

IPTV Multicast

강신각 | 박주영 | 서영일*

한국전자통신연구원, KT*

요 약

본고에서는 IPTV 서비스를 효율적으로 제공하기 위해 IPTV 서비스 제공사업자들에게 필수적으로 요구되는 멀티캐스트 전송기술 현황과 ITU-T 에서 추진되고 있는 관련 국제표준화 추진 동향에 대해 소개한다.

1. 서 론

대규모 가입자를 대상으로 하는 VOD 및 IPTV 서비스나 실시간 방송을 필요로 하는 IPTV 서비스의 경우, 대용량 멀티미디어 콘텐츠의 효율적 전송을 위해 IPTV 서비스 제공사업자 관점에서 멀티캐스트 전송기술의 적용이 필수적으로 요구된다. 자체적으로 망을 구축하는 IPTV 망사업자의 경우에는 라우터에 IP 멀티캐스트 기능을 지원하도록 하고 이를 적절히 제어하는 방식을 통해 대용량 실시간형 멀티미디어 콘텐츠 전송 서비스를 효율적으로 제공할 수 있지만, 자체적으로 망을 보유하지 않는 사업자나 IP 멀티캐스트 기능이 완전히 보급되지 않은 기존 인터넷망 환경에서는 대안적인 멀티캐스트 전송 기술이 요구된다.

이미 오래전에 IETF에서 개발된 IP 멀티캐스트 전송기술이 최근 IPTV 서비스를 지원하고자 하는 망 사업자에게 의해 구현되고 있으며, CDN 기반의 대용량 콘텐츠 전송방식이나 P2P 및 오버레이 멀티캐스트 방식을 이용한 IPTV 콘텐츠 전송기술이 활발하게 연구, 적용되고 있다.

전기통신 분야의 국제표준을 개발하는 ITU-T에서는 전 세계적으로 IPTV에 대한 관심이 높아지고, 표준화의 필요성이 요구되자 2006년에 IPTV 표준화를 전담하는 IPTV FG(Focus Group)을 구성하여 2007년 12월까지 총 7차례의 ITU-T FG-IPTV 회의 개최를 통해 21건의 관련 규격을 개발하였다. 개발된 규격들은 ITU-T의 정규 연구반(Study Group)에 제안되어 ITU-T IPTV-GSI라는 이름으로 후속 표준화 작업이 현재 진행되고 있다. FG-IPTV 산하 WG4(네트워크 제어)에서는 IPTV 서비스를 위한 네트워크 및 제어 관점에서 세부 요구사항 및 멀티캐스트 서비스 제공을 위한 프레임워크 규격을 개발한 바 있으며, 이들 표준화 작업은 현재 NGN 및 IPTV 국제표준화 작업을 수행하는 SG13에 제안되어 검토되고 있다.

본 고에서는 IETF에서 개발되어 적용되고 있는 멀티캐스트 표준기술 현황과 ITU-T를 중심으로 추진되고 있는 NGN 멀티캐스트 및 멀티캐스트 관련 글로벌 표준화 작업 추진 세부 동향을 살펴본다.

II. 표준기술 동향

멀티캐스트 기술에 대한 표준화 작업은 90년대 중반부터 IETF에서 꾸준히 진행해 오고 있으며, 현재 멀티캐스트 라우팅, 그룹 관리, 멀티캐스트 보안 등 다양한 이슈들에 관한 표준을 제정해 오고 있다. 한편, ITU-T에서는 NGN 표준화를 진행하면서 NGN 환경에서의 멀티캐스트의 필요성을 인

식하고 이에 대한 표준화 작업을 2005년부터 시작하였다. 특히, 2006년에 ITU-T FG-IPTV가 구성되어 IPTV 규격개발 활동을 시작하면서 IPTV 서비스를 지원하기 위한 멀티캐스트 기술 표준화 작업이 활발하게 진행되었다. ITU-T의 멀티캐스트 관련 표준회의에는 한국과 중국이 적극적으로 기고를 제출하여 네트워크 제어 및 멀티캐스트 전송 관련 규격 초안이 개발되었으며, 2008년 1월 ITU-T IPTV-GSI에 제안되어 현재 후속 표준화 작업이 이루어지고 있다.

1. IETF의 멀티캐스트 표준화 동향

오래 전부터 IETF에서는 인터넷에서 멀티캐스트 전송을 가능하게 하기 위해 mboned (MBONE Deployment), idmr(Inter-Domain Multicast Routing), ssm(Source Specific Multicast) 등의 WG들을 주축으로 다양한 멀티캐스트 관련 인터넷 프로토콜 규격들을 개발되었고, 현재 인터넷 망에서 널리 사용되고 있다.

하지만 최근 들어서 대다수의 멀티캐스트 관련 표준화 요구들이 만족됨에 따라 관련 WG들이 없어지는 추세이며, 현재는 magma(Multicast & Anycast Group Membership), pim(Protocol Independent Multicast), msec(Multicast Security), rmt(Reliable Multicast Transport) WG등에서 멀티캐스트 관련 표준화 작업을 지속하고 있다.

magma WG에서는 IGMP와 MLD와 같은 그룹 가입자관리 프로토콜을 개발하고 있고, pim WG에서는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 중에서 일반적으로 많이 사용되고 있는 PIM에 대한 표준화 작업을 진행하고 있으며, msec WG에서는 멀티캐스트 환경에서 안전한 그룹통신을 보장하기 하기 위한 보안 관련 표준을 개발하고 있다. 또한, rmt WG에서는 다수의 수신자에게 신뢰성 있는 멀티캐스트 전달 기능을 제공할 수 있는 관련 전달계층 멀티캐스트 프로토콜 규격을 개발하고 있다.

또한 상기의 특정 멀티캐스트 영역의 표준화 작업과 더불어, mpls(Multi-Protocol Label Switching), IPv6 (Internet Version 6), ipdvb(IP over DVB), avt(Audio/Video Transport)등의 WG들에서는 각자 MPLS, IPv6, DVB, RTP 기술 환경 하에서 멀티캐스트를 이용하기 위한 여러 기술 이슈에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다.

이와 같이 IETF에서 개발되는 많은 멀티캐스트 관련 기술

들은, 다양한 네트워크 환경 하에서 구현 가능한 프로토콜의 레벨의 표준화 작업에 초점이 맞추어져 있다.

현재 실시간 방송을 제공하기 위한 멀티캐스트 프로토콜은 IETF에서 개발된 IP 계층 멀티캐스트 프로토콜이 적용되어 사용되고 있으나, IP 멀티캐스트 기능을 모든 라우터에 탑재하는데 장단점이 있으므로 아직은 IPTV 서비스 제공을 위한 인터넷망 환경 등의 제한적인 환경에서 사용되고 있다.

