

# 인터넷방송을 위한 멀티캐스트 기술 동향

## Overview of Multicasting for Internet Broadcasting

고석주(S.J. Koh)

박주영(J.Y. Park)

김은숙(E.S. Kim)

강신각(S.G. Kang)

통신프로토콜표준연구팀 선임연구원

통신프로토콜표준연구팀 선임연구원

통신프로토콜표준연구팀 선임연구원

통신프로토콜표준연구팀 책임연구원, 팀장

인터넷 방송은 “통신과 방송의 융합”이라는 시대의 한 흐름 속에서 주목을 받고 있다. 대화형, 개인화, 풍부한 채널자원 등의 특성을 갖는 인터넷 방송은 기존 방송매체와의 차별화를 통해 인터넷 TV, 교육방송 및 주식/뉴스 전달서비스 등의 관련 인터넷 응용서비스 산업의 발전을 주도하고 있다. 인터넷 방송서비스는 여러 수신자를 대상으로 하는 다자간 통신서비스임에도 불구하고, 현재 대부분의 인터넷 방송 전송 시스템이 유니캐스트 방식에 의존하고 있다. 이는 네트워크에서의 대역폭 및 송신시스템 장비의 이용 측면에서 비효율적이며 동시 접속자 수 측면에서도 한계를 지닌다. 또한, 유니캐스트 트래픽의 중복 전송으로 인해 네트워크의 과부하 및 병목 현상을 유발할 수 있으며, 이로 인해 전체적인 서비스품질 저하를 초래하고 있다. 본 고에서는 인터넷 방송 전송기술의 효율성을 증진시키고 나아가 관련 산업경쟁력 강화를 위한 멀티캐스트 기술의 적용 방안에 대하여 논의하고, 이를 위해 세부적으로 요구되는 멀티캐스트 기술에 대하여 살펴본다.

## I. 서론

최근의 통신 기술 및 서비스의 발전방향은 “통신과 방송의 융합”, “광인터넷”, “유무선망 통합”, “무선 인터넷” 등의 키워드들로 표현된다. 인터넷 방송은, 특히 “통신과 방송의 융합”이라는 시대의 한 흐름 속에서 주목을 받고 있다. 기존의 방송매체와는 달리, 대화형서비스가 가능하고 개별 고객의 요구사항에 따른 맞춤형 서비스 기능을 제공할 수 있으며, 또한 무한한 채널을 통해 다양한 콘텐츠를 제공할 수 있는 특성으로 인해 인터넷 방송, 교육방송 및 주식/뉴스 전달 서비스 등의 관련 응용서비스 산업발전을 촉진시키고 있다[1],[2].

한편, 인터넷 멀티캐스트 기술은 인터넷 방송 등의 다자간 그룹통신 서비스에 적합한 기술로서 지난

20여 년간 꾸준히 표준기술이 연구 개발되어 왔다. 유니캐스트에 비해 멀티캐스트 방식은 네트워크 자원 및 송신시스템의 처리용량 이용 측면에서도 매우 효율적이다[3]-[6].

인터넷 방송 서비스는 여러 수신자를 대상으로 하는 다자간 통신서비스임에도 불구하고, 현재 대부분의 인터넷 방송 전송시스템이 유니캐스트 방식에 의존하고 있다. 이는 네트워크에서의 대역폭 및 송신시스템 장비의 이용 측면에서 비효율적이며 동시 접속자 수 측면에서도 한계를 지닌다. 또한, 유니캐스트 트래픽의 중복 전송으로 인해 네트워크의 과부하 및 병목 현상을 유발할 수 있으며, 이로 인해 전체적인 서비스품질 저하를 초래하고 있다.

그 동안 ‘멀티캐스트 도입에 대한 수익모델 부재’ 등의 여러 가지 이유로 멀티캐스트 보급이 지연되어

왔지만, 인터넷 방송 등의 멀티캐스트 killer 응용서비스 등장에 따라 인터넷 방송을 위한 멀티캐스트 기술 활용 및 보급이 촉진될 것으로 전망된다.

본 고에서는 인터넷 방송을 위한 멀티캐스트 세부 기술 및 활용 방안에 대하여 논의한다. 먼저 인터넷 방송 시스템 및 서비스 특징을 알아보고, 인터넷 방송 데이터 전송에 적합한 유니캐스트 및 멀티캐스트 전송 구조에 대해 기술한다. 또한, 인터넷 방송서비스 전송에 요구되는 멀티캐스트 세부 기술에 대하여 살펴보고자 한다.

## II. 인터넷 방송 서비스

### 1. 서비스 특징

인터넷 방송은 통신과 방송이 결합된 기술로서 최근 초고속 가입자망 보급 확대 및 Internet Data Center(IDC), Contents Delivery Network(CDN) 등의 네트워크 고도화와 함께 관련 인터넷 산업의 성장을 촉진시키고 있다.

인터넷 방송 서비스는 기존의 지상파 방송 및 위성방송과는 달리 여러 가지 특화된 서비스를 제공하며, 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 대화형(interactivity) 혹은 양방향성(bi-directional)

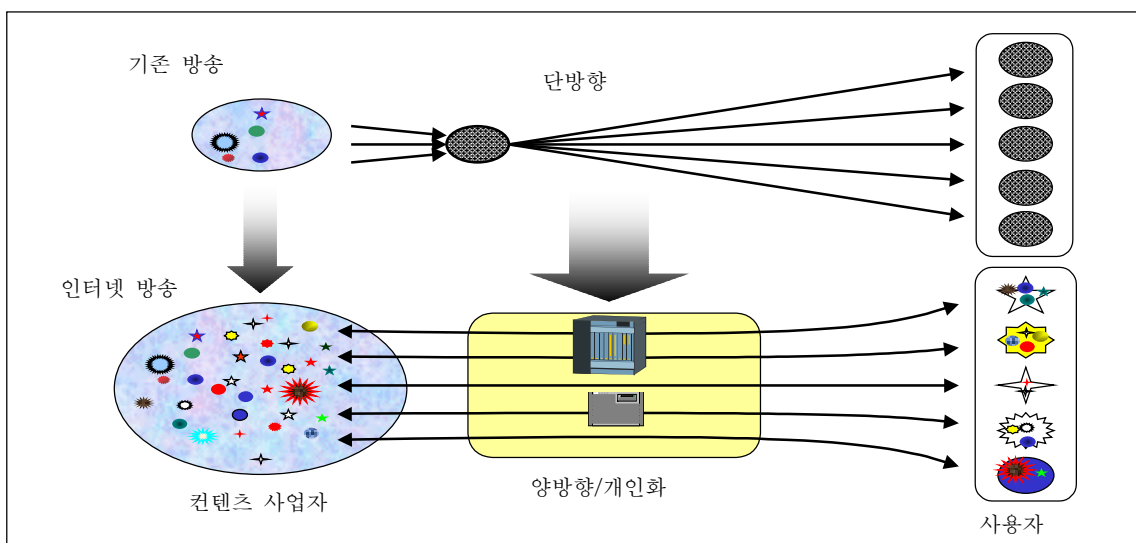
기존의 방송매체에서는 송신자가 일방적으로 고객에게 콘텐츠를 전송하는 반면에, 인터넷 방송에서는 송신자와 수신자간 양방향 통신이 가능하며 송신자는 개별 수신자와의 대화를 통해 고객 요구사항을 받아들여 향상된 서비스를 제공할 수 있다.

