

IPTV 콘텐츠 전달 기술의 진화

KT | 서영일 · 이호송 · 정기태
충남대학교 | 이영석*

1. 서론

IT버블이 붕괴되고 21세기 들어 점차 침체되어가는 IT 산업에, IPTV 서비스의 출시는 또 다른 반향을 불러일으킬 수 있는 황금알 낳는 거위 산업으로 인식되고 있었다. 그러나, 당초 예상과는 달리 현재의 IPTV 서비스는 IT 산업에 전반적으로 큰 임팩트를 가져다주지는 못하고 있는 실정이다. 그 주된 이유로는 IPTV 서비스와 관련된 각 사업 주체들의 지나친 배타성과 상호 경계의식으로 인하여 관련 산업 자체가 크게 활성화 되지 않는 데에 그 주된 원인이 있다고 할 수 있으며, 이로 인해 각 사업 주체가 공동으로 이익을 창출할 수 있는 파이가 생각과는 달리 커지지 않고 있는 것이 현실이다.

Telco가 보유하고 있는 막강한 콘텐츠 전달 인프라와 전달 기술을, 콘텐츠 제공사업자가 적극적으로 활용하고 상호 합리적으로 수익공유를 수행하고, 고객은 언제 어디서든 고품질의 콘텐츠를 합당한 가격에 제공받을 수 있는 진정한 의미의 IPTV 2.0 환경 구축을 위해, 본 논문에서는 IPTV 콘텐츠 전달 기술의 체계적인 정립을 수행하고자 먼저 IPTV 콘텐츠 전달 모델을 정의하고, 실시간 IPTV 제공을 위한 멀티캐스트 구현 기술 및 정책을 상세히 기술하고, 또한 고품질/안정적인 IPTV 서비스 제공을 위해 필수적으로 요구되는 네트워크 기술들의 제시, VPN 기업가입자의 IPTV 서비스 제공을 위한 멀티캐스트 VPN 기술, 오버레이 멀티캐스트 기술 소개 등을 기술하고, 끝으로 진정한 의미의 IPTV 2.0으로의 발전을 위한 차세대 콘텐츠 전달 기술의 소개 및 진화방향을 제시하고자 한다.

2. IPTV 콘텐츠 전달 모델

ITU-T IPTV-GSI 표준문서에서도 기술되어있지만 IPTV 콘텐츠 전달 모델을 크게 실시간 채널 서비스

제공을 위한 멀티캐스트 모델, VoD 서비스 제공을 위한 유니캐스트 모델, 그리고 멀티캐스트 방식과 유니캐스트 방식을 혼합한 하이브리드 모델로 정의 될 수 있다. 멀티캐스트 모델에서는 안정적인 실시간 채널 서비스 제공을 위해 서비스 품질 보장 기능을 포함한 고가용성 보장 기능들이 제공되어야 하며, 채널 서비스를 위한 안정적인 멀티캐스트 라우팅 기능이 제공되어야 한다. 유니캐스트 모델은 주로 VoD 서비스 제공을 위해 사용되며, 전통적인 서버기반의 콘텐츠 제공 방식과 CDN기반의 콘텐츠 제공방식, 또한 새로운 기술 트렌드로 인정되고 있는 P2P 기반의 콘텐츠 제공방식으로 구분될 수 있다. 멀티캐스트 방식과 유니캐스트 방식을 혼합하여 사용하고 있는 하이브리드 모델의 대표적인 예는 오버레이 멀티캐스트 방식이다. 이 방식에서는 특정 End-user네트워크 내 End-user네트워크 사이의 콘텐츠 전달은 유니캐스트 방식을 사용하고, End-user 네트워크 내부에서는 멀티캐스트를 구동하는 방식이다.

웹 2.0 트렌드를 충족하고 다양한 콘텐츠 창작자로부터 생성되는 고품질/대용량의 콘텐츠를 사용자에게 품질 보장을 제공하면서 안정적으로 제공하기 위한

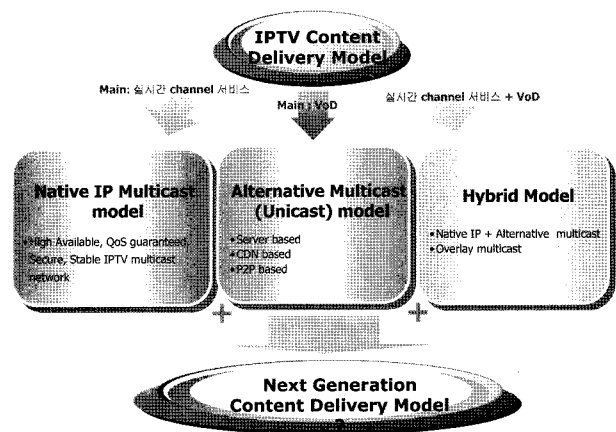


그림 1 IPTV 콘텐츠 전달 모델의 분류

* 정회원

차세대 콘텐츠 전달 모델은 이러한 세가지 콘텐츠 전달 모델의 필수 기능과 장점들을 이용하여 정의될 수 있으며, 본 논문의 후반부에 자세히 논의하고자 한다.

3. IPTV 제공을 위한 멀티캐스트 구현 기술 및 정책

방송 트래픽과 같은 스트리밍 형태의 응용 서비스 제공 시, IP 백본 네트워크에 멀티캐스트 기술을 사용하게 되면 서버와 네트워크 자원을 절약할 수 있다. 기존 유니캐스트 방식에서는 100명의 가입자가 동일한 채널을 시청하면 100개의 스트림이 전송되었지만, 멀티캐스트 방식은 사용자 그룹별로 하나의 방송 스트림만을 전송한다. 따라서 백본 구간의 트래픽 소모량을 획기적으로 줄일 수 있을 뿐만 아니라 방송 서버들의 부하 또한 현저히 줄일 수 있다. 결국 자원의 효율적인 활용이 네트워크에 주는 이익도 있겠지만 서버의 부하 감소는 서비스의 활성화에도 큰 역할을 하여 IP를 통한 진정한 멀티미디어 서비스 제공을 실현시킬 수 있는 기술이다.

3.1 안정적 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 선정

IP백본에 멀티캐스트를 구동하기 위해서는 몇 가지 기술요소가 필요하게 되는데, 그 첫 번째가 바로 안정적 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 선정이다. 이미 다년간 현장에서 검증된 바와 같이, IP백본에서 안정적으로 사용 가능한 대표적 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로는 PIM-SM(Protocol Independent Multicast - Sparse Mode), IGMP(Internet Group Membership Protocol)등을 들 수 있다. PIM은 멀티캐스트 트래픽을 전달하기 위한 기본 프로토콜로 백본 내에서 PIM을 구동하고 있는 라우터 간 멀티캐스트 트래픽 경로에 대한 트리를 생성한다. PIM이 백본 구간에 필요한 요소라면 가입자가 수용되어 있는 액세스 구간에는 IGMP가 필요하다. IGMP는 동일 네트워크상에 존재하는 호

스트들에 대하여 어떤 그룹에 Join/Leave하는지 등의 멀티캐스트 그룹 멤버십을 관리하기 위하여 사용된다.

