

---

# 다중 MCS MARS와 RSVP를 통한 효율적인 IP 멀티캐스팅 메커니즘

김진수\*.양해권\*\*

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

Jin-Soo Kim\*.Hae-Kwon Yang\*\*

---

이 논문은 2001년도 군산대학교 두뇌한국21 사업에 의하여 일부 지원되었음

---

### 요 약

실시간 인터넷 멀티미디어 서비스들은 고속의 데이터 전송과 QoS, 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 단점들을 보완하기 위해 2개 이상의 MCS를 가지는 다중 MCS MARS기반의 ATM 망에서 클러스터내의 ATM 호스트가 특정 IP 멀티캐스트 그룹에 가입할 경우 MARS가 중단간 전송지연을 최소화하는 MCS를 할당하여 송신자와 수신자간에 최소의 전송지연을 가질 수 있도록 하였다. 그리고 자원을 예약하기 위한 Resv메시지를 MARS가 수신했을 때 자원예약 메시지를 처리할 수 있도록 그 기능이 확장된 MARS는 유지하고 있는 MCS 관리 table을 참조하여 MCS를 재 선정함으로써 MCS가 유지하고있는 병합된 QoS를 변경시키지 않고 MARS와 MCS의 처리 부하를 줄일 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

### ABSTRACT

Real-time Internet multi-media services requires fast data transmission, QoS and IP multicast. MARS is proposed to support IP multicast in the ATM Networks based on Internet, and RSVP is proposed to guarantee QoS in the Internet which is originally based on only best-effort service. In this paper, we propose two mechanisms to support IP multicast service involving QoS support over the ATM networks with MARS architecture based on multiple MCSs. In the first mechanism, when an ATM host requests joining into a specific multicast group, the MARS selects a proper MCS among the multiple MCSs to minimize the average time of transfer delay between the sender and the group members. In the second mechanism, when the RSVP reservation message from group member arrive at the MARS, the MARS

---

\* 군산대학교 대학원 정보통신공학과 석사 과정

\*\* 군산대학교 정보통신공학과 교수

which can process the RSVP reservation message select again the MCS with using the MCS management table. Finally, we recommend the mechanism to keep the QoS of Internet service and to reduce the the processing-overhead between MARS and MCS.

## 1. 서론

영상회의, 인터넷 방송, 주문형 비디오·오디오와 같은 실시간 인터넷 멀티미디어 서비스들은 대용량의 멀티미디어 데이터를 다수의 사용자들에게 전송하기 위하여 멀티캐스트의 지원과 QoS보장에 대한 요구수준이 높아지고 있다. 이같은 다양한 실시간 멀티미디어 응용 서비스들을 효과적으로 처리하기 위해서는 멀티캐스트 전송이 효율적으로 이루어져야 하며, ATM 망에서 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 IP 멀티캐스트 전송이 지원되어야 한다. 이에 IETF에서는 ATM 망에서 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 인터넷상에서 서비스의 동적인 QoS를 보장하기 위하여 자원을 예약하는 프로토콜인 RSVP(Resource Reservation Protocol)를 제안하였다.[2]

본 논문에서는 MARS 모델중에서 다중 MCS를 선택함으로써 단일 MCS가 가지는 문제점을 해결하고, MARS 클러스터내의 ATM 호스트가 동적으로 멀티캐스트 그룹 가입시 평균 전달지연 시간을 최소화할 수 있는 MCS를 제안한 중복경로를 억제한 SPA(Shortest Path Algorithm)를 통해 할당함으로써 송신자와 수신그룹 멤버간에 전송지연을 최소화시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 그리고 MARS가 멤버로부터 받은 Resv메시지를 처리할 때 각 MCS에 관한 정보를 담은 MCS 관리 table을 참조하여 최적의 MCS를 재할당하여 유지하고 있는 QoS를 변동시키지 않음으로써 MARS와 MCS간의 제어 메시지를 줄여 MARS와 MCS의 처리 부하를 감소시킬 방안을 제시하고자 한다.

