

투고 기고문

IP 멀티캐스트 시장 전망에 대한 고찰

KTF 이지 응
ETRI 고 석 주

차 례

- 1 서 론
- 2 IP 멀티캐스트의 등장과 비즈니스 사례
- 3 멀티캐스트 시장 실패 요인
- 4 멀티캐스트 관련 최근 표준화 동향
- 5 향후 멀티캐스트 시장 전망
- 6 결 론

ABSTRACT

차세대 인터넷 기술 중의 하나인 IP 멀티캐스트는 시장에 진입해보기도 전에 그 빛을 잃어가고 있다. 본 고에서는 IP 멀티캐스트 시장실패 요인을 기술적인 고찰을 통해 시장 논리를 적용하여 풀어놓았다. 또한 멀티캐스트 기술과 시장의 전망에 대하여 살펴 본다. 향후 멀티캐스트 통신서비스는 고전적인 IP 멀티캐스트 기술보다는 새로운 멀티캐스트 대안기술을 토대로 틈새시장을 통해 발전할 것으로 전망된다.

1. 서 론

오늘날 IT 시장은 벤처기업 몰락, 주식시장 붕괴, M&A와 구조조정의 아픔을 겪으면서 인터넷 사업이라면 무엇이든 성공할 것만 같았던 장미빛 꿈으로부터 서서히 깨어나고 있는 중이다. 1990년대의 인터넷 서비스 열기는 대중 속으로 빠르고 깊게 파고들었고 이전에 상상해보지 못했을 만큼 크고 강력한 잠재 시장을 형성하였다. 그러나 잠재시장의 사용자 층은

두터운 반면에 실제 구매력을 갖춘 소비자 층은 매우 얇았다.

'IP 멀티캐스트'는 인터넷과 Web의 보편화가 진행 되는 인터넷 붐의 시기와 발맞추어 차세대인터넷 기술로 기대되는 기술 중의 하나였다. 학계 및 산업계의 연구개발자, 제조업체, 서비스사업자 모두에게 'IP 멀티캐스트'라는 새로운 분야는 일종의 보물섬이었으며 누구도 이 모험이 실패할 것이라고 생각하지 않았다.

그러나, 기대했던 순간은 오지 않았고 많은 연구자들은 그들의 연구분야를 서서히 전환하기 시작했으며 많은 제조사들은 제품개발을 포기하고 새로운 사업분야를 모색하고 있다. 하지만 여전히 많은 수의 엔지니어들이 IP 멀티캐스트 분야에 기대를 저버리고 있지 않기 때문에 앞으로 IP 멀티캐스트 시장이 열릴 것인지는 연구자, 제조사, 서비스자 모두에게 현재로서도 매우 호기심을 끄는 화두이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 2절에서는 IP 멀티캐스트 기술의 출현과정과 관련 비즈니스 사례들에 대하여 살펴봄으로써 현재 우리의 입장과 위

치를 재평가 해보도록 하였으며, 3절에서는 멀티캐스트 시장발전에 대한 여러 가지 문제점들을 서비스 측면과 기술적 측면으로 나누어 논하였다. 4절에서는 멀티캐스트 관련하여 진행 중인 최근 국제표준기술 동향에 대하여 살펴보고, 5절에서는 IP 멀티캐스트 시장의 향후 전망 및 대안 기술들에 대하여 알아보았다. 6절에서는 본 고의 요약과 함께 향후 전망을 결론짓는다

2. IP 멀티캐스트의 등장과 비즈니스 사례

IP 멀티캐스트는 단일 정보스트림을 동시에 수많은 수신자들에게 전달함으로써 네트워크 자원 및 시스템 과부하를 개선시키는 대역폭 보존 기술이다(1). 1984년 Lorenzo Aguilar는 그의 논문에서 인터넷에서의 IP 멀티캐스트 발전가능성을 제시하였고(2), Steve Deering은 이를 바탕으로 하여 1985, 1986, 1989년에 각각 RFC 966(3), 988(4), 1112(5) 문서를 통하여 IP 멀티캐스트의 인터넷 표준화를 추진하였다.

그 이후 다 수의 논문과 RFC 시리즈 출간을 통해, 인터넷 엔지니어들에게 IP 멀티캐스트 기술에 대한 관심이 급속히 퍼져나갔다 대표적으로, 인터넷의 아버지라고 불리며 현재 MCI의 Internet Architecture and Engineering 선임 부사장이인 Vint Cerf는 1997년 8월 IP 멀티캐스트에 대해 다음과 같이 논평함으로써 인터넷 엔지니어들의 가슴에 불을 질렀다.

“인터넷 브로드캐스팅과 멀티캐스팅은 정보화 시대로 나아가는데 있어 혁명적인 촉진제가 되어 인터넷 발전의 새로운 장을 열 것입니다. (Together, Internet broadcasting and multicasting are the chapters in the evolution of the Internet revolutionary catalyst for the Information IP 멀티캐스트는 가입자 수에 관계없이 단일 스트

림만으로도 수 많은 사용자에게 서비스를 제공하는 기술이기 때문에 회선비용의 혁신적인 절감이 가능하고, 따라서 고품질의 인터넷 멀티미디어 서비스 시대를 여는 선도적인 기술이 될 것이라고 평가되었다. 이러한 IP 멀티캐스트를 활용할 수 있는 응용서비스로는 화상회의, 원격교육, 소프트웨어 유통, 주간정보전달, 그리고 뉴스 등일 것이라고 믿어져 왔다.

이러한 열정적인 관심아래 1995년 Stardust Technologies사를 중심으로 주요 라우터 및 플랫폼 제조사와 애플리케이션 제작사들이 모여 'IP Multicast Initiative(IPMI)'라는 Forum을 결성하였다 IPMI는 멀티캐스트 관련 산업계의 교육과 마케팅, 홍보 및 제조를 도모하였으며, 이를 바탕으로 1996년부터 1998년까지의 IP 멀티캐스트 제품 개발 붐을 이끌어내었다 그러나 개발된 기술과 제품이 실제로 사용의 확산으로 이어지려면 수많은 ISP들의 참여가 필요하였었는데 당시에도 깊은 관심을 기울이는 ISP는 소수에 불과한 실정이었다.

