

ATM망에서의 IP 멀티캐스트 지원 메커니즘

안 광수*

An Mechanism to Support IP Multicast over ATM Network

Ahn Kwan Soo *

요 약

인터넷의 급격한 확산과 함께 다양한 형태의 새로운 응용서비스들이 등장하였다. 이러한 응용으로 VOD(Video On Demand), AOD(Audio On Demand), 영상회의, 원격진료, 인터넷 방송 등과 같은 실시간 서비스를 제공하기 위해서는 대용량의 데이터를 전송하기 위한 고속의 링크 기술과 여러 수신자들에게 데이터를 전송하는 멀티캐스트 기술 및 실시간으로 데이터를 처리하기 위한 QoS의 보장 등이 필요하다. 본 논문에서는 멀티캐스트 그룹 관리 서버와 멀티캐스트 VC의 식별자 정보를 사용하여, 멀티캐스트 그룹에 가입하고 탈퇴하는 경우뿐만 아니라 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴하는 경우에도 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을 제공하여 ATM 망에서 효율적으로 IP 멀티캐스트를 제공하는 새로운 메커니즘을 제안하고자 한다. 제안한 메커니즘은 멀티캐스트 그룹에 참여/탈퇴할 경우뿐만 아니라, 멀티캐스트 VC에 참여/탈퇴할 경우에도 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을 제공하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어, IP 멀티캐스트 ATM 망에서 제공하는 기존의 방식들을 소개하고, 기존 방식들의 문제점을 분석하고 제안한 메커니즘을 설명한다. 그리고 기존 방식과 비교하여 제안한 메커니즘을 평가하고, 결론을 맺는다.

Abstract

The proposed mechanism has an group management server, which manages the information about both the receivers and the senders. Any receiver can dynamically join/leave the multicast VC. The signaling overload due to group membership changes is not concentrated on the sender, but it is distributed to many receivers for the scalability improvement. The associated signaling messages propagates from the receivers to the ATM switch dedicated to the multicast VC, and hence no signaling overload exists in the shared links there is no latency for the receiver to wait. Our proposed scheme is superior in the view of scalability, the efficiency and the latency to other schemes.

▶ Keyword : Multicast, ATM, 시그널링

* 창원전문대학 부교수

I. 서론

인터넷의 급격한 확산과 함께 다양한 형태의 새로운 응용서비스들이 등장하였다. 이러한 응용으로 VOD(Video On Demand), AOD(Audio On Demand), 영상의회의, 원격진료, 인터넷 방송 등과 같은 실시간 서비스를 제공하기 위해서는 대용량의 데이터를 전송하기 위한 고속의 링크 기술과 여러 수신자들에게 데이터를 전송하는 멀티캐스트 기술 및 실시간으로 데이터를 처리하기 위한 QoS의 보장이 필요하다[1][3].

ATM 망에서 IP 멀티캐스트를 제공하는 방법으로 IETF에서 정의한 MARS(Multicast Address Resolution Server) 모델이 있으며, 이 외에 EARTH(EAsy IP multicast Routing THrough ATM clouds) 모델, MSS(Multicast Synchronization Server) 모델 등이 있다[4][7]. 그러나 이러한 모델들은 송신자가 직접 수신자들을 점 대 다중점 멀티캐스트 VC에 추가/삭제하기 때문에 확장에 문제가 있고, 이러한 시그널링은 송신자에서 수신자로 발생하므로 공유 링크에서 여러 번의 시그널링이 발생하며, 이로 인하여 ATM 망 자원을 효율적으로 활용하지 못하고, 수신자는 송신자가 멀티캐스트 VC에 추가할 때까지 멀티캐스트 데이터를 받지 못하는 문제점이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 멀티캐스트 그룹 관리 서버와 멀티캐스트 VC의 식별자 정보를 사용하여, 멀티캐스트 그룹에 가입하고 탈퇴하는 경우뿐만 아니라 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴하는 경우에도 IP 멀티캐스트의 수신자주도 특성을 제공하여 ATM 망에서 효율적으로 IP 멀티캐스트를 제공하는 새로운 메커니즘을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어, IP 멀티캐스트 ATM 망에서 제공하는 기존의 방식들을 소개하고, 기존 방식들의 문제점을 분석하고 제안한 메커니즘을 설명한다. 그리고 기존 방식과 비교하여 제안한 메커니즘을 평가하고, 결론을 맺는다.

II. ATM망에서의 IP 멀티캐스트

인터넷 멀티캐스트를 ATM 망에서 제공하기 위하여 필요한 요소 중 가장 중요한 것은 IP 멀티캐스트 그룹 주소를 수신자 개개의 ATM 주소로 변환하는 멀티캐스트 주소변환 과정이다. 이는 인터넷은 그룹 주소를 사용하는데 반하여, ATM에는 그룹 주소가 없기 때문이다.