## II. 관련 연구

### II. I 단일 MCS기반의 MARS 모델

MARS 모델에서는 ATM망을 여러 개의 논리적인 영역으로 나누어 관리하는데, 이러한 영역을 MARS 클러스터라고 한다. 클러스터내의 수신자들은 MARS에 등록하고, MARS는 수신자들의 ATM 주소와 그들이 속해 있는 멀티캐스팅 그룹에 대한 정보를 관리한다. 그리고 송신자로부터 멀티캐스팅 그룹주소 변환 요청을 받게 되면 그 그룹에 속해 있는 수신자들의 ATM 주소를 알려주게 된다. MARS는 클러스터내에 있는 송신자와 수신자 사이에 이루어지는 멀티캐스팅 방식으로 VC mesh 방식과 MCS 방식으로 나누어진 다.[3]

그림 1에서 VC mesh 방식은 송신자가 멀티캐스트 그룹 멤버에 대하여 독립적인 점대점 데이터 VC를 설정하고, MCS 방식은 멀티캐스팅 서버인 MCS를 이용하여 점대다중점 데이터 VC를 공유하여 전송하는 것을 볼 수 있다.

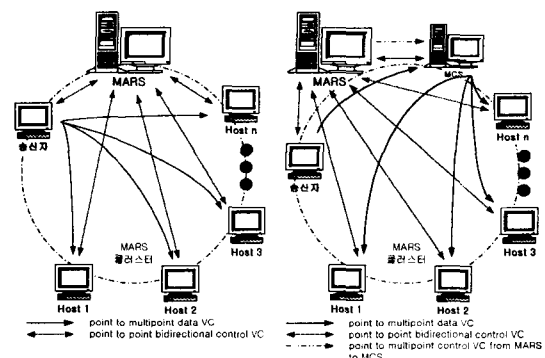


그림 1. VC mesh 방식과 MCS 방식  
Fig. 1 VC mesh and MCS

### II. II 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 수

신자들을 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.

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

표 1. RSVP 예약방식  
Table 1. Reservation styles and option

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

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

#### III. I 다중 MCS기반 MARS 모델

MARS가 관리하는 논리적인 클러스터영역에는 하나 이상의 MCS가 존재할 수 있다. 다중 MCS기반의 MARS 모델이 갖는 이점으로는 첫째, 트래픽의 과부하로 병목현상을 조래할 수 있는 단일 MCS의 트래픽을 다른 MCS에게 분산시켜 과부하를 방지할 수 있으며 둘째, 클러스터내의 망 상황에 따라 능동적으로 호스트에게 MCS를 할당하여 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 때 가용링크 용량이나, 최단거리에 기반하여 MCS를 결정할 수가 있는데, 이때 발생할 수 있는 전달지연 시간의 증가나 중복경로로 인한 링크의 낭비를 그림 2에서 보여주고 있다.

즉 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 고려하면 MCS1보다는 MCS2를 할당함으로써 전달지연을 최소화시킬 수 있다. 이러한 중복경로로 인한 링크의 낭비와 전달지연 시간 문제를 고려하여 최적의 MCS를 찾아 할당하는 SPA 알고리즘을 다음 절에 기술한다.

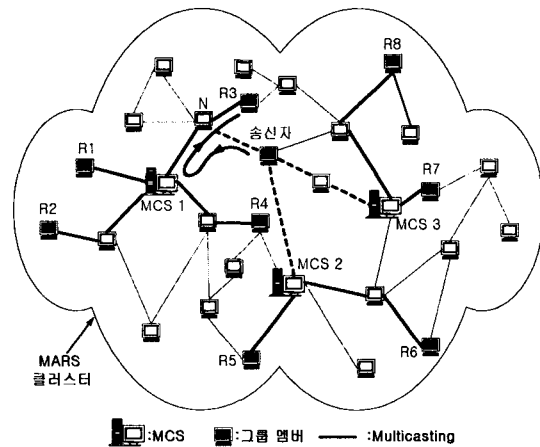


그림 2. 다중 MCS기반 MARS가 가지는 문제점  
Fig. 2 The problem of MARS based on multiple MCSs

#### III. II 중복경로를 억제한 MCS SPA

그림 2에서 보듯이 MCS 할당시에 링크상으로 조금 더 가까운 MCS를 배제한 할당이라든지 중복경로로 인한 비효율적인 링크사용을 보일 수 있다.

이러한 문제점을 해결하는 방안을 설명하기에 앞서서 몇 가지 사항들을 가정하였다.