RP(Rendezvous Point)는 멀티캐스트 소스와 가입자 간 연결시켜주는 매개체 역할을 하는 지점이다. 특정 Group에 대해서 Source가 누구인지 모를 경우엔 모든 라우터는 RP로 트리를 형성하고, 멀티캐스트 트래픽을 수신하여 Source가 누구인지 확인되면, 다시 Source로 Join을 보내어 소스 트리가 형성한다. 멀티캐스트 채널이 증가하거나 서로 다른 도메인간에 멀티캐스트 서비스를 제공할 경우, RP 개수도 따라서 증가하게 되는데, RP들간에 각각의 소스정보를 공유하기 위하여 MSDP(Multicast Source Discovery Protocol)를 구동하게 된다. MSDP는 여러 RP간에 멀티캐스트 소스 정보를 교환하는 프로토콜로서 (S, G) 정보 및 Source Active 메시지를 교환하게 된다.

멀티캐스트 소스 정보가 널리 알려진 경우라면 수신자는 굳이 PIM-SM의 RP를 사용하는 복잡한 알고리즘을 거치지 않고 SSM(Source Specific Multicast)을 이용하여 직접 해당 소스로 Join을 보내어 Shortest Forwarding Path를 사용하여 멀티캐스트 트래픽을 수신한다. 단, SSM 기능을 사용하려면 가입자 호스트에서 기본적으로 IGMP version 3을 지원해야 한다.

각 계위 별 멀티캐스트 프로토콜 적용방안은 아래 그림 2와 같다. 즉 가입자가 연결되는 가입자 집선 S/W와 가입자 구간에는 IGMP가 필요하고, 그 이상의 계위에서는 모든 라우터가 PIM-SM이 필요하다.

3.2 최적 멀티캐스트 topology의 설계

IP백본에 멀티캐스트를 구동하기 위한 두 번째 기술요소로, 멀티캐스트 topology설계 관련 사안들이 중요하다. 전술한 바와 같이, RP는 PIM-SM방식에서 가장 중요한 역할을 수행하기 때문에, 최상의 멀티캐스트 환경을 제공하기 위하여, 최적 RP위치선정 및 RP

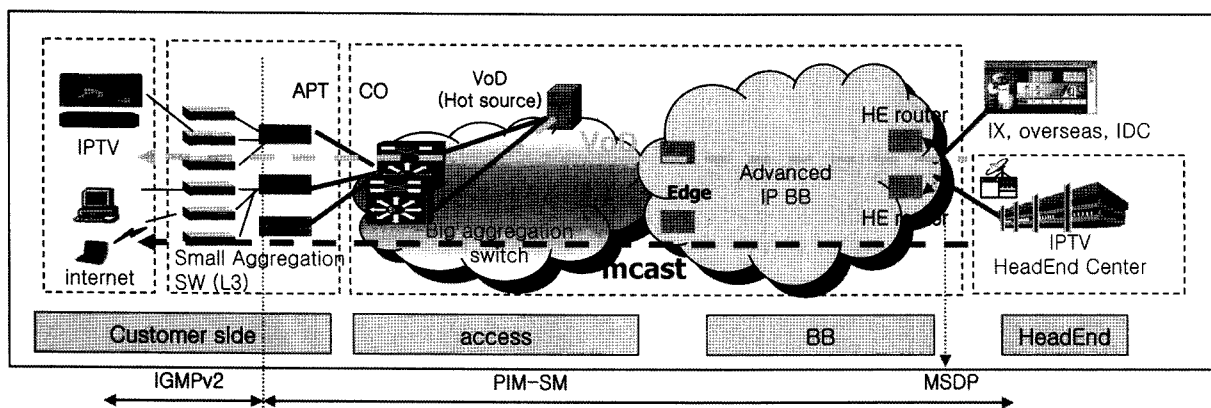


그림 2 계위 별 멀티캐스트 프로토콜 적용 방안

를 이중화 하여 운영하여야 한다. 복수개의 RP가 존재할 때 동일 RP가 선정되어야 하는데 RP를 선정하는 방식에는 PIM의 BSR, Anycast RP방식 등이 있다.

3.2.1 RP 위치 선정

RP 위치에 따라 RP 장애 시 서비스 복구시간이 달라지므로 망 내부에서 가장 효율적인 RP 위치를 찾아서 적용해야 한다. 최적 RP 위치를 도출하기 위한 시험으로, 먼저 상기 그림 2를 기본 네트워크 topology 환경으로 기준잡고, 네트워크의 각 PIM 라우터들이 RP가 되는 여러 가지 시나리오를 가정한다. 다양한 시나리오 환경의 여러 시험을 통하여, Link/Node failure시 망 안정성과 RP 위치와의 상관관계를 도출하고, RP 위치와 멀티캐스트 서비스 트래픽의 패킷 Delay를 측정된 결과 다음과 같은 시험 결과를 도출하였다.

- 네트워크 내부 RP 위치에 따른 멀티캐스트 트래픽의 패킷 Delay는 큰 차이를 보이지 않았음이 시험을 통하여 확인됨
- RP의 위치가 HE센터와 근접할수록 Link Failure에 의한 서비스 장애시간은 감소함
- RP가 HE센터에 근접해 있을 경우, Topology상의 Looping 확률이 줄어들고 이에 따라 RPF Neighbor의 불일치에 따른 서비스 장애 현상이 감소하고 운용관리적인 측면에서도 효율성을 가짐

따라서 시험결과를 근거로 최적 RP의 위치는 HE 라우터로 선정할 수 있다.

3.2.2 최적 RP 이중화 제공 방안

다음은 RP 이중화 제공방안이다. 현재 RP로 구동 중인 장비에 장애가 발생할 경우, 다른 멀티캐스트 라우터들은 새로운 RP를 즉시 선정하여 서비스 장애 시간을 최소화 해야 한다. RP 이중화는 크게 동적인 RP 선정방법을 이용하는 경우와 정적인 RP 선정 방법 (Anycast RP포함)을 이용하는 경우이다. 운용관리 측면이나, 시험 결과에 기반한 서비스 복구시간적인 측면에서 볼 때 Anycast RP를 이용하는 방안이 유리하다.