이러한 주소변환을 통하여 인터넷 IP 멀티캐스트 ATM 망에서 제공하는 방법으로 MARS(Multicast Address Resolution Server) 모델, EARTH(EAsy IP multicast Routing THrough ATM clouds) 모델 및 MSS(Multicast Synchronization Server) 모델 등을 살펴보기로 한다.

1. 멀티캐스트(Multicast) 정의

인터넷의 전송 방식은 전송에 참여하는 송신자와 수신자 관점에서 나누어 유니캐스트, 브로드캐스트, 멀티캐스트로 구분할 수 있다.

유니캐스트 전송방식은 하나의 송신자가 다른 하나의 수신자로 데이터를 전송하는 방식으로 일반적인 인터넷 응용 프로그램이 모두 유니캐스트 방식을 이용하고 있다. 브로드캐스트 전송방식은 하나의 송신자가 같은 서브네트워크 상의 모든 수신자에게 데이터를 전송하는 방식이다. 반면 멀티캐스트 전송방식은 하나 이상의 송신자들이 특정한 하나 이상의 수신자들에게 데이터를 전송하는 방식으로 인터넷 화상회의 등의 응용에서 사용한다.

멀티캐스트는 근원지 호스트 또는 프로토콜 엔티티가 패킷을 하나의 지역적인 전송 연산으로 동시에 여러 목적지로 전송하는 프로세스를 말하며 유니캐스트와 브로드캐스트는 멀티캐스트의 특별한 예로 간주할 수 있다. 대부분의 네트워크 계층 모델들은 추상화된 멀티캐스트 그룹 주소를 이용하여 패킷을 전송하며 이러한 추상화는 인터넷에서 제공하는 연결 계층에 의해 지원된다.

유니캐스트는 점대점(one-to-one) 양방향 VC(Virtual Channel)를 통하여 이루어지는 반면, 멀티캐스트는 일대다 단방향 VC를 통하여 이루어진다.

따라서 멀티캐스트의 경우 패킷을 보내는 송신자는 수신자에 대한 사전 지식을 갖고 있어야 하며 명시적으로 패킷을 전송하는 자신을 루트 노드, 수신자를 단말노드로 하여 VC를 설정하게 된다.

2. 멀티캐스트(Multicast) 주소

IP 주소는 32비트 중에서 상위 비트들에 의해서 클래스(class)로 분류된다. 멀티캐스트 주소는 멀티캐스트 그룹에 속하는 수신자를 지정하게 된다. 그래서 송신자는 모든 그룹 구성원들에게 전달되도록 멀티캐스트 주소를 패킷의 목적지 IP 주소로 사용한다. IP 멀티캐스트 그룹은 D클래스 주소를 사용하는데 이의 형식은 다음과 같다.

Bits	0123 4 8 16 24 31	Address Range
Class A	netid hostid	0.0.0.0 - 127.255.255.255
Class B	netid hostid	128.0.0.0 - 191.255.255.255
Class C	netid hostid	192.0.0.0 - 233.255.255.255
Class D	multicast address	224.0.0.0 - 239.255.255.255

그림 1. 인터넷 주소형태

목적지 주소가 1110으로 시작하는 IP 데이터그램은 멀티캐스트 데이터그램이다. D클래스 주소는 상위 4비트가 1110으로 설정되고, 그 다음 28비트는 멀티캐스트 그룹 ID로 사용된다. IANA(인터넷 주소 할당 기관)는 등록된 IP 멀티캐스트 그룹의 목록을 관리한다. 표준 점-십진 주소로 표현된 멀티캐스트 그룹 주소의 범위는 224.0.0.01부터 239.255.255.255까지 이다.

이중에서 기본 주소 224.0.0.0은 예비용이기 때문에 할당할 수 없다. 224.0.0.1부터 224.0.0.255 범위에 있는 멀티캐스트 주소는 라우팅 프로토콜과 하위-레벨 토폴로지 식별이나 유지관리 프로토콜용으로 예약되어 있다. 이외에 224.0.1.0에서 239.255.255.255는 여러 가지 멀티캐스트 응용을 지정하거나 아직 지정되지 않은 것도 있다. 특히 239.0.0.0에서 239.255.255.255는 인터넷 응용이 아닌 사이트 관리 응용용으로 예약되어 있다. 예약된 멀티캐스트 그룹(well known multicast groups)은 특수한 용도로 쓰이기 때문에 개인적인 프로그램 제작시에 사용할 수 없다. 이 특수 그룹들은 모두 RFC문서 Assigned Numbers에 정기적으로 등록된다(8)(9). IETF에서 IP 멀티캐스트 주소를 그 사용 범위에 따라 할당하여 권고한 것이다.

일반 사용자들은 표1에서 비할당 어드레스를 임의로 사용하면 된다.