2. ITU-T NGN 멀티캐스트 표준화 동향

ITU-T에서의 NGN 멀티캐스트 표준화는 SG 13에서 주도적으로 진행하고 있다. SG13에서 추진되고 있는 멀티캐스트 관련 첫 번째 주요 권고초안으로는 Y.ngn-mcast (NGN Multicast Capabilities to support MPLS-based QoS support)를 들 수 있다. 2005년 4월부터 추진된 이 권고 초안에서는, 크게 MPLS 기반 NGN 멀티캐스트의 요구사항, 기능 구조, 기능 시나리오 및 프로토콜 절차 및 실제적인 구현 예 등에 관하여 정의 하고 있다. 하지만, Y.ngn-mcast는 MPLS라는 특정 네트워크 환경 하에서의 멀티캐스트 이슈들을 기술하고 있었기 때문에, 보다 범용적인 NGN 멀티캐스트의 표준화에 대한 요구가 지속적으로 있었다.

이에 따라 SG 13에서는 2005년 하반기에 NGN 환경에서 여러 멀티캐스트 서비스를 NGN 가입자들에게 제공하기 위한 일반적 요구사항을 권고하는 Y.ngn-mcastsf(NGN Multicast Service Framework) 개발 작업을 시작하였으며, 본 권고 초안에는 멀티캐스트 관련 서비스 유형, NGN 멀티캐스트 일반요구사항, 그리고 NGN 구조에서 요구되는 멀티캐스트 기능요소에 대한 정의 등을 기술하고 있다. 본 문서는 한국전자통신연구원의 강신각, 박주영 박사가 에디터로 표준개발 작업을 추진하고 있다.

이와 더불어, NGN Release 1에 대한 표준화가 2006년 하반기에 마무리되고 새로이 NGN Release 2가 시작되면서 멀티캐스트를 Release 2의 중요한 표준화 항목중 하나로 선정하고 NGN 멀티캐스트를 수용하기 위한 NGN의 기능 구조에 대한 표준화와 NGN 멀티캐스트 QoS 제어를 위한 RACF (Resource and Admission Control Functions)에 대한 표준화 작업이 새롭게 시작되었다. RACF는 NGN에서 QoS를 제공하기 위해서 필요한 자원 관리 및 수락 제어 역할을 하는 기

능 요소로, NGN Release 2의 표준화 작업 추진에 있어 매우 중요한 부분이다. 따라서 Release 2에서는 멀티캐스트 자원을 관리하기 위한 새로운 기본 기능 및 자원 제어 시나리오에 대해 추가적으로 표준화를 진행하고 있다.

NGN 기능 구조 측면에서 멀티캐스트 기능 및 세부 요소에 관한 표준화 작업으로 Y.ngn-mcastfa (NGN multicast Functional Architecture) 표준초안이 2007년 1월에 제안되었고, 현재 다양한 네트워크 기술 환경 하에서의 멀티캐스트 서비스 제공을 위한 멀티캐스트 기능, 구조 및 절차에 관한 세부 사항을 기술하고 있다.

3. ITU-T IPTV 멀티캐스트 표준화 동향

2006년 FG IPTV의 발족과 함께 IPTV 서비스를 효율적으로 지원할 수 있는 멀티캐스트 기술에 대한 표준화 작업이 활발하게 시작되었다. 특히 한국과 중국에서 제출한 여러 IPTV 멀티캐스트 구현 기술 관련 기고서들을 근간으로 "IPTV 멀티캐스트 프레임워크" 규격초안을 개발하였다. 멀티캐스트 프레임워크 표준문서는 먼저 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해서 필수적으로 요구되는 요구사항을 정의하고, 둘째 멀티캐스트 프레임워크의 근간인 멀티캐스트 구조와 기능블록을 정의하고, 셋째 이러한 요구사항과 기능정의의 바탕으로 멀티캐스트 구현 시나리오를 제시하였다.

그리고, FG-IPTV에서는 네트워크 제어 관점에서 IPTV 서비스를 지원하기 위한 요구사항 들을 기술하는 "IPTV 네트워크 제어" 규격 초안을 개발하였으며, 이 문서에 역시 IPTV 서비스 지원을 위한 멀티캐스트 요구사항이 일부 기술되어 있다. 또한, 네트워크 제어 이슈뿐 아니라 IPTV 서비스제공자, 네트워크제공자, 콘텐츠제공자, 서비스이용자 등 IPTV 서비스에 관련되는 모든 엔티티 들과 관련되는 IPTV 서비스를 위한 전체 요구사항을 정의하는 "IPTV Service Requirements" 문서를 개발하였으며, 이 문서에는 IPTV 서비스 지원을 위한 상위레벨의 멀티캐스트 관련 요구사항 들이 기술되어 있다.

ITU-T FG-IPTV에서 개발된 네트워크 제어 관점에서 멀티캐스트 관련 내용을 기술하는 "IPTV 네트워크 제어" 문서와 "IPTV 멀티캐스트 프레임워크 문서(에디터: 서영일, 박주영)"는 2008년 1월 ITU-T에 제안되어 검토되고 있으며, 지난 4월 개최된 IPTV-GSI 회의에서는 두 문서에 포함된 요구사

항과 서비스 시나리오 이슈를 하나의 문서로 모으기로 하고 "IPTV 네트워크 제어 프레임워크"라는 새로운 문서를 만들어 냈다. 본 문서는 ITU-T SG13의 Question 2에서 담당하기로 하고 5월에 개최된 SG13 회의에서 권고 초안 Y.iptv-netcontrol-fw로 채택되었고 에디터로 강신각(ETRI)와 Yang(화웨이)이 임명되었다.

이와 함께 멀티캐스트 구현 이슈를 포함해 요구사항에 포함되지 않는 다른 네트워크 제어 이슈들을 별도의 문서로 작성하여 향후 IPTV 구조 문서에 정의된 개념을 기반으로 네트워크 제어를 위한 세부 기능구조를 정의하는 권고를 개발하는 제안이 이루어졌고, 작성된 규격 초안에 대해서는 금년 9월에 개최될 예정인 IPTV-GSI 회의에서 본격적으로 논의될 예정이다.

III. IPTV 멀티캐스트 서비스 요구사항

본 장에서는 IPTV 서비스를 제공하기 위하여 핵심적으로 요구되는 다양한 멀티캐스트 서비스 요구사항을, 전송 측면의 요구사항, QoS 요구사항, 보안 요구사항, 서비스 연동 요구사항, 서비스 관리 요구사항으로 구분하여 소개한다.

1. IPTV 멀티캐스트 전송 요구사항

멀티캐스트 환경에서 최적으로 IPTV 서비스를 전달하기 위한 멀티캐스트 전송 요구사항은 전송 계층의 멀티캐스트 제어기능, 액세스노드 요구사항, 코어노드 요구사항 들로 구분하여 기술된다.