비교 항목		Dynamic RP	Anycast RP
운용 관리	Configuration	용이	용이
	Troubleshooting	어려움 (관리포인트 증가)	용이
장애 시 서비스 장애시간		최대 3분	1초 미만
벤더 별 기능 구현수준		구현수준 및 연동 미비	구조에 따라 MSDP 사용여부 결정

3.2.3 멀티캐스트 Load balancing 제공 방안

IPTV 네트워크에서 멀티캐스트 트래픽들은 망 전체

적으로 효율적인 링크 사용을 위해 멀티캐스트 소스 IP 또는 멀티캐스트 채널 별로 로드 분산이 될 수 있으나, 현재 멀티캐스트 기능을 안정적으로 제공하는 major 벤더 장비들에서 조차도, 복수개의 PIM Join Group에 대하여 각 Group 별 Equal Cost Load Balancing 기능을 지원하지 않음에 따라, 망 전체 적으로 Link 효율 면에 있어서 문제가 될 수 있다. 따라서 멀티캐스트 네트워크에서는 멀티캐스트 소스 IP를 적절히 분산하여 전파함으로써 멀티캐스트 트래픽들을 로드 분산할 수 있어야 한다.

3.3 멀티캐스트 주소 제공 정책

IPTV 사업자들 사이에 다양한 콘텐츠 공유를 위하여, 사업자 간 독자적인 멀티캐스트 채널 주소를 사용하거나 또는 별도의 주소 변환 과정으로 멀티캐스트 채널 연동을 수행할 수 있다. 사업자 간 독자적인 채널 주소, 즉 사업자 간 연동 가능한 멀티캐스트 채널 주소들의 사용은 IANA등에서 권고 되고 있으며, 각 ISP별 공식적으로 연동되어 사용될 멀티캐스트 그룹 주소는 233/8의 GLOP(globally routed private address) 주소 중에서 16bit 공인 AS 번호를 중간에 삽입하여 사용하기를 권고하고 있다.

3.4 High Availability 제공 기술 및 정책

IPTV 기반의 서비스들은 성능, 지연 및 지연변이에 민감한 어플리케이션이 주를 이룬다. 이러한 IPTV 서비스를 고품질로 제공하기 위하여, IP QoS 등과 같은 기술들이 필요하지만, 무엇보다 중요한 기술요소는 바로 네트워크의 안정성과 신뢰성이다. 즉 IPTV 서비스를 제공하는 IP 백본은 어떠한 장애 상황에서도, 서비스 품질에 영향이 없는 완벽한 운용성 및 가용성(고가용성: High Availability)을 보장해야만 하며, 이를 위해서 다양한 네트워크 기술 적용이 요구된다.

3.4.1 HA의 중요성 및 상관관계

Diffserv로 대표되는 IP QoS 기술은 협의의 품질보장 기술이며, 광의의 품질보장 기술로는 HA 관련 기술로 정의할 수 있다. 즉, IP QoS 기술 등은 HA를 보장하기 위한 기술의 일부분으로 포함될 수 있다. 아래 그림 3에서는 전세계 major ISP들의 여러 장애 원인들을, 총 장애시간 대비 백분율 통계로 보여주고 있으며, 전체 장애 시간 대비 86%를 차지하는 서비스 장애의 주 원인이, 바로 장비 운영 오류, 동작 오류 및 링크장애들의 원인에 기인하고 있음을 알 수 있다. 놀랍게도 백본 네트워크에 트래픽 폭주로 인한 장애는 전체 장애 시간대비 5%정도에 불과함을 알 수

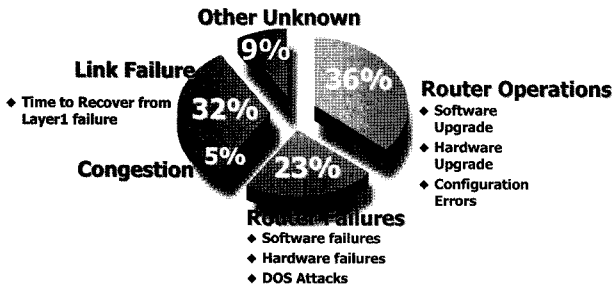


그림 3 서비스 제공 장애 원인 통계(출처: University of Michigan)

있으므로, 고품질의 IPTV 서비스 품질보장을 위해서는 IP QoS 기술에 앞서 High Availability 기술 제공이 필수적이라고 할 수 있다.

3.4.2 High availability 제공 기능

IPTV 서비스의 HA를 제공하기 위한 첫 번째 방안으로 Static IGMP Join을 이용하여, 멀티캐스트 트래픽을 백본에 항상 대기시켜 놓는 기능을 들 수 있으며, 이 경우 가입자가 느끼는 링크 및 라우터 failure에 의한 서비스 장애시간 감소 효과를 제공할 수 있다. 그렇지만 Static IGMP Join을 구동하는 계위까지 멀티캐스트 트래픽이 상시로 내려와 있으므로, 그에 따른 네트워크 구축비용의 증가 또한 매우 중요한 망 설계요소이다.

상기 그림의 통계자료에서도 제시되었지만, IP백본의 서비스 장애요소는 크게 다음의 여섯 가지에 해당하며 이들 각각을 위해 적절한 대응책이 마련되어야 한다. 먼저 “네트워크 장비 운영 실수 및 유지 보수 관련 장애”에 대처하기 위해서는 ISSU (In-Service Software Upgrade) 기능이 요구된다. 상세 항목으로는 가입자 서비스 장애와 무관한 OS 업그레이드 기능, OS모듈패치 기능 등이 제공되어야 하며, 서비스 장애 없는 시스템의 공통 부 모듈 업그레이드 및 절체, 모듈 업그레이드로 인한 링크 및 노드 장애 시 백업링크로의 손실 없는 절체 기능 제공 등이 제공되어야 한다.

두 번째로 “네트워크 장비 자체의 결함에 의한 장애”에 따른 HA 보장방안이 제공되어야 한다. 첫 번째와 중복되는 기능으로, 서비스 장애 없는 전원 부, 제어 부, 스위칭 패브릭 부, 팬 등의 공통 부 모듈의 업그레이드 및 절체 기능이 요구된다.

세 번째로 “링크 Failure에 의한 장애”에 대처하기 위하여 Fast Path Failover, Fast IGP Convergence, Fully Redundant Topology 등이 제공되어야 한다.

네 번째로 “트래픽 폭주에 의한 장애”에 대한 대처 방안으로는 엄격한 CoS(Class of Service) 정책 제공,

완벽한 Provisioning에 근거한 Load Balancing & Symmetric/Redundant Topology 설계, 자동화 된 Tool에 의한 Traffic Engineering기능 제공을 통한 트래픽 관리 기능의 제공 등이 요구된다.

다섯 번째로 “DoS 공격으로 인한 네트워크 장비 장애”에 따른 대처는 각종 비정상적 네트워크 공격에도 견실한 네트워크 장비를 구축하고 엄격한 보안관련 기능을 제공함으로써 가능하다. 세부 항목으로는 각 라우팅 프로토콜의 MD5(Message-Digest) 기능 제공, uRPF 적용, 비정상적 공격을 대비한 방어 기능을 기본적으로 적용하고, 지속적인 보안 권고 사항의 업데이트 적용 및 관리 등이 요구된다.

