

ATM 망을 통한 실시간 인터넷 서비스 지원 메커니즘

정회원 김정현*, 정광수*

A Mechanism to Support Real-Time Internet Services over the ATM Network

Jung-hyun Kum*, Kwang-sue Chung* *Regular Members*

요약

본 논문에서는 IP 멀티캐스트를 ATM 망에서 보다 효율적으로 제공하는 새로운 방법으로 MSS(Multicast Synchronization Server) 모델을 제안하였으며, ATM 망에서 이질적인 QoS(Quality of Service)를 요구하는 다양한 수신자들을 수용하는 방법으로 QCS(QoS Conversion Server) 모델을 제안하였다. MSS 모델은 ATM 망에 존재하는 모든 호스트 사이에 직접 VC(Virtual Circuit)를 연결하여 고속으로 데이터를 전송하며, 기존 방식과 비교하여 필요한 VC의 수를 줄임으로써 확장이 용이하도록 하였다. QCS 모델은 하나의 점 대 다중점 VC를 통하여 두 가지 서비스를 제공하도록 ATM 스위치를 확장하여 망 지원을 절약하였으며, QoS 변환을 전담하는 서버를 사용하여 보다 효율적으로 이질적인 수신자들을 수용하였다.

본 논문에서 제안한 MSS 모델과 QCS 모델은 기존 방식이 갖는 효율성 및 확장성 문제를 해결하였으며, 필요한 VC를 비교하여 증명하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose MSS(Multicast Synchronization Server) and QCS(QoS Conversion Server) models that can support IP multicast and QoS(Quality of Service) over the ATM network more efficiently. In the MSS model, it is possible to establish shortcut VCs(Virtual Circuits) among all hosts in the ATM network and to transfer multicast data at high speed. Also the MSS model is more scalable, because the number of inter-cluster VCs needed in the MSS model is less than that of EARTH. In the QCS model, ATM switch is modified to support one QoS service and best effort service through the one point-to-multipoint VC at the same time so required network resources are reduced, and dedicated server is used for QoS conversion to accept heterogeneous receivers more efficiently.

In this paper, the proposed MSS model and QCS model have solved both efficiency problem and scalability problem. It is proved through the comparison of the VCs required in each model.

I. 서론

인터넷의 급격한 확산과 함께 다양한 형태의 새로운 응용서비스들이 등장하였다. VOD(Video On Demand), 영상회의, 인터넷 방송 등과 같은 실시간 인터넷 서비스는 고속의 데이터 전송과 멀티캐스트 및 QoS(Quality of Service)의 보장을 요구하므로,

기존의 유니캐스트 기반의 최선형 서비스(Best Effort Service)로는 충분하지 못하다^[1].

현재 인터넷에는 IP 멀티캐스트와 QoS 보장을 위한 신호 프로토콜로 RSVP(Resource reSerVation Protocol)가 있다^[2]. 그러나 현재의 인터넷 하부 전달망은 최선형 서비스를 기반으로 발전하였기 때문에 실시간 인터넷 서비스를 제공하는데 한계가 있

* 광운대학교 전자공학부 컴퓨터통신 연구실(jhgoid@adams.kwangwoon.ac.kr)
논문번호 : 98522-1207, 접수일자 : 1998년 12월 7일

다. 따라서 고속의 링크 계층 기술로 대두되고 있는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 망에서 IP 멀티캐스트와 RSVP를 제공하기 위한 연구가 IETF(Internet Engineering Task Force)와 ATM Forum을 중심으로 활발히 진행중이다^{[12][13][14][15]}.

본 논문에서는 ATM 망을 통하여 실시간 인터넷 서비스를 제공하기 위하여, IP 멀티캐스트와 QoS를 ATM 망에서 보다 효율적으로 제공하기 위하여 새로운 메커니즘을 제안하였다. 제안한 메커니즘은 ATM 망에서 고속의 데이터 전송이 가능하도록 하였으며 동시에 확장도 용이하도록 하였다^[17]. 또한 이질적인 QoS를 제공하는 방안도 제안하였다.

본 논문은 총 5장으로 구성되어 있다. 제1장의 서론에 이어 제2장에서는 멀티캐스트와 RSVP를 간략히 살펴보고 ATM 망에서 IP 멀티캐스트와 RSVP를 지원하기 위한 기존 방법들과 그들의 문제점을 분석한다. 제3장에서는 제안한 메커니즘에 대하여 상세히 기술하고, 제4장에서는 기존의 방법과 제안한 방법들을 비교 분석하며 마지막으로 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 기본 개념

본 장에서는 실시간 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 필요한 멀티캐스트와 자원 예약 프로토콜에 대하여 알아보고, 인터넷 서비스를 ATM 망을 통해 제공하기 위한 기존 방식들을 살펴본다.

1. 멀티캐스트

멀티캐스트는 하나의 송신자가 다수의 수신자들로 데이터를 전송하는 방식이다.

인터넷에서는 다수의 수신자를 대표하는 멀티캐스트 그룹 주소를 사용하며, 멀티캐스트와 유니캐스트를 구분하여 데이터를 전송하는 멀티캐스트 라우터(Multicast Router : MRouter)를 사용한다. 또한 IGMP(Internet Group Management Protocol)를 사용하여 멀티캐스트 그룹 정보를 관리하며, 수신자들의 동적인 참여와 탈퇴를 가능하게 한다^[4].

ATM에는 멀티캐스트 그룹 주소가 존재하지 않으며, 점 대 다중점 VC(Point to multipoint Virtual Circuit)를 사용하여 멀티캐스트를 수행한다. ATM의 신호 프로토콜인 UNI(User Network Interface) 3.0/3.1에서는 송신자가 수신자를 추가하거나 삭제하기 때문에, 송신자는 모든 수신자들의 ATM 주소를 알아야 한다. 그러나 UNI 4.0에서는 LIJ(Leaf

Initiated Join)을 정의하여 수신자 측에서 동적으로 참여하거나 탈퇴하는 것이 가능하도록 하였다. LIJ에서 수신자는 송신자의 ATM 주소와 송신자에 의하여 할당되는 식별자(Global Connection Identifier : GCID)를 사용하여 참여하고자 하는 그룹의 점 대 다중점 VC를 식별한다^{[14][15]}.

