

효율적인 인터넷 방송 제공을 위한 RMCP 기술 (국제표준 채택/ ETRI)

강신각 | TTA 전략계획특별위원회 위원, 한국전자통신연구원 기반기술연구소
박주영 | 한국전자통신연구원 기반기술연구소

1. 서론

IP 멀티캐스트는 그 장점에도 불구하고 주소 할당 문제나 라우터 관리 기술, 라우터의 업그레이드 등의 문제에 따라 아직까지도 실제 인터넷 망에는 널리 적용되고 있지 못하고 있다. 그러나 최근 IP 멀티캐스트 메커니즘을 필요로 하는 인터넷 게임이나 인터넷 생방송 등의 그룹 통신에 대한 요구가 높아지고 있기 때문에 현존하는 인터넷 라우터 장비를 변경하지 않고서도 종단 그룹 통신을 가능하도록 해주는 오버레이 멀티캐스트 기술이 속속 등장하고 있다. RMCP는 ETRI에서 개발하여 현재 ITU-T와 ISO/IEC JTC1에서 국제표준으로 추진 중인 기술로써 인터넷 하부 인프라를 변경하지 않고서도 그룹 통신을 보다 효율적으로 제공할 수 있는 오버레이 멀티캐스트 기술의 일종이다. 본 고에서는 2003년 11월 ISO/IEC에서 FCD 절차를 밟게 된 RMCP의 표준화 배경과 프로토콜의 소개 그리고 구현 및 표준화 현황에 대하여 기술하도록 한다. 서론에 이은 2절에는 RMCP 기술의 배경을 소개하고, RMCP의 개괄적인 내용을 3절에서 소개하기로 한다. 4절에서 RMCP 프로토콜의 세부 기술과 5절에서 RMCP 기술의 구현 및 표준화 현황을 소개한 후

RMCP와 같은 오버레이 멀티캐스트 기술의 향후 발전 방향의 가능성을 6절에 기술한다.

2. 배경

일반적인 IP 유니캐스트 환경에서 하나의 송신자가 다수의 수신자들에게 데이터를 전송하기 위해서는 각각의 수신자들에게 동일한 데이터를 반복적으로 보내야 하기 때문에 송신자 노드의 자원과 네트워크 대역폭의 낭비를 초래한다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 IP 멀티캐스트 기술은 송신자와 수신자 사이에 존재하는 멀티캐스트 라우터들 간의 데이터 경로(멀티캐스트 데이터 전달 경로)에 따라 중복적인 데이터가 발생하지 않도록 한다.

IP 멀티캐스트 메커니즘을 사용하기 위해선 수신자들이 미리 IGMP를 통하여 특정 그룹에 가입하고, 송신자는 각각의 수신자들의 주소가 아닌 그룹 주소로 데이터를 전송한다. 이 데이터는 IP 멀티캐스트 라우터들간에 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 의해 구성된 데이터 경로에 따라 그룹에 가입한 모든 수신자들에게 도착할 때까지 복사 후 전달하는 과정을 반복한다. 최

종적으로 그룹에 가입한 수신자를 가지고 있는 에지 멀티캐스트 라우터는 자신의 서브넷에 멀티캐스트 데이터터를 브로드캐스팅한다. 이러한 과정을 통해 IP 멀티캐스트 메커니즘은 그룹에 참여하고 있는 수신자들의 수에 관계없이, 송신 노드의 자원과 망 대역을 모두 효율적으로 사용할 수 있는 방법이다.

그러나 IP 멀티캐스트의 장점에도 불구하고, 다음과 같은 이유들로 인하여 인터넷 망에 널리 적용하지 못하는 실정이다.

- 인터넷 멀티캐스트에서 사용하는 D 클래스 주소는 누구나 임의로 선택하여 사용할 수 있기 때문에 빈번하게 발생할 수 있는 그룹 주소의 충돌 문제
- IP 유니캐스트에서 사용하는 정적인 주소 체계가 아닌, 임의적으로 생성, 소멸이 가능한 동적인 주소 체계를 사용하기 때문에 주소 상태 관리를 위한 라우터의 오버헤드 증가
- 표 1에서 나열한 바와 같은 각종 그룹 통신서비스들의 전송방식과 전송 요구사항들을 충분히 만족시키지 못하는 최선형 IP 멀티캐스트 전송 메커니즘
- 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 관리에 따른 비용 문제
- 현존하는 모든 인터넷 라우터들을 IP 멀티캐스트용 라우터로 교체하거나 시스템을 업그레이드함에 따른 비용 문제

이러한 문제점들로 인하여 현재의 대다수 인터넷 그룹 통신 서비스는 반복적인 유니캐스트 통신 방식을 선호한다. 그러나 이런 방법은 앞에서 언급한 바와 같이 송신 노드와 망 자원을 낭비하는 결과를 초래하기 때문에 최근 하부 인터넷 라우터를 수정하기 보다는 CP(Contents Provider)단위로 종단 호스트 혹은 수 개 혹은 수십 개의 서버를 사용한 오버레이 멀티캐스트 기술을 사용하려는 움직임이 일고 있다.

