

ATM 망에서의 IP 멀티캐스트와 RSVP 지원 연동 방안

최정현, 이미정
이화여자대학교 컴퓨터학과

Supporting IP multicast and RSVP over ATM

Jeong-Hyun Choi, Mee-Jeong Lee
Dept. of Computer Science and Engineering, Ewha Womans Univ.

요 약

실시간 멀티미디어 응용의 등장으로 멀티캐스트와 QoS(Quality of Service)가 필수적인 망 서비스로 부각되고 있다. 이에, ATM 기반의 인터넷에서 IP 멀티캐스트의 효율적인 처리를 위하여 MARS(Multicast Address Resolution Server)가 제안되었고, 기존의 최전 서비스 기반의 인터넷에서 QoS(Quality of Service)를 지원하기 위하여 RSVP(Resource Reservation Protocol)가 제안되었다. 본 논문에서는 ATM 망에서 QoS가 지원되는 IP 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위하여 MARS 구조에서 RSVP를 지원하는 방안을 두 가지 제안하고, 시뮬레이션을 통하여 그 성능을 분석하고자 한다. 제안하는 두 가지 방법은 각각 RSVP 전 홉 노드 방식과 MARS 서버 방식이라 명명하였다. RSVP 전 홉 노드 방식은 송신원으로부터 ATM 망으로 진입하는 노드와 수신원을 향하여 ATM 망을 진출하는 노드 간에 각기 일대일 양방향 VC를 설정하여 멀티캐스트 그룹에 속하는 수신원들이 보내는 자원 예약 메시지를 ATM 망에서 전송하는 방안이다. MARS 서버 방식은 MARS 서버가 RSVP 자원 예약 메시지를 처리하도록 그 기능을 확장함으로써 ATM 망의 제어 VC를 절약할 수 있는 방안이다. 시뮬레이션을 통하여, RSVP 흐름의 유지시간이 짧으면 RSVP 전 홉 노드 방식이 VC 해제율이 낮아져 병목 현상으로 인한 큐잉 지연에 크게 영향받고 있는 MARS 방식보다 유리함을 볼 수 있었고 RSVP 흐름의 유지시간이 길 때는 병목 현상이 완화된 MARS 방식이 VC 설정 지연 단점이 부각된 RSVP 전 홉 노드 방식보다 유리함을 볼 수 있었다.

1. 서론

ATM 등의 고속 망이 도입되면서 이를 이용할 수 있는 다양한 실시간 멀티미디어 응용들이 등장하게 되었다. 이러한 실시간 멀티미디어 응용들을 효과적으로 지원하기 위해서는 멀티캐스트 전송과 QoS(Quality of Service)의 지원이 필수적이다. IETF에서는 ATM을 하부구조로 하는 인터넷에서 IP 멀티캐스트를 지원하기 위하여 MARS(Multicast Address Resolution Server)를 제안하였고, 최전 서비스 기반의 인터넷에서 QoS 보장을 제공하기 위하여 자원 예약 프로토콜인 RSVP(Resource Reservation Protocol)를 제안하였다[1],[2]. 따라서 ATM 망에서 QoS가 보장되는 IP 멀티캐스트를 지원하려면 MARS 구조에서 RSVP 지원 방식을 고안하는 것이 자연스럽다고 볼 수 있다. 이에, 본 논문에서는 MARS 구조내에서의 RSVP 신호 전송 방안으로 RSVP 전 홉 노드(RPHN, RSVP Previous Hop Node) 방식과 MARS 서버 방식의 두 가지 방안을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 이들 두 방안의 성능을 비교 분석하였다.