마지막으로 “가입자 장비 결함에 의한 장애”에 따른 HA 보장방안으로는 가입자 장비에 대한 자동화 관리를 제공하고, 망 사업자 입장에서 가입자 단말의 제어가 용이한 단말 설계 및 제공이 요구된다.

3.5 Network Security 제공 기술 및 정책

3.5.1 Network Security 제공 정책

IPTV등의 실시간 서비스를 수용할 IP백본은, 기본적으로 망의 정보자산을 체계적으로 보호하고 보안사고를 방지함으로써 업무의 손실을 최소화 할 수 있어야 한다. 또한, 안정적인 서비스 제공을 위해 모든 정보자산에 대해 무결성(Integrity), 기밀성 (Confidentiality), 가용성 (Availability)의 요구조건을 만족하여야 한다. 네트워크 보안정책의 적용범위로는, IP백본의 정보자산을 운용하는 운용자 및 관리자, 백본을 구성하는 라우터, 스위치 및 부대시설, 백본을 이용하는 서비스 서버 및 장비 관리 서버, 소관시설의 보안 관리를 위한 각종 보안시스템 등으로 고려될 수 있다.

네트워크 전반적인 보안정책으로는 먼저 사용자 접근제어가 있으며, 세부 항목으로는 AAA (Authentication, Authorization and Accounting), Banner, 암호화된 접속/운용관리 프로토콜의 사용 등이 있다. 라우팅 프로토콜간의 신뢰성 확보를 위해서는 MD5(Message-Digest)와 같은 라우팅 프로토콜의 인증(Authentication) 기능이 사용될 수 있으며, Source Spoofing 방지를 위해 백본의 서비스 Edge라우터(그림 2 참조, KT의 경우 PE)에서 uRPF 기능을 적용해야 한다. 또한 Well-Known DoS 공격에 대한 방어 기능을 적용하여 비정상적인 공격으로부터 네트워크 자원을 보호해야 한다.

3.5.2 IPTV를 위한 멀티캐스트 security 제공 정책

IP백본에서 제공되는 여러 TPS서비스들은, 서비스 별 특성에 따라 전체적인 망 보안정책과는 별도의 보

안정책이 필요하다. 특히 멀티캐스트의 특성을 이용한 공격이 발생할 경우, 공격의 파급이 급격하게 전파될 염려가 있기 때문에, 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 특성 및 망 구조에 맞는 특성화된 보안정책 수립이 요구된다.

먼저 멀티캐스트 security 첫 번째로, PIM-SM 시작지점인 가입자 L3 장비에서 멀티캐스트 source spoofing을 방지하기 위하여, Filtering 기능을 이용하여 허가된 IGMP Join을 제외한 모든 멀티캐스트 트래픽을 inbound에서 1차적으로 차단하여야 한다.

두 번째로 PIM 라우터에서는, PIM 네이버간 Authentication 기능의 적용, BSR 메시지 필터링 적용, 224/4대역에 대한 TCP/ICMP 메시지 filtering, 멀티캐스트 라우팅 업데이트를 이용한 Worm 공격을 방지하기 위한 멀티캐스트 route limit 기능 등을 적용하여야 한다.

끝으로 RP에서는, MSDP SA 메시지에 대한 필터링 기능을 Peer/Source/Instance 별로 적용하여야 하며, 허가된 source만이 RP에 등록할 수 있도록 PIM register message filtering 기능을 적용하여야 하며, 멀티캐스트 도메인에 사용되는 Group만이 RP에 등록될 수 있도록 Group range filtering 기능 또한 적용하여야 한다.

4. VPN 기업가입자의 IPTV 서비스 제공을 위한 멀티캐스트 VPN 기술

멀티캐스트 VPN 기술은 VPN 기업 가입자에게 실시간 IPTV를 제공하기 위하여 VPN 회선에 멀티캐스트를 구동 시키는 것을 말한다. 통상적으로 mVPN은 MPLS L3 VPN 가입자에게 멀티캐스트 전송 기능을 제공하는 것을 의미하지만, 현재 멀티캐스트 트래픽에 대하여서는 MPLS 라벨 바인딩이 불가능한 상태이다. 이를 해결하기 위한 첫 번째 방법으로, 모든 CE에서 CE로 GRE 터널을 연결하여 멀티캐스트 트래픽을 전달할 수 있겠지만, 이럴 경우 $n*(n-1)/2$ 개의 GRE 터널이 생성 유지되어야 하는 GRE 터널 개수의 확장성 문제가 유발된다. 두 번째 방법으로, MPLS VPN 가입자 당 멀티캐스트 트래픽을 전송할 수 있는 별도의 multicast distribution tree를 GRE 터널을 사용하여 생성 시키는 방법인 mVPN 기술이 사용될 수 있다. 이러한 mVPN 기술은 IPsec을 사용하고 있는 IPsec VPN 가입자와 연동하여 서비스 될 수 있다. 즉, 특정 지사에서는 IPsec VPN으로 VPN 연결할 경우, 이 역시 GRE 터널을 사용하여 멀티캐스트 트래픽을 IPsec VPN 회선에 실어 보낼 수 있으며, MPLS VPN 기반의 mVPN과 연동하여 다음 그림에서처럼 서비스 제공의 확장성을 구현할 수 있다.

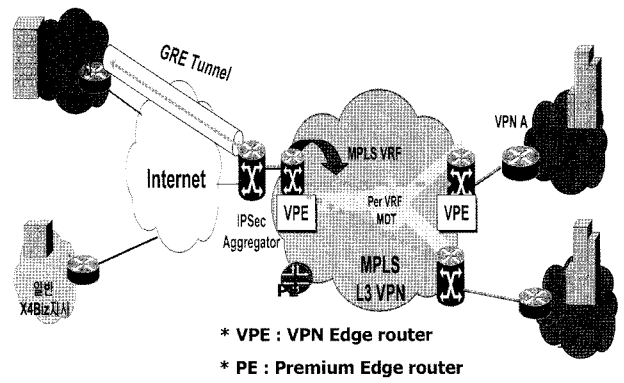


그림 4 mVPN과 IPsec VPN과의 연동 서비스 구조도

mVPN 서비스는 기존 기업VPN가입자가 사용하고 있는 VPN 회선을 그대로 활용하여, VPN 기업가입자 대상으로 양방향 사내 방송, 홍보 및 맞춤형 광고, 양방향 e-learning 서비스, 감시 및 관제 등의 실시간 채널 서비스를 제공할 수 있는 큰 장점이 있으며, 현재 여러 ISP에서 실제로 서비스 제공되고 있는 기술이다.