오버레이 네트워크란 실제 망 환경에서 전선이나 기타 물리적인 연결에 따른 구성되는 경로와는 달리, 필요에 따라 가상적으로 구성하는 네트워크 구조를 의미한다. 오버레이 네트워크란 그 목적에 따라 다양한 방법으로 구성될 수 있는데, 현재의 IPv4 망을 통해서 IPv6 망을 구축하거나, VPN을 사용한 기업 사내망의 구성, Mbone(Multicast Backbone) 등이 대표적인 오버레이 네트워크로 예를 들 수 있다.

오버레이 멀티캐스트 기술은 순수한 망 서비스라고 하기 보다는 터널링 등을 통한 그룹 응용 서비스에 더 깊은 관계가 있다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 기술이 대두되기 시작한 초기에는 표준화 작업의 요구가 없었지만, 최근 IUT-T SG17 및 IETF에서는 이에 대한 표준화의 움직임이 서서히 일어나고 있다.

3. RMCP(Relayed Multi-Cast Protocol) 프로토콜 소개

〈표 1〉 서비스에 따른 그룹 응용 분류

	Real-time data	Reliable data
1:N 방식	인터넷 생방송, 인터넷 실시간 광고 등	주식 알리미, 뉴스 속보, 파일 배포 시스템, 소프트웨어 업데이트 등
N:N 방식	화상회의 등	분산 시스템, 네트워크 게임, 데이터 미러링 혹은 캐싱 시스템 등

RMCP 기술은 현재 인터넷 인프라에 아무런 변경을 가하지 않고서도 그룹 응용 서비스에게 순수한 IP 멀티캐스트의 장점을 제공할 수 있다. 즉 RMCP는 현재의 유니캐스트 기반 인터넷 환경에서 응용의 특성에 가장 적합한 오버레이 멀티캐스트 네트워크를 구성하는 것을 그 목표로 한다. 이를 이루기 위하여 RMCP 프로토콜은 송수신자 사이에 있는 호스트 혹은 서버의 형태를 갖는 MA(Multicast Agent)를 정의하여, IP 멀티캐스트 라우터의 역할을 네트워크 장비가 아닌 응용 계층에서 처리하도록 한다.

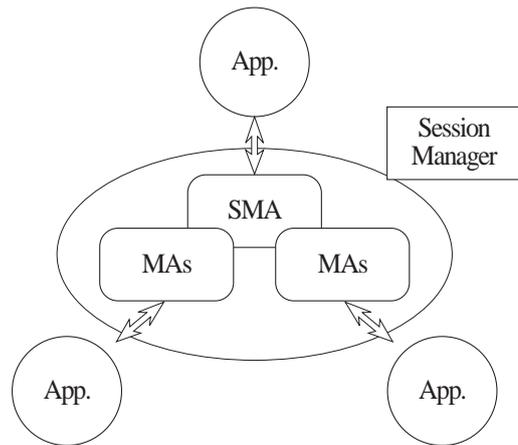
그런데 <표 1>에 열거한 인터넷 그룹 응용 서비스들의 요구 사항들을 어느 하나의 특정 전송 방식만으로 모두 만족시킬 수는 없다. 그 이유는 첫째 송신자와 수신자간의 데이터 전송 채널 구성 방법이 1:N과 N:N방식에 따라 각각 다르기 때문이며, 둘째 모든 응용 서비스들은 그 성격에 따라 각기 다른 데이터 전송 채널을 필요로 하기 때문이다.

이러한 이유로 RMCP를 하나의 프로토콜로써 정의하기 보다는, 전체적인 RMCP 프레임워크를 정의하는 RMCP-1과 1:N오버레이 데이터 전송 메커니즘을 정의하는 RMCP-2, N:N 오버레이 데이터 전송 메커니즘을 정의한 RMCP-3로 나누어 각각의 응용 서비스들을 지원할 수 있도록 한다. 현재까지 RMCP-1 스펙은 완료된 상태이며, RMCP-2 및 RMCP-3는 작성중에 있다.