불투명한 멀티캐스트 시장 전망에도 불구하고, 일부 ISP들은 멀티캐스트 기술 및 서비스를 자사의 망에 도입하여왔다 몇 가지 사례를 정리하면 다음과 같다

2-1. UUnet

IP 멀티캐스트를 최초로 상업화한 메이저 기업은 UUnet(<http://www.worldcom.com/uunet>)이었다. UUnet 은 1997년 9월 'UUcast'라는 서비스명으로 IP 멀티캐스트 상용 서비스를 시작했다. UUnet은 멀티캐스트 라우팅 기술로써 PIM-SM, MBGP 그리고 MSDP를 사용했다. UUnet은 50개 이상의 Cisco 7400 라우터에 멀티캐스트 기능을 설치하고 1999년 8월에는 영국의 대형 콘서트를 수백만의 Web users에게 단일 스트림으로 전달하는데 성공하였다. 그러나, 2001년 초반 Unicast를 통한 사용자의 스트리밍 서비스 트래픽에 비하여 멀티

캐스트 서비스 트래픽 사용량은 매우 적었을 뿐더러 수익 모델을 발견하지 못하였기 때문에 UUNET은 결국 UUcast 서비스를 철회하였다

2-2. 두루넷

한국의 두루넷(<http://www.thrunet.com>)은 2000년 12월에 국내 최초로 IP 멀티캐스트 서비스를 자사의 개인 가입자들을 대상으로 제공하였다. 초기 PIM-DM으로 운용을 준비하다 프로토콜의 결합으로 인하여 PIM-SM을 사용했으며 포털 사이트 korea.com을 통해서 1Mbps 수준의 동영상 전송 시범서비스를 성공적으로 운용하였다. 그러나 IGMP snooping이 지원되지 않는 상황에서 HFC network의 특성상 멀티캐스트 트래픽은 높은 bandwidth의 background traffic이 되어 다른 유니캐스트 사용자의 트래픽 bandwidth를 침해하였고, 그에 더하여 적절한 contents 제공에의 한계, 그리고 수익 모델의 악화로 인하여 결국 서비스를 중지하였다. 현재 두루넷은 멀티캐스트 서비스를 재개할 계획이 없다

3-3. IHUG

뉴질랜드와 오스트레일리아에 초고속 인터넷 접속 서비스를 제공하는 IHUG (<http://www.ihug.co.nz>)는 2001년 4월 뉴질랜드 ISP인 Attica사 및 프랑스의 Cable & Wireless사(<http://www.cw.com/fr>)와 MBONE peering을 맺고 가입자에게 멀티캐스트의 상용 서비스를 'ULTRA Multicast Service'라는 이름으로 제공하였다. ULTRA Multicast service를 통해 디지털 데이터나 Internet TV 등의 서비스를 1Mbps 수준으로 제공하였으나, 2002년 4월 서비스를 중지하기에 이르렀다 서비스를 중지하면서 그들이 밝힌 이유는 "보다 나은 서비스의 개발을 위해서" 이었으나, 사실

상 수익성이 보장되지 않았다는 점이 서비스 중지의 주된 원인이었다고 보인다.

2-4. SprintLink

SprintLink(<http://www.sprintlink.net>)사는 1999년 2월부터 Cisco(<http://www.cisco.com>)와 협력하여 자사의 백본망에 PIM-SM, MSDP, MBGP를 이용하여 멀티캐스트 routing을 무상으로 제공하고 있다. SprintLink사의 경우, 직접적인 수익창출보다는 Multicast 백본 인프라 제공을 통해, 고객 기업이나 ISP가 자사의 백본을 이용하도록 유도하고 있다.

앞선 비즈니스 사례들은 ISP나 NSP 등의 서비스 사업자 경우를 다룬 것이다. 이 외에도 각 개별 기업 별로 자사의 인터넷 망에 IP 멀티캐스트를 적용한 사례들이 많이 있다. 멀티미디어 스트리밍 방송용으로 멀티캐스트를 적용한 기업이나 기관은 Paribas, Smith Barney, National Institutes of Health, Microsoft, 3COM 등이 있다. Reliable Multicast 응용을 위해 적용한 기업이나 기관은 3COM, Toys "R" Us, The Ohio Company, THE BOX, General Motors 등이 있다[6] 국내에서도 삼성, POSCO 등을 비롯한 기업 및 캠퍼스에서 사내 인터넷 방송 등에 멀티캐스트를 적용한 사례들이 많이 있다.

그러나 이처럼 각 기업에 적용된 사례는 인트라넷에서의 멀티캐스트 서비스를 위한 특별한 인프라 구축이며, 일반 인터넷 고객을 위한 서비스는 아니기 때문에 공중 인터넷망에 멀티캐스트 기술을 적용한 사례로 보기는 어렵다.

3. 멀티캐스트 시장 실패 요인

멀티캐스트 시장성의 실패는 서비스 측면과 기술적

측면으로 나누어 볼 수 있다. 먼저 서비스 측면에서는 멀티캐스트 Killer 응용서비스 부재 및 콘텐츠 부족을 예로 들 수 있으며, 기술적 측면에서는 멀티캐스트 라우팅의 statefulness 등을 예로 들 수 있다

3.1. 서비스 측면

3.1.1 Killer Application 부재

IP 멀티캐스트가 시장에서 성공하려면 네트워크에서의 deployment도 중요하지만 소비자가 사용하기에 매력력을 느낄 수 있는 Client application 역시 다양하고 충분하게 제공되어야만 한다. IP 유니캐스트의 경우 telnet, gopher, ftp, email과 같은 고전적인 서비스를 위한 application부터 시작하여 Web browser, Instant messenger, Peer-to-Peer file sharing tool, Network management tool 등 그 종류가 다양해지고 또한 수적으로도 증가 추세에 있는데 비하여, IP 멀티캐스트의 경우 소비자가 사용할 수 있는 Client application의 종류와 개수가 극히 제한되어 있다. 멀티캐스트 시험망인 Mbone에서 사용 가능한 Application들의 목록(7)을 살펴보면, Session announcement utility, Audio application, Video application, Whiteboard, WWW, game 등이 있는데, 대부분 응용이 고전적인 틀에서 크게 벗어나고 있지 못하고 있는 실정이며 거의 모두가 update나 관리가 이루어지지 않고 다운로드조차 불가능한 상황이다

반면 PC 환경에서는 보편화된 Multimedia player로써 Microsoft Corporation의 Windows Media Player와 Real Networks Inc의 Real Player, Apple Computer Inc.의 QuickTime 등과 같은 application들이 IP 멀티캐스트를 기본으로 지원하고 있어서 Streaming Audio/Video의 경우에는 Client application의 보급이 이미 성공적으로 이루어졌다고 볼 수 있다

RFC 3170은 IP 멀티캐스트 기술을 이용하여 Application을 개발했을 때 이론적으로 가능한 종류에 대해 서술해 놓았다 [8].