5. 오버레이 멀티캐스트

콘텐츠 소스로부터 수신 단말까지, 멀티캐스트 전송과 유니캐스트 전송을 혼합하여 사용하고 있는 하이브리드 전송 방식이 오버레이 멀티캐스트 기술이다. 오버레이 멀티캐스트에서는 특정 End-user 네트워크 내 End-user 네트워크 사이의 콘텐츠 전달은 유니캐스트 방식을 사용하고, End-user 네트워크 내부에서는 멀티캐스트를 구동하는 방식이다. 멀티캐스트 제공 사업자의 멀티캐스트 운용 정책과는 독립적으로 End-user 네트워크의 멀티캐스트 운용 정책 제공이 가능하다는 장점이 있다. 그러나, 고객사 site가 여러 지역에 위치할 경우, 그 사이트 수만큼 유니캐스트 Copy를 사용하여 콘텐츠를 전달해야 함으로, 서버 및 네트워크 비용이 증가한다는 단점이 있다. 따라서 서비스 제공 채널 단가가 native multicast 방식에 비해 불리한 비용구조라고 할 수 있다.

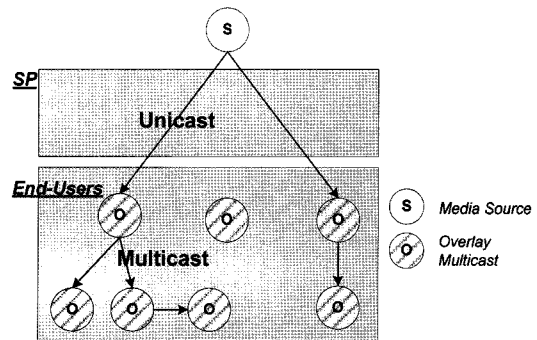


그림 5 오버레이 멀티캐스트 구조

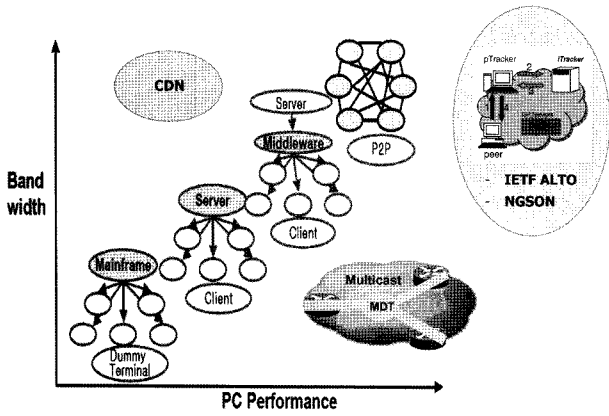


그림 6 콘텐츠 전달 기술의 진화 과정

6. IP기반 콘텐츠 전달 기술의 진화

IP기반 콘텐츠 전달 기술은, 전통적인 서버-클라이언트 방식에서부터 발전하여, 멀티캐스트를 통한 실시간 방송 콘텐츠로의 진화를 거쳐, 가입자 자원을 활용하여 분산 컴퓨팅 방식으로 콘텐츠를 다중 전송하는 P2P 전송방식으로 진화하게 되었다. 특히 최근에는, P2P 전송 방식의 성능 한계점을 극복하기 위한 P4P 전송 방식 및 응용계층 전달 특성 최적화 전송방식 등의 차세대 콘텐츠 전달 기술로의 진화가 이루어지고 있다.

7. P2P 기반의 콘텐츠 전달 기술

가입자 자원을 최대한 활용하여, 분산 컴퓨팅의 장점을 최대화 시킬 수 있다는 측면에서 P2P 전송 기술 그 자체는 기술적인 측면에서 매우 높은 인정을 받고 있고, 또한 콘텐츠 전달 기술의 한 부분으로 확고한 자리매김을 하고 있다. 그러나 사회적인 측면에서 P2P 전송기술은 저작권의 침해를 일으키는 불법 콘텐츠의 무작위 전파 및 음란/폭력 동영상의 유통의 온상이라는 비판을 받고 있다. 기존 IP application 대비 대량 플로우를 발생시키는 P2P application 특성과 더불어 최근 P2P를 활용한 파일공유 서비스의 증

가로 인해, P2P 트래픽의 증가 추세는 다음 그림에서처럼 최근 급격하게 늘고 있는 추세이다. 이는 망사업자 입장에서는 분명 큰 부담이 아닐 수 없으며, P2P방식의 저가 TPS 출시와 더불어 P2P 방식의 CDN 솔루션의 출시는 Telco 입장에서는 큰 위협이 아닐 수 없다.

P2P 기술은 첫째 중앙집중 서버가 Peer 정보를 관리하는 Hybrid P2P 유형, 둘째 Peer끼리 Peer정보를 관리하는 완전 분산 구조인 Pure P2P 유형, 마지막으로 슈퍼노드가 Peer 정보를 계층적으로 관리하는 Super node P2P 유형으로 분류할 수 있다. 또한 P2P 기술은 P2P Peer 노드들과 그 노드들이 관리하는 데이터들이 구조적으로 관리 되는지 또는 랜덤하게 관리되는지 여부에 따라 Unstructured P2P와 Structured P2P로 나뉘어질 수 있다.

P2P 전송 방식을 이용하여 콘텐츠 전달사업을 제공하는 대표적인 솔루션이 VUDU 솔루션이다. VUDU 솔루션에서는 서버와 Peer간 Hybrid P2P 전송 방식을 사용하여, HD급 화질로 5,000개 이상의 콘텐츠를 제공하는 전형적인 P2P 기반의 on-line DVD rental 서비스를 제공하고 있다. 하드 디스크 가격의 하락으로, 대용량 하드디스크를 탑재하고 P2P 전송 방식을 사

	Hybrid P2P	Pure P2P	Super Node P2P
동작 원리	Brokered The central server / broker coordinates all peer-to-peer connections and manages the client/peer nodes.	Decentralized No central server or coordination hops from peer-to-peer.	Decentralized No central server or coordination hops from peer-to-peer. All peer-to-peer connections are managed by the peer nodes.
예	◆ Napster ◆ 소리바다 ◆ BitTorrent (초기 버전)	◆ Gnutella 초기 버전 ◆ BitTorrent 4.1.0 이후 버전	◆ Skype ◆ Gnutella G2 ◆ eMule, 당나귀
		Unstructured Networks	Structured Networks
	Hybrid Decentralized	Napster	
	Pure Decentralized	Gnutella	Can, Chord, Tapestry, Pastry
	Partially Centralized	KaZaA, Resnet, Gnutella	