- 개인화 서비스 및 채널의 다양화

고객은 자신이 원하는 서비스 종류 및 특성 등을 송신자에게 요구할 수 있으며, 원하는 시간대에 원하는 콘텐츠를 수신할 수 있다. 또한 고객 취향에 따라 콘텐츠 선택 및 반복재생 등이 가능하며 이를 통해 고객지향(customizing) 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 기존의 방송 매체와는 달리 인터넷 방송은 무한한 방송 채널을 제공하며 사업자는 고객 특성 및 요구에 부합하는 콘텐츠를 개발 및 보급할 수 있다.

- 다른 인터넷 산업과의 연계

인터넷 방송 서비스는 또한 보안 및 과금 기능의 강화를 통해 전자상거래 등의 다른 인터넷 산업과의 연계가 용이하며 관련 인터넷 사업의 수익창출을 촉진시킨다.



(그림 1) 기존 방송과 인터넷 방송과의 비교

(그림 1)은 기존 방송과 인터넷 방송과의 차이점을 보여준다. 인터넷 방송은 양방향성, 개인화에 따른 고객 요구의 수용 및 채널의 다양화 등을 통해 관련 인터넷 서비스 산업의 성장을 촉진시킬 수 있다.

## 2. 서비스 종류

인터넷 방송 기술은 비단 공중과 방송뿐만 아니라 인터넷 기반 전자상거래, 제품 판매촉진 및 기업 홍보 등의 동영상 광고, 각종 행사의 실시간 생중계 서비스, 영상과 문자를 병행하는 원격 교육방송 등의 다양한 인터넷 서비스에서 활용될 수 있다. 인터넷 방송을 통해 제공되는 서비스는 전송방식에 따라 크게 다음 두 가지로 구분된다.

- 주문형(on-demand) 서비스

주문형 인터넷 방송서비스는 “pull service” 모델에 해당하며 고객의 주문에 따라 콘텐츠가 배달된다. 개별 고객의 요구에 따라 콘텐츠 종류, 타입 및 전송 속도 등이 달라질 수 있으며, 고객은 원하는 시간에 원하는 콘텐츠를 수신할 수 있다. 또한, 고객의 요구에 따라 반복재생 등의 콘텐츠 조작이 가능하다. 콘텐츠 사업자는 고객 분류 및 특성에 따라 콘텐츠를 개발 및 보급할 수 있다.

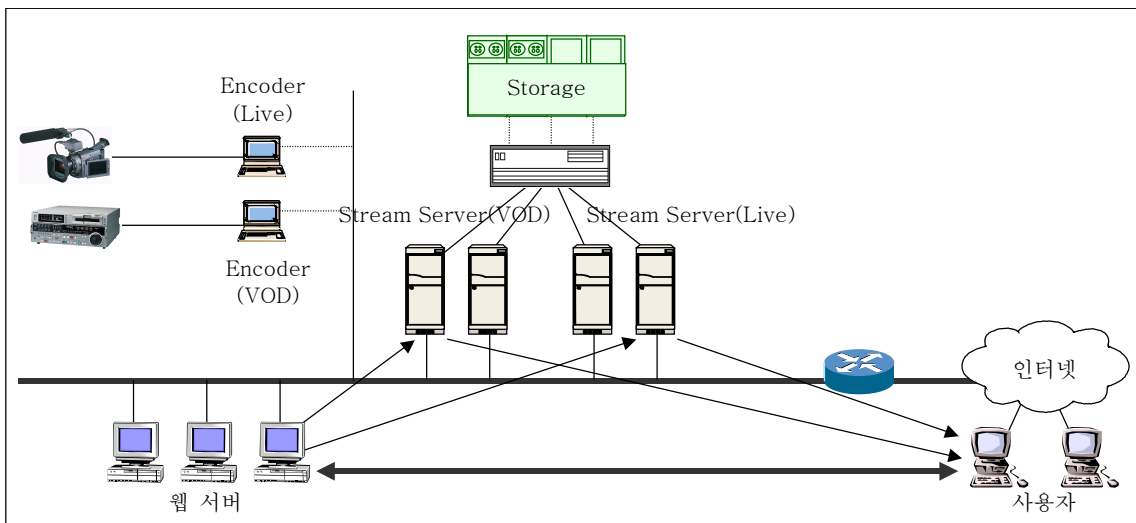
- 생중계(live broadcasting) 서비스

인터넷 생중계 서비스는 “push service” 모델에 해당하며, TV 방송으로 비유하면 녹화방송이 아닌 특정 이벤트의 실시간중계에 해당한다. 이 방식은 동시에 수많은 고객에게 동일한 콘텐츠를 전송하고자 할 때 사용되며, 또한 수많은 가입자에 대한 뉴스 및 홍보 매체 전송서비스도 이에 해당한다.

## 3. 인터넷 방송 시스템

인터넷 방송 시스템은 여러 개의 방송 장치 및 서버들로 구성된다. 서버의 경우 실제 배치에 따라 약간씩 차이가 있겠지만 대개 웹 서버와 스트리밍 전송을 담당하는 스트림 서버로 구성된다. 또한, 콘텐츠를 생성 혹은 가공하는 인코더와 생성된 콘텐츠를 저장하는 스토리지 디바이스 등이 요구된다.

(그림 2)는 인터넷 방송 시스템 구조를 보여준다. 주문형 서비스의 경우, 스토리지 디바이스에 저장된 콘텐츠가 스트림 서버를 통해 고객에게 전달되며, 생방송 서비스의 경우 인코더를 통해 생성된 콘텐츠는 곧바로 스트림 서버를 통해 고객에게 전송된다. 고객이 CP(Contents Provider)의 웹 서버에 접속하여 관련 콘텐츠를 요청하면, 웹 서버는 생방송/주문



(그림 2) 인터넷 방송 시스템 구조

형 서비스 및 콘텐츠 요구에 따라 적절한 스트림 서버를 선택하고, 선택된 스트림 서버는 인터넷을 통해 고객에게 데이터를 전송하게 된다.

인터넷 방송 시스템 장비들은 이미 많이 상용화 되어 사용되고 있으며, 특히 스트리밍 미디어 전송 기술의 경우 Window Media, Real Media, MPEG 및 Quick Time 등의 다양한 제품들이 출시되어 사용되고 있다.

### III. 인터넷 방송 트래픽 전송 구조

인터넷 데이터 전송방식은 크게 유니캐스트와 멀티캐스트로 구분되며, 현재 대부분의 인터넷 서비스들은 TCP/IP 혹은 UDP/IP 기반의 유니캐스트 방식을 통해 제공되고 있다. 한편, 멀티캐스트 기술은 본래 인터넷 방송 등의 다자간 그룹통신 서비스를 위해 개발되었으나 아직 폭 넓게 보급되어 있지는 않다. 하지만, 최근 인터넷 방송 및 원격교육 등의 관련 응용서비스 시장이 급격히 성장하고 있고, 또한 유니캐스트에 비해 멀티캐스트가 갖는 효율성 및 경제성 등으로 인해 조만간 멀티캐스트 기술이 널리 사용될 것으로 전망된다. 특히, 주문형 서비스처럼

개별 고객의 특성화에 기초한 콘텐츠 전송에는 유니캐스트 전송이 적합하지만, 생방송 서비스의 경우 동시에 수많은 가입자에게 콘텐츠를 전송해야 함에 따라 네트워크 자원의 효율성 측면에서 멀티캐스트 전송이 절실히 요구된다.

