

# 다중 MCS MARS를 이용한 ATM망에서 RSVP를 통한 효율적인 IP 멀티캐스팅 메커니즘

김진수\* · 류기훈\* · 양해권\*\*

군산대학교 정보통신공학과 석사과정\*, 군산대학교 정보통신공학과 교수\*\*

## IP Multicasting Mechanism using RSVP over ATM Networks with MARS Architecture based on Multiple MCSs

Jin-soo Kim\* · Ki-hun Ryu\* · Hae-kwon Yang\*\*

Dept. of Telecommunications, Kunsan National University

### 요 약

급속한 인터넷의 확산으로 인해 다양한 멀티미디어 응용 서비스들이 등장하였다. 영상회의, 인터넷 방송, VOD등과 같은 실시간 인터넷 멀티미디어 서비스들은 고속의 데이터 전송과 QoS 그리고, 멀티캐스트를 요구한다. 인터넷의 하부구조인 ATM 망에서 IP 멀티캐스트를 지원하기 위한 방안으로 MARS가 제안되었으며, 또한 최선형 서비스 기반의 인터넷에서 서비스의 품질을 보장하기 위하여 자원예약 신호 프로토콜인 RSVP가 제안되었다. 본 논문에서는 단일 MCS기반의 MARS가 가지는 문제점들을 보완하기 위해 2개 이상의 MCS를 가지는 다중 MCS MARS기반의 ATM 망에서 클러스터 내의 ATM 호스트가 특정 IP 멀티캐스트 그룹에 가입할 경우 MARS가 종단간 전송지연을 최소화 하는 MCS를 할당하여 송신자와 수신자간에 최소의 전송지연을 가지도록 하고, MARS가 Resv 메시지를 수신했을 때, 자원예약 메시지를 처리할 수 있도록 그 기능이 확장된 MARS는 유지하고 있는 MCS 관리 테이블을 참조하여 MCS를 재 선정함으로써 인터넷 서비스의 QoS를 유지하고, MARS와 MCS의 처리 부하를 줄일 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

### 1. 서 론

전 세계적으로 인터넷은 그 사용자 및 트래픽이 급속도로 증가하고 있으며, 다양한 응용 서비스의 품질 보장에 대한 요구 또한 증가하고 있다.

특히 영상회의, 인터넷 방송, 주문형 비디오(VOD), 주문형 오디오(AOD)와 같은 실시간 인터넷 멀티미디어 서비스들은 대용량의 멀티미디어 데이터를 다수의 사용자들에게 전송하기 위하여 멀티캐스트 서비스의 지원과 QoS보장에 대한 요구수준이 높아지고 있다. 인터넷에서 이와 같은 다양한 실시간 멀티미디어 응용 서비스들을 효과적으로 처리하기 위해서는 멀티캐스트 전송이 효율적으로 이루어져야 하며, ATM망에서 이러한 인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 IP 멀티캐스트 전송이 지원되어야 한다. 그렇지만 ATM망이 제공하는 서비스는 연결형이고, IP는 비연결형이기 때문에 IP 패킷을 ATM망을 통하여 전송하기

위해서는 우선 IP 주소를 그에 대응하는 ATM 주소로 해석하는 과정이 필요하며, 멀티캐스트 전송 역시 이와 같은 형태로 이루어져야 한다. 이에 IETF에서는 ATM망에서 IP 멀티캐스트 전송을 지원하기 위하여 MARS(Multicast Address Resolution Server) 모델을 제안하였으며, RFC 2022에서 멀티캐스트 주소해석을 위한 새로운 프로토콜과 메시지들을 정의하고 있다.[1] 또한 현재 최선 서비스(best-effort)만을 제공하는 인터넷 상에서 서비스의 동적인 QoS를 보장하기 위하여 자원을 예약하는 신호 프로토콜인 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)를 제안하였다.[2]

본 논문에서는 단일 MCS가 가지는 여러 문제점을 파악하여 이를 다중 MCS로 확장함으로써 이러한 문제를 해결하고 MARS 클러스터내의 ATM 호스트가 동적으로 멀티캐스트 그룹 가입시 평균 전달지연 시간을 최소화할 수 있는 MCS를 중복경로를 억제한 SPA(Shortest Path Algorithm)

에 의해 할당함으로써 송신자와 수신그룹 멤버간에 전송지연을 최소화시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 그리고 MARS가 멤버로부터 받은 Resv 메시지를 처리할 때 각 MCS에 관한 정보를 담은 MCS 관리 테이블을 참조하여 최적의 MCS를 할당하여 유지하고 있는 QoS를 변동시키지 않도록 하여 MARS와 MCS간의 제어 메시지를 줄임으로써 처리 부하를 감소시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