1.1 전송계층에서 IPTV 멀티캐스트 제어

전송 계층에서의 IPTV 멀티캐스트 제어 기능은 크게 두 가지 제어 이슈로 구분된다. 첫 번째는 IPTV 사용자를 멀티캐스트 전송에 참여시키고 제어하기 위한 멀티캐스트 액세스 제어 기능이고, 다른 하나는 멀티캐스트 트리를 관리하여 IPTV 서비스를 사용자에게 적절히 제공해주는 IPTV 전달 제어 기능이다.

IPTV 액세스제어 기능은 다음과 같은 요구사항들을 가진다.

- IPTV 사용자는 멀티캐스트 트리를 구분할 수 있어야

한다.

- IPTV 사용자는 허가와 인증을 통해서 멀티캐스트 트리에 가입을 요청할 수 있어야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 IPTV 멀티캐스트 흐름마다 멀티캐스트 정보를 유지해야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 IPTV 사용자의 멤버 쉽을 관리해야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 사용자들에게 멀티캐스트 정보를 알려줄 필요가 있다.
- IPTV 네트워크 제공자는 IPTV 사용자에게 선택적인 권한부여 기능을 주거나 인증기능을 제공하여야 한다.

IPTV 전달제어 기능은 다음과 같은 요구사항들을 가진다.

- IPTV 사용자는 멀티캐스트 트래픽 수신 시 QoS를 보장받을 수 있어야 한다.
- IPTV 서비스 제공자는 IPTV 네트워크 제공자에게 멀티캐스트 전송 기능을 원활히 제공받을 수 있어야 하며, IPTV 네트워크 제공자는 멀티캐스트 트리 구조를 통해서 IPTV 트래픽을 보낼 수 있어야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 확장된 멀티캐스트 트리 구조에서도 신뢰성 있는 콘텐츠 소스 관리 및 트리 관리, 멀티캐스트 주소관리, 멀티캐스트 트래픽 전송을 보장하여야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 특정 멀티캐스트 서비스 채널에 대하여 IPTV 사용자의 가입, 탈퇴시 안정적인 멀티캐스트 트리관리 기능을 제공하여야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 멀티캐스트 트래픽의 부하 공유 기능을 제공하여, IPTV 멀티캐스트 트래픽의 전송 효율을 최적화 및 링크 장애 시 파급효과 최소화를 보장하여야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 노드와 링크 장애 시, 멀티캐스트 서비스 장애를 최소화 할 수 있는 생존성 방안 및 서비스장애 복구기능을 제공해야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 불법 공격으로부터 IPTV 멀티캐스트 서비스 트래픽과 IPTV 멀티캐스트 네트워크를 보호하는 기능을 제공해야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 IPTV 멀티캐스트 트래픽을 위해서 네트워크 자원을 예약할 수 있어야 한다.

- IPTV 네트워크 제공자는, 네트워크 특정 구간에서 혼잡 발생시, IPTV 멀티캐스트 트래픽의 우선 처리를 보장할 수 있는, 혼잡 제어 기능을 제공해야 한다.

1.2 액세스 노드에서의 IPTV 멀티캐스트 제어

액세스 노드는 IPTV 사용자가 IPTV 멀티캐스트 서비스를 사용하기 위한 액세스 지점으로, 대표적인 멀티캐스트 프로토콜인 IGMP(Internet Group Management Protocol)를 사용한다. IPTV 액세스 노드는 다음과 같은 요구사항들을 가진다.

- 액세스 노드는 IGMP 표준 프로토콜을 준수하여, 사용자 요청에 근거한 신뢰성 있는 멀티캐스트 트래픽 전송이 제공되어야 한다.
- 액세스 노드는 혼잡 발생시에, 멀티캐스트 서비스 트래픽 및 서비스 메시지의 우선 처리를 제공함으로써 사용자에게 멀티캐스트 서비스의 가용성을 제공하고 QoS를 보장해야 한다.
- 보다 엄격한 QoS 보장을 위한 기능으로, 액세스 노드는 멀티캐스트 서비스에 대하여, 가용한 자원에 대한 정보 획득과 이에 근거한 연결수락 제어를 선택적으로 제공할 수 있다.
- 액세스 노드는 멀티캐스트 보안의 첫 번째 관문으로, 멀티캐스트 콘텐츠 소스 스푸핑을 방지하기 위하여, 필터링 기능을 이용하여 허가된 IGMP Join을 제외한 모든 멀티캐스트 트래픽을 액세스 노드의 인입단에서 일차적으로 차단해야 한다.

1.3 코어 노드에서의 IPTV 멀티캐스트 제어

코어 노드는 IPTV 네트워크에서 멀티캐스트 트래픽이 복제되고 전송되는 백본 노드들을 지칭하며, 코어 노드에서 멀티캐스트 트리를 구성하고 액세스 노드까지의 멀티캐스트 트리 확장 기능을 제공한다. IPTV 코어 노드는 다음과 같은 요구사항들을 가진다.

- 코어 노드는 PIM(Protocol Independent Multicast) 표준 프로토콜을 준수하여, 사용자 요청에 근거한 신뢰성 있는 멀티캐스트 트래픽 전송 기능이 제공되어야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 코어 노드에서 멀티캐스트 서비스를 제공함에 있어서 네트워크 성능저하와는 무관한

상태에서 제공할 수 있어야 하며, 정상상태에서 여러 개의 액세스 노드들에게 IPTV 트래픽이 복제되는 것을 지원할 수 있어야 한다.

- IPTV 네트워크 제공자는 코어 노드에서 IPTV 멀티캐스트 트래픽을 구분하여 하나의 서비스 클래스로 통합할 수 있어야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 코어 노드에서, 혼잡 발생시에도 멀티캐스트 서비스 트래픽 및 서비스 메시지의 우선 처리를 제공함으로써 사용자에게 멀티캐스트 서비스의 가용성을 제공하고 QoS를 보장해야 한다.
- IPTV 네트워크 제공자는 소스 특정 멀티캐스트를 지원함으로써 멀티캐스트 네트워크 구성의 다양성을 제공할 수도 있다.

2. IPTV 멀티캐스트의 품질 및 가용성 요구사항

기존의 IP 기반 인터넷 서비스들은 트래픽 전달 특성에 크게 민감하지 않았지만, IPTV 멀티캐스트 서비스의 경우, 손실, 지연, 지연변이 등의 트래픽 전달특성에 매우 민감한 실시간 전송 서비스이다. 따라서 IPTV 멀티캐스트 서비스를 제공하는 네트워크는 QoS 및 고가용성 기능을 반드시 제공하여야 한다.

