

1 T-3

広域ネットワークサービスプラットフォームにおける
ドメイン間経路情報の交換とドメイン内転送制御方式の検討

高橋紀之 倉上弘 岡田康義
NTT 情報流通プラットフォーム研究所

1 はじめに

IP を含むマルチメディアトラフィックを広域 ATM ネットワーク上で転送するためのネットワーク・アーキテクチャとして、広域ネットワークサービスプラットフォーム (Global Network Service Platform; GNSP) が提案されている [1]。本稿では、GNSP がインターネットの他のドメイン (AS) と接続する際に用いる AS 間接続用ルートサーバの機能について述べる。

2 広域ネットワークサービスプラットフォーム

GNSP は、さまざまなネットワークプロトコルを統一的にサポートし、また新たなプロトコルへの対応を容易なものとするを目標の一つとしている。このために、GNSP 内部での転送は、コア・プロトコルと呼ぶ内部転送用プロトコルと GNSP 内ノードに振られた独自フォーマットによる内部アドレス (コア・アドレス) を用いて行なうこととしている。コア・アドレスの採用は、また、ユーザ毎に独立したアドレス空間 (プライベート・アドレスを含む) が利用でき、多種多様な CUG を複数同時に動作させることを可能としている。本稿では、グローバル IP アドレスを用いたインターネットとの接続 (Global-IP サービス) について述べる。

2.1 GNSP におけるユーザデータの転送

ユーザから送信された IP ダイアグラムは、アクセス網を経由したのち、GNSP 内で以下のように転送される (図 1)。

1. 入口側のエッジ (EN) では、ユーザ A からのダイアグラムの宛先 IP アドレスを鍵として、後述する SPB (Service Processing Base) を検索し、ネクストホップとなる GNSP ノード (出口 EN あるいは転送ノード (DF)) のコア・アドレスを得る。
2. 得られたコア・アドレスを宛先として、ユーザ・ダイアグラムをコア・プロトコルにカプセル化したコアパケットを生成し、出口 EN あるいは DF に転送する。
3. コア・パケットを受けた DF は、SPB を検索し、更に GNSP 内での転送を行なう。
4. 出口 EN では、デカプセル化して IP ダイアグラムを取り出し、SPB を検索して宛先ユーザを受け持つアクセス装置に向け IP ダイアグラムの転送を行なう。

上記の 1,3,4 を行なう際、EN, DF 等の転送装置は装置内に蓄えた SPB と呼ばれる経路制御情報を検索する。SPB には二種類あり、その概要を以下に示す。

- コア網 SPB IP ダイアグラムに書かれた宛先 IP アドレスについて、対応するコア網内のネクストホップである宛先コアアドレスを与える。
- アクセス網 SPB 出口 EN において、IP ダイアグラムに書かれた宛先 IP アドレスについて、アクセス網での転送に使用される加入者識別子を与える。

このような SPB 情報を作成するには、GNSP 内部の接続トポロジーに加え、各エッジからみた IP ネットワークの経路情報が必要となる。

Inter-Domain Exchange and Intra-Domain Distribution of Routing Information in a Global Networking Service Platform, Noriyuki Takahashi, Hiroshi Kurakami, and Yasuyoshi Okada, NTT Information Sharing Platform Laboratories.

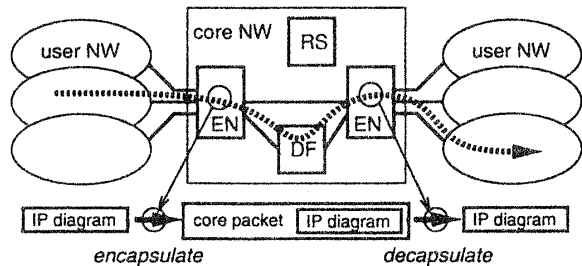


図 1: 広域ネットワークサービスプラットフォーム

2.2 GNSP の経路制御アーキテクチャ

GNSP では、経路制御 (ルーティング) 機能と転送 (フォワーディング) 機能とを分離し、一元的な経路管理による柔軟な経路ポリシーの実現と高速な転送とを両立をはかっている。この機能分離は外部に対しては隠蔽され、GNSP 全体が仮想ルータとして振舞う [2]。

GNSP ルートサーバ (以下 RS) は、GNSP 仮想ルータにおける経路制御機能を担当する装置であり、

1. ユーザルータとのルーティング・プロトコルの交換、
2. 得られた経路情報と GNSP 内部の構成に関する情報 (管理システムより与えられる) に基づいて、配下の EN および DF など GNSP 内の転送装置が持つべき SPB の動的な生成と設定、