## II. 관련 연구

### II.1 단일 MCS기반의 MARS 모델

MARS 모델에서는 ATM망을 여러 개의 논리적인 영역으로 나누어 관리하는데, 이러한 영역을 MARS 클러스터라고 한다. MARS는 클러스터내에 있는 송신자와 수신자 사이에 이루어지는 멀티캐스팅 방식으로 VC mesh 방식과 MCS 방식으로 나뉘어진다.[3] 그림 1에서 보는 바와 같이 VC mesh 방식은 송신자가 멀티캐스트 그룹 멤버에 대하여 독립적인 점대점 데이터 VC를 설정하고 있고, MCS 방식은 멀티캐스팅 서버인 MCS를 이용하여 점대다중점 데이터 VC를 공유하여 전송하는 것을 볼 수 있다.

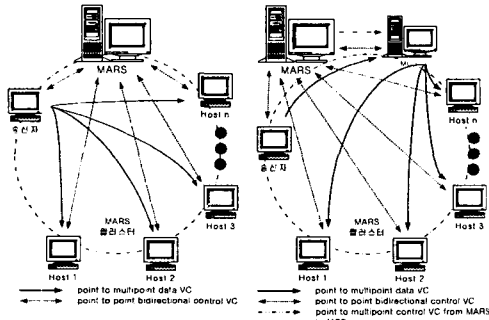


그림 1. VC mesh 방식과 MCS 방식

### II.2 RSVP over ATM

ATM 망에서는 자원예약 방식을 통해 서로 다른 수신자들의 서비스 품질을 보장한다. RSVP 흐름은 ATM 망의 연결 지향적인 특성에 의하여 VC로 대응되어야 하는데, 이때 이질적인 QoS를 요구하는 수신자들을 수용하는 방법에 따라 완전 이질성 모델, 제한적 이질성 모델, 동질성 모델, 집합 모델로 나뉜다. 그리고 RSVP는 같은 세션내의 다른 송신자들에 대한 예약이 각 up stream 송신자에 대해 구분되는지 혹은 선택된 송신자의 모든 패킷에서 하나의 예약으로 공유되는지에 따라 분류되고, 이때 송신자들이 명시적인지 혹은 세션내의 어떤 송신자도 사용할 수 있는 wildcard 방식으로 나뉘어지는데 표 1과 같다.

표 1. RSVP 예약방식

Sender Selection	Reservation Attribute	
	Distinct	Shared
Explicit	Fixed-Filter(FF)	Shared Explicit(SE)
Wildcard	-	Wildcard-Filter(WF)

본 논문에서는 각 RSVP 흐름에 대하여 최선 VC와 수신자들이 요청한 QoS중 최대로 병합된 VC를 가지는 제한적 이질성 모델의 RSVP 흐름과 예약 방식으로는 SE 방식을 사용함을 가정하였다.[4][5]

### III. RSVP over MARS based on Multiple MCS

#### III.1 다중 MCS기반 MARS 모델

MARS가 관리하는 논리적인 클러스터영역에는 하나 이상의 MCS가 존재할 수 있다. 다중 MCS기반의 MARS 모델이 갖는 이점으로는 첫째, 트래픽의 과부하로 병목현상을 초래할 수 있는 단일 MCS의 트래픽을 다른 MCS에게 분산시킬 수 있으므로 과부하를 방지할 수 있으며 둘째, 클러스터내의 망 상황에 따라 능동적으로 호스트에게 MCS를 할당할 수 있으므로 전달지연을 최소화시킬 수 있으며 셋째, 어느 특정 MCS가 작동하지 않는 경우 호스트들을 다른 MCS에게 등록시킴으로써 안정성을 유지할 수 있다. 클러스터내의 호스트는 동적으로 그룹에 가입/탈퇴가 가능하다. 호스트가 특정 멀티캐스팅 그룹에 가입요청을 하면 MARS는 호스트에 대해 멀티캐스팅을 담당할 MCS를 할당하게 된다. MCS를 선정할 때에 MCS의 가용링크 용량이나, 단순한 최단거리에 기반하여 MCS를 결정할 수 있는데, 이때 발생할 수 있는 전달지연 시간의 증가나 중복경로로 인한 링크의 낭비를 그림 2에서 보여주고 있다.

