

## IP マルチキャストの利用可能帯域測定法に関する一評価 An estimation of the QoS measurement for the IP multicast transfer path.

湯浅 賢英†  
Masahide Yuasa

島村 和典†  
Kazunori Shimamura

### 1. まえがき

ネットワークの広帯域化のもと、動画配信サービスが増加している。現在の配信技術は1対1に適したユニキャスト配信が広く使用されている。ユニキャスト配信は、多数のクライアントが存在した場合、ネットワークにかかる負荷がそのクライアント数に応じて大きくなる欠点がある。そのため、多数のクライアントの配信に適したマルチキャスト配信が、音声や映像情報を配信する通信に幅広く使用され始めている。今後、インターネットの広帯域化や受信クライアントの増加に伴い、また放送の新しいサービスとしてより大容量のマルチキャスト・トラフィックが転送されることが考えられる。それにより、輻輳が発生し動画配信の通信品質が低下する。従って、マルチキャスト・トラフィックに対する、トラフィック量の測定、通信品質の測定などを行うモニタリング技術が重要となる。また、モニタリングで測定した情報からクライアントの帯域状態に適した配信技術も重要となる。

この問題を解決するためには、サーバがクライアント間までの経路の利用可能帯域(ABW: Available Band Width)を把握する必要がある。また、クライアントのABW値が減少した場合、ABW値に適した送信が可能ないようにマルチキャストアドレスを再構成する。本報告は、マルチキャスト経路のABW値の測定法について検討を行っている。

### 2. 提案システム

測定システムは、帯域の情報が集められる管理サーバ、ABW値を測定し管理サーバに報告するモニタリングシステムで構成される。提案システムの構成を図1に示す。モニタリングシステムは、マルチキャストルータに導入し、ABW値を測定するMonitor機能、測定した結果を管理サーバに報告するReport機能で構成される。管理サーバにABW値を報告するパケットをProbe Packetと呼ぶ。

具体的な動作手順は次のようになっている。

1. 管理サーバは、クライアントからの要求があると登録を行い、モニタリングシステムを開始させる。
2. モニタリングシステムは、ABW値を測定し、Probe Packetを上位のマルチキャストルータに送信する。
3. 受信したマルチキャストルータは、Probe PacketのABW値と測定したABW値を比較し、小さいABW値をProbe Packetに上書きしさらに上位のマルチキャストルータに送信する。
4. この一連の処理を行うことで管理サーバは、マルチキャスト経路のABW値を把握することができる。

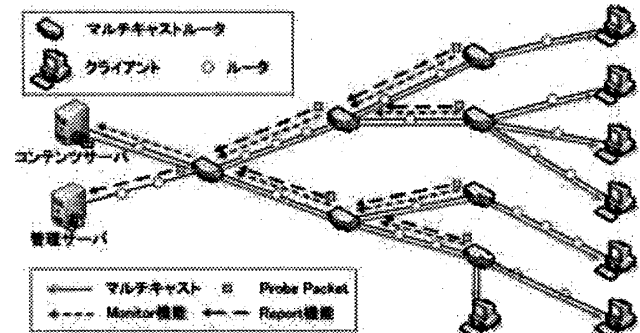


図1 提案するシステムの構成図

### 2.1 Monitor 機能

Monitor 機能は、インターフェース情報とトラフィック情報を SNMP の snmpget コマンドを使用して収集する。

具体的な動作手順は次のようになっている。

1. 上位のマルチキャストルータまでの経路をマルチキャストルーティングテーブルから把握する。
2. 把握した上位のマルチキャストルータまでの経路を基に、それぞれのルータからインターフェース番号、インターフェース速度を収集する。
3. 収集した情報を基に上位のマルチキャストルータ間のルータリストを作成する。このルータリストには、ルータの IP アドレス、インターフェース番号、インターフェース速度、ABW 値が書き込まれる。
4. ルータリストから上位のマルチキャストルータまでの経路に存在するルータの ABW 値を調べ、もっとも小さい帯域を上位のマルチキャストルータまでの経路の ABW 値とする。
5. 上位のマルチキャストルータまでの経路と測定した ABW 値とを組にした、経路リストを作成する。
6. 定期的な各リンクのトラフィック量を収集し、経路リストの ABW 値を更新する。

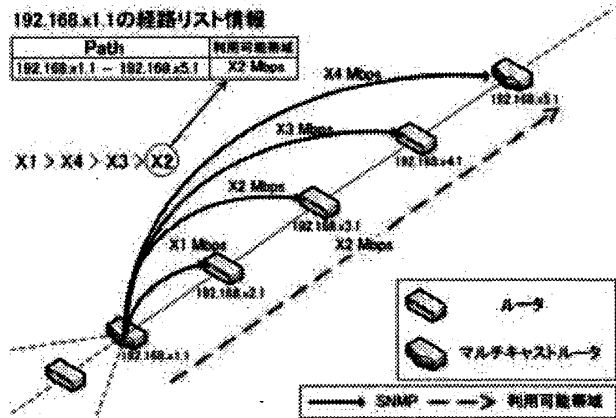


図2 Monitor 機能

## 2.2 Report 機能

Report 機能は,Monitor 機能で測定した ABW 値を報告グループに分けて Probe Packet で管理サーバに報告する。具体的な動作手順は次のようになっている。