One-to-Many application의 예로는 Scheduled audio/video, Push media, File Distribution and Caching, Announcements, Monitoring 등이 있고 Many-to-Many application의 예로는 Multimedia Conferencing, Synchronized Resources, Concurrent Processing, Collaboration, Distance Learning, Chat Groups, Distributed Interactive Simulations, Multi-player Games, Jam Sessions 등이, Many-to-One application의 예로는 Resource Discovery, Data Collection, Auctions, Polling, Jukebox, Accounting 등이 있다. 이처럼 앞으로 개발될 수 있는 IP 멀티캐스트 응용의 종류는 다양하지만, 실제로 현재 구현되어있는 것은 극히 소수이며 대부분의 경우 아직 추상적인 아이디어만 있을 따름이다

이와 같이 IP 멀티캐스트 application은 현재 소비자에 어필할 수 있을 만큼의 다양함과 충분한 수를 갖지 못했기 때문에 설사 네트워크가 IP 멀티캐스트를 지원하게 되었다 할 지라도 멀티캐스트 소비자 층을 형성하기에는 비옥한 토양을 제공하지 못하고 있다

3.1.2 멀티캐스트 고유 콘텐츠 부족과 한계

국내외의 ISP들은 다년간의 서비스 경험을 통해 기업 사용자나 개인 사용자의 Internet 접속서비스 제공만을 수익 모델로 삼는 것은 경쟁력이 없다고 판단하기 시작하였다. 이런 까닭에 이미 확보된 고객을 대상으로 하는 VAN(Value-Added Network)의 구축과 관련한 서비스를 준비하였다. VAN 서비스 중에서도 차세대 가정을 대상으로 하는 서비스가 가장 수익성이 예상되고 있으며 차세대 가정 중에서도 멀티미디어 콘텐츠 사업이 가장 유망한 것으로 평가되고 있어, 많은 ISP들이 유료 콘텐츠 포털 서버를

구축 중에 있다

컴퓨터 네트워크에서 특정한 기술이 부가가치 창출로 이어지는 과정은 다음의 “Networking Food Chain” 을 통해 이해할 수 있다

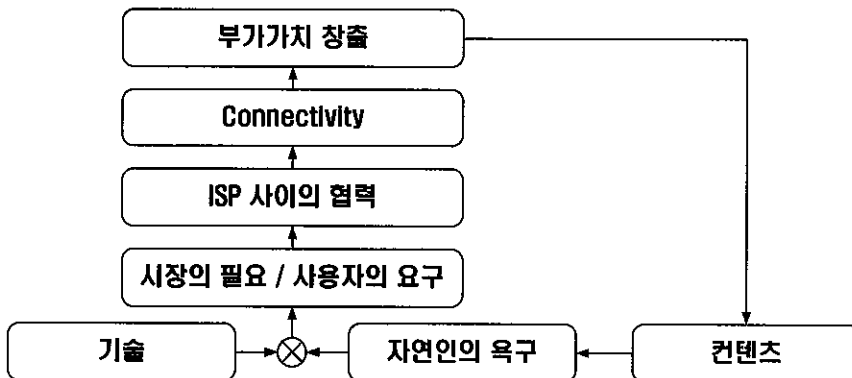
네트워크의 부가 가치는 연결성(connectivity) 자체에서 비롯된다 인터넷에서의 Connectivity는 독립된 ISP들의 기술적인 협력에 의해서만 이루어질 수 있다. ISP 협력은 일반적으로 시장 및 고객의 요구에 따라 자연스럽게 수행된다. 고객 요구는 두 가지 요소에서 비롯되는데, 첫번째는 자연인의 지각과 감각이 요구하는 욕구 - 생각하고 보고 말하는 등의 - 충족이며, 두번째는 신기술, 자체에 대한 호기심과 예상되는 효과에 대한 기대이다. 자연인의 욕구 발생은 존재하는 서비스나 콘텐츠에 대한 반작용이다 바꾸어 말하여, 자연인이 욕구를 갖기 위한 선행 조건은 서비스 또는 콘텐츠의 존재이다

결국, IP 멀티캐스트라는 기술이 상업적인 성공을 하기 위해서는 IP 멀티캐스트라는 기술만이 제공할 수 있는 고유한 콘텐츠가 존재해야 한다는 것이다. 바꾸어 말하면, 현재 IP 멀티캐스트를 위한 고유한 콘텐츠가 부재하기 때문에 IP 멀티캐스트를 굳이 네트워크에 도입할 필요의 정당성이 보장되지 못하고 있는 것이다

멀티캐스트 전송에 적합한 콘텐츠는 실시간성과 다수의 동시접속성을 갖고 있는 것이다. 그러나 Re-

mote Education 이나 Adult Entertainment 는 아직 동시 접속자 수가 적은 편이고, 다수의 동시 접속자가 보장될 수 있는 해외 스포츠 중계, 공연 중계는 단시간 지속되는 이벤트 성격이 강하기 때문에 Multicast를 deploy 하는 투자비 및 운용 유지 비용에 비해서 전체적인 수익 규모가 턱없이 부족하다. 일례로 미국의 내의 회사 Victoria Secret이 Fashion show를 인터넷 중계할 때에는 순간 접속자 수가 200만 명이 넘는 것으로 알려져 있어 Multicast를 적용하기에 매우 좋은 상품임에는 틀림없지만 또한 동시에 일회성 성격이 강하므로 ISP의 수익 모델로 삼기에는 역부족이다.

따라서 IP 멀티캐스트를 위한 Networking food chain 이 돌아가는 유일한 길은 고유한 서비스와 콘텐츠의 존재 여부라고 결론 내릴 수 있다. 이 주장을 지지하는 단적인 서비스의 예를 다른 분야에서 찾아 본다면 국내 디지털 위성방송 사업을 이야기 할 수 있다. Skyline은 국내에서 사용중인 디지털 위성방송용 무공회위성을 이용, 주로 MPEG2 영상/음성 부호화와 다중화 시스템을 이용하여 FEC 포함 46Mbps 정도의 콘텐츠를 가입자에게 단방향으로 제공하는 서비스이다. 이미 전국적인 공중파 방송과 CATV 서비스가 구축되어 제공되고 있음에도 불구하고 이와 상관없이 국민중 78.3% 가 서비스가입의 의사를 나타냈으며 2002년 4월 개국 1달 만에 실 수



(그림) Networking Food Chain

신자 10만 가구를 넘어서는 성장세를 보였다 잠재 고객을 대상으로 설문 조사한 결과에 따르면 새로운 서비스의 가입시 중요 고려요건으로는 프로그램의 질이 28.1%로 가장 높았고 채널 수가 3.1%로 가장 낮았다. [9]

위와 같은 관점에서, IP 멀티캐스트가 Skylife에 필적하는 서비스와 콘텐츠를 제공해 줄 수 있는지 여부는 좀 더 논의가 필요할 것이다. (국내 인터넷 인구 중 유료 콘텐츠를 단 한번도 사용해보지 않은 사람의 비율이 87.7%에 해당한다는 사실을 고려한다면, Skylife에 필적할 뿐만 아니라 그것을 능가하는 서비스와 콘텐츠를 제공할 수 있어야 한다.)