2. MARS와 RSVP

MARS는 연결형의 ATM 망에 비연결형 IP 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위한 프로토콜로서 RFC 1577에 정의된 ATMARP 서버를 확장한 것이다. MARS는 클러스터라는 단위로 3계층 멀티캐스트 그룹에 대한 ATM 단말들의 등록을 담당한다. MARS 클라이언트라 불리는 ATM 단말들은 3계층 멀티캐스트 그룹에 참여하기 위해서 MARS에게 MARS_JOIN이라는 등록 메시지를 보내고 탈퇴하기 위해서 MARS_LEAVE 메시지를 보낸다. MARS는 MARS 클라이언트를 등록/탈퇴시킨 정보를 유지하여 클라이언트의 요구가 있을 때 3계층 멀티캐스트 그룹에 대한 그룹 멤버들의 ATM 인터페이스를 알려준다. MARS 클라이언트는 멀티캐스트 그룹 멤버들에 대한 질의를 보내고 응답을 받기 위해 MARS로 양방향 일대일 VC를 설정한다.

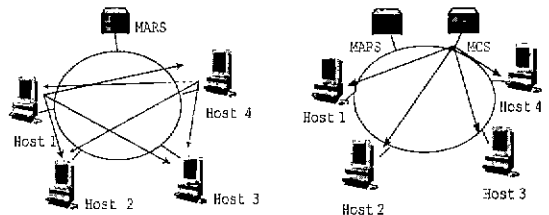


그림 1. VC 메쉬 방식과 MCS 방식

† 본 논문은 한국학술진흥재단의 '97 자유공모과제의 지원에 의해 수행된 연구결과 인부임

MARS 구조에는, 각 수신원이 각 멀티캐스트 그룹에 대하여 독자적인 일대다 VC를 설정하는 VC 매쉬 방식과 ATM 계층의 서버를 사용하여 여러 수신원이 동일한 그룹에 대한 일대다 VC를 공유하도록 하는 MCS (Multicast Servers) 방식의 두 가지가 있다 (그림 1).

VC 매쉬 방식은 처리량 및 집대적 대기 시간 측면에서 더 좋은 성능을 나타내지만 같은 멀티캐스트 그룹에 대하여 수신자마다 독자적인 VC를 설정해야 하므로 자원 소비가 크다. 반면 MCS를 이용하는 방법은 MCS에서의 병목 현상이 발생할 수 있고 성능면에서 떨어지지만 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

RSVP는 멀티미디어 응용의 동적인 QoS 요구를 지원하기 위하여 인터넷 상에 자원을 예약하는 시그널링 프로토콜인데 ATM 하부망을 고려한 RSVP over ATM이 제안되고 있다[3]. RSVP에서 각 수신원은 데이터가 전송되는 경로를 통해 수신원으로 향하는 주기적인 Path 메시지를 보냄으로써 트래픽 특성을 알리고 Path 메시지에 담긴 정보는 Path 메시지가 지나가는 경로상에 경로 상태로 저장된다. Path 메시지를 받은 수신원들은 Resv 메시지를 사용하여 수신원들로 자원 예약 요청을 보낸다. Resv 메시지는 Path 메시지가 경유한 경로를 역으로 경유하면서 각 중간 노드에 자원을 예약하고 그 결과를 예약 상태로 저장한다.

RSVP 흐름을 ATM 하부망에서 지원할 때에는 ATM의 VC로 대응시켜야 하는데 이 때 각 흐름에 대해 사용하는 VC의 개수에 따라 단일 모델, 제한된 이행 모델, 완전 이행 모델로 나뉜다. 단일 모델은 하나의 RSVP 흐름에 대해서 하나의 VC를 사용한다. 상이하게 자원 예약을 하는 수신원들의 문제는 요청된 QoS중 최대값을 취함으로써 해결한다. 제한된 이행 모델은 하나의 RSVP 흐름에 대해서 수신원들이 요청한 QoS중 최대값을 가지는 VC와 최선 VC를 유지한다. 완전 이행 모델은 하나의 RSVP 흐름에 대응하는 VC 수를 제한하지 않는 방법으로 수신원들의 상이한 자원 예약 요청을 위해 각각 별도의 VC를 유지한다.

3. RPHN 방식과 MARS 서버 방식

RSVP의 Resv 메시지는 refresh 시간에 의해 주기적으로 발생하는 신호이다. 그림 2와 같이 Resv 메시지가 MARS 구조로 서브되는 ATM 망을 통과하는 경우, 멀티캐스트 그룹에 속하는 수신원들로부터 Resv 메시지를 받은 RNHN(RSVP Next Hop Node)들은 이를 처리한 후 수신원으로 전송하기 위해 RPHN(RSVP Previous Hop Node)으로 각각 일대일 VC를 설정해야 한다.