を行なう (図 2)。詳細については 3 節で述べる。

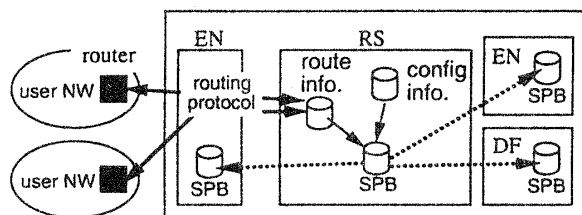


図 2: GNSP ルートサーバの役割

グローバル・インターネットとの接続において、GNSP およびユーザ・ネットワークは AS を構成する。多数のユーザを収容しつつ、網内での経路情報の効率的な扱いを可能とするために、GNSP の AS 内部を、適当な大きさの IP アドレスブロックである SubAS に分割することが可能である (図 3)。SubAS は論理的な分割であり、ユーザと GNSP との接続位置による制限は受けない。この時、各 SubAS には、それぞれ、EN, DF, RS が置かれる。

GNSP において、EN などの転送装置は、必ずしも、GNSP に接続するすべての IP アドレスブロックに関する SPB を保持する必要はない。DF が全 SPB を保持する場合、EN は、最小限、自らがアクセス網経由で接続しているユーザに関するコア網 SPB およびアクセス網 SPB のみを持ち、その他の IP アドレス・ブロックへのユーザ・ダイアグラムは DF に転送することで、必要な到達性を保障できる。また、SubAS による分割が行なわれている場合は、EN, DF は他の SubAS に収容されているプレフィックスについては、それぞれの SubAS の DF をネクストホップとする包括的な少数の SPB のみを保持すれば良い。SubAS を跨ぐユーザデータの転送は、DF に中継されて適切に行なわれる。EN 等が、最小限のものに加えてどの程度の SPB を保

持するかは、各装置に装備できるメモリなどのハードウェア資源の量と、DFを経由する迂回的な転送のオーバーヘッドとのトレードオフにより決定される。

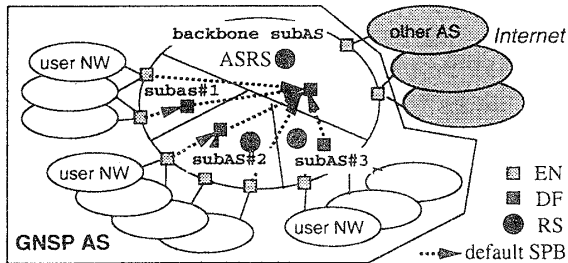


図 3: GNSP の SubAS による分割

3 AS 間接続用ルートサーバ

GNSP では、外部 AS との接続を Backbone SubAS と呼ぶ一つの SubAS に限定し、Backbone 内の RS である ASRS が他 AS のボーダ・ルータと AS 間経路情報の交換を行なう。このような構成を取ることにより、一貫した経路ポリシングを実施することができ、ユーザの設定ミス等による擾乱を抑制し安定的な経路情報を送出することができる。一般のユーザネットワークは、Backbone 以外の SubAS に収容される。

3.1 AS 間経路情報の交換

ASRS は、EN を経由して他の BGP ルータと、BGP[4] によるピアリングを行ない、以下の機能を果たす。

- GNSP の AS に属する IP アドレス・ブロックに関する到達性をインターネットに広告する。広告すべきアドレス・ブロックに関する情報は、ユーザとの契約に基づいた固定的な設定として ASRS に与えるか、もしくは、非 Backbone SubAS に接続しているアドレス・ブロックに関する情報を SubAS RS から ASRS に動的に通知する方法をとることができる。
- 他の AS に関する経路情報を受け取る。この情報に対し経路ポリシングを適用した上で、さらに他の AS に BGP により通知することにより、トランジットの提供が可能となる。また、経路情報を元に、Backbone SubAS 内の EN, DF への SPB の設定を行なう。

ASRS として、他 AS の BGP ボーダ・ルータと直接ピアリング (EBGP) を行なう構成と、通常の IP ルータを GNSP AS のボーダ・ルータとして設置し、ASRS はこれらと IBGP を交換する構成とが考えられる。ASRS には通常のルータには無い SPB 設定に伴う負荷がかかるため、後者の構成を取り、経路フィルタリングやフラップ・ダンペニングなどの役割を部分的にボーダ・ルータに負わせて負荷分散をはかることが有効な場合もある。この場合において、本来 IBGP は AS 内のすべての BGP ルータ間でフルメッシュ状に張られる必要があるが、ASRS に IBGP リフレクタ [4] の機能を持たせ、IBGP ピアリングの設定コストを軽減する。また、後述する BGP と SPB の一貫性を確保するためには、リフレクタ構成によりすべての経路情報が必ず ASRS を通過することは重要である。