2. 인터넷 자원 예약 프로토콜 : RSVP

IETF에서는 새로운 응용 서비스를 제공하기 위하여 인터넷 통합서비스 모델을 정의하였고, 인터넷 통합 서비스가 요구하는 서비스 품질(QoS : Quality of Service)을 보장하기 위해 필요한 자원을 예약하는 신호 프로토콜로 RSVP(Resource reSerVation Protocol)를 정의하였다^{[11][2]}.

RSVP는 단방향으로만 자원 예약이 가능하며, 유니캐스트와 멀티캐스트 환경 모두를 지원하고, 자원 예약 상태는 주기적인 갱신 메시지(Refresh Message)에 의해 유지되는 소프트 상태이다. 또한 수신자들의 동적인 참여와 탈퇴가 가능한 멀티캐스트 환경을 고려하여 수신자 주도의 자원 예약 방식을 채택하였으며, 송신자와 수신자 사이에 있는 RSVP 라우터가 이질적인 QoS를 요구하는 수신자들을 수용하도록 하였다. 따라서 각 수신자는 자기가 속한 망의 상황을 고려하여 필요한 만큼의 자원을 예약할 수 있기 때문에 망 자원을 보다 효율적으로 활용할 수 있으며, 보다 효율적으로 수신자들을 수용할 수 있다.

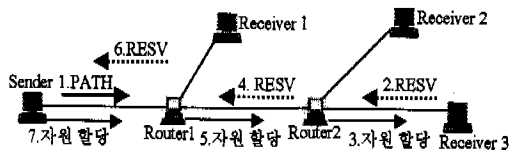


그림 1. RSVP 신호절차

그림 1에 RSVP 신호 절차가 도시되어 있다. 송신자는 전송 데이터의 정보를 담은 PATH 메시지를 보내고, RSVP 라우터는 이 메시지에 추가적인 정보를 담아서 IP 멀티캐스트를 통하여 수신자들로 전달한다. PATH 메시지를 받은 수신자는 RESV 메시지를 사용하여 필요한 QoS를 요청한다. RSVP 라우터는 가용한 자원을 조사하여 자원이 충분하면, 수신자 쪽으로 자원을 예약하고 상태 정보를 저장하며 RESV 메시지를 송신자 쪽으로 전달한다. 이와 같은 방법으로 송신자까지 자원 예약이 이루어

진다. 그러나 자원이 부족하면 이 사실은 수신자에게 알려지고, 중간에 경유한 RSVP 라우터에 저장되었던 상태정보는 지워진다.

3. IP over ATM

본 절에서는 유니캐스트와 멀티캐스트를 위한 IP-ATM 주소 변환과 RSVP를 ATM 망에서 지원하는 기존 방식에 대하여 살펴본다. 또한 본 절에서는 S개의 송신자와 서로 다른 QoS를 요구하는 R개의 수신자를 갖는 멀티캐스트 그룹이 N개 존재하는 ATM 망을 가정한다. 이 ATM 망은 C개의 클러스터로 구성되며, 각 클러스터에는 모든 멀티캐스트 그룹이 존재하고 각 그룹에는 송신자 s개와 수신자 r개가 있다고 가정한다. 즉 식(1)이 성립한다.

$$S = C \times s, R = C \times r \quad (1)$$

3.1 ATM 망에서의 유니캐스트

IETF에서는 유니캐스트 주소 변환을 위하여 'Classical IP over ATM' 모델을 정의하였다^[8]. 이 방식은 ATM 망을 동일한 IP 망 주소(IP network address)를 사용하는 LIS(Logical IP Subnet) 단위로 나누고 주소 변환을 전담하는 ATMARP(ATM Address Resolution Protocol) 서버를 사용한다.

3.2 ATM 망에서의 IP 멀티캐스트

ATM에는 그룹 주소가 없기 때문에 IP 멀티캐스트 그룹 주소를 수신자 개개의 ATM 주소로 변환하여야 한다. IETF에서는 멀티캐스트 주소 변환을 위하여 MARS(Multicast Address Resolution Server) 프로토콜을 정의하였다^[9]. MARS 모델은 ATM 망을 클러스터 단위로 나누고 각 클러스터에 MARS 서버를 두었다. 클러스터는 LIS와 동일한 영역이며 논리적으로는 LAN과 같은 개념이다. 클러스터 내의 모든 송·수신자들은 MARS 서버에 등록하며, MARS 서버는 그들의 ATM 주소와 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 관리하고 송신자의 요구에 따라 멀티캐스트 주소 변환을 수행한다. 또한 MARS 서버는 유니캐스트 주소 변환 기능도 제공한다.

MARS 모델은 intra-cluster 멀티캐스트 방식으로 VC Mesh 방식과 MCS(MultiCast Server) 방식이 있으며, inter-cluster 멀티캐스트 시에는 IP 멀티캐스트 라우터를 사용한다. 그림 2에 inter-cluster 멀티캐스트의 예가 도시되어 있다.

멀티캐스트 라우터 Mrouter1은 클러스터1의 수신자로 등록하여 송신자가 전송하는 멀티캐스트 데이

터를 수신하며, 이 데이터는 IP 멀티캐스트 라우팅을 통하여 Mrouter3으로 전달된다. Mrouter3은 클러스터2의 송신자가 되어 그 클러스터의 수신자들에게 데이터를 전송한다^[9].

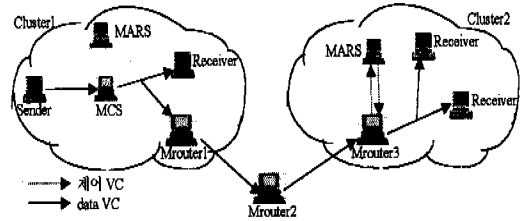


그림 2. MARS 모델에서의 inter-cluster 멀티캐스트

MARS 모델은 클러스터 단위로 멀티캐스트 그룹을 관리하기 때문에 그룹 변화에 따른 시그널링 오버헤드가 클러스터 내부로 한정되므로 확장이 매우 용이하다. 또한 유니캐스트 주소변환도 제공하기 때문에 ATMARP 서버가 필요하지 않다. 그러나 inter-cluster 멀티캐스트를 위하여 IP 멀티캐스트 라우터를 사용하기 때문에 IP 프로세싱으로 인한 지연 손실이 매우 크다^[9].