2.1 IPTV 멀티캐스트의 QoS 요구사항

네트워크 혼잡 발생 시에도 IPTV 멀티캐스트 서비스의 QoS 보장을 위한, 멀티캐스트 서비스 트래픽 및 서비스 메시지의 우선처리 기능이 제공되어야 한다. 멀티캐스트 트래픽의 우선 처리를 위한 멀티캐스트 QoS 기능 제공을 위해서 다음과 같은 요구사항들이 지원되어야 한다.

* IPTV 네트워크는 상호 협의된 QoS 정책에 따라 멀티캐스트 트래픽에 대하여 차별화 된 서비스를 제공하여야 한다.

- 멀티캐스트 트래픽에 대한 차별화 서비스 제공을 위해서, 먼저 멀티캐스트 트래픽 분류기능이 제공되어야 하며, 그 후 분류된 멀티캐스트 트래픽에 대한 혼잡제어 및 혼잡 회피 기능 등이 제공되어야 한다.
- 보다 엄격한 QoS 보장을 위한 기능으로, IPTV 네트워크는 멀티캐스트 서비스에 대하여, 가용된 자원 정보획득과 그에 근거한 연결 수락 제어를 선택적으로 제공할 수

도 있다.

- IPTV 네트워크는 QoS 보장 상태를 주기적으로 감시하고, 서비스 상태 관리를 위한 방법이 제공되어야 한다.

2.2 IPTV 멀티캐스트 가용성 요구사항

IPTV 서비스는 성능, 지연 및 지연변이에 민감하므로 IPTV 서비스를 고품질로 제공하기 위하여 차별화된 서비스제공 기능 등과 같은 기술들이 필요하다. 하지만, 무엇보다 중요한 기술요소는 바로 네트워크의 안정성과 신뢰성이다. 즉 IPTV 서비스를 제공하는 IP 백본은 어떠한 장애 상황에서도 서비스 품질에 영향이 없는 완벽한 운용성 및 고가용성(High Availability)을 보장해야만 한다. IPTV 멀티캐스트의 고 가용성 기능 요구사항은 다음과 같다.

- 비정상적인 네트워크 장애시나, 멀티캐스트 기능오류 발생 시에도 가입자 서비스 장애를 최소화하여야 하며, 신속한 복구기능을 제공하여야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 트리는 네트워크 장애에 의한 영향을 최소화하기 위해, 상시 이원화 경로를 확보하고 있어야 하며, 동적 트리 재구성 기능이 제공되어야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 시스템 구조, 네트워크 그리고 각 구성 요소들은 한 지점에서의 문제가 전체 IPTV 서비스에 영향을 주지 않도록 설계되어야 하며, 상시 이원화 및 이중화 기능의 제공으로 생존성을 보장하여야 한다.
- IPTV 서비스 콘텐츠는 멀티캐스트 네트워크 수용 시 콘텐츠 주소와 그룹 주소의 분산 수용 등을 통하여, 다중 경로 환경에서 멀티캐스트 트래픽의 부하 분산기능을 제공할 수 있어야 하며, 부하 분산 기능의 수용으로 링크 장애 시 과급효과를 최소화 하여야 한다.

3. IPTV 멀티캐스트의 보안 요구사항

IP백본에서 제공되는 IPTV 서비스의 경우, 멀티캐스트 서비스 특성에 따라 전체적인 망 보안정책과는 별도의 보안정책이 필요하다. 만약 멀티캐스트의 특성을 이용한 네트워크 공격이 발생할 경우, 공격의 과급이 급격하게 전파될 염려가 있기 때문에, 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 특성 및 망 구조에 맞는 특성화된 멀티캐스트 보안정책 수립이 요구된다. 그러므로 멀티캐스트 보안 기능을 제공하기 위해 다음과 같은 요구사항을 지원해야 한다.

- IPTV 구조는 어떠한 멀티캐스트 환경에 대한 서비스부인(DoS) 공격에도 견고하여야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 시스템 구조는 모든 멀티캐스트 이벤트를 관찰하기 위한 수락 제어 기능이 제공될 필요가 있다.
- IPTV 멀티캐스트 시스템 구조는 콘텐츠 소스로부터 허가되지 않은 콘텐츠가 제공되지 않도록, 서비스 전달 이전에 콘텐츠의 무결성을 확인할 수 있는 기능이 제공되어야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 시스템 구조는 허가 없이 인접한 멀티캐스트 서비스 영역에 어떠한 영향도 미치지 않아야 한다.
- IPTV 네트워크 사업자의 경우 허가되지 않는 노드 또는 호스트가 IPTV 트래픽에 접근하는 것을 차단하는 기능을 제공하여야 한다.
- 해당 IPTV 멀티캐스트 시스템들 사이에 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 구동 시, 신뢰성 있는 대등한 상호연결을 맺기 위해 대등 연결시 인증기능을 제공하여야 한다.

4. IPTV 멀티캐스트의 연동 요구사항

IPTV 서비스 환경에서는 콘텐츠 공급자, 네트워크 공급자 등 다양한 유형의 서비스 제공자들이 존재할 수 있으며, 사용자 관점에서는 여러 유형의 사업자들 사이에서 다양한 콘텐츠를 쉽게 공급받을 수 있어야 한다. 이를 위하여, 각 사업자들 사이에 제공되어야 할 연동기능 및 라우팅 정책, 보안 요구사항 등이 다음과 같이 요구된다.

4.1 IPTV 멀티캐스트 네트워크 연동 요구사항

서비스 연동기능이 손쉽게 제공되기 위해서는 타 사업자들 사이에 서비스 정보를 쉽게 교환할 수 있어야 하며, IPTV 멀티캐스트 서비스 연동을 위한 연동 요구사항은 다음과 같다.

- IPTV 서비스 연동 시 IPTV 콘텐츠 제공 주체에 대한 정보를 제공하여야 한다.
- IPTV 서비스 연동 시 소스의 IP 주소 블록 또는 소스에 접근할 수 있는 방법을 제공하여야 한다.
- IPTV 서비스 연동 시 서비스 되는 멀티캐스트 채널정보를 제공하여야 한다.

- IPTV 서비스 연동 시 각종 통계 값 관리 정보추출을 위하여 다음 정보를 제공하여야 한다.
 - 서비스 제공 시작점 및 종료 점
 - QoS/QoE 정보
 - Traffic rate
 - Video encoding rate 등
- IPTV 서비스 연동 시 연동 주체 간에 안정적인 서비스 제공을 위하여, 연동점에서 보안 연동 기능이 제공되어야 한다.
- IPTV 서비스 연동 시 연동 주체 간에 IPTV 서비스 품질 측정 및 관리 기능의 연동이 제공되어야 한다.

4.2 멀티캐스트 네트워크 연동 라우팅 정책

멀티캐스트 사업자 간 네트워크 연동 기능 제공 시에 사용될 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로는, 기본적으로 PIM과 함께 MBGP(Multi-protocol Extensions for BGP-4), MSDP 등이 사용되며, 연동을 고려한 MBGP 및 MSDP 정책은 다음과 같다.