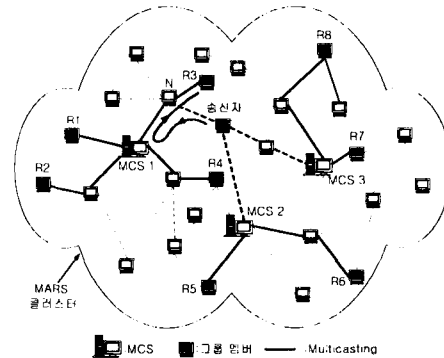


그림 2. 다중 MCS기반 MARS가 가지는 문제점

주 송신자에서 노드 N을 통해 MCS1에 이르는 경로와 MCS1에서 노드 N을 거쳐 R3에게 이르는 경로중 중복경로(MCS1,N)가 존재한다는

문제점이 있다. 그리고 R4의 경우 망 상태를 고려해 본다면 MCS1보다는 MCS2를 할당함으로써 전달지연을 최소화시킬 수 있다. 이와 같은 중복경로로 인한 링크의 낭비와 전달 지연 시간 문제를 고려하여 최적의 MCS를 찾아 할당하는 중복경로를 억제한 SPA를 다음 절에 기술한다.

III.2 중복경로를 억제한 MCS 할당 SPA

그림 2에서 보듯이 MCS 할당시에 링크상으로 조금 더 가까운 MCS를 배제한 할당이라든지 중복경로로 인한 비효율적인 링크사용 문제가 나타난다. 본 절에서는 이러한 문제점을 해결하는 방안을 제시한다. 제안한 방식을 기술함에 앞서 몇 가지 사항들을 가정하였다.

첫째, MARS는 클러스터내의 ATM 호스트들에 대한 주소 해석 기능뿐만 아니라 클러스터내에 위치하는 망의 링크 상황과, 그룹 멤버들과 MCS들 사이에 SPV(Shortest Path Value)를 계산하여 그 값을 SPVMM (SPV from MCS to Member) 테이블에 저장한다.

둘째, 송신원과 각 MCS의 SPV를 계산하여 SPVSM (SPV from Sender to MCS) 테이블에 저장한다.

셋째, 각 그룹 멤버와 MCS의 SPV는 값이 작은 순서대로 우선순위가 부여된다.

넷째, 하나의 멀티캐스팅 그룹이 m개의 MCS들로부터 멀티캐스팅 서비스를 받을 수 있는 경우로 가정한다.

위의 가정아래 그림 2를 대상으로 SPVMM 테이블과 SPVSM 테이블을 계산하면 표 2~3과 같다. 굵은 글씨로 표기된 부분은 중복경로가 발생한 경우로써 아무리 SPV값이 작아도 우선순위가 낮아지게 되어 중복경로가 발생한 SPV를 가진 MCS를 할당할 경우는 잘 발생되지 않는다. 그림 3에서 중복경로를 억제한 SPA를 보이고 있다. 즉 MCS 할당시 우선순위가 높다 하더라도 중복경로가 발생한 경우에는 다음 우선순위의 SPV값을 갖는 MCS에게 할당하는 방식을 취하고 있다.

표 2. SPVMM 테이블

SPV(MCS1 to R)	SPV(MCS2 to R)	SPV(MCS3 to R)
SPV(M1 to R1)=1	SPV(M2 to R1)=4	SPV(M3 to R1)=6
SPV(M1 to R2)=2	SPV(M2 to R2)=5	SPV(M3 to R2)=7
<b>SPV(M1 to R3)=2</b>	SPV(M2 to R3)=5	SPV(M3 to R3)=3
SPV(M1 to R4)=2	SPV(M2 to R4)=1	SPV(M3 to R4)=3
SPV(M1 to R5)=3	SPV(M2 to R5)=1	SPV(M3 to R5)=3
SPV(M1 to R6)=5	SPV(M2 to R6)=2	SPV(M3 to R6)=2
SPV(M1 to R7)=6	SPV(M2 to R7)=3	SPV(M3 to R7)=1
SPV(M1 to R8)=5	SPV(M2 to R8)=4	SPV(M3 to R8)=2

표 3. SPVSM 테이블

SPV(Sender to M1)	SPV(Sender to M2)	SPV(Sender to M3)
SPV(S to M1) = 2	SPV(S to M2) = 1	SPV(S to M3) = 2

