

멀티캐스트 기술을 이용한 초고속연구망 서비스 구축

글_ 이혁로 | 초고속연구망사업실 선임기술원 | leahr@kisti.re.kr

김동균 | 초고속연구망사업실 연구원 | mirr@kisti.re.kr

1. 서 론

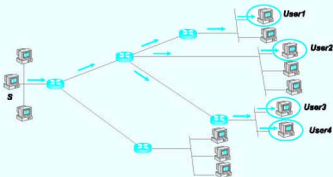
우리는 현재 인터넷과 멀티미디어의 세계에 살고 있다. 수많은 오디오·비디오 정보가 인터넷이라는 정보의 바다를 통하여 교환되고 있으며 그 양은 가히 폭발적으로 늘어가고 있는 추세이다. 특히 멀티미디어 응용을 이용한 인터넷 방송, 다자간 화상회의 등은 점점 그 중요도가 높아가는 분야라 할 수 있다. 이러한 주요 응용들을 위하여 거대한 양의 인터넷 정보를 온용하고 효율적으로 품질을 보장하기 위한 여러 가지 시도가 진행되고 있는데, 대표적인 것이 바로 멀티캐스트 기술이다.

흔히 인터넷 혹은 IP 멀티캐스트 기술은 인터넷이 붐 일으키기 시작한 시기와 보조를 맞추어 차세대 인터넷 핵심 기술 중의 하나로 인식되어 왔다. 우리가 현재 사용하고 있는 인터넷은 일반적으로 '일-대-일 전송 방식'에 기반 하고 있다. 즉, 하나의 송신자가 하나의 수신자에게 패킷을 전송하는 '유니캐스트' 방식을 이용하고 있다. 이 방식은 작은 수의 사용자가 서로 데이터를 주고받는 경우에 적합하며, 데이터를 주고받는 사용자가 늘어나는 경우 즉 '일-대-다 전송'이나 '다-대-다 전송' 혹은 '다-대-일 전송'의 경우 확장성 면에서 문제점이 발생하게 된다.

예를 들어 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공하는 서버가 있고 이 서버를 통하여 서비스를 받는 고객이 5명이 있다고 하자. 유니캐스트를 이용하는 각각의 고객이 10Mbps의 정보를 전송 받는다면 서버는 50Mbps의 트래픽을 생성하여 10Mbps의 5명의 고객에게 보내야 한다. 만약 고객이 100명으로 늘어났다면 이 정보의 백배 크기인 1Gbps의 스트림을 생성 후 전송하여야 하며 이 경우 서버의 부하는 물론 네트워크의 부하가 매우 커지게 된다.

같은 맥에서 멀티캐스트를 이용한다면 유니캐스트가 가지는 단점을 해결할 수 있다. 즉 100명의 고객이 동시에 서비스를 요구할 경우에도, 서버는 모든 고객을 하나의 그룹으로 간주하여 10Mbps의 스트림을 전송하고 네트워크에서도 이 10Mbps를 같은 그룹의 모든 고객에게 보내게 된다. 따라서 서버나 네트워크의 과부하는 고객이 계속해서 증가해도 발생하지 않게 된다(그림1) 참조.

IP 멀티캐스트는 네트워크의 혼잡을 줄이고, 멀티미디어 등의 많은 대역폭을 차지하는 애플리케이션을 효율적으로 전달하기 위한 방법으로 등장했다. 앞에서 말한 예로, 유니캐스트의 전송방식으로 100차선의 도르가 필요하다면 멀티캐스트는 1차선의 도르만 필요하다. 이처럼 멀티캐스트를 구현한 네트워크를 MBone (Multicast Backbone)이라고 표현하기도 하는데 현재 우리나라를 포함하여 국제적으로 많은 MBone 네트워크가 구축 및 운영되고 있다.



(그림 1) 멀티캐스트 그룹 통신 모델

본문에서는 먼저 이와 같은 효율적인 데이터 전송기술인 멀티캐스트에 대해서 현재 적용되어 운영중인 기술을 중심으로 알아보고, 우리 연구원에서 운영하는 초고속연구망(KREONET) 기반의 멀티캐스트 구축 및 서비스 현황을 네트워크 구축, 국내의 연동, 응용 등의 관점에서 기술한다.

2. 멀티캐스트 기술

앞 절에서 살펴본 것처럼, 멀티캐스트는 그룹 기반의 통신을 위한 차세대 인터넷 기술이다. 멀티캐스트의 그룹 구성원인 각 호스트는 언제든지 멀티캐스트 그룹에 가입하거나 탈퇴할 수 있다. 그리고 물리적인 위치나 그룹 구성원의 수에 대한 제한도 없다. 따라서 호스트는 여러 개의 멀티캐스트 그룹에 속하는 구성원이 될 수 있고, 그룹에 속하지 않아도 그룹 구성원에게 메시지를 전송할 수 있다.