なお、ASRS が BGP ルータとピアリングを行なうために必要な SPB は、ピア経路上に位置する EN 等に静的に設定される。

3.2 GNSP 内部転送制御情報の設定

ASRS は、BGP により取得した経路情報を用いて、Backbone SubAS 内の EN および DF に SPB の設定を行なう (図 4)。

ASRS と BGP ルータ R とのピアリングが、コアアドレス C_a なる EN E を介して行なわれており、ある IP アドレス・プレフィックス P_a への到達性が R から ASRS に伝えられた場合 (BGP 経路の ADD) を考える。EN からアクセス

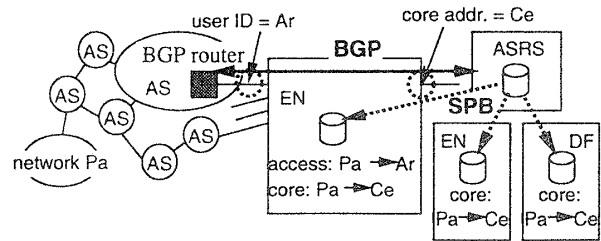


図 4: BGP 経路に対して設定される SPB

網を経由して R に到達するための識別子情報を A_r とする。この時、ASRS は、コア網 SPB として、

$$P_a \rightarrow C_e$$

を作成し、Backbone SubAS 内の DF と EN E に設定する。Backbone SubAS 内での DF を経由した迂回的転送を避けたい場合には、その他の EN への設定も行なうこととなる。また、アクセス網 SPB として、

$$P_p \rightarrow A_r$$

を作成し、EN E に設定する。BGP 経路が WITHDRAW された場合は、同様の SPB を、DF, EN から削除する。

Backbone SubAS 以外の SubAS と GNSP 外部の AS 内のネットワークとの間でユーザ・データの転送を行なう場合、ユーザ・データは、一旦 Backbone SubAS を経由する。Backbone SubAS から他の SubAS に到達するための SPB は、2.2 節で述べたように、SubAS に接続している IP アドレス・プレフィックスに関する包括的な SPB として、Backbone SubAS の DF (および EN) に静的に設定される。他の SubAS から Backbone SubAS を経由して他 AS に到達するために、非 Backbone SubAS の DF (および EN) に、デフォルト (明示的なマッチが得られない場合に選択される) として Backbone SubAS の DF に向けた SPB が静的に設定される。

3.3 BGP 経路情報と内部転送情報の同期

BGP での経路の選択において、ネクスト・ホップへの到達性がない経路は除去され、他のピアにも中継されない。GNSP においては、静的な SPB の設定などにより IP レベルでのネクストホップ間の直接の到達性が確保されている場合であっても、当該ホップを経由する一般の宛先への (間接的な) 到達性は確保されない。SPB を参照しての転送制御は宛先 IP アドレスによるものであり、当該宛先に関する SPB が設定されない限り転送が行なわれないためである。

このため、ASRS を含む GNSP の RS においては、BGP による経路情報を他のピアに即座に通知するのではなく、必要な SPB 配布が完了してから通知をする必要がある。また、SPB 設定機能を持たない通常のルータを GNSP ボーダ・ルータとして置く場合には、ASRS を IBGP リフレクタとして機能させることにより、すべての BGP 経路情報が ASRS を通過し、確実に SPB 配布が行なわれることを保障できる。

4 おわりに

本稿では、広域ネットワークサービスプラットフォーム (GNSP) における AS 間接続用ルートサーバの機能について述べた。

参考文献

- [1] 村山他, “広域ネットワークサービスプラットフォームの設計”, 信学技法, IN97-39, May 1997.
- [2] 堀川他, “広域ネットワークサービスプラットフォームにおける IP ルーティングアーキテクチャ”, 信学技法, IN98-135, Jan. 1999.
- [3] Y. Rekhter, et al., “A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)”, RFC1771, Mar. 1995.
- [4] T. Bates, et al., “BGP Route Reflection - An Alternative to full mesh IBGP”, RFC1966, June 1996.