그림 8 P2P 기술의 분류

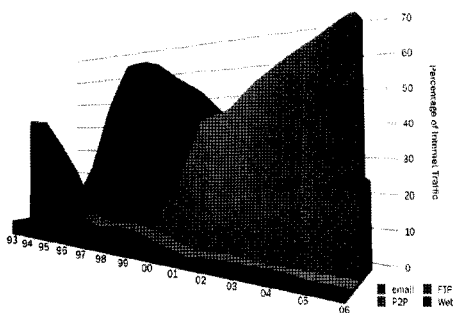
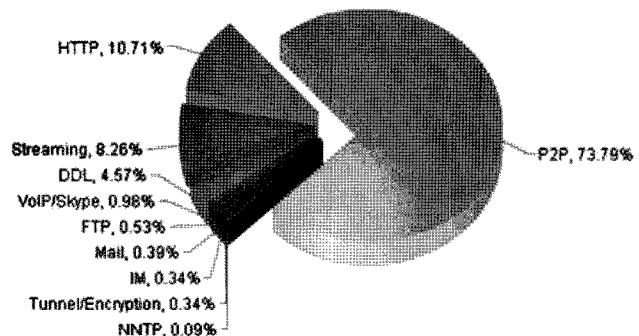


그림 7 P2P 트래픽의 증가 추세



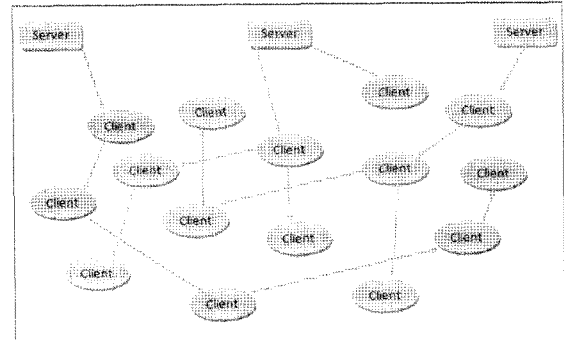
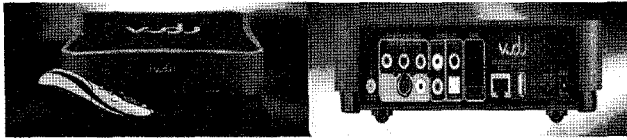


그림 9 Server와 Peer 간 Hybrid P2P 방식을 사용한 on-line DVD rental 서비스

용하는 on-line VoD 사업은 현재 많은 수로 확산이 되고 있는 추세이다.

8. 차세대 콘텐츠 전달 기술

P2P 기술은 실시간 전송 시 지연 발생, 고화질 전송 시 전송 품질보장 및 전송 성능 향상을 위한 최적 Path/최적Peer 선정 등의 여러 숙제를 안고 있다. 현재 유럽의 P2P-Next 프로젝트 및 P4P WG에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 여러 연구가 진행 중이다. 또한 기존의 IP 인프라를 그대로 활용하고, P2P 전송 기술의 장점과 각 응용서비스들을 최적으로 결합시킬 수 있는 서비스 오버레이 네트워크에 대한 연구 및 표준화가 활발히 진행 중인데, 대표적으로 IEEE NGSON(Next Generation Service Overlay Network) 및 ITU-T IPTV-GSI, IETF ALTO(Application Level Traffic Optimization) WG 등에서 기존 IP 및 P2P 전송 방식의 한계점을 극복하고, 누구나 쉽게 고화질 콘텐츠를 제작하고 고화질로 배포할 수 있는 최적 콘텐츠 라우팅 구조 및 기술 정립을 논의하고 있다.

8.1 차세대 콘텐츠 전달 기술 Case study

최근 Wholesale 서비스를 제공하고 있는 일부 Telco에서는, Wholesale 고객과 3rd party 콘텐츠 공급사(CP)들의 기존 콘텐츠 전달 방식의 문제점을 개선하기 위

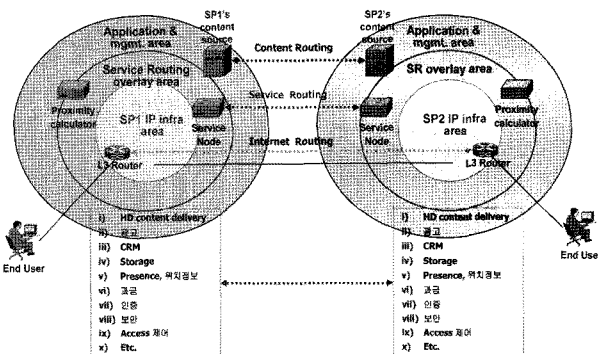


그림 10 서비스 오버레이 네트워크 구조

하여, Telco와 3rd Party CP 상호협력 기반의 콘텐츠 전달을 제공하는 ‘차세대 콘텐츠 전달 개념’을 도입하여, 콘텐츠 유통 관련 산업 활성화를 위한 획기적인 변화를 시도하고 있다.

기존 Wholesale고객과 CP 사이의 콘텐츠 유통방식은, Telco와 CP 간의 상호 협력이 제공되지 않는 개별적인 콘텐츠 유통구조이었으므로, Wholesale 고객 입장에서는 Backhaul 비용이 증가되며, 각 Wholesale 고객과 CP간 서비스/콘텐츠 제공 기술 수준이 상호 상이하여 서비스 연동성이 결여된다는 단점이 있었으며, 특히 CP와 Wholesale고객 간에 멀티캐스트 제공이 불가능하기에 서비스 확장성이 매우 떨어진다는 단점이 있었다.

반면, Wholesale 고객의 콘텐츠와 콘텐츠 제공사업자의 콘텐츠를 Telco 네트워크에 유치시키고, Telco가 해당 콘텐츠 유통에 직접 참여하는 ‘Telco와 3rd Party CP간의 상호협력 기반의 차세대 콘텐츠 전달 방식’에서는, 획기적인 비용절감효과와 콘텐츠 유통 서비스 극대화의 효과를 가져다 줄 수 있다는 장점이 있다. 다음 그림에서처럼 Wholesale 고객에게는 Backhaul 비용 및 콘텐츠 서버 유지비용의 획기적인 절감효과와

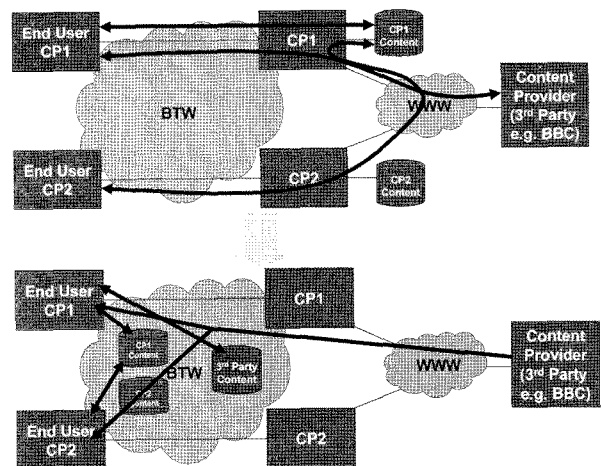


그림 11 3rd Party 콘텐츠 전달 최적화를 위한 Telco의 진화

함께, CP에게는 콘텐츠 전달을 위한 네트워크 회선 비용 및 서버 유지비용의 획기적인 절감 효과를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 멀티캐스트를 제공하여 실시간 채널 방식의 콘텐츠를 유통시킬 수 있으며, 콘텐츠 제공 서버를 고객접점으로 배치시킴으로 HD급의 고화질 콘텐츠 유통이 가능하게 되어 서비스 확장성이 획기적으로 증대될 수 있다.