(1) MBGP 연동 정책

통상적으로 멀티캐스트 도메인들 사이에서 RPF check 및 멀티캐스트 소스 정보를 전파하기 위하여 MBGP가 사용될 것이 권고된다. MBGP도 일반 BGP와 같이 유니캐스트 정보를 전달하므로 일반 BGP Peering 에 사용되는 주요 정책들이 MBGP를 위해서도 그대로 적용 될 수 있다.

- 사업자간 축약 정보의 전달: 사업자(ISP)간 CIDR(Classless InterDomain Routing)과 같은 방법을 사용하여 항상 축약된 정보를 전달하여야 한다. 이를 위하여 사업자 망 내에서 체계적이고 계층적인 주소할당이 선행되어야 한다.
- 루트 필터링 정책: 정보를 전달받는 ISP에서 다음과 같은 루트에 대하여 필터링 정책을 적용하여 사업자 망 내에서 유통되지 않도록 한다.
 - 디폴트 라우팅 정보(0/0)
 - 사설 IP 주소들(RFC 1918 range)
 - 모든 멀티캐스트 주소들(224/4)
 - 정보를 전달받는 ISP의 IP 주소 범위
- AS Path filtering: 일반적으로 MBGP Peering 에서 연동

ISP의 AS번호만을 허용하며, 연동 ISP에 연결된 타 AS 번호는 허용하지 않도록 한다. 단, ISP 상호 간 협의를 통하여 AS 허용범위를 조정할 수 있다.

- Maximum prefix limit: 일반적으로 라우터는 해당 라우터가 처리할 수 있는 프리픽스 수에 대하여 성능 상의 제한을 가지게 되며, 이를 초과할 경우 서비스 장애를 유발할 수 있다. 이를 방지하기 위하여 상대 MBGP로 받는 프리픽스에 제한을 두어야 하며, 제한되는 프리픽스 개수에 대하여는 연동 시 협의하도록 한다.
- md5 인증: MBGP peer 간 MD5 인증방식을 적용하여 DoS 공격에 대비하여야 한다.

(2) MSDP 연동 정책

MSDP는 멀티캐스트 도메인 내 혹은 서로 다른 도메인의 RP들에게 MSDP SA(Source Active) 메시지를 전달하는 역할을 한다. MSDP SA 메시지는 멀티캐스트 source 와 Group 주소 짝으로 구성되어 있으며, ORIGIN RP에서 생성되어 상대 RP로 전달된다. 이러한 SA 메시지에 잘못된 정보가 포함될 수 있으며, 이로 인하여 불필요한 리소스의 점유 및 멀티캐스트 서비스 장애를 유발할 수 있다. 이를 방지하기 위하여 다음과 같은 멀티캐스트 예약주소는 정보 전달 즉 및 수신 측 모두에서 필터링하여 사용될 것이 권고된다.

- Domain-local multicast applications
- Auto-RP groups
- Administratively scoped groups(239/8)
- Default SSM range(232/8)
- Loopback addresses(127/8)
- Private addresses(RFC1918 range)

5. IPTV 멀티캐스트의 서비스 관리 요구사항

멀티캐스트 환경에서 IPTV 서비스를 제공하기 위한 서비스 관리 요구사항으로 멀티캐스트 사용자 관리, 멀티캐스트 채널 주소관리, 서비스 품질 관리 기능들이 요구된다.

5.1 IPTV 멀티캐스트 사용자 관리

멀티캐스트 사용자관리는 IPTV 서비스의 첫 출발점므로, IPTV 멀티캐스트의 올바른 서비스 관리를 위해서 멀티캐스트 환경의 IPTV 구조는 멀티캐스트 사용자의 인증 및

권한부여 기능을 제공하여야 한다. 이러한 인증/권한부여 기능을 이용함으로써 허가된 가입자에 한하여 멀티캐스트 서비스 트래픽을 제공할 수 있으며, 비인가된 가입자의 접근시 서비스 트래픽을 차단할 수 있다.

5.2 IPTV 멀티캐스트 채널 주소 관리

멀티캐스트 방송 채널을 위한 멀티캐스트 주소는 IPTV 사업자 내부에서 항상 유일하게 유통되어야 한다. 따라서 IPTV 사업자 들 사이에 다양한 콘텐츠 공유 서비스를 제공할 경우에는, 사업자 내에서 유일한 멀티캐스트 주소가 유통되게 엄격한 관리가 필요하다. 그러므로 각 연동 주체 간 상호 제공되는 멀티캐스트 채널 주소는 서비스 연동을 위해 유일한 주소로 사용되거나, 각 단위 서비스 주체 내에서 중첩되지 않게끔 변환되어야 한다.

5.3 IPTV 멀티캐스트 서비스 품질 관리

멀티캐스트 기반의 IPTV 서비스의 경우, 통상적으로 UDP 기반으로 패킷을 전송하므로 TCP 기반의 패킷 전송보다 신뢰성이 떨어진다. 따라서 서비스 신뢰도를 보장하기 위해서 서비스 모니터링 기능을 포함하는 서비스품질 관리 기능들이 반드시 제공되어야 한다.

(1) IPTV 멀티캐스트 서비스품질 관리 요구사항

- IPTV 멀티캐스트 서비스는 서비스 상태관리를 위하여 서비스 모니터링 기능을 제공하여야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 서비스는 서비스 상태관리 보고와 같은 통계기능을 제공하여야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 서비스는 STB, 방송송출 서버, 관리 서버 등의 상태관리기능을 제공하여야 한다.
- IPTV 멀티캐스트 서비스는 품질저하가 발생하고 있는 특정가입자에 대한 품질 복구기능을 제공하여야 한다.

(2) IPTV 멀티캐스트 서비스품질 관리 정보

- 멀티캐스트 그룹 정보: 해당 방송 채널에 대한 정보
- 고객 정보: 가입자 IP, MAC 주소 등의 정보로서 가입자 상태관리
- 비디오 유형 정보: 비디오 크기, 코덱 종류 등의 정보로 비디오 품질 측정을 위해 사용됨

- 비디오 프레임 정보: 프레임 순서 정보와 시간정보(time stamp)를 이용하여, 손실, 성능, 지연, 지연변이 값 등의 서비스품질 측정 정보를 도출
- Bitrate & FPS: 비디오 품질 측정 요소로 이용

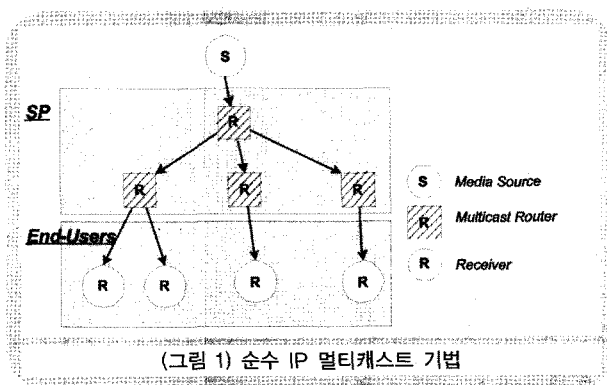
IV. IPTV 멀티캐스트 구현 시나리오

효율적으로 실시간형 IPTV 서비스를 제공하기 위해서는 멀티캐스트 기능 지원이 반드시 필요하다. 하지만 멀티캐스트 기능을 제공하기가 곤란한 구간이 존재할 수 있으며, 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 방식은 사업자마다 서로 다른 방법으로 구현 될 수 있다. 대표적인 멀티캐스트 서비스 제공 방안으로 다음 세 가지 방식이 일반적으로 사용되고 있다.