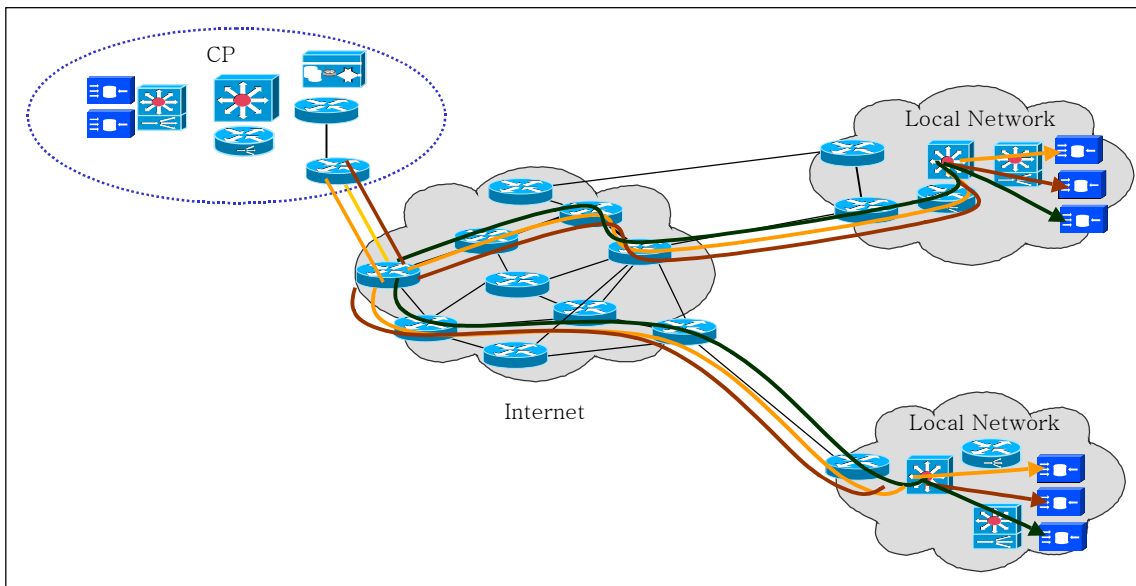
본 절에서는 인터넷 방송 콘텐츠 전송을 위해 사용될 수 있는 전송구조에 대하여 기술한다. 특히, 유니캐스트 및 멀티캐스트 전송 기술의 관점에서 대안들을 제시하고 장단점을 비교 분석한다.

#### 1. 유니캐스트(Pure Unicast)

##### 가. 전송 메커니즘

현재 인터넷 방송 서비스에서 가장 많이 사용되는 전송 방식으로, 송신자와 각 개별 수신자간에 TCP/IP 혹은 UDP/IP 유니캐스트 연결을 통해 데이터 패킷이 전송된다.

(그림 3)에서 보여지듯이, CP 송신자와 각 수신 고객간에 개별적인 유니캐스트 연결을 통해 데이터가 전송된다. 각 수신자는 CP의 웹 서버에 접속하여 콘텐츠를 요청하고 CP는 스트림 서버를 이용하여 해당 콘텐츠를 전송한다.



(그림 3) 유니캐스트 전송방식

나. 장단점 분석

1) 장점

현재 인터넷에 널리 보편화된 전송방식이며 개별 고객에게 특성화된 서비스를 제공하는 주문형 서비스에 적합하다. 또한, CP와 고객간에 직접적인 연결이 설정되므로 CP 입장에서 개별 고객에 대한 접속 정보, 콘텐츠 이용 정보 및 트래픽 통계자료 등을 쉽게 얻을 수 있어 과금 및 고객관리 정책을 수립하기에 유리하다.

2) 단점

인터넷 망에서의 부분적인 폭주 등의 네트워크 환경변화에 따라 전송지연 및 데이터 손실이 증가할 수 있으며 이로 인해 데이터 전송 품질이 급격히 저하되는, 소위 “middle-mile” 문제를 겪을 수 있다. 또한, 접속자 수 만큼의 유니캐스트 연결이 설정되므로 많은 네트워크 대역폭이 요구되며, 송신 서버 시스템의 부하가 많이 걸린다. 따라서, CP의 송신시스템 용량 및 네트워크 링크 대역폭에 따라 동시에 접속자 수가 상당히 제한된다. 대규모 그룹으로 구성되는 인터넷 방송서비스 및 생방송 서비스에 적용하기에는 많은 한계를 지닌다.

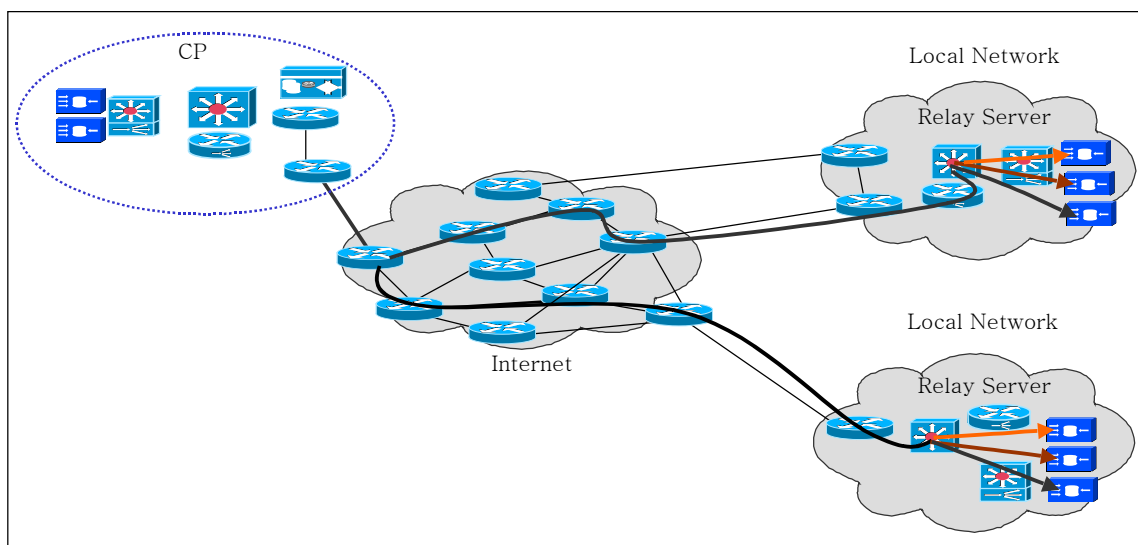
2. 중계기서버 기반 유니캐스트 중계 (Relay Server based Unicast Relay)

가. 전송 메커니즘

지역별 혹은 ISP 도메인별 중계기 서버(relay server)가 위치하여, CP의 송신 트래픽을 수신자에게 중계해 주는 방식이다. CP에서 중계기 서버 및 중계기서버에서 수신 고객간에는 모두 유니캐스트 연결을 사용한다. 송신 데이터가 수신 호스트에 도착하기 전에 중계기서버를 경유하는 과정에서 네트워크 상위계층인 ‘수송계층 혹은 응용계층’ 기능을 수행해야 하므로 “응용 계층 멀티캐스트(application layer multicast)” 방식이라고도 불린다.

(그림 4)는 중계기서버 기반 유니캐스트 중계 전송방식의 예를 보여준다. 송신 트래픽은 각 중계기 서버에 유니캐스트로 전송되며, 개별 고객들을 지리적으로 가까운 위치의 중계기서버로부터 유니캐스트 연결을 통해 인터넷 방송 데이터 스트림을 수신하게 된다.