3.1 RMCP 구성 요소

RMCP는 표 1에 열거된 모든 종류의 IP 멀티캐스트 그룹 서비스의 요구사항을 충분히 만족시키기 위하여, 송수신자 사이에 위치한 MA들간에 그룹 응용 서비스의 요구사항에 알맞은 신뢰적 혹은 실시간성 홉바이홉 유니캐스트 데이터 경로를 형성한다. 이를 이루기 위

하여, RMCP 세션은 그림 1과 같이 3개의 구성요소로 이루어진다. 첫째는 순수한 멀티캐스트 응용 환경이다. 즉 하부 IP 멀티캐스트 망을 사용하여 그룹 데이터를 송수신하는 응용 프로그램들을 의미한다. 둘째는 유니캐스트 환경에서 오버레이 네트워크를 구축해 주는 멀티캐스트 에이전트(MA : Multicast Agent)들이다. MA들은 유니캐스트 네트워크에서 개별적 혹은 그룹 응용과 동시에 존재할 수 있으며 송신 응용으로부터 수신 응용까지 MA들간에 오버레이 네트워크를 구성한다. MA들 중에서 송신자 노드 혹은 네트워크에 존재하는 MA를 다른 것들과 구분하기 위해 특별히 SMA(Sender-side MA)라고 호칭한다. 마지막으로 RMCP 오버레이 네트워크를 통괄적으로 관리하는 세션 매니저를 꼽을 수 있다. 세션 매니저는 RMCP 세션의 생성과 소멸, MA들의 RMCP 세션 가입 허락 등 각종 RMCP 세션 상태 관리 임무를 담당한다.



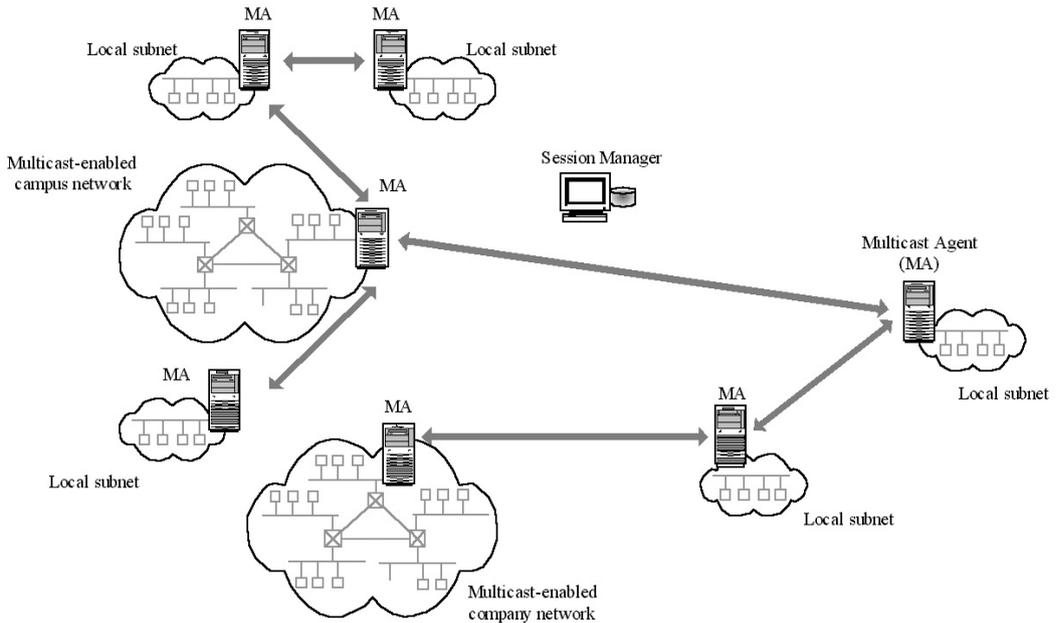
<그림 1> RMCP 세션을 구성하는 요소들

3.2 RMCP 서비스 모델

RMCP는 순수 IP 멀티캐스트 네트워크를 확장하기 보다는 그림 2에 보이는 것처럼 IP 멀티캐스트 기능을

필요로 하는 응용 서비스 별로 세션 혹은 그룹을 정의한 후, 송신자로부터 전달되는 그룹 데이터를 IP 유니캐스트 환경에서는 MA간 터널링을 통하여 전달하고, 종단 IP 멀티캐스트가 가능한 지역에서는 멀티캐스트 데이터를 전달하는 것을 기본으로 한다.