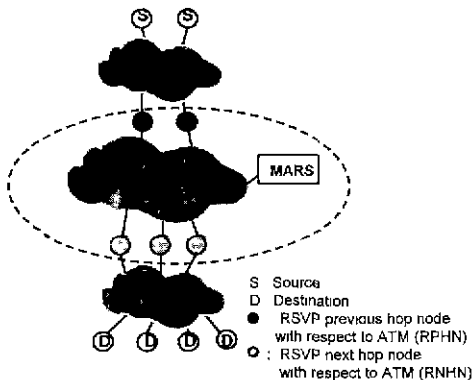


그림 2 ATM 망을 경유하는 RSVP 환경

그런데 ATM 망의 MARS 서버는 각 클러스터 델버로부터 멀티캐스트 그룹에 관련된 결의를 받고 응답을 주기위하여 각 멤버와 일대일 제어 VC를

유지하고 있다 또한, 각 제어 VC에 대하여 휴지타이머를 두고 그 시간동안 사용되지 않으면 VC가 해제되는데 디폴트 값으로 20분이 사용된다[1]. 만약, ATM망에서의 멀티캐스팅을 위해 유지되는 이들 제어 VC를 RSVP 신호 전송에 사용한다면 RNHN들이 각 RPHN으로 Resv 메시지 전송을 위하여 별도의 일대일 VC를 설정하는데 드는 VC 수를 현저하게 절감할 뿐만 아니라 VC 설정으로 인한 지연도 감소시킬 수 있을 것이다. RSVP에서 Resv 메시지는 디폴트로 30초만에 주기적으로 발생되므로 일반적으로, MARS 제어 VC를 유지하기에 충분하게 빈번히 트래픽이 발생할 수 있다[2]. 그림 3에서는 Resv 메시지를 RPHN으로 보내기 위해서 각 RPHN으로 직접 일대일 VC를 설정하는 RPHN 방식과, MARS의 이미 존재하는 제어 VC를 이용하여 Resv 메시지를 MARS로 전송하는 MARS 방식을 각각 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 본 논문에서는 제안하는 방식은 MCS 기반의 MARS 모델에 적용되는 방식이다. 3.1절과 3.2절에서는 각 방식에서 사용되는 프리미티브 및 망 요소간의 프리미티브 교환 절차를 살펴보기로 한다.

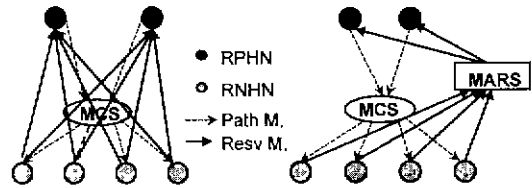


그림 3 RPHN 방식과 MARS 방식에서의 Resv 메시지 전송

3.1 RPHN 방식

RPHN은 Resv 메시지를 받았을 때, MCS가 해당 그룹의 수신원들에 대하여 유지하고 있는 일대다 VC 예약 사항을 변경해야 하는지를 점검한다. 예를 들어, 제한된 이행모델의 VC 대응 방식을 사용한다면 다음과 같은 경우 VC 예약 사항을 변경해야 한다.

- 새로운 수신원이 자원 예약을 할 때
- 기존 수신원이 이전에 병합된 QoS보다 더 큰 자원 예약을 할 때
- 가장 큰 자원 예약을 요청했던 기존 수신원이 더 적은 자원 예약을 할 때

새로운 수신원이 자원 예약을 하던 MCS가 새로운 수신원을 QoS 일대다 VC에 추가시키도록 MCS에게 RESV_CHANGE 프리미티브를 보낸다. 또한, 기존 수신원이 더 큰 QoS를 요구하거나 가장 큰 자원 예약을 요청했던 기존 수신원이 더 적은 QoS로 예약을 변동했을 경우 새롭게 결정된 QoS 요구를 담은 RESV_CHANGE를 MCS로 보낸다.