3.2 기술적 측면

3.2.1 인터넷 철학에 위배되는 멀티캐스트 특성

멀티캐스트의 원래 목표는 동일한 내용의 트래픽을 요구하는 수신자들에게 각각을 향한 패킷을 one-to-one 형식으로 전달하기 보다 단일의 패킷을 네트워크에서 적절히 복제/분기하여 복수의 수신자에게 전달되도록 함으로써 네트워크에 요구되는 대역폭의 양을 현저하게 줄여 네트워크 설치 및 유지 비용을 줄이고 그에 대한 보상으로 보다 높은 품질의 서비스를 사용자들에게 제공하는 데에 있다.

이 목표를 실현하기 위하여 IETF에서 채택한 것이 이른바 Internet Standard Multicast (ISM) 또는 Deering 멀티캐스트 라고도 불리는 Host group model 멀티캐스트이다. Host group model 멀티캐스트는 영속적이거나 일시적인 호스트들의 어떤 그룹에 대하여 그룹을 식별할 수 있는 유일한 식별자를 할당하고, 그 그룹의 멤버 모두가 받아야 하는 패킷에 그룹 식별자를 인코딩한 후 네트워크에서는 그룹 식별자를 기준으로 분기를 실행하여 결국 그룹의 모든 호스트에 패킷이 전달되도록 하는 방법이다. IPv4에서는 Group 식별자로서 Class D IP 주소가 선택되었고, 이 주소는 IP

packet 의 Destination field에 기록된다. 이러한 IP 멀티캐스트 기술은 간단하고 효율적인 방법이긴 하지만, 그러나 원래 Internet 운용 철학에 위배되는 특성을 가지고 있다는 사실이 그 동안 간과되어 왔다

인터넷의 초기 개발 단계에서 Chief Protocol Architect였고 IAB (Internet Activities Board)의 의장이었던 David D. Clark에 의하면 인터넷 아키텍처가 만족해야 할 설계 목표는 다음과 같다. [10]

- Internet communication must continue despite loss of networks or gateways.
- The Internet must support multiple types of communications service
- The Internet architecture must accommodate a variety of networks.
- The Internet architecture must permit distributed management of its resources
- The Internet architecture must be cost effective.
- The Internet architecture must permit host attachment with a low level effort.
- The resources used in the Internet architecture must be accountable.

위의 인터넷 아키텍처 설계의 목표에 비추어 보면 Deering 멀티캐스트가 안고 있는 구조적 결함 몇 가지를 발견할 수 있다.

(1) 멀티캐스트 라우팅의 Statefulness

인터넷은 그 통신에 있어서 신뢰성을 보장하기 위하여 'Fate-sharing model'로 설계되었다. Fate-

sharing model 이란 통신중인 entity의 통신상태를 유지하기 위한 state를 endpoint에서만 관리하겠다는 모델이다. 이 모델을 채용하면 network에서 intermediate failure에 대해 robust 한 특성을 갖게 된다. Unicast routing은 이 모델에 매우 잘 부합하고 있다; 그러나 Deering 멀티캐스트는 라우터 등의 intermediate nodes에 packet의 전달 경로를 state로 관리함으로써 intermediate failure에 취약한 구조를 가지고 있다.

(2) 회계능력(accounting) 결여

네트워크 자원 및 서비스에 대한 accounting은 오늘날 인터넷이 상업적 영역으로 그 활용이 넓게 확대되면서 실제로는 매우 중요한 문제가 되었다. 유효하고 신뢰성 있는 accounting을 위해서는 서비스를 이용하는 host의 자발적인 reporting 뿐만 아니라 네트워크 계층 수준의 accounting 이 반드시 필요하다.

IP unicast의 경우 IP address를 기준으로 packet 단위로 네트워크 계층 수준에서 과금이 수월하게 이루어질 수 있지만, Deering 멀티캐스트는 서비스를 위한 packet에 대해서 네트워크 계층 수준에서는 최종 수신 호스트의 파악이 불가능하고 결국 last mile router의 도움을 받거나 또는 upper layer의 도움을 받아야만 accounting이 가능한 문제가 있다. 이러한 사실이 Deering 멀티캐스트가 전적으로 accounting 이 불가능하다고 결론짓는 것은 아니지만, Internet architecture에서 멀티캐스트에 대한 accountability가 현저하게 제한 받는 것이 사실이다

(3) 고비용 관리

유니캐스트 전송에서는 flow에 관계없이 packet 단위로 포워딩이 수행되는 것에 비하여 IP 멀티캐스트에서는 특정 sender가 특정 host group으로 보내는 flow 혹은 session 단위로 라우팅을 수행한다.

그리고 이 경우 장비에 급격한 과부하가 걸리는 것이 두루넷 망과 KT 시험망에서 경험되었다.

3 2 2 유니캐스트 전송기술과의 관계

멀티캐스트에 대해서 더 언급하기 이전에 현재의 제공되고 있는 인터넷의 역량에 대해 더 관찰할 필요가 있다. 당연하게도, 네트워크를 구축하고 사용하는 이유는 바로 그것의 직접적인 산물인 접속성(Connectivity) 때문이다. 한 네트워크의 가치는 그 네트워크에 접속한 사용자 수의 제공으로 표시된다는 메칼프의 법칙(Metcalfe's Law)의 관점에서 바라본다면 인터넷은 그 사용자 수의 급격한 증가 덕분에 매우 빠른 시간만에 Telecommunication 네트워크 다음으로 강력한 네트워크로 성장하게 되었다. 만일 네트워크로 전달 가능한 콘텐츠의 종류와 인류의 실생활에 미치는 영향력까지 고려할 때, 인터넷의 가치는 이미 Telecommunication의 그것을 압도하였다고 말할 수도 있다.

그런데 여기서 중요한 점은, 이렇게 포괄적이고 강력한 네트워킹을 가능케 한 이유가 전송 매체와 Link layer 기술에 비의존적인 Layer 3 유니캐스트 라우팅 덕분이라는 것이다. 유니캐스트 라우팅 하나가 전세계에 Connectivity를 제공하는 핵심 기술이 되고 있으며, 그 영향력이 강하기 때문에 이는 멀티캐스트 등의 후발 라우팅 기술에 대해 진입 장벽으로 작용하고 있다. 즉, 유니캐스트 라우팅은 후발 라우팅 기술에 대해 소위 '진로 의존성(path dependence)' 또는 '기술적 교착화(technological lock-in)'을 형성하고 있다.