최근 주목을 받고 있는 CDN 기술은 “응용 계층 멀티캐스트” 방식의 대표적인 예이다. CDN 전송 사업자는 네트워크의 각 지역에 CDN 지역서버를 설치하고, 수신자는 원거리의 CP가 아니라 가까이에 위



(그림 4) 중계기서버 기반 유니캐스트 중계 전송방식

치한 CDN 서버로부터 인터넷 방송 스트림을 받게 함으로써 유니캐스트 전송방식에서 겪고 있는 소위 “middle-mile” 문제를 해결하고자 한다. CDN 기술의 등장으로 인해 “CDN 전송 사업”이라는 새로운 사업분야가 자리잡고 있으며 Cisco Systems사 등의 국내외 여러 회사에서 관련 솔루션 제품을 개발 및 판매하고 있다. CDN 전송사업은 외국의 경우 Inktomi, Akamai, 국내의 경우 KT 및 CDNetworks사 등에서 참여하고 있다[7].

CDN 기술 외에도 ‘응용 계층’에서 멀티캐스트 기능을 구현하는 방식도 제안되고 있다. 미국의 일부 학계에서 진행중인 ‘Your Own Internet Distribution(YOID)’ 프로젝트에서는 특정 그룹에 참여하는 수신 호스트간에 논리적 트리를 구성하여 트리를 따라 각 호스트간에 유니캐스트 중계를 시도하는 방식을 연구중이다[8].

한편, 국내에서는 EGC&C[9] 및 RITZ Communications[10] 등의 회사에서 네트워크에서의 멀티캐스트 라우터를 사용하지 않고 일부 수신 호스트에서 소프트웨어적으로 멀티캐스트 전송기능을 구현하는 기술들을 개발하여 관련 분야의 시장을 주도하고 있다.

#### 나. 장단점 분석

##### 1) 장점

지역서버 기반 유니캐스트 중계 방식은 기존의 ‘Pure Unicast’ 방식에 비해 네트워크 대역폭 및 송신시스템 자원의 이용 측면에서 효율적이다. 또한, 고객의 입장에서 콘텐츠를 받기 위해 인터넷 백본을 통과하는 원거리의 CP에 연결을 설정하는 대신, 가까이 있는 중계기 서버로부터 데이터를 수신하기 때문에 데이터 전송의 품질을 향상시킬 수 있다.

이러한 방식은 주문형 서비스에 적합하다. CDN의 경우 각 CP는 콘텐츠들을 미리 여러 대의 CDN 중계기서버에 분배해 놓는다. 고객이 웹 서버 등을 통해 콘텐츠 전송을 요구하면 CP는 고객과 가까이

에 위치한 최적의 CDN 중계기서버를 찾아 고객에게 응답하고 고객은 해당 중계기서버에 접속하여 콘텐츠를 수신하게 된다.

##### 2) 단점

CDN 전송구조로 생중계 서비스를 제공하기에는 다소 문제점을 지닌다. 생중계 서비스의 특징은 수많은 동시 접속자와 실시간 데이터의 seamless 전송에 있는데 비해, CDN은 기본적으로 유니캐스트 중계 전송에 의존하므로 동시 접속자 수가 급격히 증가하는 경우 대처 능력에 한계가 있다. 또한, 생방송 스트림이 CP에서 수신자에 도착하는 동안에 CDN 중계기 서버에서 <네트워크 계층 ⇔ 수송/응용 계층 ⇔ 네트워크 계층>의 변환과정을 거쳐야 한다.

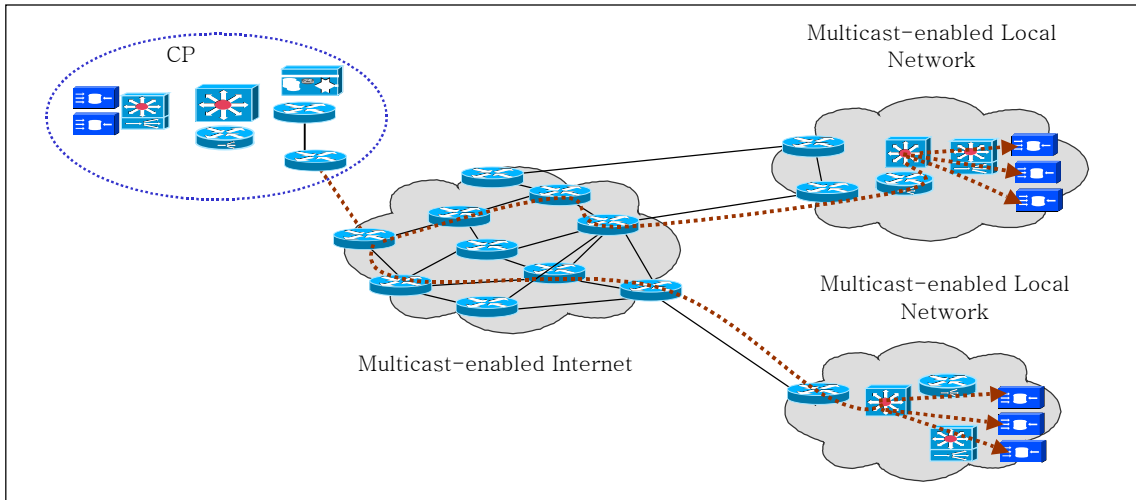
CDN 방식의 경우 콘텐츠 보급은 CP에서 수행하지만 콘텐츠의 실제전송은 CDN 중계기서버에서 담당하므로 Pure Unicast 방식에 비하여 CP의 콘텐츠 및 고객 관리 기능이 약해지며, 또한 CDN 망에서의 콘텐츠 제어, 분배 및 관리가 모두 CDN 전송 사업자에 의해 이루어지므로 “CP와 CDN 사업자” 간 역학 구조가 다소 CDN 사업자 위주로 전개될 수 있다.

### 3. 멀티캐스트(Pure Multicast)

#### 가. 전송 메커니즘

멀티캐스트 방식에서는 인터넷 망에 멀티캐스트 기능이 보급되어 있다고 가정한다. CP는 웹 서버를 통해 멀티캐스트 세션을 생성하고, 고객들에게 멀티캐스트 데이터를 수신하기 위해 필요한 세션 정보를 공지한다. 고객들은 CP의 웹 서버로부터 관련 정보를 얻은 후 멀티캐스트 세션에 가입하고 네트워크에서 멀티캐스트 연결을 설정한다. 이러한 과정을 통해 네트워크 라우터간에 멀티캐스트 트리가 형성된다.

(그림 5)에서 보여지듯이, CP가 전송한 데이터는 네트워크의 멀티캐스트 트리를 통해 각 고객들에게 전달된다. 별도의 중계기서버는 사용되지 않는다.



(그림 5) 멀티캐스트 전송방식

나. 장단점 분석

1) 장점

IP 멀티캐스트 기술은 지난 20여 년간의 연구개발을 통해 충분히 성숙된 표준기술이며, 유니캐스트 방식에 비해 네트워크 자원 이용 및 전송 측면에서 매우 효율적이다. 대부분의 상용 라우터들은 이미 멀티캐스트 기능을 탑재하고 있으므로 ISP 입장에서 관련 수익모델 형성이 구체화되면 곧바로 사용될 수 있다.