1. Probe Packet に書き込む ABW 値を,報告グループから決定する。
2. 決定した ABW 値を Probe Packet に書き込み上位のマルチキャストルータに送信する。
3. Probe Packet を受信したマルチキャストルータは,Probe Packet の ABW 値と上位のマルチキャストルータまでの ABW 値を基に報告グループを満たすことができるグループに振り分ける。複数の Probe Packet がある場合は,複数の ABW 値の情報から報告グループを満たすことができるグループに振り分け,Probe Packet を1つに結合する。
4. 経路リストの情報を基に,さらに上位のマルチキャストルータに送信する。
5. 3,4 の処理を管理サーバに最も近いマルチキャストルータに届くまで繰り返す。
6. 管理サーバに最も近いマルチキャストルータは,3 の処理を行い,Probe Packet を管理サーバに送信する。
7. 管理サーバは,到達した Probe Packet からマルチキャスト配信経路の ABW 値を把握することができる。

### 2.2.1 報告グループ

報告グループとは,コンテンツサーバがマルチキャスト配信に使用する際に必要な ABW 値ごとに分類したグループである。報告グループの概念を,図3に示す。マルチキャスト経路上に  $n$  個のルータが存在する場合を考える。ルータ間のリンクを  $P=\{P_x : x \in N\}$ ,リンクの ABW 値を  $A=\{A_x : x \in N\}$  とする。報告に使用される Probe Packet(PP)を  $PP=\{x : x \in N\}$  とする。報告グループの割り当ては, $PG=\{PG_x : x \in N\}$  で,帯域の情報を  $B_{PG}=\{B_{PG_x} : x \in N\}$  となっている。

測定した利用可能帯域を報告する PP の値は

$$PP = B_{PG} \dots (1)$$

となる。 $B_{PG}$  の条件は,最下位ルータ  $R_m$  で

$$\begin{cases} B_{PG(i-1)} > A_m \geq B_{PGi} \quad (i=2, \dots, n) \dots (2) \\ A_m \geq B_{PGi} \quad (i=1) \end{cases}$$

となり,中継ルータ  $R_i$  で

$$PP_m > B_{PG} \dots (3)$$

となる。

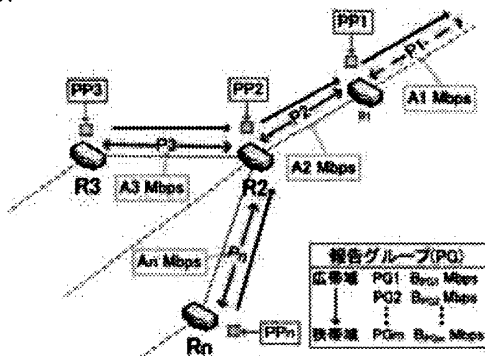


図3 報告グループの概念

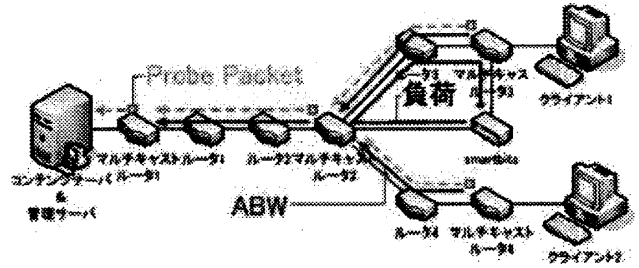


図4 実験環境

## 3. 性能評価実験

実験環境は,マルチキャスト配信を行い,ABW 値が集められるサーバ,モニタリングシステムを導入したマルチキャストルータ,マルチキャストを受信するクライアントで構成した。サーバ-クライアント 1,2 間は,100Mbps Ether で接続を行った。実験系を図4に示す。

実験内容は,クライアント 1,2 に 8Mbps のマルチキャスト配信を行い,サーバクライアント 1 間の一部に smart bits で負荷フローをかけた際の,ABW 値の測定をする。負荷フローは,10 秒ごとに 10Mbps 増加させる。

測定結果を図5に示す。

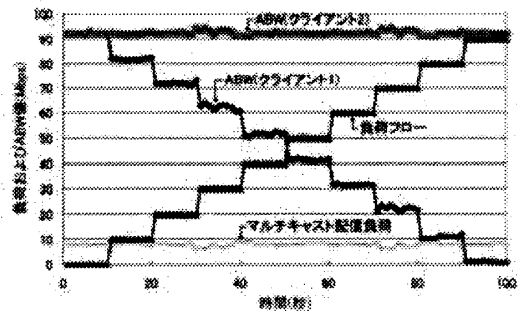


図5 マルチキャスト経路の ABW 値測定結果

## 4. 考察

図3から,クライアント 1,2 の ABW 値は,マルチキャスト配信の負荷と負荷フローに応じて理論値に近い値が取れている。負荷フローが発生している状況でも,Probe Packet を管理サーバが受信するまで,1m 秒であり,ほぼ遅延が発生していないことがわかった。この結果から,管理サーバは,リアルタイムにマルチキャスト経路の ABW 値が把握することができたと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では,ABW 値の測定法を提案し,評価を行った。

今回の実験で,マルチキャスト経路の ABW 値が把握できた。今後,ABW 値に適した配信システムを構築することで,マルチキャスト配信の品質を保証できる見通しを得た。

## 参考文献

- [1] M.Yuasa, Y.Komatsu and K.Shimamura, " A study of the QoS measurement for the IP Multicast transfer paths, " NEINE'05 PP.358-364,2005.
- [2] 湯浅賢英, 小松義幸, 島村和典, "IP マルチキャストアドレス再構成のための利用可能帯域測定の検討, "電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, p.184,2005.