멀티캐스트 네트워크를 구성하는 라우터는 그룹 멤버십 프로토콜(GMP, Internet Group Management Protocol)을 이용하여 자신이 연결된 서브넷에 그룹 구성원이 있는지를 파악한다. 호스트가 멀티캐스트 그룹에 가입할 때, 수신하고자 하는 그룹(들)에 대한 그룹 멤버십 프로토콜 메시지를 전송하고, 멀티캐스트 그룹으로 주소 지정된 프레임을 수신하기 위해 자신의 정보를 등록하게 된다.

멀티캐스트 라우터는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 이용하여 멀티캐스트 패킷을 전송하는 전달 경로(트리)를 설정한다. 이러한 프로토콜은 도메인 내 프로토콜(Intradomain Protocol)과 도메인 간 프로토콜(Interdomain Protocol)로 나누어지며 현재 대표적으로 사용되고 있는 도메인 내 프로토콜은 PIM-SM이 있고, 도메인 간 프로토콜로는 MBGP가 사용되고 있다. MBGP는 이 두 프로토콜의 중간자적 역할을 수행하게 되며 세 가지 프로토콜에 대해서는 각각 다음 절에 설명된다.

1) PIM-SM(Protocol Independent Multicast-Sparse Mode)

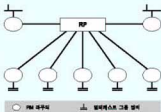
멀티캐스트 라우팅 영역은 산재(sparse) 또는 밀집(dense)으로 구성되고 PIM-SM은 산재 모드를 지원하는 프로토콜이다. PIM-SM은 기존의 멀티캐스트 라우팅과 두 가지 방법에서 다르다.

PIM-SM은 하위 스트림 라우터에 의해 확실히 가입되어야 하는 공유 트리를 구축한다. 인접한 그룹 멤버를 가진 라우터는 그룹의 rendezvous 점(RP, Rendezvous point)쪽으로 가입 메시지를 전송함으로써 산재 모드 멀티캐스트 트리에 가입하도록 요구한다. 만약 데이터가 전송되기 전에, 라우터가 공유 트리에 가입하지 않는

다면 그룹으로 주소가 되는 멀티캐스트 트래픽을 수신할 수 있다.

PIM SM은 수신자가 발신지를 만나는 곳에서 (그림 2)와 같은 랑앰부 점 개념을 사용한다.

그룹에 가입할 때, 각 수신자는 자신에게 직접 첨부된 라우터에게 통지하기 위해서 IGMP를 사용한다. 그리고 차례로 명확한 PIM 가입 메시지를 그룹의 RP쪽으로 hop by hop 전송함으로써 멀티캐스트 전송 트리를 가입한다. 발신지는 멤버가 그룹에 가입하는 멤버에 대한 토폴로 RP를 사용한다. 발신지의 PIM SM 라우터는 어떻게 RP에 도달하는지를 알고 있으며, 이 발신지에서 RP로 트래픽을 전송한다. 일단 RP에 도착하면, 트래픽은 모든 그룹 멤버에 전송된다. 각 산재 모드 영역당 하나의 RP 집합만 존재한다.



(그림 2) PIM-SM 아키텍처

2) MSDP(Multicast Source Discovery Protocol)

MSDP 프로토콜은 여러 개의 PIM SM 도메인을 서로 연결해 주는 메커니즘을 가지고 있다. 각 PIM SM 도메인은 자신의 고유한 RP 노드를 사용하며, 다른 도메인에 위치한 RP와는 독립적으로 동작한다. MSDP는 인터넷에서 인터넷도메인 멀티캐스트 보급을 위한 초기화 단계 혹은 단계적인 해법정도로 생각할 수 있다.

각 PIM SM 도메인은 자신만의 독립적인 RP를 사용하며, 다른 도메인에 위치한 RP에 종속될 필요가 없다. 이러한 접근 방식은 다음과 같은 장점을 갖는다.

PIM SM 도메인은 단지 자신의 RP만을 고려하면 된다.

송신자 없이 오직 수신자만 존재하는 도메인에서는 전체적인 그룹 멤버십 정보의 교환 없이도 데이터를 수신할 수 있다.

전체적인 스스 상태 정보(state) 관리가 요구되지 않는다.

각 도메인의 RP는 다른 도메인의 RP와 MSDP 동료(peering) 관계를 갖는다. 이러한 peering 관계는 TCP 연결을 통해 형성되며 TCP 연결을 통해 제어정보를 상호 교환한다. 모든 도메인들은 이러한 가상(virtual) 토폴로지 형태로 서로 연결된다.