IP 멀티캐스트 라우팅은 그 기술적 특징상 멀티캐스트 라우터의 Neighbor를 Discovery 하거나 데이터의 전송 트리를 구성할 때 유니캐스트 라우팅에 강한 의존성을 갖는다. 즉 IP 멀티캐스트 라우팅은 유니캐스트 라우팅을 대체하거나 하위 호환성을 유지하는 업그레이드 차원으로 설치할 수 있지가 않고, 기존의 유니캐스트 라우팅 기능을 완전하게 유지한

상태에서 Overlay 방식으로 설치해야만 한다.

네트워크 사업자의 입장에서 바라본다면, 이미 충분한 Connectivity를 보장하고 있는 유니캐스트 라우팅이 안정적으로 운용되고 있는 상용 네트워크에 그 수익성과 안정성이 보장되지 않은 새로운 종류의 라우팅(즉, IP 멀티캐스트) 방식을 Overlay 형식으로 올린다는 것은 부담스러운 일이 아닐 수 없다. 더욱이 날로 증가해가는 유니캐스트 트래픽 용량만을 감당하기에도 노드와 링크의 업그레이드에 투자해야 할 비용이 결코 적지 않은 상황에서 수천, 수만개의 멀티캐스트 세션을 위해 같은 수의 멀티캐스트 주소를 노드마다 할당 관리하고 또 그 만한 트리를 유지한다는 것은 네트워크에 과부하가 될 것임을 쉽게 짐작할 수 있으므로 사업자가 IP 멀티캐스트를 도입하는 것에 대해 더욱 꺼려지는 요인이 된다.

인터넷과 같은 사회 간접 자본 분야에서 기술적 진입 장벽이 신규 기술의 진입이나 전반적인 발전을 가로막는 요인으로 작용한다면, 그것을 타개하는 유일한 방법은 마치 경제학자 케인스가 바람직한 시장 경제를 위하여 통화에 대한 중앙 정부의 개입을 촉구했던 것처럼, 인터넷에서도 Connectivity라는 resource에 대해 '중앙 정권'의 개입에 의해서 단기간 내에 그리고 동시에 Migration을 추진하는 방법 외에는 없을 것이다. 그러나 현재의 인터넷은 그 누구도 소유하거나 지배하는 권력집단이 없고, 다만 자주적인 ISP와 NSP의 자율적인 기술적 협조에 의해 유지되고 있기 때문에 특정한 목적의 성취를 위해서 모든 ISP와 NSP가 동시다발적으로 의견일치를 보기가 훨씬 어렵다고 보여진다. 결국 이미 보편성을 획득한 유니캐스트 라우팅이 IP 멀티캐스트의 시장 도입을 막고 있는 주 원인이 되고 있는 것이다.

4. 멀티캐스트 관련 최근 표준화 동향

멀티캐스트 기술에 대한 어두운 시장 현황에도 불구하고, 각종 세계표준기구에서의 관련 표준화 작업

은 여전히 진행되고 있다. 특히 기존의 IETF와 함께 3GPP2 및 ITU-T에서도 관련 표준화 작업이 진행 중에 있으며, 이는 향후 멀티캐스트 발전에 대한 기대가 아직 남아있음을 반증한다고 볼 수 있다.

4.1 IETF

포럼 표준화 기구로서 인터넷 기술 표준화를 담당하는 IETF는 IP 멀티캐스트 역사를 만들어온 기구이며 기술의 상업화에 있어서도 직·간접적으로 깊은 영향력을 행사해 왔다. 따라서 IETF의 최근의 멀티캐스트 프로토콜에 대한 동향을 참조하는 것이 멀티캐스트 시장의 발전 방향을 예측하는데 도움이 될 것이다. 본 고에서는 2002년에 개최된 제 53, 54차 IETF 회의에서의 IP 멀티캐스트 동향을 살펴본다.

(1) IDMR WG

IDMR(Inter-Domain Multicast Routing) Working Group에서는 ISP와 ISP간에 사용할 Scalable 멀티캐스트 routing protocol을 설계하는 것이 목표였지만, 이 그룹의 노력의 결정체인 Multi-protocol Extension for BGP-4 (MBGP-4)[11]가 상업적으로 실패하면서, IDMR은 2001년 11월 본래의 미션을 접고, 현재는 Internet-Draft Multicast Remnants Working Group으로 개명하여, 아직 진행 중에 있는 멀티캐스트 관련 문서작업을 마무리하는 일을 추진하기로 하였다. 기존에 IDMR에서 하던 나머지 작업들은 MAGMA 라는 신생 WG으로 넘겨졌다.

(2) MBONED WG

Multicast BackBONE Deployment WG은 주목할 만한 신기술이나 deployment에 영향력을 행사할 수 있는 논의는 없었으며 단지 과거에 출현했던 기술과 주제를 applicability statement 형식으로 정리하거나 BCP (Best Current Practice)

를 논의하는 수준에서 그쳤다. 54차 회의에서는 그동안 개발된 멀티캐스트 표준들과 실제 인터넷에서의 운용기술들과의 차이점을 분석하고, 향후에 이를 보완하기 위한 표준 개발에 주력하기로 했다. 먼저 실제 인터넷 환경을 고려한 IGMP/MLD 보완 요구사항 문서를 정리할 예정이다.

(3) RMT WG

Reliable Multicast Transport WG은 멀티캐스트 오류제어 및 복구제어 등의 신뢰전송 프로토콜을 개발하는 그룹이며, TRACK, ALC, NORM 등 3가지 프로토콜 개발을 추진 중이다. WG 초기에 비해 회의가 계속될수록 참석자수 및 관심도가 줄어들고 있는 상황이며, 특히 TRACK 프로토콜은 최근 관련문서들의 보완작업이 계속 이루어지지 않아 해당 아이템이 RMT 표준화 항목에서 지워질지도 모를 위기에 처해있다. 기타 다른 RMT 프로토콜에 대한 실제 보급가능성은 여전히 회의적이다. 본래 RMT 기술이 IP 멀티캐스트 망을 가정하고 있는 반면에 실제 인터넷에서의 IP 멀티캐스트 보급 정도는 미미하기 때문이다.

(4) MAGMA WG

Multicast & Anycast Group Membership WG은 원래의 IDMR에서 분리되어 Multicast와 Anycast의 Group membership reporting를 담당하는 WG이다. WG에서 다루고 있는 주된 주제는 IGMP proxying, MLD, MSNIP (Multicast Source Notification of Interest Protocol), anycast extension to MLD 등이며 대부분이 신규 기술이라기 보다는 이미 오래 전부터 다루어지고 있던 주제들에 완성도를 부여하고 있는 중이다. WG의 이름이 바뀌면서 새롭게 다루어지는 주제처럼 보이지만 실은 기존 WG에서 다루던 주제의 표준화가 지지부진하자 새로운 WG을 만들어서 재추진을 하게 된 주제들이다.