3.3 'RSVP over ATM' 모델

RSVP를 ATM 망에서 제공하기 위한 연구가 IETF를 중심으로 'RSVP over ATM'이라는 이름으로 활발히 진행 중이다^{[5][6][7]}. 본 절에서는 ATM 망에서 RSVP의 수신자 이질성을 보장하기 위한 데이터 VC 관리 측면을 살펴본다. IETF에서는 이질적인 QoS를 요구하는 수신자들을 수용하는 방법으로 다음의 네 가지 모델을 정의하였다^[7].

1) 완전한 이질성 모델(full heterogeneity model)

이 모델은 각 QoS마다 별도의 VC를 연결하는 방식으로 완전한 수신자 이질성을 보장한다. 그러나 필요한 VC의 수가 너무 많으며 동일한 데이터의 중복 전송으로 인하여 자원의 낭비가 심하고 그룹 변화에 따른 VC 재설정을 위한 부가적인 오버헤드가 크다.

2) 제한된 이질성 모델(limited heterogeneity model)

이 모델은 하나의 QoS VC와 하나의 최선형 VC를 연결하는 방식으로 2개의 VC만을 필요로 한다. 그러나 완전한 수신자 이질성을 보장할 수 없으며, 현재 제공되는 QoS를 수용할 수 없는 수신자는 QoS 서비스를 받지 못하는 문제가 발생한다.

3) 단일성 모델(homogeneous model)

이 모델은 하나의 QoS(가장 큰 QoS) VC로 모든 수신자들을 수용하는 방식으로 지원이 부족한 수신자는 최선형 서비스도 제공받지 못하게 된다.

4) 집합 모델(aggregation model)

이 모델은 상당히 큰 QoS를 제공하는 VC를 각 노드에 미리 연결하여 점 대 점 링크로 사용하는 방식으로 VC 설정을 위한 지연은 없지만, QoS 값을 미리 결정하는 것이 어렵다.

3.4 MARS 확장 모델 : MARSE

MARSE 모델은 최선형 서비스만을 제공하는 MARS 모델을 확장하여 제한된 이질성 방식의 QoS를 제공하도록 한 것이다^[6]. MARSE 모델은 최선형 서비스를 위한 MCS 서버와 QoS를 제공하기 위한 QMS(QoS Management Server) 서버를 사용하며, MARSE 서버는 QoS를 요구하는 수신자와 요구하지 않는 수신자를 구분하여 관리한다. 그러나 제한된 이질성 모델의 문제점을 그대로 갖는다.

3.5 EARTH 모델

EARTH 모델은 고속의 데이터 전송과 제한된 수의 QoS를 제공하며, ATM 망 전체를 멀티캐스트 논리 IP 서브넷(Multicast Logical IP Subnet : MLIS)이라고 하는 하나의 클러스터로 관리한다. 또한 MLIS를 관리하기 위하여 멀티캐스트 주소 변환을 위한 EARTH 서버와 QoS 제어를 위한 RSVP 서버로 구성되는 멀티캐스트 통합 서버(Multicast Integration Server : MIS)를 정의하였다. 그러나 유니캐스트 주소 변환을 제공하지 않기 때문에, 유니캐스트 주소 변환 서버인 ATMARP 서버가 필요하다. 본 절에서는 MIS의 멀티캐스트 주소 변환 기능과 QoS 제공 기능을 나누어서 살펴본다^{[10][11]}.

1) 멀티캐스트 주소 변환

EARTH 서버는 MARS 서버와 동일한 기능을 수행하며 ATM 망 전체를 하나의 클러스터로 관리한다. 따라서 송신자는 ATM 망에 존재하는 모든 수신자들의 ATM 주소를 알 수 있으며, LIS에 무관하게 직접 점 대 다중점 VC를 연결하여 고속으로 데이터를 전송한다. 이를 위하여 EARTH 서버는 ATM 망에 존재하는 모든 송·수신자들과 $N(S+R)_{inter}$ 개의 inter-cluster 영역의 점 대 점 제어 VC를 연결한다. 따라서 주소변환을 위한 제어 메시지와 동적인 그룹 변화에 따라 VC를 재설정하기 위한 제어 메시지가 EARTH 서버로 폭주하기 때문

에 수신자들이 동적으로 가입하고 탈퇴하는 멀티캐스트 환경에서 비효율적이다. 또한 intra-cluster 멀티캐스트 시에도 EARTH 서버와 시그널링을 하여야 하는 문제점이 있으며, inter-cluster VC는 intra-cluster 영역의 VC에 비하여 소모되는 자원이 많으며 VC 재설정을 위한 시그널링 오버헤드도 크다. 따라서 EARTH 서버의 오버헤드와 자원의 낭비로 인하여 확장에 한계를 갖는다. EARTH 모델에서는 확장성 문제를 해결하기 위한 방법으로 여러 개의 서버를 사용하여 부하를 분산시키는 다중 서버 모델을 제안하였으나, 단일 서버 모델과 마찬가지로 서버가 개개의 ATM 호스트를 관리하기 때문에 근본적인 해결책이 되지 못한다. 또한 EARTH 모델은 유니캐스트 주소 변환을 지원하지 않기 때문에, ATM 호스트는 ATMARP 서버와 $N(s+r)C_{intra}$ 개의 intra-cluster 영역의 VC를 추가로 연결하여야 한다. EARTH 모델에서의 멀티캐스트 과정이 그림 3에 도시되어 있다.