1. 순수 IP 멀티캐스트 기술 방식

순수한 IP 멀티캐스트 기능을 이용한다는 것은, 모든 인터넷 라우터가 적절한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 통해 효율적인 멀티캐스트 전송 경로를 구성한 후, 인식한 멀티캐스트 패킷을 모든 참가자에게 전달할 수 있는 기능을 이용한다는 것이다. 즉, 이 기능은 인터넷의 모든 라우터들이 멀티캐스트 라우터로 교체되어야 한다는 것을 의미한다. 순수 IP 멀티캐스트 방식을 사용할 경우, 송수신자는 순수 IP 멀티캐스트에서 제공하는 프로토콜 절차에 따라 그룹에 가입/탈퇴 및 데이터 송수신만을 고민하면 된다.

(그림 1)은 IPTV 서비스를 전달하기 위해 순수 IP 멀티캐스트



(그림 1) 순수 IP 멀티캐스트 기법

트 기능을 이용한 경우를 보이고 있다. 이때 IPTV 콘텐츠 송신자는 망사업자가 설치한 순수 IP 멀티캐스트 망을 통해, 어느 특정 서비스에 참여하고 있는 모든 수신자들에게 데이터를 전달한다.

2. 대안적인 멀티캐스트 기술 방식

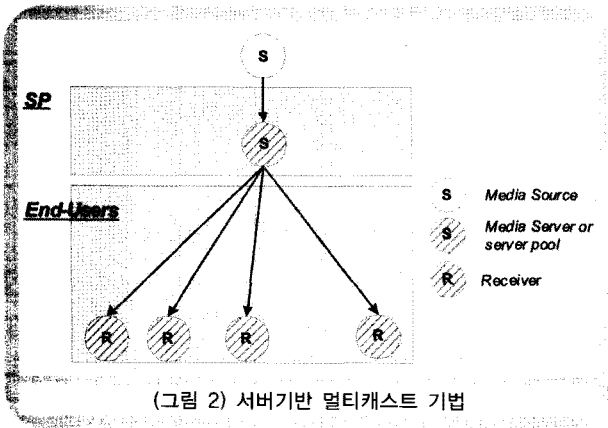
순수 IP 멀티캐스트 기능을 이용할 경우 망에서 멀티캐스트 기능을 모두 제공하기 때문에, 고화질의 IPTV 서비스를 제공하려는 경우 매우 바람직한 방안이지만, 순수 IP 멀티캐스트 기능을 구현하기 위해서는 모든 라우터가 멀티캐스트 라우터로 변경되어야 하기 때문에, 큰 비용이 요구되며, 서비스 관리 기능을 포함하여 앞서 언급한 멀티캐스트 서비스 지원을 위한 여러 요구사항들이 충족되어야 한다. 자체적인 IP 백본망을 보유하고 있는 일부 사업자의 경우 순수 IP 멀티캐스트 방식을 사용하여 IPTV 서비스를 제공하고 있다. 그러나 많은 경우에 망 전체에 순수한 IP 멀티캐스트 기술을 적용하기에는 아직 많은 한계가 있어 현재의 인터넷 망 환경에서 효과적인 멀티캐스트 서비스를 제공할 수 있는 대안적인 멀티캐스트 방식이 고려되고 있다.

2.1 서버 기반의 멀티캐스트 방식

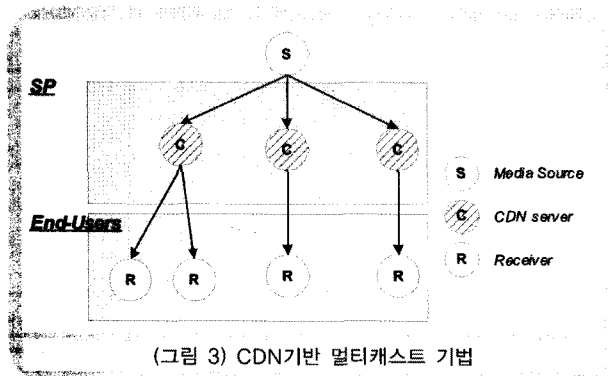
(그림 2)는 IPTV 서비스 사업자가 가장 쉽게 구현할 수 있는 대안적인 멀티캐스트 기법이다. 이것은 망 환경을 직접 관리할 수 없는 IPTV 서비스 사업자가 가장 손쉽게 구축할 수 있는 방법의 하나이다. 본 서비스 시나리오에 있어서, IPTV 서비스 제공자는 자신이 직접 관리하는 미디어 서버 혹은 서버 풀을 통해 서비스를 제공하고, 서비스 사용자는 IPTV 서비스 제공자가 관리하는 미디어 서버에 접속하여 1:1 방식(유니캐스트 방식)으로 서비스를 제공받는다. 즉, 서비스 제공자의 미디어 서버는 다수의 서비스 사용자들에게 동일한 데이터를 반복적으로 보낸다. 이 멀티캐스트 방식은 비록 구현이 매우 쉬우나 어느 특정 서버의 부하와 서버 측의 대역폭 고갈이라는 단점을 내포하기 때문에, 동시에 제공할 수 있는 그룹의 크기는 서버와 서버 측 망 대역에 매우 밀접한 관계를 갖는다.

2.2 CDN 기반의 멀티캐스트 방식

앞의 반복적인 유니캐스트 방식을 통해 멀티캐스트 서비



스를 제공하는 경우, 서버 측에 부하가 발생할 수밖에 없다. 이러한 단점을 보완하고자 서비스 사업자가 서비스 사용자들 근처 혹은 트래픽이 많이 발생하는 지점에 미디어를 저장 혹은 캐쉬할 수 있는 CDN(Content Distribution Network) 서버를 설치하여, 어느 특정 하나의 서버에 가중되는 부하를 분산시키는 방식을 사용한다.