(5) IRTF Routing Requirement

53차 IETF Plenary에서 Internet Research Force(IRTF)의 Routing Research Group (Rscalability)를 보장하기 위한 차세대 라우팅 및 어드싱 아키텍처의 요구사항에 대한 발표를 하였다. 사실 놀랍게도 - 하지만 적절하게도 - 멀티캐스트는 그 요구사항에서 제외시킨다고 발표하였다[12].

4.2 3GPP2

3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2)는 cdma2000 1x, EVDO, EVDV, 3x 등의 동기식 IMT-2000에 관련한 제조자와 사업자가 모여 기술 표준을 제정하는 표준화 기구이다. 3GPP2는 이동전화네트워크에서 Radio Access Network(RAN)과 HPDN(High-speed Packet Data Network)에서 IP 기술을 적극적으로 도입한 상황이고 이 바탕 위에 IP 멀티캐스트를 고려하기 시작했다.

3GPP2의 cdma2000 네트워크 아키텍처는 3GPP(3rd Generation Partnership Project)의 GPRS/UMTS 네트워크 구조에 비해서 훨씬 IP 친화적이다. Broadcast/Multicast Service(BCMCS)는 표준화 Work Item No 3GPP2-2000-002으로써 2001년 1월부터 논의가 시작되었으며 Feature와 System requirement에 관한 Stage 1 표준 문서는 2001년 8월 TSG-S에 의해 3GPP2.S.R0030의 이름으로 release 되었다. 현재 Qualcomm, 삼성, Nokia, Ericsson, Nortel에서 IP 멀티캐스트/broadcast 표준화에 적극적인 contribution을 하고 있다. KTF, SKT, LGT, KDDI는 표준규격 개발이 TSG-C에 BCMCS가 release C에 포함될 것을 희망하였으나 release C에 요구되는 일정상 release C에는 포함되지 않았고 release D에 work item으로 포함할지 여부를 앞으로 결정하게 된다. TSG-P에서는 2001년부터

2002년 5월까지 논의되었던 모든 문서를 모아 BCMCS Ad-hoc group을 만들었고 2002년 5월부터 활동을 시작했다. TSG-P의 BCMCS spec은 Deering 멀티캐스트 model을 상당량 그대로 수용할 것으로 보인다.

4.3 ITU-T

ITU-T SG17 Question 8에서는 그 동안 중단간 멀티캐스트 표준개발 작업을 추진하여 왔으며, 특히 한국의 ETRI 및 대학을 중심으로 표준규격 개발 및 표준화 작업이 진행되어왔다(13, 14). 특히 ECTP (Enhanced Communications Transport Protocol) 표준규격은 IETF RMT WG의 표준화 범위와 유사한 기술로써 멀티캐스트 전송에 대한 종단간 오류제어 및 세션제어 등의 기능을 제공하는 프로토콜이다(15, 16). ECTP 프로토콜은 멀티캐스트 신뢰전송 기능 이외에도, 멀티캐스트 사용자의 세션등록 및 QoS 관리 기능을 포함하고 있으며, 2001년 11월 ITU-T 국제 권고안으로 승인된 바 있다. 이는 IETF RMT WG 보다 한발 앞서 국내 기술력으로 국제표준화에 성공한 사례로써 의미가 있다.

한편, ITU-T SG17에서는 ECTP 후속 작업으로써, 그룹 생성, 등록 및 관리 기능을 제공하는 GMP (Group Management Protocol) 표준규격을 개발 중이다. 최근에는 현재의 유니캐스트 망에서 멀티캐스트 서비스 제공을 위해 적용할 수 있는 Overlay Multicast 전송 기술 관련 규격으로 RMCP (Relayed Multicast Control Protocol) 규격 작업을 진행 중이다.

5. 향후 멀티캐스트 시장 전망

5.1 새로운 인터넷 시장: Wireless / Mobile Internet

국내 유선 초고속인터넷 가입자 수가 2002년 8월 말 현재 981만명, 세대수 기준 64.2%, 사용자수 2565만명에 육박하면서 유선인터넷 시장이 포화기에 접어들어 오려다. 그리고 이와 동시에 소비자들의 무선 네트워크에 대한 관심이 성숙해짐에 따라 무선인터넷 시장이 새로운 시장으로 부상하고 있으며 IP 엔지니어들도 신규 시장의 실험적이고 발전적인 가능성에 대해 예전에 볼 수 없었던 많은 관심을 기울이고 있다.

전술한 바와 같이 3GPP2에서는 RAN과 HPDN에 IP 멀티캐스트를 적극적으로 도입하려는 움직임을 보이고 있다. 무선인터넷은 유선인터넷과 달리 Access network, 특히 Air link에서의 전송 용량이 현저하게 적다는 사실 뿐 아니라 멀티캐스트를 이용하여 Network간 Handoff 시 Connection state 와 Service context를 매끄럽게 전달할 수 있기도 하다는 점 등에서 새로운 IP 멀티캐스트 시장의 표적으로 바라보는 견해도 있다.

그러나 이러한 관심에 필적할 만한 멀티캐스트 시장이 무선 인터넷 시장 안에서 형성될 것인가 하는 것은 미지수이다. 현재 무선 인터넷 시장의 발전 규모를 분석하여 볼 때 시장 형성에 대해 낙관론을 펴기는 어렵다. 그 동안 이동통신사업자들의 서비스를 중심으로 국내 무선인터넷 시장이 꾸준한 성장을 보여온 것은 사실이다. 그러나 수 년 전에 많은 수의 시장 조사 기관에 앞 다투어 무선인터넷 시장의 지수적 발전 가능성을 점쳤던 것과는 달리 실제로는 낮은 수준의 선형적인 증가폭을 보이고 있다. 현재 국내의 무선인터넷 시장은 1500억원 정도의 규모로 2001년 국내 유선 초고속인터넷 시장 규모인 2조 5천억원에 비해 상대적으로 작은 편이고 무선 인터넷 트래픽의 절대량 역시 예상 수준에 훨씬 못 미치고 있는 것으로 조사되었다.

이러한 현상의 이유는 첫번째는 이동통신사의 과도한 사업 라이선스비와 그에 필적하는 대규모 초기 투자 비용으로 인해 서비스 이용료가 정액제인 유선 초

고속 인터넷 서비스에 비해 비교를 불허할 정도로 비싸다는 것이고, 두 번째는 무선 네트워크에서 Last mile에 해당되는 Air link 의 channel capacity 가 상대적으로 적기 때문에 트래픽의 절대량과 시장 수익이 소비자나 사업자의 의지에 반하여 적을 수밖에 없기 때문이다.