3. MARS 모델

MARS는 연결형의 ATM 망에서 비연결형 IP 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위한 프로토콜로서 UNI 3.0/3.1 시그널링 기반의 ATM 망을 대상으로 고안되었다(10). MARS는 클러스터라는 단위로 3계층 멀티캐스트 그룹에 대한 ATM 단말들의 등록을 담당한다. 클러스터란 MARS 서버를 중심으로 형성되는 멀티캐스트 멤버들을 일컫는다. MARS 클라이언트라 불리는 ATM 단말들은 MARS에게 MARS_JOIN이라는 등록 메시지를 보내어 자신의 ATM 주소와 참여하기 원하는 멀티캐스트 그룹 주소를 등록하고, 탈퇴하기 위해서는 MARS_LEAVE 메시지를 보낸다.

MARS는 IP 멀티캐스트 그룹에 대한 MARS 클라이언트들의 등록/탈퇴 정보를 유지하여 어떤 멀티캐스트 그룹의 송신원인 클라이언트의 요구가 있을 때 멀티캐스트 그룹에 속하는 그룹 멤버들의 ATM 인터페이스를 알려준다.

MARS는 송신원으로부터 멀티캐스트 그룹에 속하는 수신원들을 알아내기 위한 질의를 받고 응답을 보내거나, 수신원으로부터 IP 멀티캐스트 그룹에 대한 등록/탈퇴 정보를 받기 위하여 MARS와 클라이언트 멤버간에 일시적인 일대일 VC를 유지한다. 또한 새로운 수신원의 등록과 같은 그룹 멤버쉽에 관한 갱신정보를 알리기 위하여 모든 클라이언트들에게 반영구적인 일대다 VC를 유지한다.

VC 메쉬 방식은 송신원에서 수신원들까지 독립적인 일대다 VC를 설정하므로 각각 최적의 데이터 경로를 사용함으로써 처리량 및 점대점 대기 시간 측면에서 더 좋은 성능을 나타내지만 같은 멀티캐스트 그룹에 대하여 송신자마다 독자적인 VC를 설정해야 하므로 VC 소모가 크다. 반면 MCS를 이용하는 방법은 MCS가 여러 송신원으로부터 동일한 그룹에 대한 트래픽을 받으므로 MCS에서의 병목 현상이 발생할 수 있고 모든 송신원이 수신원까지 최적의 경로를 이용하지 못하고 MCS를 거치므로 점대점 대기 시간 측면에서 성능이 떨어진다. 그러나 MCS 방식은 멀티캐스트 그룹이 동적으로 빈번하게 변하는 경우, MCS로부터 수신원들로 가는 하나의 일대다 VC만을 바꾸면 되어 VC 메쉬를 이용하는 방법보다 VC 소모나 VC 관리면에서 볼 때 효율적이다(10).

4. EARTH 모델

EARTH 모델은 MARS 모델의 확장 개념으로, MARS

서버가 하나의 클러스터만을 관리한 것과 달리, EARTH 모델의 EARTH 서버는 ATM 망 전체를 하나의 클러스터로 관리한다. 이때 EARTH 서버가 관리하는 영역을 멀티캐스트 논리 IP 서브넷(Multicast Logical IP Subnet : MLIS)이라고 한다. 그러나 유니캐스트 주소변환 기능을 제공하지 않기 때문에 별도의 ATMARP 서버가 필요하다. 또한 EARTH 모델은 inter-cluster 멀티캐스트 환경에서도 송신자와 수신자가 직접 VC를 연결하여 고속으로 데이터를 전송한다. EARTH 모델에서의 멀티캐스트 절차는 첫째로 송·수신자→EARTH 서버:등록(그룹+ATM 주소), 둘째로 EARTH 서버→송신자:수신자들의 ATM 주소 전달, 셋째로 송신자:모든 수신자들을 연결하는 점 대 다중점 VC 생성, 넷째로 송신자:멀티캐스트 등이다.

새로운 수신자가 참여할 경우는 첫째로 수신자→EARTH 서버:등록(그룹+ATM 주소)(참여요청), 둘째로 EARTH 서버→송신자:새로운 수신자의 ATM 주소 전달, 셋째로 송신자:점 대 다중점 VC에 새로운 수신자 추가 등이다. 기존 수신자가 탈퇴할 경우는 첫째로 수신자→EARTH 서버:탈퇴요청, 둘째로 EARTH 서버:수신자 정보를 삭제, 셋째로 EARTH 서버→송신자:탈퇴한 수신자의 ATM 주소 전달, 넷째로 송신자:점 대 다중점 VC에서 제거 등이다.

5. MSS 모델

MSS 모델에서 MARS 서버는 LIS 내의 모든 멀티캐스트 그룹을 관리하며, MSS 서버와 정보를 교환하여 전체 ATM 망에 존재하는 멀티캐스트 그룹에 관한 정보를 안다. MLIS를 관리하는 MSS 서버는 각 LLS에 존재하는 MARS 서버를 관리하며, 전체 ATM 망에 존재하는 멀티캐스트 그룹에 관한 정보를 각 MARS 서버에게 알려 모든 MARS 서버들이 관리하는 정보를 동일하게 유지시킨다. MSS 모델에서의 멀티캐스트 절차는 다음과 같다. 여기에서 MI은 송신자가 속한 LIS를 관리하는 MARS 서버이며, Mn는 해당 멀티캐스트 그룹의 수신자가 존재하는 LIS($N \geq 2$)를 관리하는 MARS 서버이며 절차는 다음과 같다.