멀티캐스트 방식은 수많은 동시 접속자를 갖는 인터넷 생중계 방송 서비스에 매우 적합한 전송방식이며, 이론적으로 무대의 수신자들에게 전달될 수 있다. 또한, 수신자에 도달하기까지 패킷 전송이 모두 네트워크 계층에서 이루어지므로 패킷 전송시간이 매우 짧다.

2) 단점

생중계 서비스에는 적합한 반면에, 개별 고객에게 특성화된 콘텐츠 및 품질을 제공하는 주문형 방송 서비스에는 적합하지 않은 측면이 있다.

국내의 경우 두루넷 등의 일부 ISP들은 멀티캐스트를 도입하고 있지만, 아직도 많은 ISP 망에는 도입되어 있지 않다. 특히, DSL(Digital Subscriber

Line) 및 케이블 모뎀 등의 하부 전송구조에서의 멀티캐스트 기능 지원여부가 아직 검증되지 않았다.

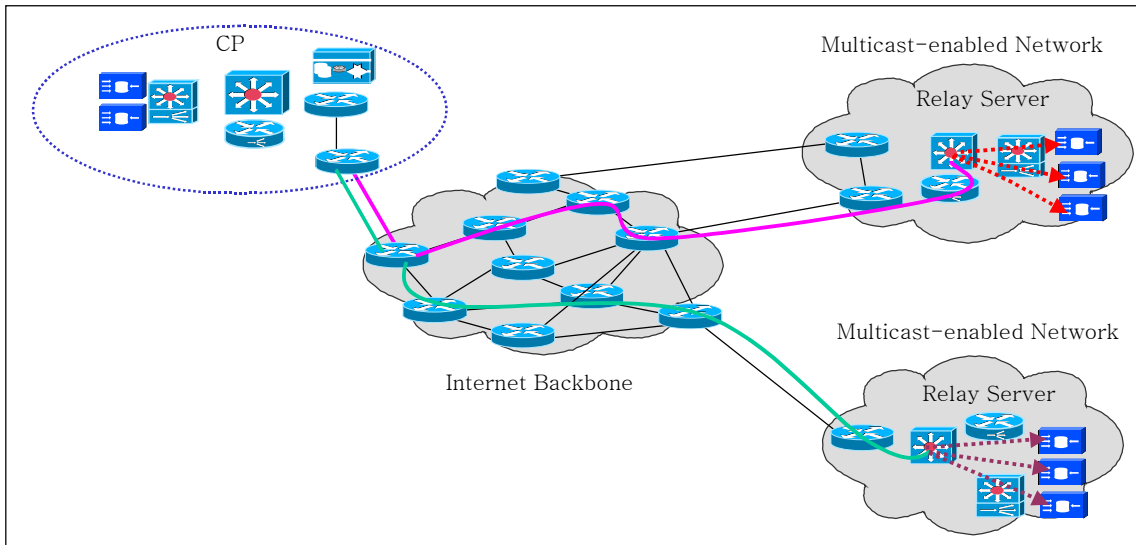
ISP 망 내부에서의 멀티캐스트 적용은 상대적으로 쉬운 반면에, 서로 다른 ISP 간의 멀티캐스트 전송 기술은 아직 해결되어야 할 많은 문제를 지니고 있다.

4. 중계기서버 기반 멀티캐스트 (Relay Server based Multicast)

가. 전송 메커니즘

위에서 기술하였듯이, ISP 망 내부에서의 멀티캐스트 보급은 쉬운 반면에, 가까운 시일 내에 멀티캐스트 기능이 전체 인터넷에 보급되기에는 다소 시간이 걸릴 것으로 전망됨에 따라 유니캐스트와 멀티캐스트를 혼합한 전송구조가 효과적인 대안으로 전망된다. 이 방식에서는 멀티캐스트가 지원되지 않는 인터넷 백본망에서는 — ISP 간 IX(Internet eXchange) 포함 — 유니캐스트 연결을 사용하고, 멀티캐스트가 지원되는 지역 망에서는 중계기서버를 이용하여 개별 고객과의 멀티캐스트 연결을 사용한다. 특히, 이 방식은 CP와 고객들이 다른 ISP 도메인에 속해 있는 경우에 매우 효과적이다.

(그림 6)에서 보여지듯이, CP에서 각 지역 망의



(그림 6) 중계기서버 기반 멀티캐스트 전송방식

중계기서버까지는 유니캐스트 연결을 이용하여 데이터를 전송하고, 중계기서버는 개별 고객들에게 멀티캐스트 연결을 통해 데이터를 전송한다. 지역 망에 위치한 고객은 CP의 웹 서버에 접속하여 중계기서버의 위치 및 멀티캐스트 지원 여부를 파악하고 중계기서버와의 멀티캐스트 그룹에 가입하여 데이터를 수신하게 된다.

나. 장단점 분석

1) 장점

위 방식은 유니캐스트와 멀티캐스트의 혼합 전송 방식으로서, 멀티캐스트 도입 전망에 따른 현실적인 대안으로 볼 수 있다. 또한, 멀티캐스트가 지원되는 지역 망에서는 멀티캐스트 전송을 활용하여 네트워크 자원 이용의 효율성을 도모할 수 있다.

인터넷 생중계 서비스가 대표적인 타겟 서비스로 볼 수 있다. 또한, 지역 중계기서버에서 CDN 전송 방식과 병행하여 사용하는 경우 주문형 서비스 및 생중계 서비스 모두를 지원할 수도 있다. 이 경우, 지역 서버에서 주문형 서비스 요구에는 유니캐스트 전송을 사용하고 생중계 서비스에는 멀티캐스트 전송을 사용하게 된다.

2) 단점

지역서버에서의 유니캐스트와 멀티캐스트 전송의 원활한 연계를 위해 콘텐츠 분배관리, 멀티캐스트 그룹 및 세션관리 등의 세부 기술개발이 추가적으로 요구되지만 관련 기술의 개발은 현재까지 개발된 멀티캐스트 표준기술을 활용하면 쉽게 해결될 것으로 전망된다.

5. 전송방식별 비교 분석

지금까지 기술된 4가지의 인터넷 데이터 전송 방식에 대한 장단점 및 특징을 비교 정리하면 <표 1>과 같다.

유니캐스트 방식은 주문형 서비스에 적합한 반면에, 멀티캐스트 혹은 혼합 방식은 생중계 서비스에 적합하다. 네트워크 자원 및 처리용량의 이용 효율성은 멀티캐스트 방식에서 높다. 동시 접속자 수 또한 멀티캐스트를 적용하는 경우에 급격히 증가시킬 수 있다. 콘텐츠 및 고객관리 차원에서는 유니캐스트 방식에서 유리하지만, 멀티캐스트 방식에서도 별도의 그룹 및 세션관리 기술을 통해 제공될 수 있다.

종합적으로 볼 때, 주문형 서비스 및 생중계 서비스 모두를 효과적으로 지원하면서 자원이용의 효



<표 1> 인터넷 방송 데이터 전송방식별 비교

전송방식 특성	유니 캐스트	중계기서버 기반 유니캐스트	멀티 캐스트	중계기서버 기반 멀티캐스트
타깃 서비스	주문형	주문형	생중계	생중계
자원 이용 효율성	매우 낮음	낮음	매우 높음	높음
동시 접속자 수	매우 적음	적음	매우 많음	많음
컨텐츠 및 고객 관리	용이함	비교적 용이함	별도 관리 요구됨	별도 관리 요구됨
전송서비스 품질	낮음	높음	매우 높음	높음

율성 및 경제성을 높이기 위해서는 두번째와 네번째 방식을 병행하여 사용하는 것이 바람직하다.

