

階層化されたネットワークにおけるマルチキャスト QoS ルーチング手順の設計

向山繁喜[†] 植野誠史[†]
[†]電気通信大学

加藤聰彦[‡] 鈴木健二[‡]
[‡]KDD 研究所

1. はじめに

インターネットの広帯域化に伴い、IP マルチキャストに対する期待が高まっている。マルチキャストによる音声や動画などの通信をスムーズに行なうためには、QoS の保証が必要となる。

現在、QoS を考慮したマルチキャストルーティングのためのフレームワークが提案されている[1]。しかしこのフレームワークでは、QoS の保証が実現可能な経路を決定するために、ネットワーク上のすべてのリンクの資源情報を知っていなければならない。そのため、すべてのルータにリンクの資源情報を広告しなければならず、スケーラビリティに乏しい。

筆者らはこのスケーラビリティの問題を解決するために、ネットワークをドメインにより分割した階層型マルチキャスト QoS ルーチングプロトコルの提案を行ってきた[2]。このプロトコルでは、リンクの資源情報更新メッセージの広告範囲を限定し、ドメイン外部のルーティングを、ドメイン内部のリンク情報を考慮せずに行なっている。本稿では、本プロトコルの手順とメッセージ形式の詳細について述べる。

2. プロトコル手順

筆者らの提案するマルチキャスト QoS ルーチングプロトコルでは、BGMP [3]により階層化されたネットワークにおけるリンクの資源情報の広告と、マルチキャストトラフィックを受け取るためのメッセージ交換手順を定義している。また、スケーリングの問題を解決するために、ドメイン内部リンクの資源情報更新メッセージの広告範囲を限定している。そのため、ドメイン内部のルーティングでは完全なリンク情報をすべてのルータが保持し、QoS ルーチングを行なうことが出来るが、ドメイン外部のルーティングでは、経路上のドメイン内部のリンクの情報が欠落する。そこで、ドメイン外部の経路決定に失敗した場合にクラッシュバックを行なう Join-Nack メッセージを導入している。

図 1 に受信者と直接接続したルータ R と送信元

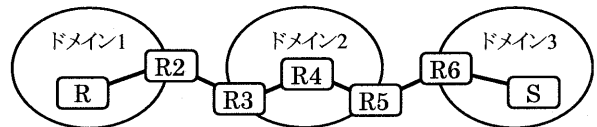


図 1. 簡単なネットワークの例

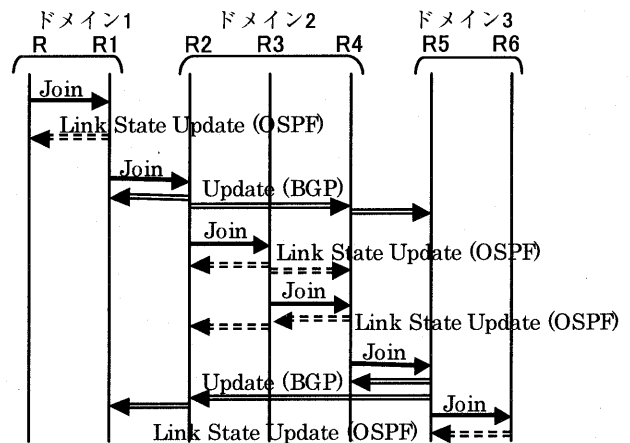


図 2. メッセージの流れ

に直接接続したルータ S へ Join が存在する簡単なネットワークの例を示す。このとき Join メッセージがルータ R からルータ S へマルチキャスト QoS ルーチングされる時の、メッセージの流れを図 2 に示す。

3. リンク情報広告のメッセージ

3.1. ドメイン内部におけるリンク情報の広告

ドメイン内部における QoS 保証のためのリンクの資源情報の広告には、OSPF Opaque option [5]を利用する。OSPF Opaque option は、OSPF のリンク情報広告メカニズムを用いて、さまざまな拡張情報の広告することを可能にしている。図 3 にドメイン内部におけるリンクの資源情報広告メッセージのフォーマットを示す。

Opaque LSA header の後には、リンク情報が続く。Type フィールドは、広告される情報の種類を表し、1 は予約可能な帯域が、2 はリンクにおける遅延時間が Link Information フィールドに入っていることを示す。Link Information フィールドは、Type フィールドにより異なるフォーマットを持つことができる。

予約可能な帯域情報は図 4 のようにエンコードされて広告される。広告される帯域は、Bandwidth フィールドの値を scale フィールドの

“Procedure of Hierarchical QoS Multicast Routing Protocol,” Shigeki Mukaiyama[†], Seiji Ueno[†], Toshihiko Kato[‡] and Kenji Suzuki[‡]

[†]The University of Electro-Communications

[‡]KDD R&D Laboratories

0				1				2				3											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
LS age				Options				LS type				↑ Opaque LSA Header ↓											
Opaque Type				Opaque ID																			
Advertising Router																							
LS Sequence Number																							
LS checksum				Length																			
Type		Link Information																					
		.																					
		.																					