RPHN으로부터 RESV_CHANGE를 받은 MCS가 새로운 수신원이나 변경된 QoS를 받아들이면 RPHN에서 MCS로 열려있는 VC의 QoS를 조절하기 위하여 SENDER_QoSCHANGE를 보낸다. 이상의 프리미티브 교환은 그림 4와 같다.

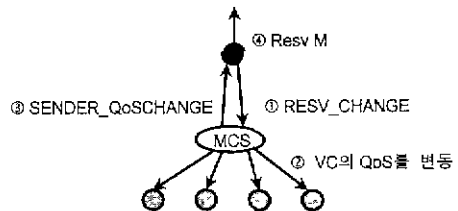


그림 4. RPHN이 Resv 메시지를 받았을 때 교환되는 프리미티브

3.2 MARS 서버 방식

수신원들은 MARS에서 멀티캐스트 그룹에 관한 질의를 보내고 응답을 받기 위해 설정된 VC를 사용하여 Resv 메시지를 전송한다. 따라서 MARS는 RSVP 메시지를 처리하기 위한 정보를 추가로 유지해야 한다

MARS는 새로운 수신원이 자원 예약을 하거나 수신원들로부터의 Resv 메시지를 병합한 결과로 기존의 일대다 VC의 QoS를 변경시키는 경우, MCS가 해당 그룹의 수신원들에 대하여 유지하고 있는 일대다 VC에 새로운 수신원을 추가하거나 VC의 QoS를 변동시키기 위해 해당 그룹의 MCS로 RESV_CHANGE를 전송한다. RESV_CHANGE 프리미티브를 처리하는 MCS의 동작은 RPHN 방식과 같은데 단 SENDER_QoSCHANGE는 MARS를 거쳐 RPHN으로 보내진다. MARS가 MCS로부터 SENDER_QoSCHANGE를 받으면 이를 RPHN으로 전달하고 RSVP 계층에서는 Resv 메시지를 전송한다. RPHN은 SENDER_QoSCHANGE를 받으면 RPHN으로부터 MCS로 열려있는 VC의 QoS를 변동시키고 Resv 메시지는 RSVP 업 스트림 노드로 전송한다. 이상의 프리미티브 교환은 그림 5와 같다

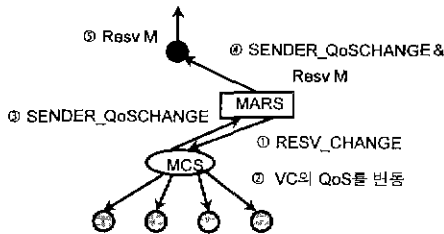


그림 5. MARS가 Resv 메시지를 받았을 때 교환하는 프리미티브

4. 시뮬레이션

RPHN 방식과 MARS 방식의 성능에 주된 영향을 미치는 요소는 각각 VC 설정 지연과 큐잉 지연이다. 동시에 존재할 수 있는 RSVP 흐름의 수, RSVP 흐름의 지속 시간과 RSVP 흐름간의 휴지 기간에 따라 위의 두 요소가 어떠한 영향을 받는지 알아보기 위하여 시뮬레이션을 실행하였다. 시뮬레이션의 단순성을 위하여 한 시점에서 하나의 RPHN이 서브하는 RSVP 흐름의 수를 최대 하나로 가정하였다

그림 6은 RSVP 평균 흐름 지속 시간을 3분으로 고정시키고 평균 흐름간 휴지 기간을 변화시켰을 때 RPHN 방식이 경험하는 평균 Resv 메시지 처리 시간을 보여준다. 본 논문이 가정한 시뮬레이션 모델에서는 한 시점에서 하나의 RPHN이 서브하는 RSVP 흐름의 수를 최대 하나로 가정하고 있으므로 RPHN 방식의 경우는 큐잉 지연이 거의 영향을 미치지 않는다. 따라서, 평균 휴지 기간이 긴 경우 RPHN 방식에서는 VC가 해제될 확률이 높아지고 VC 설정이 잦아지게 되어 이로 인해 처리지연이 크다. 그러나 평균 휴지기간이 짧으면 VC 해제 확률이 줄어들게 되어 처리지연이 짧아지게 된다. 또한 RPHN 방식은 동시에 존재할 수 있는 RSVP 흐름의 수(본 시뮬레이션에서는 동시에 존재할 수 있는 RPHN 수와 동일)에 거의 영향을 받지 않는다