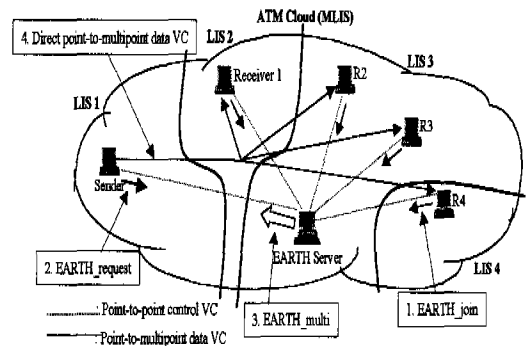


그림 3. EARTH 모델에서의 멀티캐스트 절차

2) 양자화된 이질성 모델

EARTH 모델에서는 양자화된 이질성(Quantized Heterogeneity : QH) 모델을 제안하였다. QH 모델은 계층적 QoS를 제공하는 환경에 적합한 모델로 최선형 서비스와 제한된 수의 QoS 서비스를 제공한다. 그러나 계층적 QoS를 제공하지 않을 경우 RSVP 서버가 수신자들의 기호를 알지 못하는 상태에서 양자화 수준(QoS 수준)을 결정하는 것이 매우 어렵다.

Ⅲ. ATM 망을 통한 실시간 인터넷 서비스 지원 메커니즘

본 장에서는 IP 멀티캐스트와 이질적인 QoS를 보다 효율적으로 제공하기 위하여 제안한 멀티캐스트 동기화 서버(Multicast Synchronization Server : MSS) 모델과 QoS 변환 서버(QoS Conversion Server : QCS) 모델을 설명한다.

1. 멀티캐스트 동기화 서버 모델

제안한 모델은 멀티캐스트 동기화 서버(MSS)를 사용하여 멀티캐스트 주소변환을 수행하며, 기존 방식의 장점을 모두 수용한다^[17]. MSS 서버는 클러스터에 존재하는 멀티캐스트 그룹과 그 그룹의 송신자를 포함하는 MARS와 수신자를 포함하는 MARS를 구분하여 관리하며, 표 1과 같다. 이 정보는 MSS뿐만 아니라 각 MARS 서버에서도 동일하게 유지 관리되며, inter-cluster 멀티캐스트 환경에서 서로 다른 클러스터에 존재하는 호스트 사이에 직접 VC를 연결하는데 사용된다.

1.1 망 구성 및 등록절차

그림 4에 동기화 서버 모델의 간단한 망 구성 및 등록절차가 도시되어 있다.

표 1. 멀티캐스트 동기화 서버의 정보 테이블

그룹	송신자를 갖는 MARS	수신자를 갖는 MARS
A	MARS-1, MARS-2, ...	MARS-a, MARS-b, ...
B	MARS-1, MARS-2, ...	MARS-a, MARS-b, ...
C	MARS-1, MARS-2, ...	MARS-a, MARS-b, ...
...

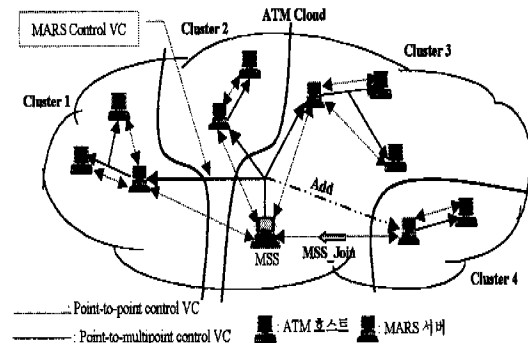


그림 4. MSS 모델에서의 망 구성 및 등록절차

ATM 망은 4개의 클러스터로 나누어져 있으며, 각 클러스터에는 ATM 호스트와 MARS 서버가 존재한다. 그리고 MARS 서버를 관리하는 MSS 서버

가 하나 존재한다.

MARS 서버는 자신이 관리하는 클러스터의 정보를 가지고 MSS 서버에 등록한다(MSS_Join). MSS 서버는 새로운 MARS 서버를 점 대 다중점 MARS 제어 VC에 추가시키고(Add) 자신이 관리하는 정보와 다른 MARS 서버가 관리하는 정보를 갱신시킨다. MARS 서버와 MSS 서버사이의 점 대 점 제어 VC는 MARS 서버가 등록하고 탈퇴할 때 사용되며, MARS 서버와 MSS 서버가 정보를 갱신하기 위하여 그룹 정보를 교환할 때 사용된다. 점 대 다중점 MARS 제어 VC는 MSS 서버가 모든 MARS 서버들의 정보를 갱신시킬 때 사용된다. MARS 서버는 자신이 관리하는 클러스터에 새로운 그룹이 생기거나 없어질 때만 MSS 서버에게 알리며, 그룹 참여자의 변화는 MSS 서버에게 알리지 않는다.

1.2 멀티캐스트 메커니즘

하나의 멀티캐스트 그룹 A가 존재하고, 클러스터 4에 있는 호스트를 제외한 모든 호스트가 그룹 A의 멤버라고 가정한다. 따라서 제안한 MSS 모델에서 MSS 서버와 각 MARS 서버에 저장되는 그룹 A에 대한 정보는 개념적으로 다음과 같으며, 그림 5에 MSS 모델에서의 멀티캐스트 절차가 도시되어 있다. 여기서 {그룹 : MARS : 서버, 참여자}이며, Mn은 클러스터 n을 관리하는 MARS 서버이다.

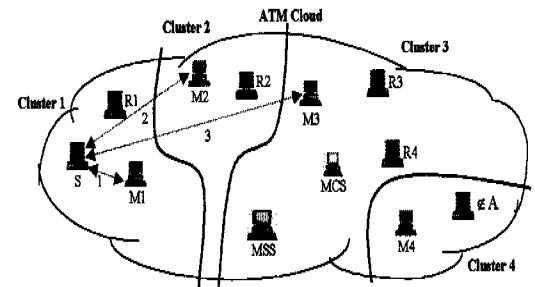


그림 5. MSS 모델에서의 주소 변환 절차

- MSS : {A : M1; M2, M3}
 - M2 : {A : M1; M2, M3 : NULL, (R2)}
 - M1 : {A : M1; M2, M3 : NULL, (S, R1)}
 - M3 : {A : M1; M2, M3 : MCS, (R3, R4)}
 - M4 : {A : M1; M2, M3 : NULL, NULL}
- ① 송신자 S는 M1에게 그룹 A의 주소 변환을 요구한다.