#### IV. 인터넷 방송을 위한 멀티캐스트 세부 기술

지금까지 인터넷 방송 데이터의 전송을 위해 적용할 수 있는 가능한 전송구조에 대하여 살펴 보았다. 인터넷 방송서비스 특성을 고려해 볼 때 멀티캐스트 전송기술을 적용하여 네트워크 자원의 이용효율성을 증진시킬 수 있고, 특히 생중계 서비스의 경우 동시 접속자의 수를 획기적으로 증가시킬 수 있으며 이를 통해 인터넷 방송 관련 사업의 수익모델을 개선시킬 수 있다.

본 장에서는 위에서 기술한 ‘멀티캐스트 기반 인터넷 방송 전송 구조’를 구현하기 위해 요구되는 멀티캐스트 세부 기술들에 대하여 살펴본다. 세부 기술별 제공되는 기능과 관련 멀티캐스트 표준 기술들을 분석한다.

##### 1. 멀티캐스트 세션 생성 및 공지

CP 등의 멀티캐스트 송신자는 멀티캐스트 전송을 위해 먼저 각 컨텐츠 전송 스트림에 대한 멀티캐스트 주소를 설정하고, 세션 생성 및 공지 기능을 수행해야 한다. 공지된 세션 정보를 토대로 컨텐츠에 관심이 있는 고객들은 멀티캐스트 세션에 가입한다.

##### 가. 멀티캐스트 주소 설정

인터넷 멀티캐스트 전송을 위해서는 <224/8 - 239/8> 범위의 인터넷 Class D 주소가 사용되며, 멀티캐스트 송신자는 데이터 전송에 사용할 Class D 주소를 설정한다.

멀티캐스트 주소는 다른 그룹 혹은 세션에서 사용되는 멀티캐스트 주소와 중복되지 않도록 설정될 필요가 있으며, 이를 위해 IETF에서는 멀티캐스트 주소 할당 규칙 및 절차에 관한 Multicast Address Allocation Architecture(MAAA)[11] 표준기술을 제정중에 있다.

멀티캐스트 주소 설정 문제의 해결을 위해서는 <232/8> 주소 범위의 Source Specific Multicast(SSM)[12] 주소 범위를 사용하는 방안도 있다. MAAA 방식의 기술적 복잡성을 고려해 볼 때 SSM 주소 범위의 사용이 더 효율적인 것으로 평가된다.

##### 나. 세션 생성

멀티캐스트 송신자는 세션을 생성하고 멀티캐스트 주소 정보와 함께 각종 컨텐츠 및 세션에 관한 정보를 - 세션 ID, 미디어 타입, 컨텐츠 정보 등 - 고객들에게 공지한다. 세션 정보를 표현하기 위한 권장 방식은 Session Description Protocol(SDP)[13] 표준문서에 정의되어 있으나 경우에 따라 SDP의 변형된 형식도 가능하다.

##### 다. 세션 공지

CP는 멀티캐스트 세션을 생성한 후 관련 정보들을 고객들에게 공지한다. 세션 공지를 위한 기술 표준으로는 Session Announcement Protocol(SAP)[14] 프로토콜이 있다. SAP 프로토콜의 경우 현재 MBONE 시험 망에서 사용되고 있으며, 세션 공지를 위해 별도의 멀티캐스트 제어 주소를 사용한다. SAP는 표준기술이긴 하지만 세션 공지를 위해 별도의 멀티캐스트 제어 채널을 설정해야 하고 이로 인해 과도한 트래픽을 발생시키는 문제점이 있다.

SAP 방식 이외에도 web-based 방식이 가능하

며, 이는 멀티캐스트 송신시스템에서 웹을 이용하여 멀티캐스트 주소 등의 세션 관련 정보를 공지하고, 고객들은 웹에 접속하여 관련 정보를 습득한 후 세션에 가입을 시도하는 방식이다. 현재의 인터넷 방송서비스가 CP의 웹 서버를 통해 이루어지고, 또한 SAP 방식의 단점 등을 고려할 때 인터넷 방송에서의 세션 공지를 위해서는 web-based 방식이 선호된다.

라. 사용자의 세션 가입

고객은 공지된 세션 정보를 토대로 세션에 참여할지 여부를 결정하고 참여하는 경우 세션에 가입한다. 이 때, CP는 적절한 사용자 인증 절차를 수행하여 인증된 사용자만 멀티캐스트 콘텐츠를 수신하도록 제한할 수 있다.

2. 멀티캐스트 데이터 전송 및 라우팅 프로토콜

가. 수신 호스트의 네트워크 바인딩

세션에 가입한 수신 호스트는 멀티캐스트 주소를 토대로, Internet Group Management Protocol (IGMP)[15],[16] 프로토콜을 이용하여 네트워크 라우터에 자신을 바인딩한다. 네트워크 라우터는 IGMP를 토대로 자신의 서브넷(subnet)에 그룹 멤버가 있음을 알게 된다.

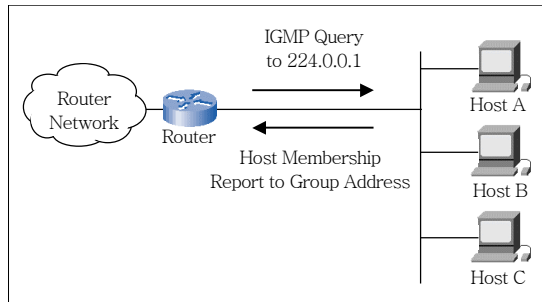
IGMP는 하나의 라우터와 여러 호스트로 구성되는 서브넷 안에서 라우터가 자신의 호스트들이 어떤 멀티캐스트 그룹에 관심이 있는지를 파악하기 위한 일종의 시그널링(signalling) 프로토콜이다.

IGMP 프로토콜은 다음 두 가지의 제어메시지를 기반으로 동작한다.

- IGMP Query
- IGMP Report

라우터는 주기적으로 서브넷 호스트들에게 IGMP Query 메시지를 전송한다. IGMP Query 메시지에

응답하여, 호스트는 자신이 가입하고자 하는 그룹주소 G 정보를 Report 메시지를 통해 라우터에게 알려준다. 호스트는 Query 메시지 없이도 먼저 Report 메시지를 라우터에게 전송할 수 있다. (그림 7)은 위의 두 가지 메시지를 이용하는 IGMP 동작 메커니즘을 보여준다.



(그림 7) IGMP 동작 방식

IGMP에서 주목할 것은 라우터의 입장에서 그룹 G에 대한 호스트 목록을 유지할 필요가 없다는 점이다. 즉, 해당 서브넷이 그룹 G에 대한 멀티캐스트 수신을 원하는지 여부만 판단하고 구체적으로 어떤 호스트들이 그룹 G에 가입했는지는 알 필요가 없다. 그룹 G의 데이터 수신을 원하는 경우, 라우터는 네트워크 트리를 통해 유입되는 멀티캐스트 데이터를 자신의 서브넷으로 포워딩한다.

IGMPv1[15] 및 IGMPv2[16]와는 달리, IGMPv3에서는[17] 그룹주소 G 뿐만 아니라 송신자의 IP 주소 'S'를 IGMP 메시지에 포함시킨다. 이를 통해, 소위 'Source Filtering' 기능을 제공하며, 각 수신자는 같은 그룹주소 G에 대해서도 특정 sources가 보내는 데이터만을 수신할 수 있다.

나. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 인터넷 멀티캐스트의 핵심 기술이다. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이란 송신측의 서브넷 라우터에서 수신측의 서브넷 라우터에 이르는 네트워크 상의 전송 경로 혹은 멀티캐스트 트리(tree)를 구성하는 일종의 시그널링 프

로토콜이다. 라우팅 프로토콜에 의해 각 라우터들은 해당 그룹 G에 대한 멀티캐스트 포워딩 테이블을 설정하게 된다.

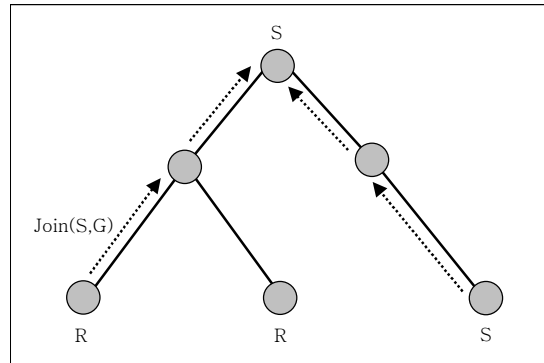
지금까지 IETF에서 제안되어온 주요 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 표준은 다음과 같다[3]-[5].

- DVMRP(Distance Vector Multicast Routing Protocol)
- MOSPF(Multicast extensions to OSPF)
- CBT(Core Based Tree) Protocol
- PIM-SM(Protocol Independent Multicast - Sparse Mode)
- SSM(Source Specific Multicast)

확장성 측면에서 PIM-SM 방식이 가장 효율적인 것으로 알려져 있으며 현재 널리 사용되고 있다. 한편, SSM 방식은 최근에 등장한 라우팅 기술로서 인터넷 방송처럼 하나의 송신자를 갖는 멀티캐스트 그룹 통신에 특히 적합하다. 본 절에서는 SSM 멀티캐스트 라우팅 기술에 대하여 보다 상세히 살펴보고자 한다.

SSM에서는 멀티캐스트 채널이 그룹주소 G 뿐만 아니라 송신자의 IP 주소 S의 조합으로 식별된다는 점이다. 예를 들어,  $(S,G) = (129.254.0.1, 232.7.8.9)$  채널과  $(S,G) = (129.254.0.2, 232.7.8.9)$  채널은 서로 다른 멀티캐스트 그룹으로 인식된다. SSM은 232/8(232.0.0.0 - 232.255.255.255) Class D 주소범위를 사용하도록 규정하고 있다. 라우터에서의 SSM 포워딩 테이블은  $(S,G)$ 마다 다르게 유지 및 관리된다.

기존의 라우팅 프로토콜은 그룹주소 G만을 참조하는 IGMPv1과 IGMPv2를 토대로 운용되는 반면에, SSM은 IGMPv3와 함께 사용되며 IGMP의  $(S,G)$  멀티캐스트 그룹정보를 토대로 라우터간의 멀티캐스트 트리를 구성한다. (그림 8)에서 보여지듯이 IGMPv3를 통해  $(S,G)$ 에 가입한 수신자(R)를 확인한 라우터는 S를 향해 Join(S,G) 메시지를 전송하고, S에 이르는 경로를 따라 멀티캐스트 트리가 형성된다.



(그림 8) SSM 트리

SSM은 기존 PIM-SM 프로토콜의 확장을 통해 쉽게 제공될 수 있으며, Nortel Networks와 Cisco Systems에서는 SSM을 위한 PIM-SM 확장방안을 제시하고 있다. 특히, SSM은 기존 멀티캐스트 방식에 비해 다음과 같은 장점을 갖는다.

- 관리의 용이성(easy to manage)

SSM의 가장 큰 장점은 ISP 입장에서 송신자를 제어하기에 매우 용이해진 점이다. 기존 방식에서는 어느 사용자나 멀티캐스트 데이터 송신이 가능하였지만, SSM에서는 SSM 트리 구성 및 데이터 포워딩이  $(S,G)$  식별자를 중심으로 운용되므로 ISP는 인증되지 않은 송신자의 데이터 송신을 차단할 수 있다.

- 구현의 용이성(simple to implement)

SSM은 PIM-SM 및 CBT 방식에서 사용하는 bootstrap 메커니즘을 사용하지 않으며, 트리 구성 및 유지를 위해 제어메시지의 수도 현격히 감소시켰다. 따라서 대규모 그룹이나 망에 쉽게 확장할 수 있다.

- 주소할당 불필요(no need for multicast address allocation)

멀티캐스트 채널이 G 뿐만 아니라 S와 함께 정의되므로 유일한(globally unique) 멀티캐스트 주소할당이 필요하지 않다. 각 인터넷 방송 송신자는 Class D 전체 주소범위를 모두 사용할 수 있다.

### 3. 종단간 멀티캐스트 신뢰전송 및 세션제어 기술

신뢰성을 요구하는 인터넷 방송 서비스의 경우, 멀티캐스트 전송에 대한 오류제어 및 혼잡제어 기능이 요구되며 또한 멀티캐스트 세션에 대한 가입자관리 및 서비스 품질관리 등이 요구된다.

#### 가. 멀티캐스트 신뢰전송 기술

RMT(Reliable Multicast Transport)로 알려진 멀티캐스트 신뢰전송 기술은 “오류제어 및 혼잡제어를 통한 멀티캐스트 데이터 전송의 신뢰성 제공”을 주요 목표로 한다. RMT는 종단 사용자(end users 혹은 end hosts) 간의 프로토콜이다. 즉, 네트워크에서 IP 멀티캐스트 전송이 사용될 때 종단 멀티캐스트 사용자간의 데이터 전송에 대한 신뢰성을 제공하는 것이다.

RMT 기술은 일종의 ‘멀티캐스트에서의 TCP 기술’이다. 즉, TCP가 하나의 송신자와 수신자간의 오류제어 및 폭주제어 기술인 반면에, RMT는 다수의 수신자에 대하여 멀티캐스트 데이터 전송의 신뢰성을 제공한다. TCP에서는 오류 패킷의 복구를 위해 수신자가 송신자에게 ACK(Acknowledgement) 패킷을 보내어 데이터 재전송을 요구한다. 다수의 수신자가 존재하는 멀티캐스트 통신에서 TCP 메커니즘을 그대로 적용하는 경우에, 수많은 수신자들의 ACK 패킷이 송신자에게 집중되어 송신시스템이 마비되는 ‘ACK implosion’ 문제가 발생한다. 이러한 문제를 소위 ‘확장성(scalability)’ 문제라 하며, 대규모 그룹으로 확장이 용이한 RMT 프로토콜 개발이 최근 20여 년간의 주요 연구 이슈였다. 현재까지 IETF 및 ITU-T|ISO/IEC JTC1 등의 국제표준기구에서는 다음의 RMT 프로토콜이 제안되어 왔다 [3],[6].

##### 1) TRACK(Tree based ACK)

ACK implosion 문제를 해결하기 위해 송/수신자 그룹을 하나의 논리적 트리로 구성한다. 논리적

트리는 네트워크 계층의 라우팅 트리와는 달리 종단 호스트간에 Parent-Child 관계만을 정의하며, parent와 children으로 구성되는 로컬 그룹별로 오류제어 및 혼잡제어 기능이 수행된다.