하여 세션이라고 정의하는데, 하나의 세션은 IP 멀티캐스트 주소가 아닌 session ID로 정의하며, 세션 ID는 세션매니저 별로 중앙집중식으로 관리하기 때문에 IP 멀티캐스트 주소에서처럼 서로 중복되지 않는다.



〈그림 2〉 RMCP 동작 방식

4. 프로토콜 표준 규격(RMCP-1)

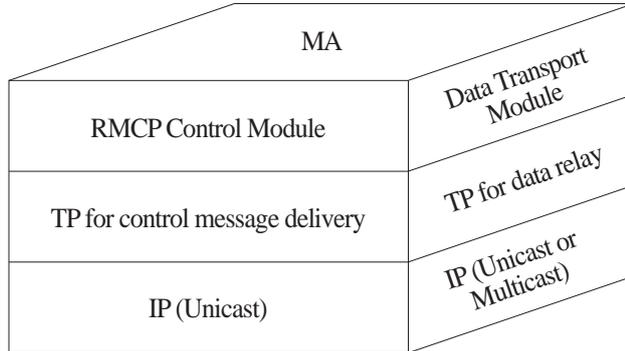
4.1 RMCP 세션

RMCP session이란 Class D로 그룹을 정의하는 IPv4 멀티캐스트 그룹 주소와는 달리 RMCP에서는 어떤 특정 세션 매니저가 관리하는 그룹을 말한다. 세션 매니저는 로컬 호스트 내에서 고유 그룹을 정의하기 때문에 RMCP를 사용할 경우 IPv4 그룹 주소 충돌 문제를 원천적으로 배제할 수 있다. RMCP에서는 하나의 멀티캐스트 그룹을 IPv4의 그것과 구별하기 위

4.2 데이터 전송 모델

세션 매니저(SM)는 실제적인 데이터 전달에는 관여하지 않고 오직 MA들간의 트리 구성에만 관여한다. SM은 RMCP 세션에 참가하는 노드 혹은 세션과는 관계 없는 별도의 노드로써 동작할 수 있으며 다음과 같은 역할을 담당한다.

- MA들이 세션에 처음 가입할 때, 이웃 MA들에 대한 정보를 알려주는 부트스트래핑 기능 제공
- RMCP 세션에 참가하고 있는 멤버들에 대한 모니터링



〈그림 3〉 MA의 내부 계층

○ RMCP 세션 상태 모니터링

MA(Multicast Agent)는 SM의 도움을 받아 멀티캐스트 트리를 구성하고, 실질적인 데이터 릴레이를 담당하는 개체이다. MA는 〈그림 3〉과 같이 데이터 경로를 설정하기 위한 제어 모듈과 데이터 전달 경로를 따라 데이터를 전달하는 데이터 전달 모듈로 구성된다.

MA 제어모듈의 주요 역할은 RMCP 세션에 가입하고, 그룹 데이터 전송을 위하여 릴레이 멀티캐스트 경로를 설정함에 있다. 이를 위해서 MA는 다음과 같은 역할을 수행한다.