첫째로 송·수신자→MARS 서버(MI) 등록(그룹+ATM 주소), 둘째로 MI→송신자:해당 LIS의 수신자 ATM 주소 및 Mn의 ATM 주소, 셋째로 송신자:해당 LIS의 수신자와 점 대 다중점 VC에 연결, 넷째로 송신자→Mn:등록(그룹+ATM 주소), 다섯째로 송신자:다른 LIS에 있는 수신자를 점 대 다중점 VC에 추가, 여섯째로 송신자:멀티캐스트 등이다.

해당 LIS에 새로운 수신자가 참여 또는 기존 수신자 탈퇴할 경우는 MARS 모델과 동일하다.

다른 LIS에 새로운 수신자가 참여할 경우는 첫째로 새로운 수신자→Mn:등록(그룹+ATM주소)(참여요청), 둘째로 Mn→송신자:새로운 수신자의 ATM 주소, 셋째로 송신자:새로운 수신자를 점 대 다중점 VC에 추가 등이다.

다른 LIS에 있는 수신자가 탈퇴할 경우는 첫째로 수신자→Mn:탈퇴 요청, 둘째로 Mn:탈퇴한 수신자 정보를 삭제, 셋째로 Mn→송신자:탈퇴한 수신자의 ATM 주소 전달, 넷째로 송신자:점 대 다중점 VC에서 제거 등이다.

탈퇴한 수신자가 마지막 멤버일 경우는 첫째로 Mn→MSS 서버:더 이상 멤버가 없음, 둘째로 MSS 서버→모든 MARS 서버:Mn이 관리하는 LIS에 해당 그룹의 멤버가 없음을 알린다.

VC Mesh 방식을 사용하는 경우는 위와 같으며, MCS 방식을 사용할 경우는 다음과 같다.

첫째로 송·수신자→MARS 서버(MI):등록(그룹+ATM 주소), 둘째로 MCS→MI:등록(그룹+ATM주소), 셋째로 MI→송신자:멀티캐스트를 대행할 MCS 주소, 넷째로 MI→MCS:수신자들의 ATM 주소 및 Mn의 ATM 주소, 다섯째로 송신자:MCS로 점 대 점 VC를 연결하여 데이터 전송, 여섯째로 MCS:모든 수신자들을 점 대 다중점 VC 생성, 일곱째로 MCS→Mn:등록(그룹+ATM주소), 여덟째로 Mn→MCS:해당 LIS의 수신자 ATM주소, 아홉째로 MCS:다른 LIS에 있는 수신자를 점 대 다중점 VC에 추가, 열 번째로 MCS:멀티캐스트 데이터 중계 등이다. 새로운 수신자가 참여할 경우는 첫째로 수신자→Mn:등록(그룹+ATM 주소), 둘째로 Mn→송신자(MCS):수신자의 ATM 주소, 셋째로 송신자(MCS):새로운 수신자를 점 대 다중점 VC에 추가 등이다.

III. ATM 망에서의 효율적인 IP멀티캐스트 지원 메커니즘

여기에서는 인터넷 멀티캐스트 서비스를 ATM 망을 통하여 제공하는 방식으로 MARS 모델, EARTH 모델, MSS 모델의 문제점을 분석한 후, ATM 망에서 보다 효율

적으로 인터넷 멀티캐스트를 제공하는 새로운 메커니즘을 제안하고자 한다.

여기에서는 C개의 클러스터로 구성된 ATM 망이 존재하며, 각 클러스터에는 N개의 멀티캐스트 그룹과 m개의 MCS 서버가 존재하며, 각 멀티캐스트 그룹에는 s개의 송신자와 r개의 수신자가 존재하며 하나의 송신자는 하나의 멀티캐스트 그룹에만 데이터를 전송한다고 가정하고, 하나의 MCS 서버는 $n(=N/m)$ 개의 멀티캐스트 그룹을 관리한다고 가정한다.

1. MARS 모델의 문제점

MARS 모델의 VC Mech 방식은 송신자가 멀티캐스트 VC를 관리하므로 송신자는 해당 그룹의 수신자 r개의 ATM 주소를 모두 알고 있어야 한다. 또한 송신자 주소의 가입과 탈퇴가 가능하므로 멀티캐스트 그룹 변화에 따른 시그널링 오버로드(수신자의 수 r에 비해)가 송신자로 집중하여 확장성에 문제가 있다. MCS 방식은 송신자가 멀티캐스트 VC를 관리할 뿐만 아니라 n개의 멀티캐스트 그룹을 관리하기 때문에 $n \times r$ 개의 수신자 정보를 관리하여야 하며, 그룹 변화에 따라 MCS 서버로 집중하는 시그널링 오버로드는 관리하는 수신자의 수에 비례한다. 따라서 MCS 방식이 VC Mesh 방식 보다 확장에 어려움이 있음을 알 수 있다.

