

1 G-12 大規模 IP ネットワークにおけるマルチキャストルーティングプロトコル適用の検討

松井 健一, 金田 昌樹, 竹中 光, 市川 弘幸

NTT 情報流通プラットフォーム研究所

E-mail: matsui.kenichi@lab.ntt.co.jp

1. はじめに

IP 通信の急速な普及に伴う網の複雑化とトラフィック増大に対応できる, 高機能なルーティングと高速な転送処理を備えた大規模 IP ネットワークアーキテクチャが求められている。これに対し, 現在, ルーティング機能とフォワーディング機能を分離し, 一元的なルーティング管理による高度なルーティングサービスと高速な転送を実現するネットワークアーキテクチャである GMN-CL (Connectionless Technologies for Global Mega-media Network)が提案されている[3]。

一方, 多数のユーザに対し効率的に情報を配信する技術として, IP マルチキャストが注目されている。IP マルチキャスト通信では送受信端末間を結ぶデータ配信ツリーを構築する必要があり, このツリーを動的に構築するためマルチキャストルーティングプロトコルを動作させる必要がある。本稿では GMN-CL が他のネットワークとの間でマルチキャスト通信を行う際のマルチキャストルーティングプロトコル終端方法を提案し, 各方法の比較評価および終端負荷の一次検討を行う。

2. 大規模 IP ネットワーク

2.1 GMN-CL アーキテクチャ

GMN-CL は, 様々なネットワークプロトコルを统一的にサポートし, GMN-CL 内部網(コア網)のルーティングを効率的に行うことを目的としている。このため, GMN-CL では外部ネットワークのルーティングプロトコルを内部に設置したルーティングサーバで終端し, ルーティングサーバが GMN-CL 内部のルーティングを一元管理している。

コア網内ではコアプロトコルと呼ぶ内部転送プロトコルを用い, 網内に独自に付与されたコアアドレスによりサーバが一元的にルーティングを行う。ユーザネットワークから送出されたパケットは EN(EdgeNode)でコアプロトコルへカプセル化され CN(CoreNode)を経由して転送される。

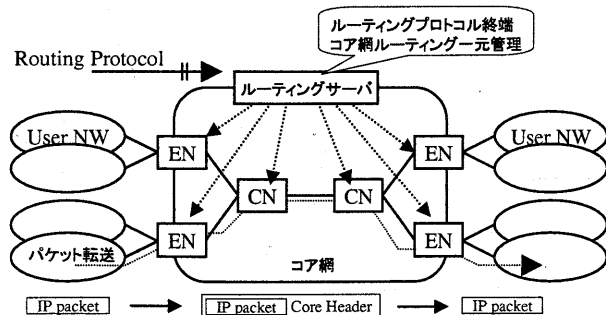


図 1. GMN-CL アーキテクチャ

2.2 GMN-CL における IP マルチキャスト

現在 GMN-CL は, マルチキャストメンバシッププロトコルである IGMP(Internet Group Management Protocol)を, 内部のルーティングサーバである MCRS(Multicast Route Server)で終端し, マルチキャストサービスを提供している。IGMP を用いることにより, MCRS が受信ユーザの要求を直接終端するため, 受信者制限や受信時間把握等を有効に行うことが可能である[1][2]。

しかし, IGMP は端末-ルータ間のプロトコルであり, SOHO・大規模ユーザを対象とするようなルータで構築される LAN を收容するには, 別途各ルータに IGMP メッセージを転送する IGMP-Proxy 機能を実装する必要があった。しかし, IGMP-Proxy の実装が可能なルータは限られており, また多段接続時の制御トラフィック・遅延時間の増加が問題となる可能性がある。

本稿では, IGMP-Proxy の利用を回避するため, IGMP ではなくマルチキャストルーティングプロトコルを GMN-CL において終端する方法を検討する。