- ② M1은 M2, M3, R1의 ATM 주소를 S에게 알려준다.
- ③ S는 M2, M3에게 그룹 A의 주소 변환을 요구하고, R1과 점 대 다중점 VC를 연결한다.
- ④ M2는 R2의 ATM 주소를 S에게 알려주고 M3은 MCS의 ATM 주소를 S에게 알려준다. 또한 M3은 MCS에게 R3, R4의 ATM 주소를 알려준다.
- ⑤ S는 R2와 MCS를 미리 설정한 점 대 다중점 VC에 추가하고, MCS는 R3, R4와 점 대 다중점 VC를 연결한다.
- ⑥ 멀티캐스트 데이터는 모든 수신자들에게 직접 전달된다. (그림 6 참조)
- ⑦ R3이 그룹 A에서 탈퇴할 경우, M3은 이 사실을 S에게 알리고 S는 R3을 점 대 다중점 VC에서 제거한다.
- ⑧ R2가 탈퇴할 경우, M2는 위의 ⑦번 과정을 거치고 추가로 그룹 A에 수신자가 없음을 MSS 서버에게 알린다. MSS 서버는 이 정보를 MARS 제어 VC를 통해 모든 MARS 서버에게 알려 관리하는 정보를 갱신하도록 한다.

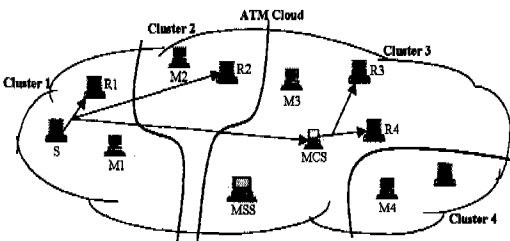


그림 6. MSS 모델에서의 멀티캐스트 VC의 연결 예

2. QoS 변환 서버 모델

본 절에서는 이질적인 QoS를 요구하는 다양한 수신자들을 보다 효율적으로 수용하는 방법에 관하여 살펴본다. 먼저 하나의 점 대 다중점 VC에 두 가지 QoS를 제공하는 방법을 살펴보고 다음으로 이질적인 수신자를 수용하는 QCS 모델을 설명한다.

2.1 ATM 스위치 확장

ATM의 점 대 다중점 VC는 점 대 점 VC의 집합이다. 즉, 점 대 점 VC를 스위칭 테이블로 연결하여 점 대 다중점 VC를 만드는 것이다. 따라서 VC가 분기되는 곳의 ATM 스위치는 스위칭 테이블에 따라 송신자로부터 전송되는 셀들을 복사하여 각 VC로 전송한다. 모든 VC들의 QoS가 같은 경우 송신자로부터 전송되는 셀은 모든 수신자들에게 잘 전달된다. 그러나 ATM 수준에서 QoS를 변경하는 것이 불가능하기 때문에 QoS가 다른 VC를 연결할 경우 QoS를 보장할 수 없다. 그러나 최선형 서비스는 QoS를 요구하지 않기 때문에 최선형 VC를 QoS VC와 연결하는 것은 가능하다. QoS VC로부터 전송되는 셀들을 최선형 VC를 위한 큐로 복사하도록 ATM 스위치를 확장함으로써 최선형 VC를 연결할 수 있다. 이 후 ATM 셀들은 ATM 스케줄링을 통하여 최선형 서비스로 전송된다. 그림 7에 기존의 점 대 다중점 VC에서의 스위칭 테이블과 최선형 서비스를 지원하기 위해 확장된 스위칭 테이블의 개념적인 예가 도시되어 있다. ATM 스위치 AS1은 자신이 관리하는 테이블에 따라 송신자로부터 오는 셀들을 복사하여 수신자 R1과 ATM 스위치 AS2로 전송한다. AS2는 그림과 같이 관리하는 스위칭 테이블을 확장하여 AS1에서 오는 셀들을 QoS_A VC를 통하여 수신자 R2로 전송하고, 최선형 VC를 통하여 수신자 R3으로 전송한다. 이와 같은 방법으로 하나의 점 대 다중점 VC를 통하여 두 가지 서비스를 제공한다. 따라서 ATM 망 자원을 보다 효율적으로 활용할 수 있다.

블에 따라 송신자로부터 전송되는 셀들을 복사하여 각 VC로 전송한다. 모든 VC들의 QoS가 같은 경우 송신자로부터 전송되는 셀은 모든 수신자들에게 잘 전달된다. 그러나 ATM 수준에서 QoS를 변경하는 것이 불가능하기 때문에 QoS가 다른 VC를 연결할 경우 QoS를 보장할 수 없다. 그러나 최선형 서비스는 QoS를 요구하지 않기 때문에 최선형 VC를 QoS VC와 연결하는 것은 가능하다. QoS VC로부터 전송되는 셀들을 최선형 VC를 위한 큐로 복사하도록 ATM 스위치를 확장함으로써 최선형 VC를 연결할 수 있다. 이 후 ATM 셀들은 ATM 스케줄링을 통하여 최선형 서비스로 전송된다. 그림 7에 기존의 점 대 다중점 VC에서의 스위칭 테이블과 최선형 서비스를 지원하기 위해 확장된 스위칭 테이블의 개념적인 예가 도시되어 있다. ATM 스위치 AS1은 자신이 관리하는 테이블에 따라 송신자로부터 오는 셀들을 복사하여 수신자 R1과 ATM 스위치 AS2로 전송한다. AS2는 그림과 같이 관리하는 스위칭 테이블을 확장하여 AS1에서 오는 셀들을 QoS_A VC를 통하여 수신자 R2로 전송하고, 최선형 VC를 통하여 수신자 R3으로 전송한다. 이와 같은 방법으로 하나의 점 대 다중점 VC를 통하여 두 가지 서비스를 제공한다. 따라서 ATM 망 자원을 보다 효율적으로 활용할 수 있다.