최근에 상용 서비스를 시작한 동기식 IMT-2000 인 cdma2000 1x-EVDO 의 경우 사용자가 이동을 정지한 상태에서 하향 1.3Mbps 상향 300Kbps 정도까지 지원하기 시작했지만 여전히 높은 사용료가 걸림돌이 될 전망이다. 따라서 유선 네트워크에서 시장을 형성하지 못한 IP 멀티캐스트가 무선 네트워크에서는 형성 가능성이 있을 수 있다고 평이하게 믿기에는 그 설득력이 빈약하다.

5.2 멀티캐스트 시장 촉진 요인

그렇다면 과연 IP 멀티캐스트 시장에 불을 붙일 수 있는 것은 무엇인가? 새로운 기술의 발전에 더불어 IP 멀티캐스트도 빛을 바라는 시간이 올 것인가? 또는 신규 시장의 부흥에 참여하여 구(舊) 시장에서는 상실했던 보편성과 수익성을 확보할 수 있을까?

신흥 IP 기술들에는 여러 분야가 있겠지만 무선인터넷, VoIP, Security, Optical & Label Switching을 비롯한 sub-IP 기술, IPv6, XML 등이 있을 것이다 그 중에 IP 멀티캐스트와 같은 Network 기술인 IPv6는 사업자들의 평가와 의견이 엇갈리는 기술이긴 하나 언젠가 보편성을 획득할 가능성이 상대적으로 높은 기술이다 IPv6는 IPv4에 비하여 새로운 어드레싱과 그에 따른 충분한 양의 주소 자원, 그리고 여러 가지 개선된 라우팅 feature를 제공하는 기술이긴 하나 IP 멀티캐스트의 경우 IPv4의 경우에 대비 특별히 개선되거나 발전하는 점은 없기 때문에 IPv6 의 성장과 더불어 IP 멀티캐스트가 성장할 것이라고 보기는 어렵다.

멀티미디어 콘텐츠 시장은 인터넷 영역에서 수익성

있는 시장으로 주목 받고 있으며, 현재에도 Streaming service는 꾸준한 성장을 계속하고 있다 그러나 IP 멀티캐스트를 도입한 Streaming service가 소비자에게 제공된다면 사용자의 동시 참석이 요구된다는 전술한 제한 조건 때문에 역시 틈새 시장 밖에는 진입하기 어려울 것이라고 예상된다

신규 인터넷 접속 시장 사업자인 무선 인터넷 ISP의 경우 망 자원 자체 (전체 노드 개수, 전체 트렁크 용량)는 매우 작지만 대개 탄탄한 전국 망을 확보하고 있다는 것이 장점이다. 그러나 역시 고가의 과금 체계 때문에 무선 인터넷망을 이용한 멀티캐스트 멀티미디어 서비스는 요원하다 소비자가 늘 몸매 지니고 다니는 무선 단말을 이용하여 멀티미디어 콘텐츠를 제공받기를 희망하는 경우 배터리와 Display 품질을 보강하여 공중파 방송을 직접 받거나 또는 PAN (Personal Area Networking) 기술을 이용하는 편이 보다 경제적이고 현실적인 해결 방안이라고 생각한다

5.3. 멀티캐스트 대안 기술: Alternative IP multicast

IP 멀티캐스트의 도입과 시장 형성이 끈질기게 늦어지고 있는 상황에서 인터넷 엔지니어들은 이를 극복하거나 회피하는 수단으로 크게 두 가지의 전략적 접근을 하고 있다 첫번째는 Network layer 의 도움 없이 IP 멀티캐스트 트래픽을 가입자까지 전달하고자 하는 응용계층 멀티캐스트 (Application Level Multicast) 혹은 멀티캐스트 중계전송 (Relayed Multicast)이며, 다른 한가지는 Xcast (Explicit Multicast) 처럼 기존의 Deering 멀티캐스트 모델에서 벗어나 새로운 멀티캐스트 전송 기술을 개발하는 것이다

Application Level Multicast에서는 멀티캐스트가 도입되지 않은 기존의 인터넷 망에서는 유니캐스트 전송을 사용하고, 각 지역에 중계기 서버를 설

치하여 원격 송신자의 멀티캐스트 트래픽을 저장 혹은 caching 한 후에 해당 지역 사용자에게 멀티캐스트 혹은 유니캐스트로 중계하는 기술이다. 특히, 현재까지 일부 기업망, 캠퍼스망 등의 사설 지역 망에서의 멀티캐스트 도입이 활발히 진행되어 왔으므로, 공중 백본 망에서의 유니캐스트 전송 기술을 중계기를 통해 적절히 혼합 사용하여 종단간에 멀티캐스트 서비스 제공이 가능하다. 한편 국내 산업계에서도 이와 유사한 방식으로 인터넷 방송 솔루션을 개발하는 회사들이 존재하며, 일부 인터넷 방송 사업자에 의해 채택되고 있어, 관련 기술개발 및 보급이 용이하다. 멀티캐스트 중계전송 기술 개발 및 표준화 작업은 ITU-T SG17에서 진행되고 있으며, 한국 ETRI를 중심으로 관련 기술 개발 작업이 진행 중에 있다 [14].

또 하나의 새로운 접근 방식으로써, Deering 멀티캐스트의 한계를 인정하고 인터넷에서 사용할 수 있는 새로운 멀티캐스트 기술을 개발하는 대표적인 예가 Xcast(Explicit multicast) 기술이다 [17][18]

Xcast는 기존의 Deering 멀티캐스트가 본질적으로 가질 수 밖에 없는 한계, 즉 stateful routing 특징 때문에 네트워크의 노드에 과도한 부담을 줄 수 밖에 없는 문제를 해결하고, 또 경유 노드나 링크에 문제가 생겨도 효과적인 Datagram routing 을 통해 인터넷 아키텍처의 목표 "Fate sharing"을 실현하기 위해 만들어진 새로운 멀티캐스트 기술이다. Deering 멀티캐스트가 Host group에 Group identifier를 할당하고 전송 트리 정보를 경유 노드에 각각 State 로 관리하였다면, Xcast는 각각의 패킷마다 그 세션에 참여한 모든 Receiver의 Unicast IP 주소를 인코딩하여 실어주고 경유 노드는 패킷에 인코딩된 복수개의 목적지 주소 각각에 Routing 을 수행함으로써 멀티캐스트의 원래 목표인 Bandwidth conserving 효과를 Deering 멀티캐스트의 방법을 사용하지 않고서도 얻어내게 된