○ SM이 공지하는 세션에 참가하거나 탈퇴

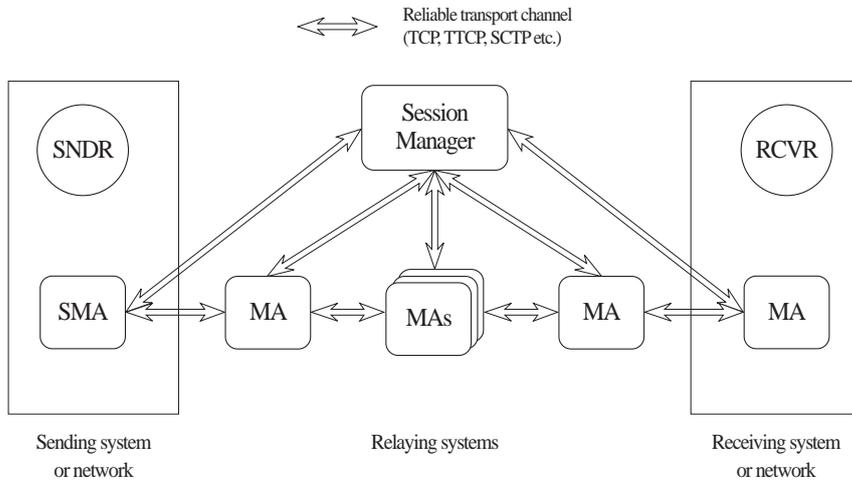
○ SM에게 데이터 경로에 대한 상태 보고

○ 타 MA들과 데이터 경로의 설정 유지

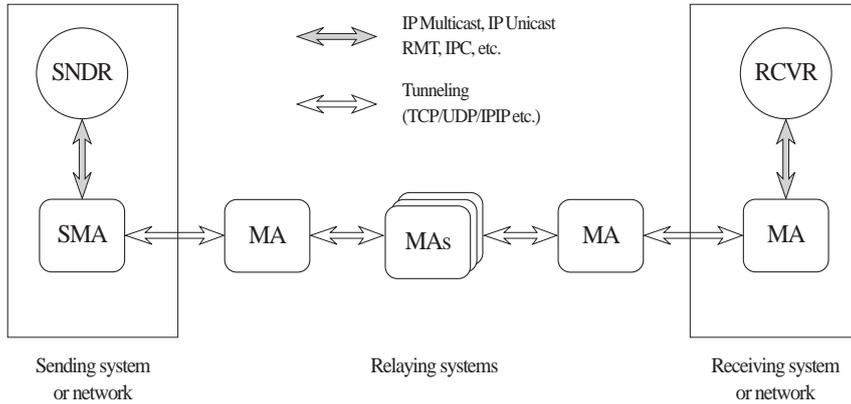
RMCP 제어 모듈은 세션 매니저와 다른 MA들과 〈그림 4〉와 같은 방법으로 서로 통신한다.

전송 모듈에서 사용되는 RMCP 제어 메시지는 현재 5쌍이 존재하며, 요청-응답 형태로 상호 교환한다. RMCP 제어 메시지는 제어 채널에 사용되는 트랜스포트의 데이터로써 구성된다.

데이터 전송 모듈은 송신자로부터 데이터를 수신자로 전달하는 역할을 담당한다. MA 제어 모듈을 통해 구축된 릴레이 멀티캐스트 데이터 경로를 통해, MA



〈그림 4〉 RMCP 제어 모듈의 통신방식



〈그림 5〉 RMCP 데이터 전송 모듈의 통신방법

데이터 전송 모듈은 〈그림 5〉에서와 같은 방식으로 송신자로부터의 데이터를 중단 수신자들에게 전달한다. 즉, RMCP 데이터 전송 모듈의 전송 절차는 송신자의 데이터를 직접 수신하는 SMA(sender-side MA)와 SMA로부터 릴레이 받은 데이터를 다른 MA 혹은 수신자들에게 전달하는 역할을 맡은 MA, 마지막으로 MA로부터 데이터를 수신하는 수신자로 이루어진다. 데이터 전달 채널은 TCP, UDP 혹은 IPIP 등 각각의 응용 서비스에 적합한 데이터 채널로 구성할 수 있다.

RMCP에서 송신자의 역할은 일반 IP 멀티캐스트 환경에서와 마찬가지로 실시간 혹은 신뢰적인 그룹 데이터를 RMCP가 정의하는 그룹으로 전송하는 것이며, 수신자 역시 MA로부터 송신자가 보낸 신뢰적 혹은 실시간성 데이터를 수신한다.

4.3 RMCP 기능 소개

RMCP는 세션 생성, 세션 가입, 트리 구성, 데이터 채널설정, 세션 모니터링, 세션의 종료 등의 기본적인 기능을 갖는데, 각각의 기능은 다음과 같이 간략히 설명하도록 한다.

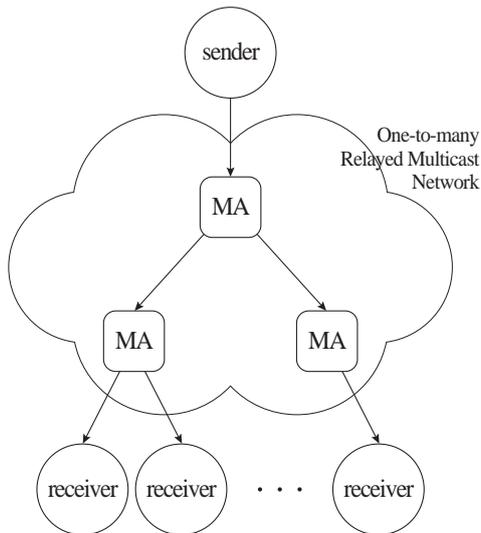
- 세션 생성 : 세션과 관련한 정보가 웹 공지나 e-

mail 등의 방법으로 잠재적인 멤버들에게 공지된다. 각 MA들은 이미 통지된 RMCP 세션 정보에 따라 세션을 시작하기에 앞서 서브넷 혹은 로컬 멀티캐스트 망을 일컫는 로컬 도메인 혹은 동일 시스템 내에서 대표 MA를 찾는 작업을 한다.