2. EARTH 모델의 문제점

EARTH 모델은 ATM 망 전체를 하나의 클러스터로 관리하므로 송신자가 관리해야 하는 수신자 수 역시 이에 비례하여 증가한다. 따라서 송신자가 관리해야 하는 수신자 수는 $C \times r$ 이 되며, 그룹 변화에 따른 시그널링 오버로드 역시 이에 비례하므로 MARS 모델에 비하여 확장성 문제가 심각함을 알 수 있다.

3. MSS 모델의 문제점

MSS 모델에서 송신자가 관리하는 수신자 수는 각 클러스터의 멀티캐스트 방식에 따라 다르다. 만일 모든 클러스터에서 VC Mesh 방식을 사용한다면, 송신자가 관리하는 수신자 수가 $C \times r$ 이 되어 EARTH 모델과 동일한 확장성 문제를 발생시킨다. 그러나 모든 클러스터에서 MCS 방식을 사용한다면, 송신자가 각 클러스터에 존재하는 MCS 서버만 관리하면 되므로 관리할 수신자 수가 C개로 감소할 뿐만 아니라 MCS 서버는 그룹변화에 따라 동적으로 가입/탈퇴하지 않으므로 송신자로 집중하는 시그널링 오버로드는 거의 발생하지 않는다. 그러나 각 클러스터의 MCS 서버가

해당 클러스터의 수신자들을 관리하므로 MARS 모델의 MCS 방식과 동일한 확장성 문제를 발생시킨다.

MSS 모델에서 가능한 극단적인 2가지 방식을 살펴보았다. 전자의 경우는 모든 시그널링 오버로드가 송신자로 집중되는 경우이며, 후자의 경우는 이러한 시그널링 오버로드가 각 클러스터의 MCS 서버로 분산되는 경우이다.

이상을 정리하면 <표 1>과 같다. 기존의 각 방식들을 그룹 변화에 따른 시그널링 오버로드가 집중되는 노드(집중노드)를 가지며, 집중 노드의 시그널링 오버로드는 각 노드가 관리하는 멀티캐스트 VC에 연결된 수신자수에 비례한다. 이러한 시그널링 오버로드로 인하여 동적인 변화가 심한 멀티캐스트 그룹 환경에서 확장성 어려움이 있다.

이러한 확장성 문제의 근본적인 원인은 기존의 모델들이 IP 멀티캐스트의 수신자들이 멀티캐스트 그룹에 참여하고 탈퇴하는 것은 서버에 의하여 송신자 모르게 이루어지지만, 실제 데이터를 받기 위한 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴하는 것은 송신자에 의하여 이루어지기 때문이다.

즉 기존의 방식들은 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을 그룹 가입/탈퇴 측면에서는 제대로 제공하지만, 멀티캐스트 VC에 참여/탈퇴하는 측면에서는 제대로 제공하지 못한다.

표 1. 기존 모델의 비교

	MARS		EARTH	MSS	
	VC Mesh	MCS		VC Mech	MCS
집중노드	송신자	MCS 서버	송신자	송신자	송신자 MCS 서버
관리 영역	LIS	LIS	전체 ATM망	전체 ATM망	전체 ATM망
집중 노드의 오버로드	r	$n \times r$	$C \times r$	$C \times r$	$n \times r$
ATM망 전체 오버로드	$C \times r \times N$	$n \times r \times m \times C = N \times r \times C$	$C \times r \times N$	$C \times r \times N$	$n \times r \times m \times C = N \times r \times C$
IP 라우터	O	O	X	X	X

전체 ATM 망에서의 오버로드는 단순히 수신자의 수에 비례함을 의미한다.

즉 각 모델에서 발생하는 시그널링 오버로드가 intra-cluster 영역인지 inter-cluster 영역인지를 고려하지 않고 단순히 하나의 수신자가 1의 시그널링 오버로드를 발생시킨다는 것을 가정하였다.

4. ATM 망에서의 효율적인 IP 멀티캐스트 지원 메커니즘

IP 멀티캐스트를 보다 효율적으로 지원하기 위하여 제안한 새로운 메커니즘을 설명한다. 제안한 메커니즘은 기존 방식들이 제공하지 못했던 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을 보다 완벽히 제공하여 기존 방식에서 문제가 되었던 집중 노드를 제거하여 확장을 용이하게 하였다.

또한 제안한 메커니즘은 기존의 모델에 큰 변화 없이 적용이 가능하다.

제안한 메커니즘에서는 멀티캐스트 그룹 관리 서버를 정의하였다. 멀티캐스트 그룹 관리 서버는 특정 영역을 관리하며, 해당 영역에 존재하는 모든 멀티캐스트 그룹과 그 그룹의 송·수신자 및 MCS 서버의 정보를 관리할 뿐만 아니라 송신자가 할당하는 멀티캐스트 VC 식별자 정보를 관리한다. 그룹 관리 서버는 기존 모델의 MARS 서버, EARTH 서버, MSS 서버에 대응하며, 관리하는 정보는 <표 2>와 같다.