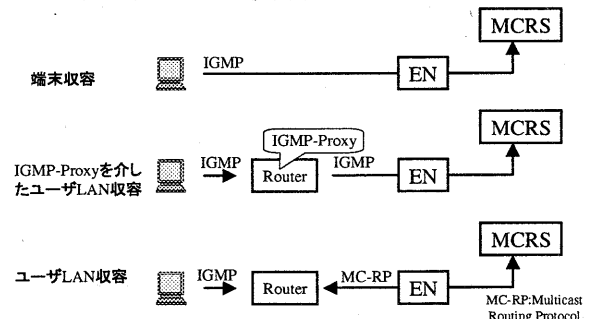


図 2. マルチキャストプロトコル終端形態

3. マルチキャストルーティングプロトコル適用方法

3.1 マルチキャストルーティングプロトコル

マルチキャストルーティングプロトコル(AS 内ルーティングプロトコルを指す, 以下同様)は現在までに 4 種類提案されているが, 本稿では PIM-SM(Protocol Independent Multicast-Sparse Mode) [4]の終端方法を検討する。

3.2 要求されるサービス条件

複数のルータが統一したポリシーの下でルーティング動作を行う場合, それらのルータで構成されるネットワークをルーティングドメインと呼ぶ。

マルチキャストルーティングのサービス条件として, ルーティングドメインは同一ポリシーのユーザ LAN 内で閉じ, 別ポリシーのユーザ LAN とは共有しないようにすることが求められる。ルーティングドメインを別ポリシーの LAN に開いた場合, ユーザの管理事項であるルーティングドメイン設定に他ユーザの設定が影響し, ルーティングが混乱することを回避するためである。

3.3 PIM-SM 終端方式

ルーティングドメインへの関与形態の違いにより, GMN-CL におけるルーティングプロトコル終端動作は大きく異なってくる。本稿ではルーティングドメインと GMN-CL

“A Study of Applying Multicast Routing Protocols to Large Scale IP Network” by Kenichi MATSUI, Masaki KANEDA, Hikaru TAKENAKA, Hiroyuki ICHIKAWA, NTT Information Sharing Platform Laboratories.

の関与形態を3通りに分類し、それぞれの形態におけるGMN-CLのPIM-SM終端方法を提案し、比較検討する。

(1) ルーティングドメインがユーザLANに閉じる形態

本形態は、ルーティングドメインがユーザLANに閉じるものである。本形態の場合、PIM-SMの仕様上、GMN-CLはPIM-SMを終端できないと考える。

PIM-SMの仕様上、異なるルーティングドメインに対し受信要求が送出されないため、GMN-CLは受信者を把握できず、コア網内のルーティングを行うことが出来ない。

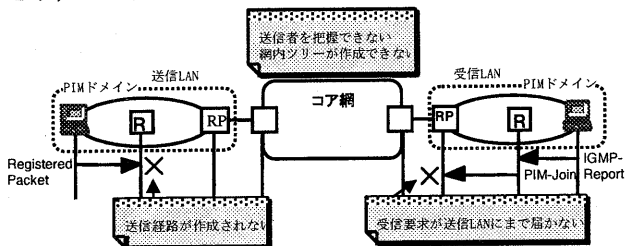


図3. ルーティングドメインがユーザLANに閉じる形態

一方、ルーティングドメイン外に受信要求を転送するDWR(Domain Wide Multicast Membership Report)を用いれば本ドメイン形態の終端が可能になるが、DWRの実装例が存在しないため、現状は本形態の適用は困難である。

(2) ルーティングドメインがGMN-CLを含む形態

本形態は、各ユーザLANのルーティングドメインが、それぞれGMN-CLに含まれるものである。本形態の場合、GMN-CLがRP(Rendezvous Point)の役割を果たすことでPIM-SMを終端することが可能である。

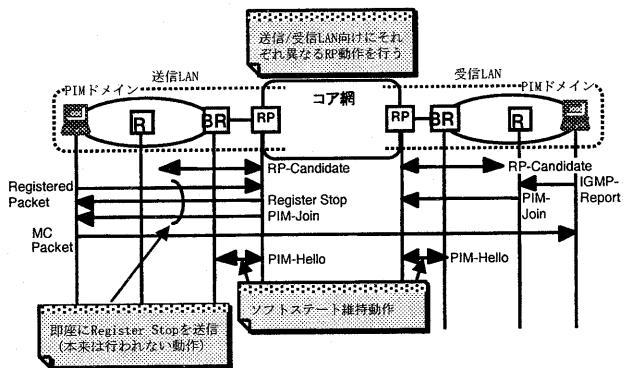


図4. ルーティングドメインがGMN-CLを含む形態

しかし、GMN-CLがRPの動作を行うため、サーバの終端負荷が比較的大きくなると考える。具体的には、ユーザLAN-GMN-CL間のPIM-Helloによるソフトステート処理負荷、および、送信LAN向けのRP動作として初期送信パケットを廃棄し即座にRegister Stopを送信させることによる送信開始の遅延と動作の不安定といった問題が考えられる。本形態によるPIM-SM終端方式は、これらの問題が生じない程度のサーバ処理能力が要求される。