- MARS는 클러스터내의 ATM 호스트들에 대한 주소해석 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) table에 저장한다.
- 송신원과 각 MCS의 SPV를 계산하여 SPVSM(SPV from Sender to MCS) table에 저장한다.
- 각 그룹 멤버와 MCS의 SPV는 값이 작은 순서대로 우선순위가 부여된다.
- 하나의 멀티캐스팅 그룹이 m개의 MCS들로부터

멀티캐스팅 서비스를 받을 수 있는 경우로 가정한다.

표 2. SPVMN 테이블  
Table 2. SPVMN table

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
<b>SPV(M1 to R8)=5</b>	SPV(M2 to R8)=4	SPV(M3 to R8)=2

표 3. SPVSM 테이블  
Table 3. SPVSM table

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

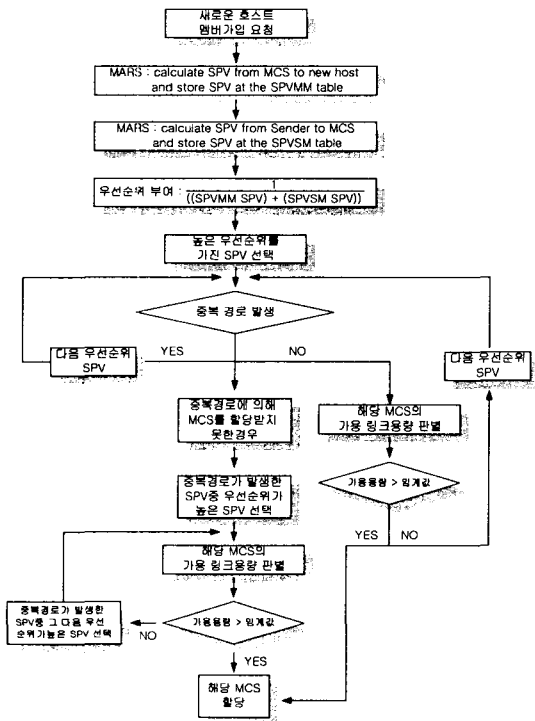


그림 3. 중복경로를 억제한 SPA  
Fig. 3 SPA with restraining redundancy path

위의 가정아래 그림 2를 대상으로 SPVMM table과 SPVSM table을 계산하면 표 2~3과 같다. 굵은 글씨 부분은 중복경로가 발생한 경우로써 SPV값이 작다 하더라도 우선순위가 낮아져 중복경로가 발생한 SPV를 가진 MCS를 할당할 경우는 잘 발생되지 않는다. 그림 3에서 중복경로를 억제한 SPA를 보이고 있다. 즉 MCS 할당시 우선순위가 높아도 중복경로가 발생하면 다음 우선순위의 SPV값을 갖는 MCS에게 할당하는 방식을 취하고 있다.

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

MARS는 클러스터 멤버로부터 멀티캐스트 그룹에 관련된 질의를 받고 응답해주기 위하여 각 멤버와 양방향 제어 VC를 유지하고 있다.

MARS에서 IP 멀티캐스팅을 위해 이미 존재하는 제어 VC를 이용하여 Resv메시지를 전달하고, 이를 MARS에서 처리할 수 있도록 그 기능을 확장함으로써 수신측에서 송신측으로 Resv메시지를 전송하기 위하여 별도의 점대점 제어 VC를 설정하는데 필요한 VC 수를 절약할 수 있을 뿐만 아니라 VC 설정으로 인한 지연도 감소시킬 수 있다.[6] 그림 4에서 Resv메시지의 흐름에 대한 동작 절차를 보이고 있다.

본 논문에서는 MARS가 새로운 멤버의 Resv메시지를 처리할 때 표 4의 MM table을 참조하여 어느한 그룹의 멀티캐스팅을 담당하고 있는 MCS들 중에서 병합된 QoS를 조사하여 새로운 멤버가 요구한 QoS를 수용할 수 있는 MCS를 찾아서 할당할 수 있도록 한다. 그림 5에서 알고리즘을 보이고 있다. 해당 MCS가 이를 수용한다면 멤버와 유지하고 있는 QoS 점대대중점 VC에 새로운 수신자를 추가하게 된다. 만약 거부된다면 MCS가 유지하고있는 가용링크 용량을 고려하여 그 값이 큰 MCS를 할당한다.