표 2. 그룹 관리 서버 테이블

IP 그룹 주소	(ATM주소, VC 식별자)	ATM 주소	(ATM 주소, VC 식별자)
A	(S1, ID1), (S2, ID2),...	R1, R2, R3,....	(MCS, ID)
...

제안한 메커니즘에서는 수신자들이 송신자 모르게 멀티캐스트 VC에 참여하는 방법으로 UNI 4.0에서 정의한 LIJ를 사용한다. LIJ는 송신자의 ATM 주소와 송신자가 할당하는 점 대 다중점 멀티캐스트 VC 식별자(GCID)정보를 사용하여 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴한다.

첫째로 송신자 등록 : 송신자는 자신의 ATM 주소와 멀티캐스트에 사용할 VC의 식별자를 미리 할당하여 그룹 관리 서버에 등록한다.

둘째로 수신자 정보 → 송신자 : 송신자가 등록할 당시 이미 그룹에 가입한 수신자가 존재하는 경우, 해당 수신자의 ATM 주소를 송신자에게 전달하여 멀티캐스트 VC를 생성하도록 한다. 해당 그룹에 수신자가 존재하지 않다면, 2의 과정은 생략된다.

셋째로 수신자 등록 또는 탈퇴 요청 : 그룹에 참여하고자 하는 수신자는 멀티캐스트 그룹 서버에 자신의 ATM 주소를 등록하고, 탈퇴를 요청하는 경우 그룹 관리서버는 해당

수신자 정보를 지운다.

넷째로 송신자 정보 → 수신자 : 그룹 관리 서버는 해당 그룹의 송신자 정보(송신자의 ATM 주소 + 멀티캐스트 VC 식별자)를 수신자에게 전달한다.

다섯째로 수신자 참여 또는 탈퇴 : 수신자는 그룹 관리 서버로부터 전달받은 정보를 사용하여 LIJ 방식으로 송신자 모르게 멀티캐스트 VC에 참여하고, 탈퇴할 경우에도 수신자는 LIJ 방식으로 송신자 모르게 탈퇴한다.

여섯째로 멀티캐스트 데이터 : 송신자의 멀티캐스트 데이터가 수신자로 전달된다. 이상에서 살펴본 바와 같이 제안한 방식에서 송신자는 수신자의 참여와 탈퇴를 전혀 알지 못한다. 따라서 그룹 변화에 따른 시그널링 오버로드는 송신자로 집중하지 않고 각 수신자들로 분산되기 때문에, 기존 방식에서 문제가 되었던 집중 노드가 존재하지 않는다. 또한 제안한 메커니즘은 기존 모델에 큰 변화 없이 적용이 가능하다.

IV. 제안한 메커니즘의 평가

여기에서는 제안한 메커니즘을 기존 방식과 비교하여 확장성 및 효율성 측면에서 평가한다.

하나의 멀티캐스트 그룹이 존재하며, 이 그룹에 하나의 송신자가 2개의 수신자에게 멀티캐스트 데이터를 전송하고 있다. 또한 3개의 새로운 수신자 (R1 R2, R3)가 멀티캐스트 그룹에 참여하려고 한다. 평가는 그림2와 같은 환경을 고려한다.

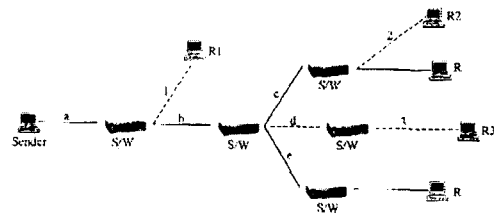


그림 2. 평가를 위한 망 구성

1. 확장성

기존의 방식과 제안한 메커니즘을 확장성 측면에서 비교 평가한다. 먼저 <그림 2>에서 새로운 수신자(R1, R2, R3)가 멀티캐스트 VC에 참여하는 과정을 기존 방식과 제안한 메커니즘을 적용한 경우를 설명한다.

1.1 기존의 방식

기존의 MARS 모델, EARTH 모델, MSS 모델은 공통적으로 송신자가 새로운 수신자를 멀티캐스트 VC에 추가한다. 따라서 송신자가 수신자를 추가하는데 발생하는 시그널링은 <그림 3>과 같다.

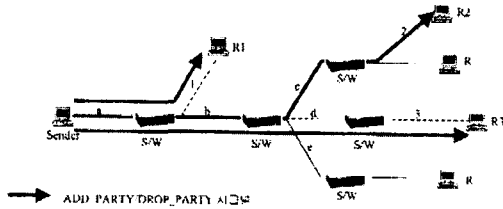


그림 3. 기존방식에서의 시그널링 오버로드

<그림 3>에서 보는바와 같이 수신자 R1을 추가하기 위하여 송신자가 발생시킨 시그널링은 링크 a와 링크 1을 거쳐 발생하며, 수신자 R2를 추가하기 위한 시그널링은 링크 a, 링크 b, 링크 c와 링크 2를 거쳐 발생한다. 또한 수신자 R3을 추가하기 위한 시그널링은 링크 a, 링크 b, 링크 d와 링크 3을 거쳐 발생한다.