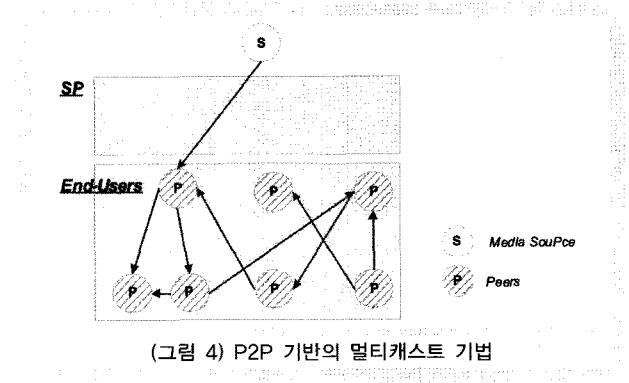
CDN 기반 멀티캐스트 메커니즘 역시 서버의 설치 및 운용이 망 사업자로부터 독립적이기 때문에 IPTV 서비스 사업자가 손쉽게 구축할 수 있는 시스템이다. 그렇지만 CDN 서버의 부하와 서버 측의 대역폭 고갈이라는 단점을 내포하기 때문에, 동시에 제공할 수 있는 그룹의 크기는 CDN 서버의 성능과 CDN 서버 측 망 대역에 매우 밀접한 관계를 갖는다.

2.3 P2P 기반의 멀티캐스트 방식

최근 개인용 PC 성능의 발달에 따라, 개인용 PC를 네트워크 통신에 있어 단순한 수신자로 사용하기 보다는 송신자와

수신자로 동작하게 하는 P2P(Peer to Peer) 메커니즘이 많은 관심을 끌고 있다. P2P 방식 또한 IPTV 서비스를 제공함에 있어서 다양한 방식으로 적용이 가능한데, 다음 그림은 P2P 방식을 IPTV 서비스의 전송기술로 사용하는 경우의 개념을 도시한 것이다.

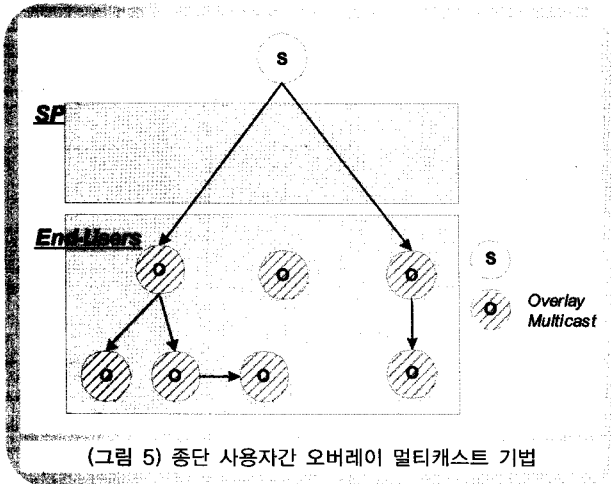
이 메커니즘에 있어서 부하의 분산은 이미 어느 특정 서비스에 참가하는 모든 노드들이 분산하기 때문에 앞선 반복적인 유니캐스트 방식이나 CDN 방식을 사용하는 경우에 비해 그룹 사이즈의 제한은 이론상 존재하지 않는다. 하지만, P2P 방식을 사용하는 경우 노드로부터의 실시간성 데이터 전송이 보장되지 않기 때문에 순수 IP 멀티캐스트를 이용하는 경우에 비해 실시간성이 부족하며, 미디어 소스의 탐색 등에 따른 부하, 고품질 서비스 제공 불가 등이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 Managed P2P 기술에 대한 연구 및 표준화 논의가 이루어지고 있다.



2.4 오버레이 기반의 멀티캐스트 방식

(그림 5)와 (그림 6)은 최근 많은 관심을 끌고 있는 오버레이 멀티캐스트 방식의 개요를 보인 것으로써, 종단 노드 혹은 셋톱박스 등을 이용해 효율적인 멀티캐스트 데이터 전달 경로를 설정하여 응용 계층의 멀티캐스트 기능을 제공하는 경우이다. 오버레이 멀티캐스트 기술은 서비스 사업자가 망을 제어하지 못할지라도 어떤 특정 서버나 일반 개인용 PC를 이용하여 다이나믹한 멀티캐스트 데이터 전송 경로를 구축할 수 있는 기법이다. 즉 CDN 혹은 P2P 노드들에 순수 IP 멀티캐스트 방식에서 사용하는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과 유사한 프로토콜을 사용함으로써 최적의 데이터 전송 경로를 구성할 수 있는 경우이다.

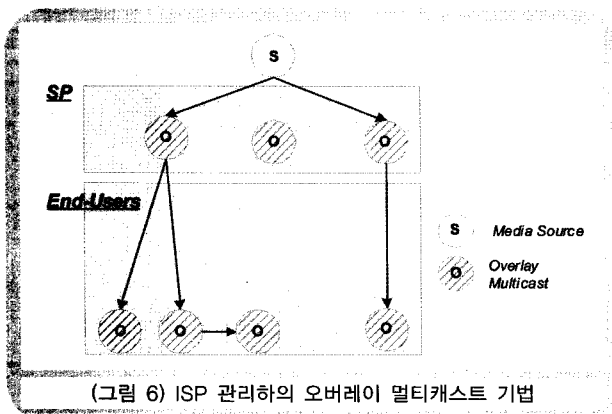
오버레이 멀티캐스트 방식은 서비스 제공자의 참여 여부에 따라 크게 2가지로 구분할 수 있는데, 첫 번째는 (그림5)처럼 일반 종단-사용자들만으로 멀티캐스트 데이터 전달 경로를 구축하는 방식이다.



(그림 5) 종단 사용자간 오버레이 멀티캐스트 기법

이 방식을 통하여 IPTV 서비스를 제공할 경우 종단 사용자의 PC 성능 문제나, 서비스 제공자의 관리가 어렵다는 이유 등으로 인해 비교적 인터넷 커뮤니티를 위한 개인 방송 등에 적합한 방식이다.

또 다른 방법으로는 (그림 6)에서와 같이 서비스 제공자가 어떤 특정한 장비(셋톱박스, 고성능 서버 등)를 망에 설치함으로써, 서비스 사업자의 관리를 비교적 가능하게 하는 방식이다.



(그림 6) ISP 관리하의 오버레이 멀티캐스트 기법

이러한 방식은 순수 종단 사용자들의 PC만을 이용할 때보

다 보다 강력한 관리 및 보다 좋은 화질을 제공할 수 있기 때문에, 앞의 경우에 비해 보다 진보된 개인 방송 서비스 등에 적합한 방식이다.