図3 ドメイン内部におけるリンクの資源情報広告のメッセージ

Type = 1	Scale	Bandwidth
----------	-------	-----------

図4. リンクの予約可能な帯域

Type = 2	Scale	Delay
----------	-------	-------

図5. リンクの遅延時間

値だけ上位へビットシフトしたものである。同じくリンクにおける遅延情報は、図5のように同じ方法でエンコードされる。リンクにおける遅延時間の単位はマイクロ秒である。

3.2. 外部リンクの広告リンク情報の広告

外部リンクの広告を行うために、BGP [4]の拡張を行い QoS を保証するための attribute の定義を行う。QoS 保証のための attribute は、図4,5に示された、フォーマットで、外部リンク情報をリストしたものである。外部リンクにおける予約可能な帯域は、その宛先への経路上のリンク中の予約可能な帯域のうち最小のものである。また、ボーダータは、Peer への広告を、広告された遅延時間に外部リンクにおける遅延を加算しておく。このとき、ドメイン内部における遅延時間をアドミニストレイティブに考慮することも可能である。

4. ルーティングのためのメッセージ

[1]では、内部ルーティングプロトコルに PIM-SM [6]を利用して、ドメイン内部における QoS ルーティングを実現している。図6に Join メッセージのフォーマットを示す。

Reserved フィールドに新たに QoS-Join ビットと QoS-Prune ビットの定義をする。QoS-Join メッセージでは、QoS-Join ビットをセットし、Require QoS Information を付加する。QoS-Prune メッセージでは、Require QoS Information は存在しない。また、Require QoS Information と、Type フィールドは図4,5で定義した Link Information と Type フィールドと同じフォーマットであり、この情報をもとに QoS ルーティングが行われる。また、図7に新たに導入した PIM-SM Join-Nack メッセージのフォーマットを示す。

0				1				2				3											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
Ver		Type		Reserved				Checksum															
Encoded-Unicast-Upstream Neighbor Address																							
Reserved				Num groups				Hold time															
Encoded-Multicast Group Address																							
Number of Joined Sources						Number of Pruned Sources																	
Encoded-Joined Source Address																							
type		Require Link Information																					
		.																					
		.																					

図6 QoS 保証のための PIM-SM Join メッセージ

0				1				2				3											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
Ver		Type		Reserved				Checksum															
Encoded Group Address																							
Encoded Source Address																							

図7. PIM-SM Join-Nack メッセージ

外部 QoS ルーティングにおける Join のためのメッセージは、通常の BGMP による UPDATE メッセージの Join attribute に QoS 保証のための attribute を追加したものとなる。また図8に BGMP Join-Nack メッセージを示す。

0				1				2				3											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
Length						Type																	
Group and Source attribute																							

図8. BGMP Join-Nack メッセージ

5. おわりに

本稿では、BGP と PIM-SM を用いて、資源情報の広告範囲を制限することにより、スケーラビリティを保証するマルチキャスト QoS ルーティングプロトコルの手順およびメッセージ形式の詳細について述べた。

参考文献

- [1] S.Biswas and B.Rajagopalan, "A QoS-Aware Routing Framework for PIM-SM Based IP-Multicast", Internet Draft, June 1999.
- [2] 向山 繁喜, 植野 誠史, 加藤 聰彦, 鈴木 健二, "PIM-SM と BGMP を用いたスケーラブルなマルチキャスト QoS ルーティングプロトコルの提案": 情報処理学会 DPS 研究回第 100 回
- [3] D.Thaler, et al "Border Gateway Multicast Protocol (BGMP): Protocol Specification", Internet Draft, Sep 2000.
- [4] Y. Rekhter, et al, "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)", Protocol Specification, RFC 1771, March 1995
- [5] R. Coltun, "The OSPF Opaque LSA Option", Protocol Specification, RFC 2328, July 1998
- [6] D.Estrin, et al., "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification, RFC 2362, June 1988.