그리고 Resv메시지를 병합한 결과가 기존의 QoS를 변경시키는 경우, MARS는 새로운 QoS로 변경시키기 위해 해당 그룹의 MCS로 RESV\_CHANGE를 전송하고 MCS는 VC의 QoS를 변경한 후에 SENDER\_QoSCHANGE를 MARS에게 보냄으로써 QoS의 변경을 성공적으로 수행했음을 알리게 된다.

결과적으로 새로운 멤버의 자원예약 요청시에 적합한 MCS를 할당하여 전달지연 감소뿐만 아니라 MCS

가 유지하고 있는 병합된 QoS를 변경시키는 경우를 최대한 줄여 MARS 및 MCS의 처리 부하를 감소시킬 수 있다.

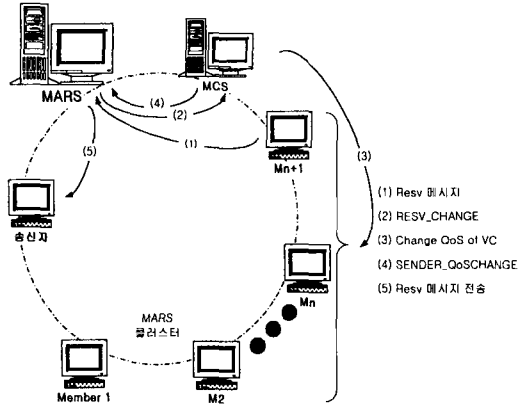


그림 4. MCS 기반 MARS에서 Resv메시지 전송  
Fig. 4 Transport Resv message over MARS

표 4. MM(Management of MCS) table  
Table 4. MM(Management of MCS) table

R S V P 계 층	10010 (SE 방식)	$MCS_1$	병합된 $QoS_1$	가용링크 용량1	그룹주소 { $GA_1$ }	송신원리리스트 { $SL_1$ }
		$MCS_2$	병합된 $QoS_2$	가용링크 용량2	그룹주소 { $GA_2$ }	송신원리리스트 { $SL_2$ }
		...	...	...	...	...
		$MCS_n$	병합된 $QoS_n$	가용링크 용량n	그룹주소 { $GA_n$ }	송신원리리스트 { $SL_n$ }

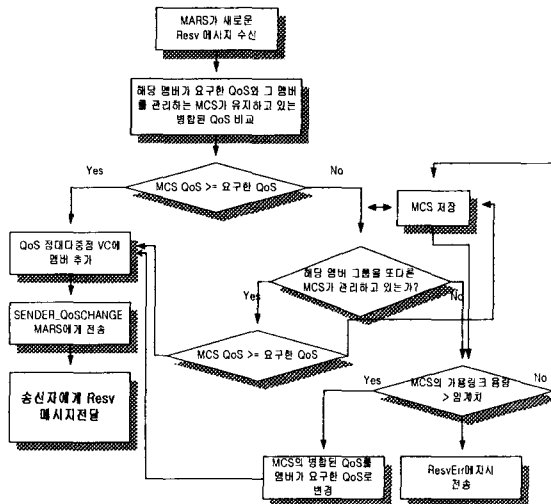


그림 5. MARS의 Resv메시지 처리과정  
Fig. 5 The procedure for Resv message

## IV. 시뮬레이션 모델과 결과 분석

### IV.1 MARS 클러스터 모델

랜덤한 망모델을 위해서는 노드의 수가 증가할 수록 각 노드에서 나오는 에지의 수도 증가하는 Waxman 망 모델이 가지는 단점을 보완하기 위하여 Doar 망 모델에 따라 랜덤하게 망을 형성하였다.[7] 시뮬레이션 환경은 MARS 클러스터를 구성하고 있는 전체 노드는 200개, MCS가 차지하는 비율은 2%로 하였다. MCS의 분포 및 그룹 멤버의 분포, 송신 노드의 분포 모델은 모두 랜덤한 방식에 의해 모델화시켰다. 즉 SPA를 이용한 MCS 할당과 랜덤한 MCS 할당 방식과의 비교를 통해 제안한 모델의 성능을 평가하였다. 그리고 SE 방식을 사용한 병합된 QoS의 변동율을 살펴봄으로써 MARS가 얼마나 효율적으로 MCS를 할당하는가를 MM table을 참조하는 방법과 랜덤하게 할당하는 방법에 대해 분석하였다.