이러한 토폴로지를 통해 각 도메인들은 멀티캐스트 송신자가 어느 도메인에 위치하는지를 파악한다. 멀티캐스트 송신자 도메인이 탐지되면 PIM SM 방식에 의하여 송신 노드에서 해당 수신자 도메인에 이르는 최단경로트리(SPT, Shortest Path Tree)가 구성된다. 이러한 인터넷도메인 트리를 따라 멀티캐스트 데이터가 전송될 것이다.

3) MBGP(Multicast Border Gateway Protocol)

도메인은 관리자가 동일하여 같은 네트워크 정책을 적용하고 운영할 수 있는 하나의 네트워크 영역을 의미한다. 간단히 생각해서 ISP(Internet Service Provider)나 하나의 연구팀은 각각 서로 다른 도메인을 구성한다. 특히 BGP(Border Gateway Protocol)과 같은 도메인 간 라우팅 프로토콜에서는 AS(Autonomous System) 번호로 도메인을 구별하기도 한다. MBGP는 바로 이러한 BGP의 멀티프로토콜 버전으로 멀티캐스트를 지원한다.

각각의 도메인을 관리하는 네트워크의 가장 큰 관심은 운영상의 비용이나 부담 없이 도메인 간 멀티캐스트 네트워크 연동과 라우팅을 수행하는 것이다. 따라서 현재 도메인 간 라우팅 프로토콜의 대부분을 차지하고 있는 BGP가 이에 대한 효과적인 대안으로 제시되었다.

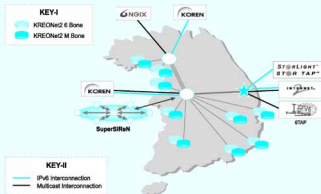
MBGP의 기본적인 아이디어는 두 가지의 새로운 BGP 속성(attribute)을 정의하고 이들을 통해서 멀티캐스트를 위한 멀티프로토콜 비전을 지원하는 것이다. 두 가지 속성은 MP_REACH_NLRI와 MP_UNREACH_NLRI이다. 이러한 두 가지 속성을 이용하여 멀티캐스트 네트워크의 도달 가능정보를 표시하며 이러한 정보를 통해서 MBGP는 해당 호스트나 네트워크에 대하여 멀티캐스트 네트워킹 가능 여부를 표시하게 된다.

3. 초고속연구망 MBone 서비스

1) MBone 구축과 국내-외 연동 현황

초고속연구망은 1988년에 우리나라의 5대 전산망중 하나로 시작되었으며 초기부터 다양한 인터넷 기술을 적용하고 시험하였다. MBone역시 시험된 기술의 하나였으며 진체망으로의 적용 연구가 꾸준히 진행되었다.

2001년 5월에 초고속연구망은 미국의 국제 연구망 관문인 STAR TAP(Science, Technology And Research Transit Access Point)에 연동하였다. 초고속연구망과 STAR TAP 연동은 기본적으로 유니캐스트와 멀티캐스트 기술을 동시에 사용하여 이루어졌고 이러한 국제 연구망 연동을 시발점으로 국내 MBone 구축에 박차를 가하게 되었다.

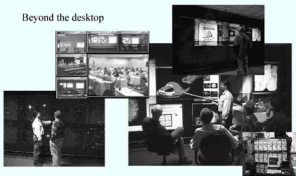


〈그림 3〉 초고속연구망 MBone 구성도

현재 초고속연구망의 MBone은 〈그림 3〉과 같이 구축 및 구성되어 있다. 전국 11개 지역의 12개 지역망 센터를 기반으로 멀티캐스트 백본이 구축 및 운영 중이며 국내는 KOREN과 1Gbps의 대역폭을 통하여 멀티캐스트 연동되어 있다. 국제적으로는 전 세계 연구망의 연동 집인 STAR TAP과 함께 미국의 대표적인 차세대 교육 연구망인 Internet2/Ablene과 멀티캐스트 연동하였다. 한-미의 경우 2004년 5월 현재 1.2Gbps로 연동되어 있으며 캐나다의 선도 광 연구망인 CA*Net4, 미국 나사와 국방성 네트워크인 NREN, DREN등과도 멀티캐스트 연동을 확대해나갈 예정이다.

2) 응용 서비스

멀티케스트는 차세대 인터넷의 핵심기술로 각광받아 왔으며 유니케스트 기술을 이용한 응용과 비교하면 상대적으로 적지만 멀티미디어를 중심으로 한 여러 가지 응용을 가지고 있다. 이중 대표적인 것은 그리드 연구를 위한 협업 시스템인 액세스 그리드이다. 액세스 그리드는 계산 그리드와 데이터 그리드에서 생성된 정보를 원거리의 연구자들이 공유할 수 있도록 협업 환경을 제공하는 그리드이며 대규모의 분산형 그리드 정보를 효율적으로 전송 및 수신하기 위하여 멀티케스트 기술을 이용한다.