(3) ルーティングドメインが送受信ユーザLANを含む形態

本形態は、送受信ユーザLANを1つのルーティングドメインに収容するものである。本形態の場合、GMN-CLはPIM-SMを終端しない。RPの管理は各ユーザLANが行い、GMN-CLはPIM-SMメッセージ用Well Knownマルチキャスト経路およびデータ経路を静的に設定するのみである。

本形態は、形態(2)よりも小さい負荷でPIM-SMを

GMN-CL上で動作させることが可能である。しかし、ユーザLANに一定の性能が必要であり、またルーティングポリシーの一致が必要となる問題がある。具体的には、受信ユーザLANのPIM-Joinが集約されず全て送信LANに到着するため、RPとなるユーザルータの性能限界にサービス規模が制限される。また、全ユーザLANが同一のルーティングドメインに加入するため、ポリシーの一致が必須となるなど、GMN-CLで解決できない性能問題やサービス上の制約が求められ、本形態の適用領域は限定される。

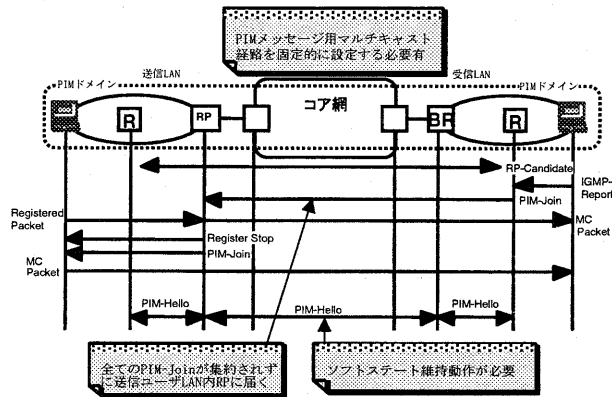


図5. ルーティングドメインが送受信ユーザLANを含む形態

3. 4 形態比較

以上の形態の比較を表1に示す。サービス条件を満たし、制約条件を持たない形態(2)が比較的優れている。

表1. PIM-SM終端形態比較

	形態(1)	形態(2)	形態(3)
サービス条件	満たす	満たす	満たす(制約有り)
制約条件	—	なし	スケーラビリティ不足 ポリシー統一必須
終端負荷	—	大	小
総合評価	× 実装不能	○	△ 適用領域が限定される

4. 評価

PIM-SM終端負荷を見積もり、対応できるサーバ性能を提供することで、形態(2)の適用が可能となる。終端負荷の一次評価を行う。GMN-CLへのPIM-Join平均発生間隔St[秒]はRPの参加離脱頻度に支配される。発生が無記憶性でMarkovモデルに従うと仮定するとStは式(1)となる。

$$S_t = \frac{L}{2NV} \dots (1)$$

但し、N=受信者数、V=平均視聴率、L=平均視聴時間[秒]

標準的な放送型番組(N=100, L=3600)を想定した場合の、StとVの関係は図6となり、Vが適切な範囲ならば既存サーバの能力でサービス可能と想定される。

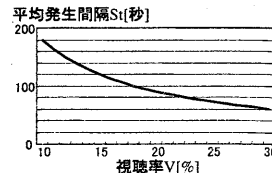


図6. 平均発生間隔(St)

5. おわりに

本稿では、GMN-CLにおけるPIM-SMの終端方法を提案し、比較評価および終端負荷の一次検討を行った。今後、他の形態、特にDWRによるドメイン間通知形態も含めた評価および実装検討を行う。

【参考文献】

[1] K. MATSUI, et al. "A Managed IP Multicast Platform suitable for Business Usage", ICC'99 Conference, 1999.9
 [2] 松井他, "送信者保護・受信者制限つきマルチキャストサービス提供方式の検討", 1999年電子情報通信学会総合大会, 1999.3
 [3] 市川他, "次世代コンピュータネットワークのバックボーン系構成法", NTT R&D vol47 no.4, 1998.4
 [4] RFC 2362 "PIM-SM: Protocol Specification", 1998.6