그러므로 3개의 수신자(R1, R2, R3)를 추가하기 위하여 송신자는 3번의 시그널링을 발생시켜야 하며, 발생한 시그널링은 ATM 망을 따라 송신자에서 수신자로 퍼져나감을 알 수 있다. 또한 링크 a에서는 3번의 시그널링이 모두 발생하며, 링크 b에서는 2번, 나머지 링크에서는 1번씩의 시그널링이 발생한다.

따라서 멀티캐스트 그룹이 클수록 송신자가 발생시키는 시그널링 오버로드가 증가하며, 링크에 발생하는 시그널링 오버로드 또한 증가한다. 즉, 기존 방식에서 발생하는 시그널링 오버로드는 수신자의 수에 비례하여 증가한다. 또한 동적인 멀티캐스트 그룹 변화가 심할 경우 발생하는 오버로드 역시 증가한다.

1.2 제안한 메커니즘

제안한 메커니즘은 수신자가 송신자 모르게 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴하는 것이 가능하다. 따라서 그림1에서 송신자가 수신자를 추가하는데 발생하는 시그널링은 그림4

와 같다. 수신자 R1을 추가하기 위하여 수신자에 의하여 발생한 시그널링은 링크 1에만 발생하며, 수신자 R2를 추가하기 위한 시그널링은 링크 2에만 발생한다. 또한 수신자 R3을 추가하기 위한 시그널링은 링크 3과 링크 d에만 발생한다.

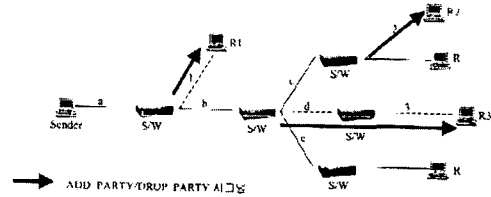


그림 4. 제안한 메커니즘에서의 시그널링 오버로드

따라서, 3개의 수신자(R1, R2, R3)를 추가하기 위한 시그널링은 기존 방식과 마찬가지로 3번 발생하지만 이러한 시그널링이 송신자 한 노드에서 발생하는 것이 아니라 각 수신자로 분산된다. 따라서 각 수신자에서는 한 번의 시그널링 오버로드가 발생한다. 또한 발생한 시그널링은 모두 서로 다른 링크(그림 4 링크 1, 링크 2, 링크 3, 링크 d)에서 발생하며, 공유링크에서는 시그널링이 발생하지 않는다. 즉, 그룹 변화에 따른 시그널링 오버로드가 수신자와 멀티캐스트 VC에 연결된 ATM 스위치사이로 한정된다.

따라서 멀티캐스트 그룹의 수신자 수가 증가하여도 송신자가 발생시키는 시그널링은 존재하지 않으며, 단지 수신자 자신이 하나의 시그널링만을 발생시킨다. 또한 모든 시그널링이 서로 다른 링크에서 발생하므로 이로 인한 시그널링 오버로드 역시 매우 작다. 즉, 수신자수가 증가하여도 각 노드, 링크 입장에서는 오직 하나의 시그널링만이 존재하게 된다.

이상에서 살펴본 바와 같이 기존의 방식에서 발생하는 시그널링 오버로드는 수신자의 수에 비례하여 증가하므로 확장에 어려움이 있다. 그러나 제안한 메커니즘을 적용할 경우, 발생하는 시그널링은 각 노드, 링크 입장에서 오직 한번만 발생하므로 확장이 매우 용이하다. 즉, 기존 방식에서의 시그널링 오버로드 수신자 수(n)라고 한다면 제안한 메커니즘을 적용한 경우의 시그널링 오버로드는 1이 된다.

2. 효율성

기존의 모델은 수신자들을 추가/제거하기 위한 시그널링 오버로드가 멀티캐스트 VC의 각 링크에서 여러 번 발생할 뿐만 아니라 송신자에서 수신자를 잇는 전체 경로에서 발생한다.

그러나 제안한 메커니즘을 사용할 경우, 이러한 시그널링은 서로 다른 링크에서만 발생하고 수신자와 멀티캐스트 VC에 연결된 ATM 스위치 사이에만 발생한다.

또한 기존의 모델에서 송신자와 수신자가 서로 다른 클러스터에 존재할 경우, 그룹 관리 서버가 송신자에게 새로운 수신자 정보를 전달하는 시그널링은 그룹이 변할 때마다 발생하며 이러한 시그널링 오버로드는 inter-cluster 영역에 걸쳐 발생한다. 그러나 제안한 메커니즘은 그룹 관리 서버가 수신자에게 송신자 정보를 알려주며 이러한 시그널링 역시 그룹이 변할 때마다 발생하지만, 시그널링이 발생하는 영역이 inter-cluster 영역으로 한정된다. 따라서, 제안한 메커니즘은 기존의 모델과 비교하여 시그널링 오버로드가 발생하는 영역이 매우 작으므로, ATM 망 자원을 보다 효율적으로 사용한다.