- 세션 가입 : 로컬 도메인의 대표 MA는 SM에게 가입 신청을 하게 되고, 가입이 승인될 경우 SM으로부터 받은 Parent MA리스트들 중 특정 MA를 자신의 PMA로 임명한다.
- 트리구성 : 세션 가입에 성공한 MA는 응용 서비스의 데이터 전송 방식에 가장 최적화된 릴레이 멀티캐스트 경로를 설정한다. 각각의 MA들은 자신의 PMA에 RR(Relay Request) 메시지를 주기적으로 전송하고, 이에 대한 응답으로써 RC 메시지를 수신함으로써 PMA와 노드 결합을 한다.
- 데이터 채널 설정 : 트리가 형성된 후, MA들은 서로 적절한 데이터 채널을 연결한다. 1:N 방식의 RMCP에서는 단방향의 실시간성 혹은 신뢰적 데이터 전송 채널을 구성하지만, N:N 방식의 경우 양방향의 실시간성 혹은 신뢰적 데이터 전송 채널을 구성한다.

- 세션 모니터링 : 세션이 진행되는 도중, 참가자, 세션의 성능 등의 각종 상태를 감시할 필요가 있다. 이러한 경우 세션 매니저는 어느 특정 MA 혹은 전체에 SRR(status report request) 메시지를 보내고, 이 메시지를 받은 MA들은 요청받은 일련의 작업을 수행한 후 그 결과를 Status Report Confirm 메시지를 통해 전달함으로써 RMCP 세션에 대한 모니터링 기능을 제공한다.
- 세션의 종료 : 세션의 종료는 크게 세션에 참가하고 있던 노드가 세션에서 떠나는 경우와 세션 전체가 종료되는 경우를 고려할 수 있으며, 갑작스런 MA의 종료에 따른 RMCP 릴레이 경로가 붕괴되는 것을 방지하기 위한 메커니즘을 제공한다.
- 예외 경우의 처리 : 앞에 기술한 정상적인 동작이 외에도 각종 오류 발생시 이를 감지하거나 복구하는 일련의 과정이 정의된다.

4.4 릴레이 멀티캐스트 경로의 구성



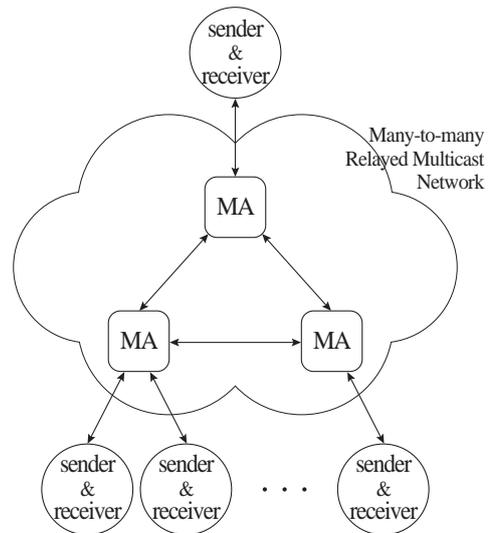
〈그림 6〉 1:N 데이터 전송경로

RMCP는 앞의 표 1에서 나열한 다양한 응용들의 요구사항을 만족시키기 위해, 크게 2가지의 트리를 고려한다. 현재까지 이들 트리를 구성하는 세부사항에 대한 스펙 작업이 완료되지는 않았지만 RMCP-2와 RMCP-3 스펙에는 정의될 예정이다. 하지만 RMCP-1에는, 1:N 그룹 통신 환경에서는 그림 6과 같은 per-source-tree 형태의 트리가 N:N 환경의 경우에는 〈그림 7〉과 같은 per-group shared tree 형태를 고려하고 있음을 정의해 놓고 있다.

4.5 데이터 채널 타입

RMCP 데이터 전송 채널은 송신자와 수신자간을 MA의 데이터 전송 모듈을 이용하여 상호 연결한다. 사용 가능한 채널은 전달되는 데이터의 성격에 따라 다른데, RMCP에서 고려하고 있는 데이터 채널은 다음의 2가지 경우를 고려할 수 있다.