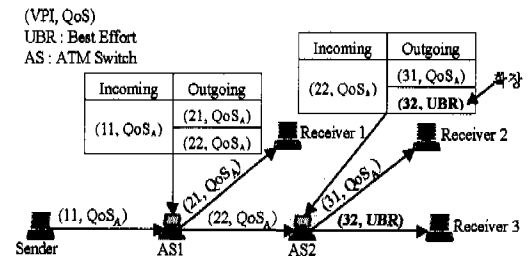


그림 7. 점 대 다중점 VC 스위칭 테이블 예

2.2 QoS 변환 서버 모델

QCS 모델은 이질적인 QoS를 요구하는 수신자들을 수용하기 위하여 QoS 변환을 전달하는 서버(QCS)를 사용한다. QCS 모델에서는 전송하는 미디어 형태에 따라 송신자에 의해 권고되는 QoS를 사용한다. 예를 들어 MPEG-1 비디오를 전송하는 송신자는 약 1.5Mbps의 대역을 권고하며, PCM으로 코딩된 음악을 전송하는 송신자는 약 64Kbps의 대역을 수신자에게 권고한다. 또한 대부분의 수신자는 자원이 충분하다면 권고되는 QoS를 사용하려고 한

다. 송신자는 PATH 메시지에 새로운 객체(object)를 추가하여 수신자에게 QoS를 권고하며, 본 절에서는 이 QoS를 QoS₀이라고 표기한다.

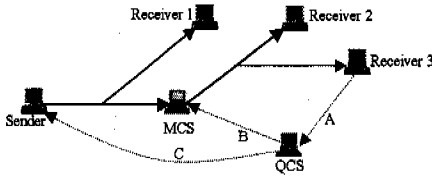


그림 8. QoS 절차

그림 8에 QoS 모델이 도시되어 있다. QoS₀을 요구하는 수신자 R1과 R2를 연결하는 점 대 다중점 VC가 설정되어 있으며, 여기에 최선형 서비스를 요구하는 수신자 R3이 연결되어 있다.

이러한 환경에서 수신자 R3이 새로운 QoS(QoS₁)을 요구하는 경우 기존의 VC로 R3을 수용할 수 없기 때문에, 수신자 R3은 QoS 서버와 QoS₁ VC를 연결한다. QoS 서버는 QoS₁의 값에 따라 다음의 두 가지 방법으로 R3을 수용한다.

1) QoS₁ < QoS₀인 경우

QoS 서버는 설정되어 있는 점 대 다중점 QoS₀ VC에 연결하여 ATM 셀들을 수신한다. QoS 서버는 이 셀들을 IP 패킷으로 조합하여 QoS₁로 변환한 후 다시 ATM 셀로 분할하여 수신자 R3으로 전송한다. 이와 같은 방법으로 QoS₀보다 작은 QoS를 요구하는 모든 수신자를 수용한다.

2) QoS₁ > QoS₀인 경우

QoS 서버는 송신자와 QoS₁을 제공하는 새로운 VC를 연결하고, 이 VC를 통해 전송되는 셀들을 R3으로 전송한다. 이후 QoS₁보다 작은 QoS를 요구하는 모든 수신자들을 수용할 수 있다. 그러나 QoS₁보다 더 큰 QoS를 요구하는 수신자가 있을 경우 QoS 서버는 송신자와 연결된 VC를 새로운 QoS로 갱신한다.

QoS 서버는 이와 같은 방법으로 완전한 수신자 이질성을 보장한다. 또한 각 클러스터에 존재하는 IP 라우터를 QoS 서버로 사용하는 것이 가능하므로 추가적인 서버가 필요하지 않다.

IV. 제안한 메커니즘의 분석

본 장에서는 3장과 동일한 환경에서, 기존 방식과

비교하여 제안한 방식을 평가한다. 먼저 데이터 전송의 효율성과 확장성을 비교하여 멀티캐스트 측면을 평가하고 다음으로 이질적인 QoS 제공 능력을 평가한다.

1. 멀티캐스트 평가

1.1 효율성

MARS 모델은 intra-cluster 멀티캐스트 환경에서는 모든 호스트가 직접 VC를 연결하여 고속으로 데이터를 전송한다. 그러나 inter-cluster 멀티캐스트를 위하여 IP 라우터를 사용하기 때문에 IP 프로세싱으로 인한 지연손실이 발생하며, 직접 VC를 연결하지 못하기 때문에 고속의 ATM 교환 기술을 제대로 활용하지 못한다.

EARTH 모델과 MSS 모델은 ATM 망에 존재하는 모든 호스트 사이에 직접 VC를 연결하여 고속으로 데이터를 전송하는 것이 가능하므로 매우 효율적이다. 이상을 정리하면 표 2와 같다.

1.2 확장성 비교

1) MARS 모델

MARS 서버는 해당 클러스터에 존재하는 모든 송·수신자와 intra-cluster 영역의 점 대 점 제어 VC를 연결하며, 이 VC를 통하여 유니캐스트 주소 변환도 이루어진다. 또한 MARS 서버는 inter-cluster 멀티캐스트를 위하여 IP 라우터와 점 대 점 제어 VC를 연결한다. 따라서 C개의 클러스터가 있는 ATM 망에 필요한 제어 VC의 수는 식(2)와 같다.

$$X_{MARS} = C \times (s+r) \times N + C \times 1 = N(S+R) + C \tag{2}$$

표 2. 효율성 비교

		MARS	EARTH	MSS
shortcut VC	Intra-cluster multicast	○	○	○
	Inter-cluster multicast	×	○	○

MARS 모델은 클러스터 단위로 그룹을 관리하기 때문에 모든 송·수신자들은 MARS 서버를 통하여 자유롭게 그룹에 참여하고 탈퇴하는 것이 가능하며, 이로 인한 VC 재설정에 필요한 시그널링 오버헤드는 다른 클러스터에 영향을 미치지 않고 그 클러스터 내부로 한정된다. 따라서 그룹 참여자가 많거나

동적인 변화가 심한 환경으로의 확장이 매우 용이하다.