3. 지연

기존 방식은 수신자가 멀티캐스트 그룹에 참여를 요청하며, 그룹 관리 서버가 이를 송신자에게 알리고, 송신자가 수신자를 멀티캐스트 VC에 추가시키는 방법이다. 따라서 수신자는 멀티캐스트 그룹에 참여를 요청한 후, 송신자가 멀티캐스트 그룹에 참여시킬 때까지 기다려야 하는 문제점이 있다.

제안한 메커니즘은 수신자가 직접 점 대 다중점 VC에 참여하기 때문에 이러한 지연이 발생하지 않는다. 따라서 제안한 메커니즘에서 해당 멀티캐스트 그룹에서 멀티캐스트 데이터를 전송 받는데 필요한 초기 지연시간이 감소한다.

V. 결론

본 논문에서는 ATM 망에서 IP 멀티캐스트를 보다 효율적으로 제공하는 새로운 메커니즘을 제안하였다. ATM 망에서 IP 멀티캐스트를 제공하는 기존의 MARS 모델, EARTH 모델, MSS 모델 등은 멀티캐스트 그룹에 참여하고 탈퇴하는 관점에서는 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을 반영한다. 그러나 실제 데이터를 전송하는 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴하는 것은 송신자에 의하여 이루어지기 때문에 기존의 방식이 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을

반영한다고 할 수 없다. 따라서 송신자의 오버로드가 크며, 발생하는 시그널링 오버로드는 송신자에서 수신자로 향하는 모든 경로에서 발생한다. 또한 이러한 시그널링은 이미 생성된 멀티캐스트 VC를 따라서 수신자로 발생하므로, 수신자들이 공유하는 링크(생성된 멀티캐스트 VC)에서는 그 링크를 통하는 수신자의 수에 비례하여 시그널링 오버로드가 발생하는 문제점이 있다.

제안한 메커니즘은 멀티캐스트 그룹에 참여/탈퇴할 경우 뿐만 아니라, 멀티캐스트 VC에 참여/탈퇴할 경우에도 IP 멀티캐스트의 수신자 주도 특성을 제공하였다. 즉 제안한 메커니즘에서 수신자는 송신자 모르게 멀티캐스트 VC에 참여하고 탈퇴하는 것이 가능하다. 따라서 멀티캐스트 그룹 변화에 따른 시그널링 오버로드는 한 곳(송신자)으로 집중되지 않고 모든 수신자들로 분산하므로 확장성이 우수하다. 또한 발생하는 시그널링은 수신자에서 멀티캐스트 VC에 연결된 ATM 스위치까지만 발생하며, 발생하는 시그널링은 생성된 멀티캐스트 VC 이외의 영역에서 발생하므로 ATM 망 자원의 효율성이 우수하다.

앞으로 제안한 메커니즘을 구현하여 시그널링 오버로드와 지연 등에 대한 데이터를 얻고, 이를 기존 모델의 경우와 비교하여 제안한 메커니즘을 정량적으로 평가하는 작업이 필요하다.

참고문헌

- [1] R. Branden, D. Clark, and S. Shenker, "Intergrated Services in the Internet Architecture: An Overview," REC 1683, Jun. 1994.
- [2] M. Perez, F. Liaw, A. Mankin, E. Hoffman, D. Grossman, A. Malis, "ATM Signaling Support for IP over ATM," REF 1755, IETF, Fed. 1995.
- [3] A. Alles, "ATM Internetworking," Cisco Systems Inc. White Paper, May 1995.
- [4] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks," REC 2022, IETF, Nov. 1996.

- [5] M. Smirnow, "EARTH- EAsy IP multicast Routing THrough ATM Networks," Internet Draft, IETF, Mar. 1997.
- [6] 김정현, 정광수, 장종수, 정유현, "ATM망에서 효율적인 IP멀티캐스트를 위한 MARS 프로토콜의 확장," 한국정보과학학회 학술발표논문집, 제25권 2호, 1998년 10월, pp.447-449.
- [7] 김정현, 정광수, "ATM 망을 통한 실시간 인터넷 서비스 지원 메커니즘," 한국통신학회 논문지, 제24권 제 6B호, 1999년 6월, pp.1123-1122.
- [8] Deering, S., Host Extensions for Ip Multicasting, IETF RFC 1112, August 1989.
- [9] Fenner, W., Inetrnet Group Management Protocol, Version 2, IETF RFC 2236, November 1997.
- [10] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks", RFC 2022, Nov. 1996.

저 자 소 개



안 광 수

1984년 3월 ~ 현재

창원전문대학 인터넷정보과 부교수

현 재 전자계산소장