- 실시간 서비스를 위한 단방향 또는 양방향 데이터 채널



〈그림 7〉 N:N 데이터 전송경로

- 신뢰적 데이터 전달 서비스를 위한 단방향 또는 양방향 데이터 채널

5. RMCP 시험 및 국제 표준화

5.1 구현 현황

RMCP의 기능을 검증하기 위해 다음 <그림 7>과 <그림 8>에 보이는 응용 프로그램을 구현하였다. RMCP 세션 매니저의 기능들로서, 가장 대표적인 기능인 세션의 설정 이외에도 세션의 관리와 데이터 전송 트리의 관리를 들 수 있다. 세션을 생성하기 위한 세션 설정 모듈에서는 입력된 세션 정보에 따라 세션 생성 및 세션의 유지에 관련된 일련의 작업을 수행한다. 세션 관리 모듈에서는 세션에 대한 정보에 따라 멤버의 가입 허용 및 세션중 세션에 관한 상태를 수집한다. 마지막으로 트리 관리 모듈에서는 최적의 데이터 전송 트리를 구성하고, 세션에 참여하고 있는 active member의 트리

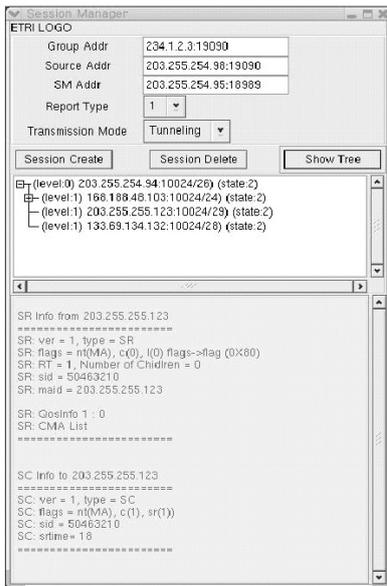
리스트를 관리한다. 현재 최적의 데이터 전송트리를 구성하는 알고리즘은 구현되어 있지 않다.

그림 9의 MA는 현재 SMA(203.255.254.94/10024)로 설정되어 있는 화면이다. 비록 MA와 SMA는 동일한 프로그램으로 동작되지만 멀티캐스트 데이터를 릴레이하는 방식에 큰 차이가 있기 때문에, 이를 각각 SMA 혹은 MA로써 구분한다.

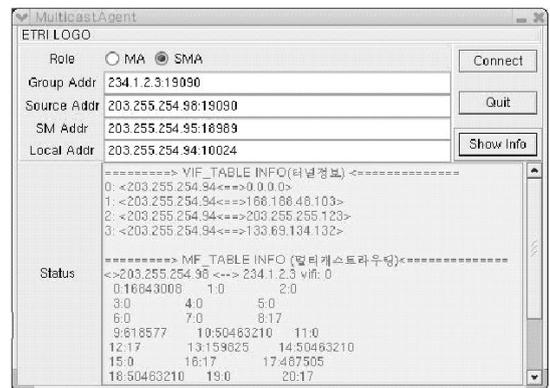
5.2 RMCP 테스트 베드

RMCP를 시험하기 위해 다음 <그림 6>과 같은 RMCP 테스트베드를 APAN에 구축하였다. APAN (Asia Pacific Advanced Network Consortium)은 1997년 6월에 아·태지역의 학계, 연구기관을 중심으로 21세기 인터넷 사업을 위하여 구성된 컨소시엄으로 여러 가지 선진적 응용 서비스 및 기술들을 국제적인 협력 시험과 더불어 국가간 협력사업을 수행한다.

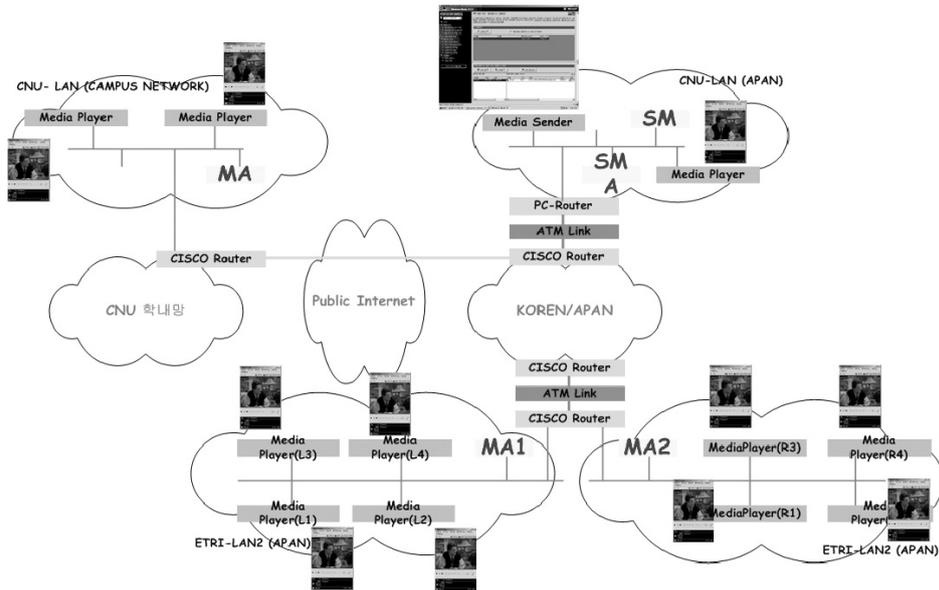
RMCP 시험망은 트래픽 측정과 관리의 용이성에 따라 ETRI의 APAN노드 2곳과 충남대학교의 APAN노드와 충남대학교의 학내망의 네 곳으로 구성하였다. 충남대학교의 APAN노드에는 멀티캐스트 데이터 스트림의 방송하는 미디어 서버와 세션 매니저, SMA가 위치하였으며, 다른 망에는 MA와 데이터 스트림을 재