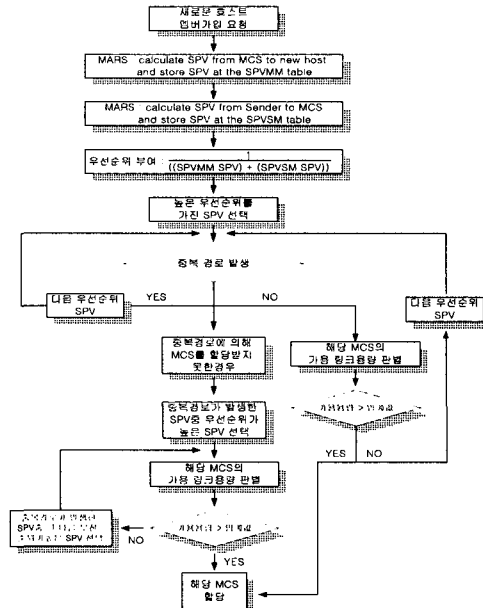


그림 3. 중복경로를 억제한 SPA

표 2~3과 같이 각 SPV를 계산한 뒤 제안한 SPA를 통해서 ATM 호스트들에게 MCS를 할당하는 방법을 그림2에 적용하면 그림 4와 같다. 즉 MCS1에서 노드 N까지의 중복경로를 제거하고 그룹 멤버 R4가 MCS2에 할당됨으로써 전체 그룹 멤버에 대한 전달지연 시간을 감소시킬 수 있다. 하나의 클러스터에 존재하는 호스트의 수가 많은 경우에는 더욱 더 큰 효과를 볼 수 있으리라 기대된다.

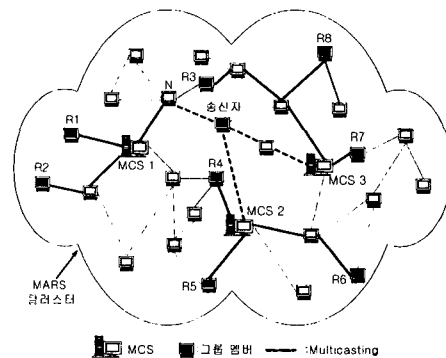


그림 4. 중복경로를 억제한 SPA를 통한 MCS 할당

III.3 RSVP over ATM with MARS based on Multiple MCSs

MARS는 클러스터 멤버로부터 멀티캐스트 그룹에 관련된 질의를 받고 응답해 주기 위하여 각 멤버와 양방향 제어 VC를 유지하고 있다. MARS에서 IP 멀티캐스팅을 위해 이미 존재하는 제어

VC를 이용하여 Resv 메시지를 전달하고, 이를 MARS에서 처리 할 수 있도록 그 기능을 확장함으로써 수신측에서 송신측으로 Resv 메시지를 전송하기 위하여 별도의 점대점 제어 VC를 설정하는데 필요한 VC 수를 절약할 수 있을 뿐만 아니라 VC 설정으로 인한 지연도 감소시킬 수 있다.[6] 그림 5에서 Resv 메시지의 흐름에 대한 동작 절차를 보이고 있다.

본 논문에서는 MARS가 새로운 멤버의 Resv 메시지를 처리할 때 표 4의 MM 테이블을 참조하여 어느 한 그룹의 멀티캐스팅을 담당하고 있는 MCS들 중에서 병합된 QoS를 조사하여 새로운 멤버가 요구한 QoS를 수용할 수 있는 MCS를 찾아서 할당할 수 있도록 한다. 그림 6에서 알고리즘을 보이고 있다.

해당 MCS가 이를 수용한다면 멤버와 유지하고 있는 QoS 점대다중점 VC에 새로운 수신자를 추가하게 된다. 만약 거부가 된다면 MCS가 유지하고 있는 가용링크 용량을 고려하여 그 값이 큰 MCS를 할당한다. 그리고 Resv 메시지를 병합한 결과가 기존의 QoS를 변경시키는 경우, MARS는 새로운 QoS로변경시키기 위해 해당 그룹의 MCS로 RESV\_CHANGE를 전송하고 MCS는 VC의 QoS를 변경한 후 SENDER\_QoSCHANGE를 MARS에게 보냄으로써 QoS의 변경을 성공적으로 수행했음을 알리게 된다.

결과적으로 새로운 멤버의 자원예약 요청시에 적합한 MCS를 할당하여 전달하면 감소뿐만 아니라 MCS가 유지하고 있는 병합된 QoS를 변경시키는 경우를 최대한 감소하여 MARS 및 MCS의 처리 부하를 감소시킬 수 있다.