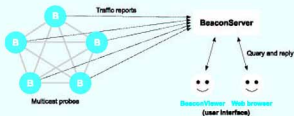
〈그림 4〉 멀티케스트 기술 기반의 액세스 그리드

이와 함께 디-대-다 멀티케스트 화상회의를 위한 기본적인 시스템으로 VIC(Video Conferencing Tool), RATU(Robust Audio Tool) 등이 있다. 일-대-다 멀티케스트 전송을 위한 응용으로는 현재 IPTV가 가장 널리 이용되고 있는데 특히 멀티미디어를 이용한 생중계에 많이 사용되고 있다. IPTV는 초고속연구망에도 설치가 되어 있으며 차세대 인터넷 워크샵, 그리드 포럼 코리아 워크샵, PRAGMA(Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly) 워크샵등을 생중계 하기도 하였다. 〈그림 5〉는 IPTV 응용을 보여준다.



〈그림 5〉 IPTV

현재 위에서 언급한 그리드 혹은 사용자 기반의 응용 이외에도 네트워크 모니터링이나 성능 측정을 위한 다양한 멀티케스트 응용이 개발되어 사용되고 있다. 이중 대표적인 것은 미국 NLNLR(National Laboratory for Applied Network Research)의 멀티케스트 비콘으로 단-대-단 기반으로 다섯 가지의 멀티케스트 성능을 측정한다. 측정 대상이 되는 메트릭은 단 방향 지연(One-way Delay), 패킷 손실(loss), 지터(jitter), 무순서적 패킷 도달율(out of order packets), 중복 패킷율(duplicates) 등이다. 초고속연구망의 멀티케스트 비콘은 현재 NLNLR의 액세스그리드 비콘 서버에 등록되어 다양한 국제 연구망들과 성능을 시험하는데 이용되고 있다.



〈그림 6〉 멀티캐스트 비콘의 성능 측정 시나리오

〈그림 6〉은 멀티캐스트 비콘의 성능 측정을 위한 기본적인 메커니즘을 보여준다. 각각의 사이트나 네트워크에 설치된 비콘은 멀티캐스트 프로브(probe)를 통하여 메트릭별로 성능을 측정하고 측정된 내용을 주기적으로 비콘 서버에 보고한다. 비콘 서버는 각각의 비콘이 보내온 성능 정보를 바탕으로 웹과 자체 인터페이스를 이용하여 사용자에게 제공한다. 이러한 성능 측정 정보는 사용자의 질의에 따라 자동적으로 응답되어 사용자는 매우 쉽게 모든 연구망이나 기관에 대한 멀티캐스트 성능을 알아 볼 수 있게 된다.

이 외에도 멀티캐스트 모니터링과 운영을 위해서 멀티캐스트 테스트, 멀티캐스트 폭강 클래스등과 같은 플러그인도 널리 사용되고 있다.

4 결론

인터넷 멀티캐스트 기술은 현재 국제 표준화 기구인 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 한창 개발과 표준화를 진행 중인 기술이다. 또한 북미, 아시아, 유럽의 모든 연구자들이 합체하여 운영중인 차세대 인터넷의 핵심 기술 중 하나이다. 현재 멀티캐스트 기술은 IP 레벨에서의 제한적인 적용에서 탈피하여 오버레이 멀티캐스트나 역스캐스트 같은 대체 멀티캐스트 기술로도 발전하고 있는 추세이나 IP 멀티캐스트 역시 꾸준한 적용과 개발을 통하여 발전하고 있으므로 이러한 기술들이 서로의 장 단점을 보완해 나가면서 다양한 멀티미디어 응용을 지원할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

초고속연구망은 멀티캐스트 기술을 적용한 MBone을 구축 및 운영하고 있으며 향후 액세스 그리드 등 다양한 응용을 보다 널리 보급하고 확대함으로써 저변을 넓힐 계획을 가지고 있다. 최근 연구망 가입자 단에 수백 Mbps부터 수십 Gbps까지 고성능 네트워크가 빠르게 적용되고 있는 시점에서 대용량 트래픽을 효율적으로 전달할 수 있는 멀티캐스트 기술은 초고속연구망 뿐만 아니라 다양한 분야의 네트워크에서 효과적으로 사용될 수 있는 차세대 인터넷 기술로 보급될 것이다.

참고 문헌 및 사이트

- [1] 김동근, "멀티캐스팅 프로토콜 확장기술" 제2차 리우팅프로토콜연구회 워크샵
- [2] Beau Wilkinson, "Developing IP Multicast Networks," Cisco Press
- [3] 고석우, "인터넷 멀티캐스트 현황 및 전망," I/FND 주간 기술 동향
- [4] KRENet2 NDC, <http://noc.kreinet2.net>
- [5] Multicast Beacon Project, <http://lastr.niarv.net/projects/beacon/>