8.2 차세대 콘텐츠 전달 기술로서의 ISP Open Eco System

Telco와 3rd Party CP간의 상호협력 기반의 차세대 콘텐츠 전달 방식을 'ISP Open Eco System'이라 정의하고, ISP Open Eco System을 구현하기 위한 요구사항을 정의하면 다음과 같다. 먼저 web 2.0 trend를 충족하기 위해 Many to many를 기본적으로 지원하여야 하며, 고품질/대용량 콘텐츠 제공 시에도 전송의 안정성 지원 및 망의 부하를 안정적으로 유지하여야 한다. 특히, CAPEX/OPEX 측면에서 고객에게 부담이 전가되지 않는 기존 IP 인프라를 최적으로 활용할 수 있는 구조이어야 하며, 기존 3rd party의 application과 쉽게 연동할 수 있는 구조로, 상호 서비스 연동이 용이한 Open API를 제공하여야 한다. 또한 ISP Open Eco system은 서비스 이동성 및 확장성을 제공하여야 하며, Telco가 보유하고 있는 인프라와 함께 연동서비스를 극대화하기 위한 Total Networked IT 환경을 제공하여야 한다.

ISP Open Eco System의 구축으로 Telco와 CP모두 투자비용 및 운영비용의 효율성을 기대할 수 있으며, Telco와 3rd party CP 모두 상호 협력을 통한 신규 Revenue를 창출할 수 있는 기회를 제공 받고, 기존 IP 인프라를 기반으로 시장에 빠르게 적용 될 수 있는 강력한 콘텐츠 전달 서비스 개발 환경을 제공받을 수 있는 '차세대 콘텐츠 전달 솔루션'을 상호 확보할 수 있다.

8.3 차세대 콘텐츠 전달 기술로서의 P4P

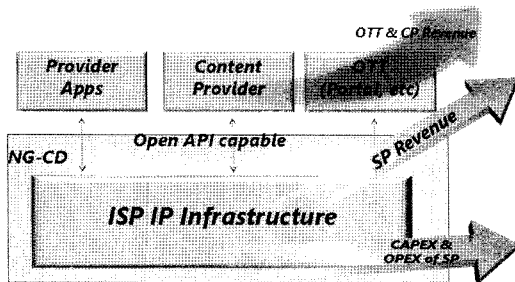


그림 12 ISP Open Eco system 기반의 차세대 콘텐츠 전달 구조

P4P(Proactive network Provider Participation for P2P)는 ISP와 P2P 어플리케이션이 상호 협력하여, 네트워크 자원을 효율적으로 활용함으로써 최적 P2P 연결을 제공가능 하게 하는 프레임워크이다. P4P 기술을 활용하면, ISP 입장에서는 P2P 트래픽을 지역 분산시킬 수 있으며, 이로 인해 네트워크 자원을 효율적으로 활용하여 투자 및 운영비용을 절감할 수 있다는 장점이 있다. 또한 P2P 어플리케이션의 입장에서는, peer선택 시 지리적으로 가까이 있으면서 전송 성능이 상대적으로 좋은 peer를 선택하게 함으로써 전송 성능 극대화를 달성할 수 있다는 장점이 있다.

P4P 구성요소로는 ISP 네트워크 정보를 가공하여 최적 path 및 topology 정보를 제공하는 iTracker(ISP Portal Service Tracker)와 함께 iTracker와 연동하여 각 P2P 응용들에게 최적 peer 정보를 제공하는 pTracker(Application Tracker, AppTracker)가 있다. 이러한 P4P를 ISP망에 시범 적용한 사례로 Comcast의 예를 들 수 있다. Comcast에서는 IETF ALTO WG에서 P4P를 시범 적용한 결과를 발표(draft-livingood-woundy-p4p-experiences-02)하였는데, P4P를 적용함으로써 80% 이상 다운로드 트래픽 절감 효과와, 34% 이상 업로드 트래픽 절감 효과를 얻었으며, 전체적인 P2P 다운로드 성능은 15% 향상, Comcast 내부 다운로드 성능은 50~80% 정도 향상 된 결과 도출하였음을 밝히고 있다. Verizon의 경우 역시, P4P를 이용한 P2P 트래픽의 분산 정책을 시범 적용함으로써, 58%의 P2P 트래픽 지역 분산 효과 달성 및 200% 전송 성능 향상 결과 도출함을 밝히고 있다.

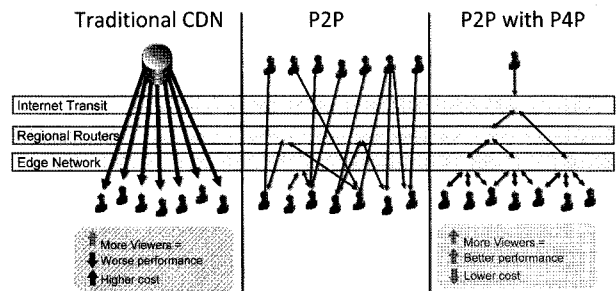


그림 13 P4P의 장점

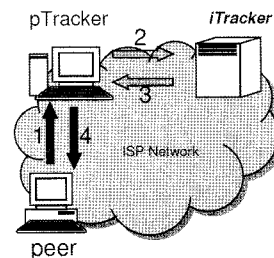


그림 14 P4P 구성요소 및 동작구조

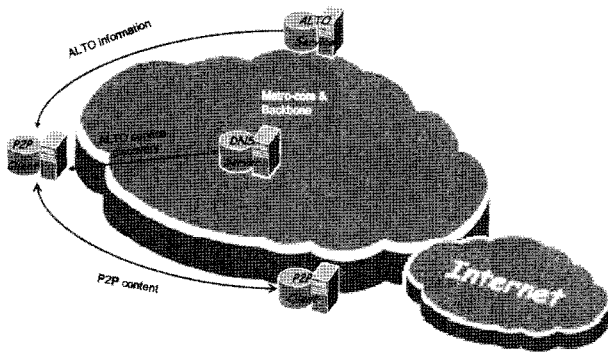


그림 15 IETF ALTO 서비스 구조도

8.4 차세대 콘텐츠 전달 기술에 대한 IETF 동향

IETF ALTO(Application Level Traffic Optimization) WG에서는, ISP 네트워크 정보를 가공하여 응용계층에서 전달 특성 최적화를 이룰 수 있는 여러 차세대 콘텐츠 전달 기술의 표준을 정립하고 있다. 응용계층 전달 특성 최적화 기술의 대표적인 예로는, 전술되었던 P4P 기술과 함께, ALTO 정보 송출 서비스, Routing Proximity 기술 등을 들 수 있다. ALTO 정보 송출 서비스에서는, 응용 계층 트래픽의 전송 특성을 제어하기 위해 ISP 네트워크 정보를 가공하여 ALTO 서버에 등록하면, 모든 P2P 응용들이 ALTO서버에서 제공하는 peer 정보를 참조하여 해당 Peer를 찾아가는 방식으로 응용계층 전달특성 최적화가 구현되어 있다. ALTO 서버에서는 P2P 응용 프로그램 별로 차별화된 Peer 정보를 제공할 수도 있다.