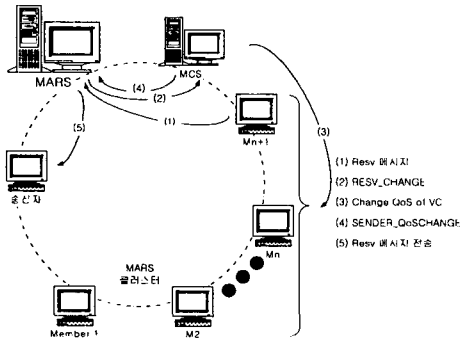


그림 5. MCS 기반 MARS에서 Resv 메시지 전송

표 4. MM 테이블(MM ; Management of MCS)

R S V P 계 층	10010 (SE 방식)	MCS <sub>1</sub>	병합된 QoS <sub>1</sub>	가용링크 용량 <sub>1</sub>	그룹주소 {GA <sub>1</sub> }	송신원리스트 {SL <sub>1</sub> }
		MCS <sub>2</sub>	병합된 QoS <sub>2</sub>	가용링크 용량 <sub>2</sub>	그룹주소 {GA <sub>2</sub> }	송신원리스트 {SL <sub>2</sub> }
		...	...	...	...	...
		MCS <sub>n</sub>	병합된 QoS <sub>n</sub>	가용링크 용량 <sub>n</sub>	그룹주소 {GA <sub>n</sub> }	송신원리스트 {SL <sub>n</sub> }

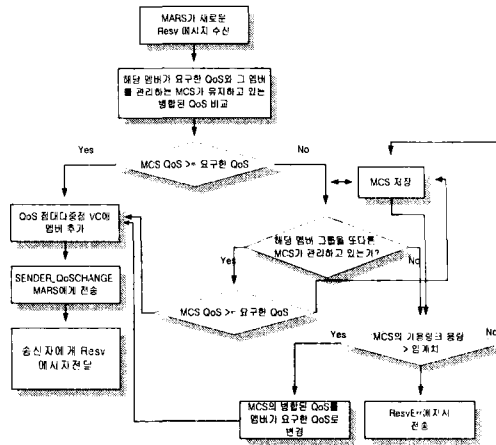


그림 6. MARS의 Resv 메시지 처리과정

#### IV. 시뮬레이션 모델과 결과 분석

##### IV.1 MARS 클러스터 모델

랜덤한 망모델을 위해서는 노드의 수가 증가하면 할수록 각 노드에서 나오는 에지의 수도 증가하는 Waxman 망모델이 가지는 단점을 보완하기 위하여 Waxman 망모델을 변형한 Doar 망모델에 따라 랜덤하게 망을 형성하였다.[7]

시뮬레이션 환경을 살펴보면 MARS 클러스터를 구성하고 있는 전체 노드의 갯수는 200개로 하였으며, 전체 노드 중에서 MCS가 차지하는 비율은 2%로 정하였다. MCS의 분포 및 그룹 멤버의 분포, 송신 노드의 분포 모델은 모두 랜덤한 방식에 의해 모델화시켰다.

결과 분석은 중복경로를 억제한 SPA를 이용한 MCS 할당과 랜덤한 MCS 할당 방식과의 비교를 통해 제안한 모델의 성능을 평가하였다. 그리고 SE 방식을 사용한 본 논문에서 병합된 QoS의 변동률을 살펴봄으로써 MARS가 얼마나 효율적으로 MCS를 할당하는가를 MM 테이블을 참조하는 방법과 랜덤하게 할당하는 방법에 대해 분석한다.

##### IV.2 시뮬레이션 결과 및 분석

구성한 랜덤 망모델에서 첫 번째 성능평가 기준인 중복경로 발생확률을 조사하였다. 중복경로는 송신자에서 MCS까지의 경로와 MCS에서 수신자까지의 경로중에서 서로 중복되는 경우를 중복경로로 처리하였다. 그림 7에서 보는 바와 같이 그룹 멤버의 수가 전체 노드에 대해 차지하는 비율이 커짐에 따라 두 경우 모두 선형적으로 증가하고 있음을 볼 수 있다. 하지만 랜덤한 방식에 의한 MCS 할당보다는 제안한 알고리즘을 통해서 MCS를 할당하는 경우에 중복경로의 발생확률이 상당히 적음을 알 수 있고 평균적으로는 13%정도가 적음을 확인하였다.