2) EARTH 모델

EARTH 모델에서 필요한 제어 VC의 수는 식(3)과 같다.

$$\begin{aligned}
 X_{EARTH} &= (C-1) \times (s+r) \times N_{inter} \\
 &+ (s+r) \times N_{intra} + C \times (s+r) \times N_{intra} \\
 &= N(S+R)_{inter} + N(S+R)_{intra} \quad \{ \text{for } C \gg 1 \}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$N(C-1)(s+r)_{inter}$ 와 $N(s+r)_{intra}$ 는 멀티캐스트 주소 변환을 위하여 inter-cluster 영역과 intra-cluster 영역에 존재하는 VC의 수를 의미하고, $NC(s+r)_{intra}$ 는 유니캐스트 주소 변환을 위한 intra-cluster 영역의 점 대 점 제어 VC의 수를 의미한다.

EARTH 서버는 ATM 망의 모든 송·수신자와 inter-cluster 영역의 VC를 연결하기 때문에 서버에 과중한 오버헤드가 걸리며 자원 낭비를 초래한다. 또한 그룹의 동적인 변화에 따라 VC를 재설정하기 위한 시그널링 오버헤드가 전체 ATM 망에 영향을 미친다. 따라서 EARTH 모델은 그룹 참여자가 많거나 동적인 그룹 변화가 심한 환경으로 확장하는데 한계가 있다.

3) MSS 모델

표 3. 각 모델에서의 VC 비교

	MARS	EARTH	MSS
intra-cluster VC 수	$N(S+R)+C$	$N(s+r)+N(S+R)$	$N(S+R)$
inter-cluster VC 수	0	$N(C-1)(s+r)$	$1_{\text{Multipoint}}+C$

제한한 MSS 모델에서 MSS 서버는 각 클러스터에 존재하는 MARS 서버와 inter-cluster 영역의 VC로 C개의 점 대 점 제어 VC와 하나의 점 대 다중점 제어 VC를 연결한다. 또한 MARS 서버는 MARS 모델과 동일하게 자기가 관리하는 클러스터 내에 있는 송·수신자와 intra-cluster 영역의 점 대 점 제어 VC를 연결한다. 따라서 MSS 모델에서 필요한 제어 VC의 수는 식(4)와 같다.

$$\begin{aligned}
 X_{MSS} &= \{C+1_{\text{Multipoint}}\}_{inter} + C \times (s+r) \times N_{intra} \\
 &= \{C+1_{\text{Multipoint}}\}_{inter} + N(S+R)_{intra} \tag{4} \\
 &\leq 2C_{inter} + N(S+R)_{intra}^{1)}
 \end{aligned}$$

4) MARS 모델과의 비교

제한한 MSS 모델은 inter-cluster 영역의 VC가 필요하다. 그러나 2C의 크기는 $N(S+R)$ 에 비하여 상대적으로 매우 작은 값이며, 한번 설정이 되면 해당 클러스터에 멀티캐스트 그룹이 존재하는 한 변하지 않는다. 따라서 MSS 모델은 MARS 모델과 마찬가지로 확장이 매우 용이하다.

5) EARTH 모델과의 비교

제한한 MSS 모델은 intra-cluster 영역의 VC가 $N(s+r)$ 개 줄었으며, inter-cluster 영역의 VC는 $C=1$ 인 경우 두 모델 모두 필요로 하지 않으며, $C=2$ 인 경우 EARTH 모델은 $N(s+r)$ 개의 VC가 필요하지만 MSS 모델은 4개의 VC만 필요하다. 또한 $C \gg 1$ 인 경우 식(1), 식(3), 식(4)에서 MSS 모델에 필요한 inter-cluster VC와 EARTH 모델에 필요한 inter-cluster VC의 비(R)는 약 $\frac{2}{N(s+r)}$ 이다. 그림 9에 ATM 망에 존재하는 멀티캐스트 그룹과 그룹의 송·수신자의 수에 따른 R 값의 변화가 도시되어 있다.

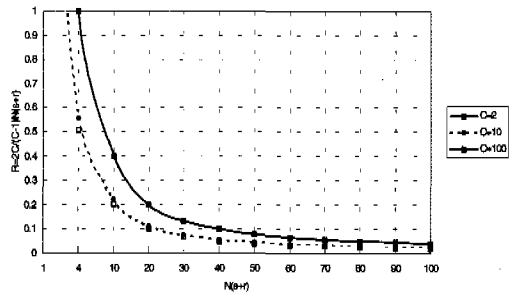


그림 9. MSS와 EARTH 모델에서 필요한 inter-cluster VC의 비(R)

그림 9에서 알 수 있듯이, 멀티캐스트 그룹의 수와 그룹 참여자의 수가 증가함에 따라 R이 급격하게 감소한다. 또한 ATM 망을 구성하는 클러스터의

1) C개의 수신자를 연결하는 점 대 다중점 VC는 각 수신자들과 별도의 점 대 점 VC를 연결하는 경우에 비하여 더 적은 자원을 소모한다. 따라서, 개념적으로 '1Multipoint ≤ C'가 성립한다.

수가 많아질수록 R이 감소한다. 특히 $N(s+r)$ 이 20 이상이고 C가 10 이상인 환경에서 R은 0.1이하로 감소함을 알 수 있다. 이러한 경우, MSS 모델에 필요한 inter-cluster VC 수는 EARTH 모델과 비교하여 10%이하로 감소한다.

또한 EARTH 모델에서는 새로운 수신자가 참여하거나 탈퇴할 경우 inter-cluster 영역의 VC를 재설정하지만, MSS 모델에서는 intra-cluster 영역의 VC를 재설정하기 때문에 VC 재설정을 위한 시그널링 오버헤드 역시 현저하게 감소한다.

따라서 제안한 MSS 모델은 EARTH 모델과 비교하여 필요한 VC의 수와 시그널링 오버헤드를 감소시킴으로써 EARTH 모델의 확장성 문제를 해결하였다.

2. 이질적인 QoS 지원 능력 비교

본 절에서는 제안한 QCS 모델의 이질적인 서비스 제공 능력을 기존 방식과 비교하여 평가한다.