Routing Proximity 기술에서는, ISP가 3rd Party와 연동하여 3rd Party 콘텐츠 전달을 최적화 할 수 있는 오버레이 서버를 구축하고, 해당 오버레이 서버에서 3rd party 연동 기능 및 콘텐츠 교환 시의 전달 특성을 최적화하기 위한 기능들을 수행하게 하는 방식이다. 콘텐츠 교환 시의 전달 특성을 최적화시키기 위한 기능으로, IP 인프라의 Routing 정보, 대역폭 정보, 링크 로드 정보, RTT를 포함한 망 성능 정보를 가공 연산하는 작업과 함께, 가공 정보를 활용하여 최적 path를 선정할 수 있게 하는 기능들이 Routing Proximity에서 정의되어, 응용계층 전달 특성 최적화를 제공할 수 있다.

9. 결론

본 논문에서는 IPTV서비스 활성화를 위한 IPTV 콘텐츠 전달 기술의 체계적인 정립을 위해, 먼저 IPTV 각 서비스 별 특화된 IPTV 콘텐츠 전달 모델을 정의하였다. 특히, KT IP 프리미엄 백본 상에서, IPTV 서비스를 수용하기 위하여 실시하였던 여러 가지 네트

워크 엔지니어링 시험과 네트워크 구축 경험을 기반으로, IPTV 제공을 위한 멀티캐스트 구현 기술 및 정책을 기술하였다. 또한 고품질/ 안정적인 IPTV 서비스 제공을 위해 필수적으로 요구되는 네트워크 기술들을 제시하고, 각 기술의 적용방안 및 최적 제공정책 등을 기술하였다. 또한, VPN 기업가입자의 IPTV 서비스 제공을 위한 멀티캐스트 VPN 기술, 오버레이 멀티캐스트 기술에 대한 특징과 장단점을 비교 분석하였다.

또한 본 논문에서는 차세대 콘텐츠 전달 기술의 소개 및 진화방향을 기술하기 위해, 먼저IP기반 콘텐츠 전달 기술의 진화 과정을 설명하였으며, P2P 기반의 콘텐츠 전달 기술에 대한 기술 분류 및 제공 서비스 현황 분석을 기술하였다. 차세대 콘텐츠 전달 기술에 대한 공감대 형성을 위해, 차세대 콘텐츠 전달 기술의 Case study를 수행하였으며, 차세대 콘텐츠 전달 기술로서의 ISP Open Eco System을 소개하고, 차세대 콘텐츠 전달 기술로서의 P4P 기술 및 차세대 콘텐츠 전달 기술에 대한 IETF 동향을 살펴보았다.

본 논문에서 기술된 여러 IPTV 콘텐츠 전달 기술 및 차세대 콘텐츠 전달 기술 등을 바탕으로, IPTV 콘텐츠 전달 환경을 확보하고 IPTV 콘텐츠 전달 사업에 활용한다면, 보다 안정적이며 고품질로 IPTV 서비스를 제공할 수 있을 것이며, 망 사업자 및 콘텐츠 제공 사업자 입장에서CAPEX/OPEX 절감 효과와 더불어 침체된 IT시장에 새로운 돌파구 역할을 할 IPTV 콘텐츠 전달 사업 활성화 및 IPTV Service Globalization의 두 가지 목표를 달성할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", RFC 2475, December 1998.
- [2] D. Estrin, D. Farinacci, A. Helmy, D. Thaler, S. Deering, M. Handley, V. Jacobson, C. Liu, P. Sharma, L. Wei, "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification", RFC2362, June 1998.
- [3] W. Fenner, "Internet Group Management Protocol, Version 2", RFC2236, November 1997.
- [4] B. Fenner, D. Meyer, "Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)", RFC3618, October 2003.
- [5] S. Bhattacharyya, Ed., "An Overview of Source-Specific Multicast (SSM)", RFC3569, July 2003.
- [6] B. Cain, S. Deering, I. Kouvelas, B. Fenner, A.

Thyagarajan, "Internet Group Management Protocol, Version 3", RFC3376, October 2002.

- [7] J. Livingood, C. Griffiths, L. Popkin, R. Woundy, Y. Yang, "Comcast's ISP Experiences In a P4P Technical Trial(draft-livingood-woundy-p4p-experiences-10)", IETF ALTO WG



서영일

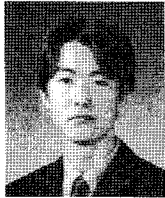
1996 KT 연구개발본부에 입사,KT IP 백본 엔지니어링/ 연구 업무를 수행, 현재 KT 네트워크연구소 부장 재직중

주요 실적으로는 IPTV/SoIP/Wibro 서비스 제공을 위한KT IP Premium 백본의 성공적 구축 및 KORNET을 세계 수준의 상용 인터넷망으로 발전시킨 것을

들 수 있으며, 현재 P2P 및 차세대 콘텐츠 전달기술 연구 업무를 수행중임.

ITU-T IPTV FG의 Editor 및 IETF L2VPN design team 등의 표준활동도 수행한 경험이 있으며, 2004년 IETF 서울 총회의 NOC 역할을 성공적으로 수행함.

E-mail : syil@kt.com



이호승

2004 충남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

2004 KT 기술연구소 입사

현재 KT 네트워크연구소 재직중

관심분야 : IPv6, Multicast, QoS, High Availability, P2P, Traffic Optimization

E-mail : hosonglee@kt.com



정기태

1985 경북대학교 전자공학과 공학석사

1996 일본 동북대 전자공학과 공학박사

1986 KT 연구개발본부 입사~현재 KT 네트워크연구소 상무보 재직중

관심분야 : Network Wholesale issue, Giga Internet 구현, IPv6 구현, Flow 기반 Traffic Handling

issue, IP Network 보안 등

E-mail : kjeong@kt.com



이영석

1995 서울대학교 컴퓨터공학과 학사

2002 서울대학교 컴퓨터공학부 박사

2002~2003 University of California, Davis 방문연구원

2003~현재 충남대학교 전기정보통신공학부 컴퓨터전공 조교수

관심분야 : 차세대 인터넷, IPv6, 인터넷 트래픽 측정/분석

E-mail : lee@cnu.ac.kr