그림 7은 RSVP 흐름의 평균 지속 시간을 3분으로 고정시키고 평균 흐름간 휴지 기간을 변화시켰을 때 MARS 방식이 경험하는 평균 처리시간을 보여준다. 평균 휴지 기간이 긴 경우 RPHN의 수가 많아지더라도 MARS 부하가 크지 않아 RPHN의 수에 비례하는 낮은 평균 처리시간을 보여준다. 그러나 평균 휴지 기간이 짧아지면 부하가 늘어나고 MARS는 여러 RPHN으로 가는 Resv 메시지를 모두 처리해야 하므로 RPHN의 수가 증가함에 따라 급격하게 처리 지연이 증가함을 볼 수 있다.

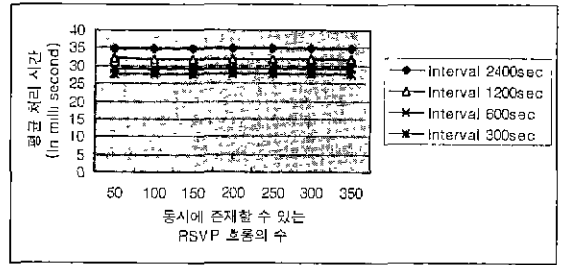


그림 6. RPHN 방식

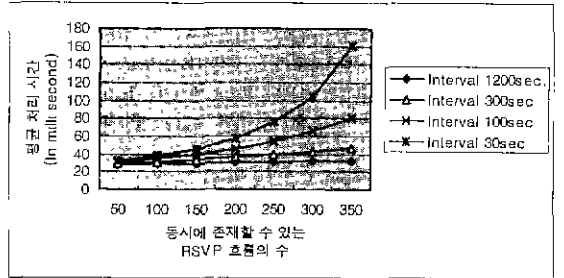


그림 7. MARS 방식

5. 결론

본 논문은 ATM 기반의 인터넷에서 QoS가 보장되는 멀티캐스트 전송을 제공할 수 있도록 MARS구조에서 RSVP 신호를 전송하는 두 가지 방식을 제안하였다. 시뮬레이션 결과 RSVP 흐름간의 휴지 시간이 길 때는 RPHN의 VC 설정 지연 단점이 부각되는 반면 MARS 방식의 병목 현상은 완화되어 MARS 방식이 유리함을 볼 수 있었다. 한편 RSVP 흐름 간의 휴지 시간이 짧으면 RPHN 방식이 VC 해제율이 낮아져 병목 현상으로 인한 큐잉 지연에 크게 영향받고 있는 MARS 방식보다 유리함을 볼 수 있었다

6. 참고문헌

- [1] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks", RFC 2022, Nov 1996.
- [2] R. Braden et al, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Sep 1997
- [3] M. Borden et al, "A Framework for Integrated Services and RSVP over ATM", Internet Draft, Nov. 1997
- [4] ATM Forum, "ATM User Network Interface (UNI) Signalling Specification Version 4.0", af-sig-0061.000, Jul 1997.
- [5] G. Armitage, "IP Multicasting over ATM Networks", Journal on Selected Areas in Communications VOL. 15 No 3, Apr 1997.
- [6] J. Heinanen, "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5", RFC 1483, Telecom Finland, Jul. 1993.
- [7] Marty Borden et al, "Interoperation of Controlled-Load Service and Guaranteed Service with ATM", Internet Draft, Nov 1997
- [8] 박미룡, "RSVP over ATM망에서 이질적인 서비스 품질 보장을 위한 MARS 프로토콜의 확장", 한국 정보과학회 가을 학술발표 논문집 Vol. 24 No. 2, 1997