다. Deering 멀티캐스트에 대하여 Xcast가 독특하게 구별되는 점은 Xcast는 그 라우팅이 완전히 유니캐스트 라우팅 정보에만 의존하므로 새로운 종류의 라우팅 시그널링이 요구되지 않으며 또 경유 노드에서 세션에 대한 State 를 전혀 관리하지 않으므로 완전한 End-to-End communication 을 실현한다는 점이다. 또 Deering 멀티캐스트의 구조적 문제로 지적되었던 과금 및 회계 문제가 Xcast의 경우에는 Network layer 수준에서 과금이 가능하다는 것도 장점이다. Xcast 는 한국과 일본, 미국의 일부 기업에서 활발하게 연구 개발이 진행중이다. Deering 멀티캐스트의 실패를 교훈삼아 새로운 멀티캐스트 기술의 도입을 고민하고 있는 한국의 KTF 와 일본의 NTT 와 같은 ISP들이 Xcast 의 시장성에 대해 현재 관심을 기울이고 있는 중이다

6. 결론

지금까지 IP 멀티캐스트 출현 및 현황, 그리고 시장진입 실패 요인 및 향후 발전전망 등에 대하여 살펴보았다. 멀티캐스트 시장이 단 한번도 살아있었던 적이 없었던 것처럼 앞으로의 멀티캐스트 시장 역시 어떤 측면에서는 새롭게 형성될 것을 기대하기가 매우 어려울지도 모른다. 국내의 메이저 ISP 들이 미래의 Voice over X service를 위해서 자사의 전국 망을 MPLS 기반으로 진화해 가는 중이다, MPLS 는 현재 IP 멀티캐스트를 공식적으로 지원하고 있지 않다 따라서 국내 메이저 사업자들은 망의 특성상 멀티캐스트를 통한 수익성 모델 설립은 시기 상조로 판단할 수 밖에 없으며 그러므로 인해 국내 멀티캐스트 시장 역시 열리지 않을 것이다.

그러나 많은 사업자들의 부정적인 시각에도 불구하고 멀티캐스트가 지원되는 AS (Autonomous System)의 수가 매우 느리지만 증가 추세에 있다는 사실과 [19], NASA (National Aeronautics and Space Administration)와 같은 연구기관에

서는 Interplanetary communication/Satellite communication으로 멀티캐스트를 꾸준히 연구하고 있기도 하며, Wireless world Research Forum 과 같은 곳에서는 IP mobility를 지원하는 멀티캐스트를 여전히 전망 있는 기술로 평가하기도 하므로[20], 앞으로 열려진 미래 속에 IP 멀티캐스트가 차지하게 될 위상에 대해서 확답을 낼 수는 없다

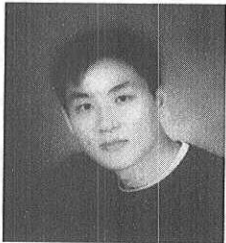
응용계층 멀티캐스트나 Xcast와 같은 대체 멀티캐스트 기술들도 여전히 성장 가능성을 지켜봐야 할 대상이다. 따라서 IP 멀티캐스트 기술이 네트워크에서 완전히 사라질 것이라고 보아서는 안되고 가입자 당에 40Mbps 의 대역폭이 보장되며 디지털 미디어가 대부분의 아날로그 미디어를 대체하는 4년 후에는 새롭게 각광 받으며 빠르게 시장을 형성할 수 있을지도 모른다. 그 전까지 멀티캐스트 서비스는 특정 응용서비스 및 틈새 시장을 목표로 보급될 것이다.

REFERENCE

- [1] http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/intsolns/mcst_sol/mcst_ovr.htm#xtocid1
- [2] L. Aguilar Datagram Routing for Internet Multicasting. In ACM SIGCOMM '84 Communications Architectures and Protocols, pages 58-63 ACM, June, 1984.
- [3] S E Deering, D R Cheriton, Host Groups A Multicast Extension to the Internet Protocol, RFC0966, Dec 1985
- [4] S. E Deering, Host Extensions for IP Multicasting, IETF RFC0988, July 1986
- [5] S. E. Deering, Host Extensions for IP Multicasting, IETF RFC1112, August 1989
- [6] C Kenneth Miller, Multicast Networking and Applications, Addison Wesley Professional, October 1998
- [7] Mbone software archive, <http://www.merit.edu/~mbone/index/titles.html>
- [8] B. Quinn, K. Almeroth, IP Multicast Applications: Challenges and Solutions, RFC 3170, IETF, September 2001
- [9] "위성방송 사업전망", <http://www.skylife.co.kr/about/manage/index.html>, 2001
- [10] D.D. Clack, The Design Philosophy of the DARPA Internet Protocols, Proc SIGCOMM 1988,
- [11] T Bates, R. Chandra, D Katz, Y. Rekhter, Multiprotocol Extensions for BGP-4, IETF RFC2283, February 1998
- [12] F. Kastenholz, Requirements For a Next Generation Routing and Addressing Architecture, IETF draft-irtf-routing-reqs-groupa-00.txt, April 2002
- [13] ITU-T SG17, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com17/index.asp>
- [14] Enhanced Communications Transport (ECTP), <http://ectp.etri.re.kr>
- [15] ITU-T X 606 | ISO/IEC 14476-1, ECTP. Specification of Simplex Multicast Transport, November 2001
- [16] ITU-T X.606.1 ISO/IEC 14476-2 ECTP. Specification of QoS Management for Simplex Multicast Transport, 2002
- [17] R. Boivie, Y. Imai, W Livens, D Ooms, and O. Paridaens, Explicit Multicast Basic Specification, IETF draft-ooms-xcast-basic-spec-03.txt,

June 2002

- [18] Explicit multicast Incubation Group,
<http://www.xcast-ig.org>
- [19] Multicast Technologies, Multicast
status page, <http://www.multicasttech.com/status/>
- [20] WWRF, Book of Visions 2001,
Wireless World Research Forum,
December 2001, <http://www.wireless-world-research.org/>

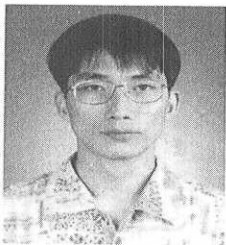


이 지 응

1998 KAIST 전기 및 전자공학
학사 1999 ~ 현재 OSIA
TG-Multicast 정회원
2000 KAIST 전자전산학과
공학석사 2000.2 ~ 현재
KTF 선형연구소 재직
2002.7 ~ 현재 TTA

SG02.04 위원

관심분야: Xcast, NG P2P, 이동통신망 멀티캐스트



고 석 주

1992, KAIST 경영과학과 공
학사 1994.2, KAIST 경영과
학과 공학석사 1998. 8,
KAIST 산업공학과 공학박사
1998. 8 ~ 현재: ETRI 표준
연구센터 선임연구원
2000. 6 ~ 현재: ECTP

editor (ITU-T SG17, JTC1/SC6)

관심분야: 인터넷 멀티캐스트, IP 이동성 관리