### IV.2 시뮬레이션 결과 및 분석

구성한 모델에서 첫 번째 성능평가 기준인 중복경로 발생확률을 조사하였다. 중복경로는 송신자에서 MCS까지의 경로와 MCS에서 수신자까지의 경로중에서 서로 중복되는 경우를 중복경로로 처리하였다. 그림 6과 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 그림 3의 알고리즘을 통해서 MCS를 할당하는 경우에 중복경로의 발생확률이 상당히 적음을 알 수 있고 평균적으로는 13%정도가 적음을 확인하였다.

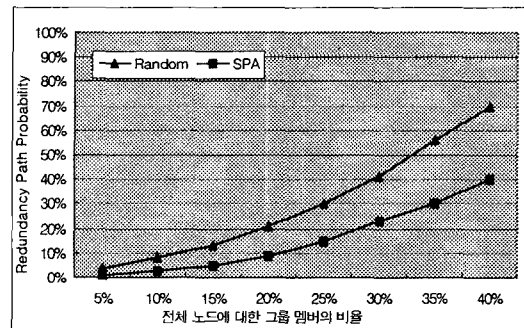


그림 6. MCS 할당시 중복경로 발생확률 비교  
Fig. 6 Redundancy path probability as allocating MCS

두 번째 전체 그룹 멤버에 대한 평균 전달지연 시간은 그림 6의 중복경로 발생확률과 상당히 많은 관계가 있음을 그림 7에서 확인할 수 있다. 즉 MCS를 랜덤한 방식으로 할당한 경우는 SPV의 우선순위를 통해 할당한 경우보다 평균 전달지연 시간이 큰 것을 알 수 있다.

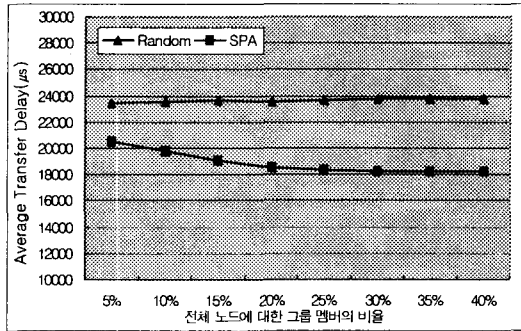


그림 7. 평균 전달지연 시간 비교  
Fig. 7 Average time of transfer delay

마지막으로 MARS에서 새로운 멤버의 Resv메시지를 처리할 경우 Resv메시지를 병합한 결과가 기존의 QoS를 변경시키는 QoS 변동률을 조사하였다. 그림 8을 보면 MARS에서 유지하고 있는 표 4 MM table을 참조하여 그림 5의 알고리즘에 따라 MCS가 유지하고 있는 QoS를 변경시키지 않는 MCS 할당을 우선적으로 처리하였기 때문에 랜덤한 MCS 할당과 비교하면 변동률이 평균적으로 약 5%정도 적음을 알 수 있다.

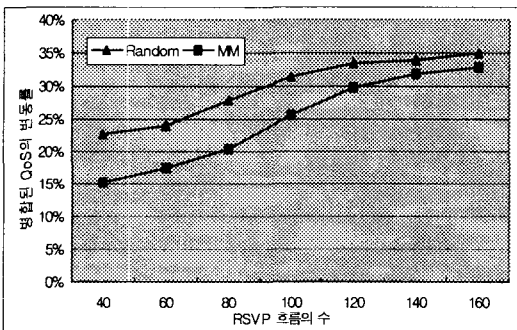


그림 8. MCS에서의 QoS 변동률 비교  
Fig. 8 QoS change rate in MCS

## V. 결 론

본 논문에서는 MARS 클러스터내에서 IP 멀티캐스팅을 지원하기 위한 모델로써 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 Resv메시지를 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

### 저자소개



김진수(Jin-soo Kim)  
2001. 2 군산대 정보통신공학과 졸업(공학사)  
2002. 1 현재 군산대 정보통신공학과 석사과정 재학중.  
※ 관심분야: IP multicasting, VoIP (H.323, SIP)



양해권(Hae-kwon Yang)  
1976. 2 서울대 전기공학과 졸업  
1983. 8 울산대 대학원 졸업  
1992. 2 전북대 대학원 졸업(공학박사)  
1985. 9~1987.2 호원대 전자계산학과 전임강사  
1987. 3~2002. 1 군산대 정보통신공학과 교수  
※ 관심분야 : ATM, 통신망성능분석, 이동통신