<그림 8> RMCP SM 동작



<그림 9> RMCP MA 동작



〈그림 10〉 APAN 환경에서의 RMCP 테스트베드

생할 수 있는 미디어 플레이어들을 배치하였다. 미디어 서버와 플레이어는 MS 윈도우 응용 프로그램을 사용하였으며, Linux 환경에서 구현된 MA와 SM를 사용한다. 다음 〈그림 10〉은 APAN 환경에서의 RMCP 테스트베드를 통한 시연환경을 구축하여, ETRI와 충남대학교간 KOREN 링크를 통한 미디어 송신을 하는 시험을 도사하였다.

5.3 국제표준화 현황

RMCP에 관련된 국제표준화 활동으로써, 2002년 초부터 ITU-T SG17과 ISO/IEC JTC1에서 표준화 프로젝트가 수행되어 왔으며, 2003년 11월 현재, ISO/IEC JTC1에 프레임워크를 정의하는 RMCP-1을 FCD로 제출한 상태이다. RMCP-2 및 RMCP-3의 표준화 현황은 현재 주요 기술들이 특허로 출원된 상태이며, RMCP-2는 2004년 중에, RMCP-3은 2005

년 중에 각각 최종 규격으로 완성될 예정이다.

6. 결론

최근 많은 관심을 모으고 있는 네트워크 게임, 백신 파일의 분배, 데이터 마이닝(mining) 혹은 인터넷 속도 등은 IP 멀티캐스트의 전형적인 인터넷 멀티캐스트 응용 서비스 모델이다. 그러나 앞서 기술한 바와 같이 현재의 인터넷을 IP 멀티캐스트 환경으로 진화시키기 위해선 풀어야 할 숙제들이 너무나 많기 때문에 당분간 순수한 인터넷 멀티캐스트 망을 기대할 수 없다.

따라서 이러한 응용 서비스들은 모두 유니캐스트 환경에서 반복적인 데이터 전송을 통한 그룹 통신 서비스 방식밖에 가능하지 못하는 실정이지만, 오버레이 멀티캐스트 기술을 사용하여 현재의 유니캐스트 기반 인터넷 환경에서도 보다 효율적인 그룹 응용 서비스를

제공할 수 있기에 향후 그룹 통신 서비스에 가장 적합한 모델로 급부상하리라 기대된다.

참고문헌

- [1] C. Diot, et al., "Deployment Issues for the IP Multicast Service and Architecture", IEEE Networks Magazine's Special Issue on Multicast, January 2000.
- [2] J. Park, et al., "Multicast Delivery Based on Unicast and Subnet Multicast", IEEE Communications Letters, Vol. 5, No. 4, pp. 181 - 183, April 2001
- [3] W. R. Stevens, Unix Programming, 2nd Ed., Addison-Wesley, 1998.
- [4] Y. Chu, S. G. Rao, and H. Zhang, "A Case for End System Multicast," Jun. 2000.
- [5] D. Pendarakis, S. Shi, D. Verma and M. Waldvogel, "ALMI : An Application Level Multicast Infrastructure," Mar. 2001.
- [6] Y. Chawathe, S. McCanne, and Eric A. Brewer, "RMX : Reliable Multicast for Heterogeneous Networks," Jun. 2000.
- [7] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting," Internet RFC 1112, Aug. 1989.
- [8] APAN 홈페이지, <http://www.APAN.net>
- [9] RMCP 홈페이지, <http://ectp.etri.re.kr>
- [10] RMCP-1, ITU-T draft Recommendation X.rmcp-1|ISO/IEC JTC1/SC6 FCD 16512-1
- [11] RMCP-2, ITU-T draft Recommendation X.rmcp-2|ISO/IEC JTC1/SC6 WD 1651-2