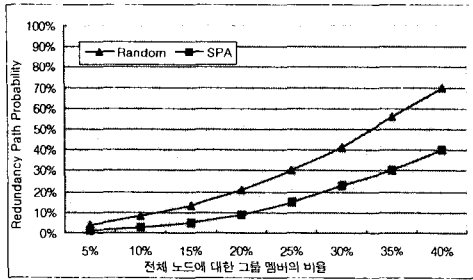


그림 7. MCS 할당시 중복경로 발생확률

두 번째 전체 그룹 멤버에 대한 평균 전달지연 시간을 보면 그림 7의 중복경로 발생확률과 상당히 많은 관계가 있음을 그림 8에서 확인할 수 있다. 즉 MCS를 랜덤한 방식으로 할당한 경우는 상대적으로 SPV의 우선순위를 통해 할당한 경우보다 평균 전달지연 시간이 큰 것을 알 수 있다.

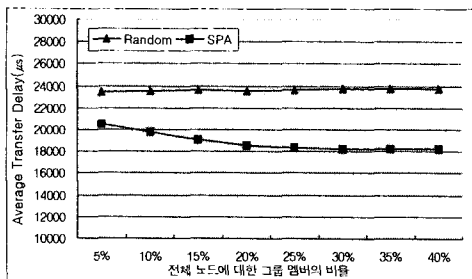


그림 8. 전체 그룹 멤버에 대한 평균 전달지연 시간

마지막으로 MARS에서 새로운 멤버의 Resv 메시지를 처리할 경우 Resv 메시지를 병합한 결과가 기존의 QoS를 변경시키는 QoS 변동률을 조사하였다. 그림 9를 보면 MARS에서 유지하고 있는 표 4. MM 테이블을 참조하여 MCS가 유지하고 있는 QoS를 변경시키지 않는 MCS 할당을 우선적으로 처리하였기 때문에 랜덤한 MCS 할당과 비교해보면 변동률이 평균적으로 약 5% 정도 적음을 알 수 있다.

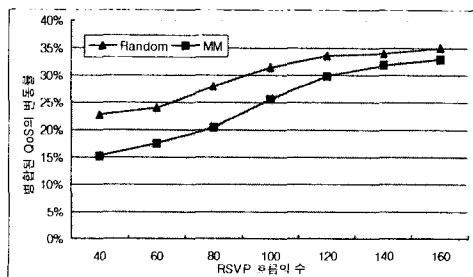


그림 9. MCS에서의 QoS 변동률

## V. 결론

본 논문에서는 MARS 클러스터내에서 IP 멀티캐스팅을 지원하기 위한 모델로서 다중 MCS기반 MARS 클러스터를 연구하였다. 이 경우 중요한 문제는 새로운 호스트가 그룹에 가입시 적당한 MCS를 할당하여야 하는데, 이때 클러스터내의 호스트들의 위상 상태, MCS의 가용링크 용량, 중복경로 문제 등을 고려한 제안된 SPA를 통하여 MCS를 할당함으로써 최대한 중복경로를 억제하여 링크의 낭비를 줄였으며, 전체 그룹 멤버의 평균 전달지연 시간을 줄이는 효과를 거둘 수 있다.

그리고 ATM 기반의 인터넷 상에서 QoS가 보장되는 멀티캐스트 전송을 보장하기 위하여 RSVP를 적용하였다. 즉 MARS가 각 그룹 멤버들과 유지하고 있는 제어 VC를 통하여 Resv 메시지를 전달하고 MARS에서는 다중 MCS들의 상태가 저장된 MM table을 이용하여 기존의 병합된 QoS를 변경시키지 않는 MCS 할당을 우선적으로 처리함으로써 MCS에서의 QoS 변동률을 감소시켰다. 결과적으로 MARS와 MCS간에 QoS를 변동하기 위하여 필요한 제어 메시지를 줄임으로써 MARS 및 MCS의 부하를 줄이고 처리시간을 단축함으로써 보다 빠른 멀티캐스팅이 이루어질 수 있다.

## 참고문헌

- [1] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Network", RFC 2022, Nov. 1996.
- [2] R. Braden, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Sep. 1997.
- [3] R. Talpade, "Multicast Server Architectures for MARS-Based ATM multicasting", RFC 2149, Sep. 1997.
- [4] L. Berger, "RSVP over ATM Implementation Guidelines", RFC 2379, Aug. 1998.
- [5] L. Berger, "RSVP over ATM Implementation Requirements", RFC 2380, Aug. 1998.
- [6] ATM Forum, "RSVP and ATM Signalling", ATM Forum 96-0258, 1996.
- [7] M. B. Doar, "A Better Model for Generating Test Networks", Proceedings of IEEE Global Internet, Nov. 1996.