##### 2) NORM(NACK based Reliable Multicast)

데이터 수신 성공을 나타내는 ACK 대신, NACK(negative ACK)를 사용하여 데이터 수신에 실패한 경우에만 NACK를 전송함으로써 ACK implosion 문제를 해결한다.

##### 3) FEC(Forward Error Correction)

RMT 프로토콜의 확장성 문제가 ACK 등의 피드백(feedback) 패킷에서 기인한다는 인식 하에, 송신자는 적절한 FEC 인코딩 방식을 통해 데이터와 함께 여분의(redundant) 데이터를 함께 전송하여 수신측에서 FEC 디코딩을 통해 스스로 오류를 복구할 수 있게 한다.

##### 4) ECTP(Enhanced Communications Transport Protocol)

위 3가지는 IETF에서 제안되었으며[3], ECTP는 ITU-T SG7 및 JTC1 SC6 표준기구에서 공동으로 제안되었다[18]. 신뢰전송 기능 측면에서는 TRACK 방식을 취하고 있으나, 다른 방식과는 달리 강력한 종단간 세션 연결제어 및 서비스 품질관리 기능을 제공한다. ECTP 관련기술 개발 및 표준화 작업은 한국전자통신연구원에서 주도하고 있다[19].

종단간 멀티캐스트 신뢰전송 기능 제공을 위해서 위의 4가지 방식 중의 하나가 사용되어 질 수 있으며 각 방식에 대한 표준화 작업은 현재 진행중에 있다.

#### 나. 멀티캐스트 세션제어 기술

멀티캐스트 세션 혹은 그룹관리 기술은 멀티캐스트를 이용하여 인터넷 방송 콘텐츠를 이용하는 고객에 대한 관리 및 과금을 위해 접속 통계 및 멀티캐스트 트래픽 이용에 관한 통계를 수집하는 기능이며,

다음 기능들을 포함한다.

1) 세션 멤버십 관리

멀티캐스트 멤버십 관리란 인증된 사용자만 세션에 참여할 수 있도록 하고 나아가 현재 세션에 참여 중인 멤버십 정보를 송신자에게 통보해 주는 기술을 말한다. 이는 특히 멀티캐스트 서비스 사업자의 입장에서 과금(billing) 정보를 제공하고 보안성을 제공한다라는 측면에서 중요하다.

2) 멀티캐스트 세션 품질 관리

실제 멀티캐스트 데이터 세션에서 세션 전송상태 정보를 지속적으로 감시 및 파악함으로써 바람직한 세션 상태를 유지하도록 하는 기술이다. 이를 위해 각 수신자는 세션 상태 정보를 주기적으로 송신자에게 보고할 필요가 있으며, 송신자는 수집된 세션상태 정보를 토대로 데이터 전송속도 조절 등의 조치를 취하게 된다. 세션관리는 특히 서비스품질(QoS) 보장을 요구하는 멀티캐스트 응용서비스에서 유용하게 쓰일 수 있는 기술이다.

현재 관련 기술에 대한 연구개발은 전세계적으로 전무한 실정이고, 한국전자통신연구원에서는 멀티캐스트 서비스 및 전송 표준기술 개발활동을 추진하고 있으며, 관련 결과를 ITU-T 등의 국제표준기구에 제안하여 국제표준 승인 작업을 추진중에 있다 [18]-[22].

V. 결론 및 향후 전망

인터넷방송 서비스는 크게 주문형 서비스와 생중계 서비스로 구분해 볼 수 있다. 주문형 서비스의 경우 기존의 유니캐스트 전송방식 혹은 CDN 등의 기술로 충분히 수용될 수 있지만, 생중계 서비스의 경우 멀티캐스트 전송방식에 크게 의존할 것으로 보인다. 특히, 멀티캐스트 혹은 지역서버 기반 멀티캐스트 전송방식은 대규모 수신자로 구성되는 인터넷 생중계 서비스 등에 매우 효율적으로 사용될 수 있다.

향후 인터넷방송 서비스 시장의 활성화 정도에 따라 유니캐스트 및 멀티캐스트 전송방식들이 혼합되어 사용되어질 것으로 전망된다.

한편, 위성방송 및 디지털 방송 기술 및 시장은 인터넷 방송 산업과 깊은 연관을 맺으면서 발전할 것으로 전망된다. 서비스 시장 측면에서, 인터넷 방송과 위성/디지털 방송은 경쟁관계에 있을 수도 있으며, 각자의 고객 특성화 전략에 따라 상호보완 관계를 맺을 수도 있다. 기술 측면에서 볼 때 인터넷 방송과 위성/디지털 방송은 ‘방송서비스의 전세계화’ 및 ‘방송 서비스 품질의 고도화’ 등의 측면에서 상호보완 관계 속에 발전할 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

[1] 한국인터넷방송협회, <http://www.kwn.or.kr/>  
 [2] Webcast Conference, <http://www.webcastconference.co.kr/>  
 [3] 고석주 외, “인터넷 멀티캐스트 신기술 동향,” ETRI, 전자통신동향분석, 제 16권 제 2호, 2001. 4., pp. 1 - 9.  
 [4] 고석주 외, “차세대 인터넷 멀티캐스팅 기술 동향,” 한국통신학회 정보통신지, 제 17권 제 9호, 2000. 9., pp. 168 - 187.  
 [5] 고석주 외, “인터넷 멀티캐스트 라우팅 기술 동향,” ETRI, 전자통신동향분석, 제 15권 제 3호, 2000. 6., pp. 28 - 41.  
 [6] 고석주 외, “멀티캐스트 신뢰전송 기술 및 표준화 동향,” ETRI, 주간기술동향, 00-16호, 2000. 5., pp. 16 - 33.  
 [7] Content Alliance, <http://www.content-peering.org/>  
 [8] YOID, <http://www.aciri.org/yoid/>  
 [9] EGC&C, <http://www.cast365.com/>  
 [10] RITS communications, <http://guide.newmulticast.com/>  
 [11] D. Thaler etc, “The Internet Multicast Address Allocation Architecture,” IETF RFC 2908, Sep. 2000.  
 [12] Source Specific Multicast, <http://sith.maoz.com/SSM/>  
 [13] M. Handley etc, “SDP: Session Description Protocol,” IETF RFC 2327, Apr. 1998.  
 [14] M. Handley etc, “Session Announcement Protocol,” IETF RFC 2974, Oct. 2000.  
 [15] S. Deering, “Host Extensions for IP Multicasting,” IETF RFC 1112, Aug. 1989.

- [16] W. Fenner, Internet Group Management Protocol, Version 2, IETF RFC 2236, Nov. 1997.
- [17] B. Cain, S. Deering, and A. Thyagarajan, "Internet Group Management Protocol, Version 3," working in progress, draft-ietf-idmr-igmp-v3-05.txt, Nov. 2000.
- [18] ITU-T Recommendation X.606|ISO/IEC 14476-1, Enhanced Communications Transport Protocol: Specification of Simplex Multicast Transport, approved in Oct. 2001.
- [19] ITU-T draft Recommendation X.606.1|ISO/IEC CD 14476-2, Enhanced Communications Transport Protocol: Specification of QoS Management for Simplex Multicast Transport, to be approved in 2002.
- [20] ITU-T draft Recommendation X.gmp, Specification of Group Management Protocol, working in progress in Q.8/17, 2002.
- [21] ITU-T draft Recommendation X.rtm, Specification of Relayed Transport for Multicast Applications and Services, working in progress in Q.8/17, 2002.
- [22] ECTP Homepage, <http://ectp.etri.re.kr/>