3. 하이브리드 멀티캐스트 방식

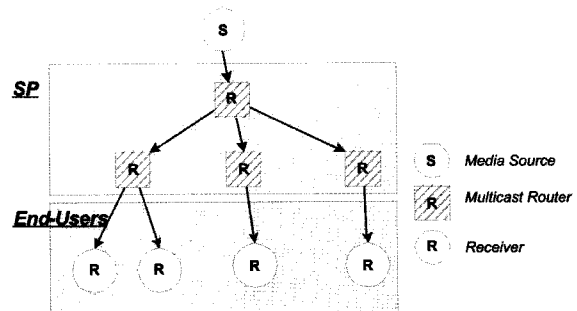
지금까지는 실시간성 (혹은 생방송) IPTV 서비스를 제공하기 위해 사용할 수 있는 멀티캐스트 전송 기술을 언급하였으며, 앞장에서는 이들 기술들에 대한 기본적인 동작 방식과 장단점을 기술하였다. 그러나 이들 기술들은 실제로는 독립적으로 사용되기 보다는 다른 기술들과 혼용되고 있는 추세이다.

3.1 멀티캐스트-P2P 멀티캐스트 방식

다음 (그림 7)은 IPTV 서비스를 제공하기 위해 순수 IP 멀티캐스트 기술과 P2P기술을 혼용하여 적용하는 경우이다. 본 하이브리드 방식은 순수 멀티캐스트 방식의 장점과 P2P 전송방식의 장점은 혼용한 방식이다.

이 경우에 있어서 기본적으로 IPTV 서비스 사용자들은 IPTV 서비스 송신자로부터 순수 IP 멀티캐스트 방식으로 데이터를 수신한다. 만약 ISP 네트워크의 순수 IP 멀티캐스트 방식에서 QoS 기능을 제대로 제공하지 않는 최악의 경우를 가정할 경우, 네트워크 혼잡 발생 시 서비스 패킷 손실 등의 서비스 품질저하 현상이 발생할 수 있다.

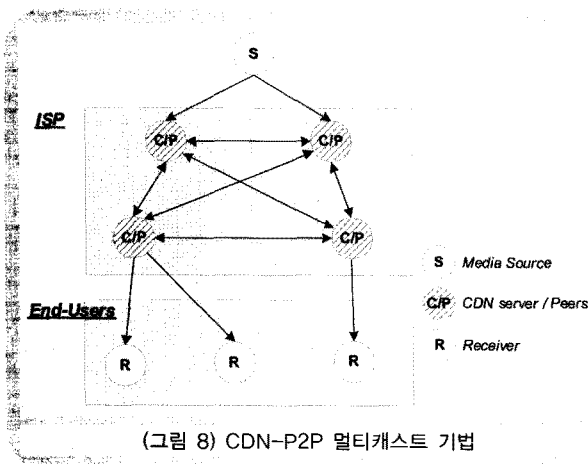
이때, 특정 구간의 수신 데이터 오류를, 해당 서비스 사용자들 간 P2P 통신으로 복구하여, 보다 고품질의 서비스를 제공할 수 있다.



(그림 7) 멀티캐스트-P2P 멀티캐스트 기법

3.2 CDN-P2P 멀티캐스트 방식

다음 (그림 8)에서 보이는 방식은 CDN 기술과 P2P 기술의 혼용 예를 보이고 있다. 대부분의 CDN 서버들은 서비스 제공자가 미리 정해 놓은 경로를 통해 송신자로부터의 데이터를 제공받게 된다. 하지만 본 방식에 있어서, 서비스 제공자가 설치한 CDN 서버들이 마치 P2P 노드처럼 동작하여, 동적으로 IPTV 서비스 데이터를 확보한다. 물론 서비스 사용자들은 이들 CDN 서버에 접속하여 데이터를 제공받을 수 있다.



V. 결 론

본고에서는 최근 세계적으로 최대의 컨버전스 응용서비스로 부각되고 있는 IPTV 서비스를 효과적으로 지원하기 위한 IPTV 멀티캐스트 기술에 대해 주요 기술현황과 표준화 동향을 살펴보았다.

실시간 방송형 및 대규모 가입자를 고려하는 IPTV 서비스 제공을 위해 사용되는 멀티캐스트 기술은 이미 오래전에 개발된 IP 멀티캐스트 기술이 네트워크 상황에 맞게 적용되어 사용되고 있는 상황이며, IP 멀티캐스트 기반의 망 구축이 용이하지 않은 사업자 및 네트워크 환경에서는 대안적인 멀티캐스트 방식들이 사용되고 있다.

ITU-T에서는 Focus Group에 이어 IPTV-GSI라는 글로벌 표준 개발을 위한 표준화 작업을 활발하게 추진하고 있으며

로 국내의 IPTV 서비스 시스템 구축 및 서비스 제공 경험을 국제표준 개발 작업에 적극 반영시켜 국내 기술 및 서비스를 해외에 수출하는 발판으로 삼을 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Draft Recommendation Y.ngn-mcast, "NGN Multicast Service Capabilities with MPLS-based QoS Support", SG13-TD-WP3-0354, April 2007
- [2] ITU-T Draft Recommendation Y.ngn-mcastsf, "NGN Multicast based Service Framework", May 2008
- [3] ITU-T Draft Recommendation Y.RACF (Y.2111) Release 2, "Resource and Admission Control Functions in Next Generation Networks"
- [4] ITU-T Draft Recommendation Y.ngn-mcastfa, "Functional Architecture of NGN Multicast", May 2008
- [5] ITU-T FG IPTV, "IPTV Network control aspects", April 2008
- [6] ITU-T FG IPTV, "IPTV Multicast Frameworks", April 2008
- [7] ITU-T Draft Recommendation Y.iptv-netcontrol-fw, "IPTV Network control framework", June 2008
- [8] ITU-T Working Draft text of "Functional architectural aspects of IPTV network control", May 2008
- [9] IANA allocation of class D allocation, <http://www.iana.org/assignments/multicast-addresses>,
- [10] IETF RFC 3180, "GLOP Addressing in 233/8", september 2001
- [11] RFC 2365, "Administratively Scoped IP Multicast", July 1998
- [12] IETF RFC 3138, "Extended Assignments in 233/8", June 2001

약 력



1984년 충남대학교 학사
1997년 충남대학교 박사
1995년 정보통신기술사
2007년 ~ 현재 TTA IPTV-PG 부의장
1984년 ~ 현재 한국전자통신연구원 융합통신표준연구팀 팀장
관심분야: 멀티미디어통신, IPTV, VoIP/MoIP, 정보보호, 미래인터넷

강 신 각



1995년 충남대학교 학사
2001년 충남대학교 박사
2001년 ~ 현재 한국전자통신연구원 개인화서비스플랫폼연구팀 선임연구원
관심분야: 멀티캐스트, QoS, 모빌리티

박 주 영



1994년 경북대학교 학사
1996년 경북대학교 석사
1996년 ~ 현재 KT 미래기술연구소 수석연구원
관심분야: IPTV, P2P, NG-CDN

서 영 일