'RSVP over ATM' 모델의 완전한 이질성 모델은 이질적인 QoS를 요구하는 다양한 수신자들을 완전하게 수용하지만 QoS 마다 별개의 VC를 연결하므로 자원 낭비가 크고 확장에 어려움이 있으며, MARSE 모델은 제한된 이질성 모델을 따르기 때문에 자원 낭비가 심하며 비합리적이다. EARTH 모델은 제한된 수의 QoS를 제공하기 때문에 수신자들의 다양한 요구를 수용할 수 없으며 QoS 수준을 결정하는 것이 매우 힘들다.

제안한 QCS 모델은 하나의 점 대 다중점 VC를 통하여 두 가지 서비스를 제공하여 망의 자원을 절약하였으며, QoS 변환 서버를 사용하여 완전한 수신자 이질성을 보장하였다. 또한 IP 라우터를 QoS 변환 서버로 사용하기 때문에 별도의 서버가 필요하지 않다.

V. 결 론

본 논문에서는 멀티캐스트와 QoS의 보장을 요구하는 실시간 인터넷 서비스를 고속의 ATM 망을 통해 보다 효율적으로 제공하는 새로운 메커니즘으로 MSS 모델과 QCS 모델을 제안하였다.

MSS 모델은 ATM 망에 존재하는 모든 호스트 사이에 직접 VC(Virtual Circuit)를 연결하여 고속으로 데이터를 전송하며, 기존 방식과 비교하여 필요한 VC의 수를 줄여 확장도 용이하도록 하였다. QCS 모델은 하나의 점 대 다중점 VC를 통하여 두

가지 서비스를 제공하도록 ATM 스위치를 확장하여 망 자원을 절약하였으며, QoS 변환을 전담하는 서버를 사용하여 보다 효율적으로 이질적인 수신자들을 수용하였다.

제안한 모델의 단점은 두 번의 주소 변환으로 인한 초기 지연이다. 그러나 VOD와 같은 실시간 응용에서 초기 설정에 필요한 지연은 재생 도중 발생하는 지연에 비하여 중요하지 않기 때문에 크게 문제가 되지 않는다.

앞으로의 연구 과제로는, ATM 망을 계층적으로 구성하여 상위의 MARS 서버가 하위의 MARS 서버들의 정보를 관리하도록 하여 MSS 서버가 관리하는 MARS의 수를 줄임으로써, 자원을 보다 효율적으로 활용하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한 거의 모든 인터넷 멀티캐스트 응용이 사용하고 있는 멀티캐스트 세션 광고(Multicast Session Announcement)에 송신자 VC와 QoS에 관한 정보를 추가하여 보다 효율적으로 VC를 설정하는 방법에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] R. Branden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture : An Overview", IETF, RFC 1683, June 1994.
- [2] R. Branden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", IETF, RFC 2205, September 1997
- [3] M. Borden, E. Crawley, J. Krawczyk, F. Baker, S. Berson, "Issues for RSVP and Integrated Services over ATM", IETF, Internet-Draft, February 1996.
- [4] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", IETF, RFC 1112, August 1989.
- [5] L. Berger, "RSVP over ATM Implementation Guidelines", IETF, Internet-Draft, January 1998.
- [6] L. Berger, "RSVP over ATM Implementation Requirements", IETF, Internet-Draft, January 1998.
- [7] E. Crawley, L. Berger, S. Berson, F. Baker, M. Borden, J. Krawczyk, "A Framework for Integrated Services and RSVP over ATM", IETF, Internet-Draft, April 1998.

[8] M. Laubach, "Classical IP and ARP over ATM", IETF, RFC 1577, January 1994.

[9] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks", IETF, RFC 2022, November 1996.

[10] M. Smirnow, "EARTH - EAsy IP multicast Routing THrough ATM Networks", IETF, Internet Draft, March 1997.

[11] L. Salgarelli, A. Corghi, H. Sanneck, and D. Witaszek, "Supporting IP Multicast Integrated Services in ATM Networks", *In Proceedings of SPIE VV'97 - Broadband Networking Technologies*, Nov 1997.

[12] A. Alles, "ATM Internetworking", Cisco Systems Inc. White Paper, May 1995.

[13] ATM Forum, "ATM User Network Interface (UNI) Specification Version 3.0", ATM, Forum af-uni-0010.001, September 1993.

[14] ATM Forum, "ATM User Network Interface (UNI) Signalling Specification Version 4.0", ATM Forum af-sig-0061.000, July 1996

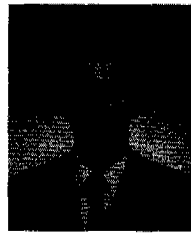
[15] ATM Forum, "RSVP and ATM Signalling", ATM Forum 96-0258, January 1996.

[16] 박미룡, 조유제, "RSVP over ATM 망에서 이질적인 서비스 품질 보장을 위한 MARS 프로토콜의 확장", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집(III)*, pp. 597-600, 24(2), 1997.

[17] 금정현, 정광수, 장종수, 정유현, "ATM 망에서 효율적인 IP 멀티캐스트를 위한 MARS 프로토콜의 확장", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집(III)*, pp. 447-449, 25(2), 1998.

금정현(Jung-hyun Kum)

정회원



1997년 2월 : 광운대학교
전자통신공학과 학사
1999년 2월 : 광운대학교
전자통신공학과 석사
1999년 3월~현재 : 광운대학교
전자통신공학과 박사과정
<주관심분야> 멀티미디어 통신,
분산처리 시스템

정광수(Kwang-sue Chung)

정회원



1981년 2월 : 한양대학교
전자공학과 학사
1983년 2월 : 한국과학기술원
전기 및 전자공학과 석사
1991년 1월 : 미국 University of
Florida 전기공학과 박사
(컴퓨터공학전공)
1983년~1993년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
1991년~1992년 : 한국과학기술원 대우교수
1993년~현재 : 광운대학교 전자공학부 부교수(신기술연구소 연구원)
<주관심분야> 멀티미디어통신, 컴퓨터통신, 분산처리
시스템