを定義し、必要に応じてインタフェース内の IP アドレス野対を交換することによって経路の切り替えを行うことができる。この場合のインタフェースは常に静的に保持されるものよりは、ATM-SVC のように信号手順によって動的に生成されるようなものが適して

An IP forwarding system using user-driven route selection method

Hirofumi ABE*, Mitsuru IINUMA**

*NTT Information Sharing Platform Laboratories

**NTT Advanced Technology

いる。

3.3.方式比較

上記の2方式の比較を表3に示す。

表3. 方式比較

	メトリック方式	IF切替方式
動的ルーティングプロトコルを使用可能か	×	△
SVCのように動的に生成されるインタフェースへの対応	×	○
実装の容易さ	○	○

動的ルーティングプロトコルを用いる場合、ルーティングプロトコルによってルーティング情報内のメトリック情報も書き換えられてしまうため、メトリック方式を用いる場合には動的ルーティングプロトコルは用いることができない。IF切替方式は下位伝達層自体が切り替わるので、一時的にメトリックの不整合が生じる可能性があるが、ルーティング自体に問題は生じない。メトリック方式は、既に存在する経路を対象にしないため、動的生成インタフェースには対応することができない。よって本システムではIF切り替え方式を用いることとした。

4.切り替え契機設定の実現

ATM-SVCのようなオンデマンド通信サービス、衛星通信のような他ユーザとの帯域共用サービスでは使った時間分だけ、もしくは流したデータ量分だけの課金という従量型の課金制度が採用されることが多い。従って特定のトラフィックが流れる瞬間だけを正確に測って経路の切り替えを行う必要がある。このような機能を実装するために、筆者らはかつてHTTPプロキシが特定のHTTPフローを受けとることを契機に経路の切り替えを行うシステムを実装した[1]。しかしながらより汎用的に経路の切り替えを行うためにはIPフローをモニタリングし、TCP/UDPポート番号やIPアドレスの条件によって経路の切り替えを行う必要がある。切り替え方としては、(1)TCPヘッダのフラグまで監視し、TCPコネクションの開始と同時に経路を切り替え、TCPコネクションの解放と同時に経路を切り戻す方式、(2)IPパケットをカウントし、指定されたIPパケットが一定数以上流れたら経路を切り替え、一定時間以上流れなくなったら経路を切り戻す方式の二通りが考えられる。それぞれの方式の比較を表4に示す。

表4. 切り替え方式の比較

	(1)方式	(2)方式
耐障害性	×	○
経路切り替えの即応性	○	×
柔軟性(UDPへの対応)	×	○

耐障害性という点では、(1)方式はエンドホストや途中のネットワークに障害が起き、キーとなるTCPパケットが失われた場合への対処という問題がある。(2)方式はタイムアウトによって大抵のエラーから復帰できるため、耐障害性という点では優れている。またIPパケットの宛て先とTCP/UDPポート番号を見るだけなので、UDPパケットに対してもまったく同じ機構で経路の切替を行うことができるため、実装が簡易で済む。しかしながら、(2)方式では従量課金ネットワークを用いる場合に求められる即応性が得られないため、本システムでは(1)方式を用いることとした。ただし、耐障害性を高めるため、切り戻し条件には一定時間指定のIPパケットが流れないことを検知するタイムアウトを含めることとした。UDPパケットについては(2)方式をそのまま用いる

こととした。

5.装置の試作実装

本装置はATMネットワークインタフェースとイーサネットインタフェースを備えたPC/AT互換機上で試作を行った。OSはFreeBSDを用いている。概略を図4に示す。

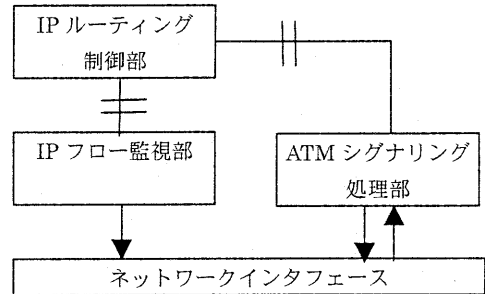


図4.装置概略図

それぞれの機能分担は以下の通り。

(1)IPフロー監視部

ネットワークインタフェースからIPデータを汲み上げ、指定された形式のIPパケットが流れたかどうか監視する。切り替え、切り戻し契機を表5に示す。

表5. 切り替え・切り戻し契機

	切り替え	切り戻し
指定されたTCPコネクション開始	行う	
TCPコネクションクローズ		行う
切り替え後、TCPパケットが一定時間流れない		行う
指定されたUDPパケットが流れ始める	行う	
切り替え後、指定されたUDPパケットが一定時間流れない		行う
指定された宛て先へのIPパケットが流れ始める	行う	
切り替え後、指定された宛て先へのIPパケットが一定時間流れない		行う

(2)IPルーティング制御部

現在のルーティングテーブルを管理し、IPフロー監視部からの指示に従ってルーティングテーブルを適宜変更する。また必要があればその他のシステム上に動作しているIPルーティング制御部と信号のやり取りを行い、協調動作しながらルーティングテーブルの書き換えを行う。

(3)ATMシグナリング処理部

IPルーティング制御部、もしくは他の装置からのATMシグナリングを受け、ATM-VCの動的生成、消去及びIPルートの構築を行う。

6.まとめ

ATM回線、衛星回線、イーサネット回線の中から、現在のトラフィックに応じて最も最適な回線を自動的に選び、即座に切り替え、通信終了と同時に切り戻しの可能な通信処理装置を実現した。本システムは切り替え条件をユーザが柔軟に設定することができる。

参考文献

[1]阿部,他"IP/NATMハイブリッド型WWWシステムの実現と評価",99秋情報処理学会全国大会