

계층 구조형 ISP 기반 P2P IPTV 서비스 구조 및 특성

정회원 성 무 경*, 종신회원 한 치 문*

An Architecture of ISP-based P2P IPTV Services and Its Characteristics

Moo-Kyung Sung* *Regular Member*, Chi-Moon Han* *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 기존 P2P IPTV 구조에서 서비스 품질 및 신뢰성 등의 문제점을 나타내고, 이러한 문제점 해결이 가능한 계층 구조형 ISP 기반 P2P IPTV 서비스 제공 방식을 제안하고, 그 특성을 평가한다. 또한, 제안된 구조는 ISP가 직접 관리하는 구조이기 때문에, 이를 ISP 기반 P2P IPTV 서비스 제공 구조라 한다. 본 구조의 특징은 ISP가 실시간 멀티미디어 서비스 제공에 필요한 서버를 직접 관리하므로 서비스의 신뢰성을 높이고, 빠른 전송 성능과 통합 세션 제어가 가능하다. 또한 서버들은 P2P overlay 네트워크에 연결되어, 확장성의 증가와 특정 서버 실패에도 지속적인 서비스를 제공할 수 있는 구조를 가지고 있다. 또 제안된 구조에 대해 계층별 기능을 설명하고 서버 실패에 따른 복구 기능 절차를 나타낸다. 그리고 세션 연결 과정을 설명하고, 멀티미디어 서비스 제공에 따른 사용자간 서비스 지연시간 및 연결 지연 시간, 네트워크에 존재하는 총 트래픽량을 기존 P2P Overlay 네트워크와 비교한 후, ISP 기반 P2P IPTV 구조가 우수함을 나타낸다.

Key Words : ISP Based P2P IPTV, ISP, DNS-SIP Server, P2P Overlay, COPS

ABSTRACT

The P2P IPTV will create a new paradigm for the Internet services. However, it cannot guarantee the reliability of their server and QoS because of using common Internet users(peers) for SIP server or relay server, though the infrastructural cost is low. This paper proposes the ISP-based P2P IPTV architecture which can solve the limitations of conventional P2P-based IPTV. In this model, ISP can build P2P overlay network with ISP servers and directly manage each server needed for session connection. So, the servers have higher performance and better reliability than previous one. Besides, robustness is improved because each sever is set by P2P overlay network. To evaluate the characteristics of the ISP-based P2P IPTV architecture, we simulate it for some parameters which are end-to-end streaming delay time, connection delay time and traffic amount. We compared the proposed architecture with the conventional P2P architecture about video service and confirmed that the performance of ISP-based P2P IPTV is better than conventional P2P based IPTV.

I. 서 론

최근, 초고속 인터넷의 대중화와 개인 멀티미디어 기술 및 UCC(User Created Content) 이용자 수의 급

격한 증가는 기존 IPTV 서비스 제공 방식의 변화를 주도하고 있다. 웹2.0이 지향하는 개방형 서비스 환경은 네트워크에 분산된 다양한 응용들을 쉽게 통합하고 융합시킬 수 있도록 하는 개념으로 서비스의 진화

※ 본 논문의 일부는 한국외국어대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

* 한국외국어대학교 전자공학과 (mksung@hufs.ac.kr, cmhan@hufs.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-11-589, 접수일자 : 2009년 11월 25일, 최종논문접수일자 : 2010년 3월 24일

를 유도하고 있으며, 이러한 흐름에 따라 직접 콘텐츠를 생성하고 배포하고자 하는 사용자 욕구가 증가하고 있다^[1]. 더불어, 현재 IPTV 경쟁자는 고품질 프리미엄급 IPTV 서비스가 아니라 일반 시청자가 직접 방송에 참여할 수 있는 P2P IPTV, 또는 웹기반 IPTV라는 견해가 최근 들어 많아지고 있다^[2]. 실제 우리나라의 판도라 TV, 아프리카 TV, 외국의 유튜브 (Utube) 같은 UCC 포털 서비스가 활성화되고 있으며, 최근 베니스 프로젝트로 베타 서비스를 시작한 Joost 서비스나 Rimo 서비스 등은 앞으로 P2P IPTV 서비스의 발전 가능성을 보여주고 있다. 그럼에도 불구하고, 여러 P2P IPTV 서비스 시스템에서 고려될 수 있는 서비스 품질과 신뢰성에 대한 단점은 여전히 존재하고 있으며, 이러한 단점들은 P2P IPTV의 원활한 서비스 제공을 위한 중요한 이슈로 자리잡고 있다^[3].

통상 P2P IPTV 시스템에 동일한 콘텐츠를 가지는 peer가 많이 있는 경우, 임의의 시청자가 TV 시청을 원할 경우, 경유하는 홉 수가 적은 위치에 있는 peer로부터 전달 받는 것이 네트워크의 자원소비 관점에서 바람직스럽다. 그러나 대부분 P2P형 IPTV 시스템에서는 방송 소스가 되는 peer는 랜덤하게 선택되기 때문에, 가깝게 peer가 있어도, 먼 곳에 있는 peer로부터 전달을 받는 경우가 있다. 따라서 네트워크 내에 쓸데없이 트래픽이 발생하는 망자원 소비가 문제이다. 따라서 ISP 사업자가 P2P 사업자와 제휴하여 망 내의 트래픽을 억제하려는 시도도 있다^[4].

또 P2P 기술을 이용하여, 다양한 형태의 IPTV나 고품질 대용량 rich contents 같은 IPTV 신호를 전달하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 한편 ISP가 자기 네트워크 내에 네트워크 토폴로지 및 링크 용량, 네트워크 인프라에 관한 정보 외에 모든 서버 노드의 정보를 일원적으로 관리하는 ISP형 CDN(Content Delivery Network)에 대한 연구도 수행되고 있다^[5].

본 논문에서는 기존 P2P IPTV에서 중앙서버를 peer로 대체하여 나타나는 QoS 문제와 서비스 신뢰성 문제를 극복하고, ISP(Internet Service Provider) 망을 기반으로 하여 전송속도를 증가시킬 수 있는 계층 구조형 ISP 기반 P2P IPTV 서비스 제공 구조를 제안하고, 그 특성을 평가한다.

본 논문은 서론에 이어 2장에서는 기존에 연구된 내용을 중심으로 P2P와 SIP을 결합한 서비스 모델들에 대한 문제점을 나타낸다. 3장에서 계층 구조형 ISP 기반 P2P IPTV 서비스 제공 구조를 제안하고, 구조 및 특징에 대해 설명한다. 4장에서는 서비스 가입, 세션연결 및 채널 변경 절차를 나타낸다. 5장에서는 시

뮬레이션 모델을 통해 본 방식의 특성과 성능을 분석·비교하고, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 SIP과 P2P Overlay의 결합

기존의 SIP과 P2P를 구성하는 방법에는 SIP using P2P와 P2P over SIP으로 나눌 수 있다^[3]. SIP using P2P^[6]는 SIP 시스템에서 location service을 중앙 proxy 서버가 아닌 P2P 프로토콜에 의해 수행되며, SIP-UA(User Agent)가 P2P 네트워크(계층)로부터 상대의 주소를 획득하여, 그 주소로 SIP 메시지를 송신하여 상대 SIP-UA와 통신을 실현하는 방법이다. 반면, P2P over SIP 방법^[7]은 SIP 프로토콜을 이용하여 P2P 네트워크를 구축하고, SIP-UA는 IP 네트워크에 구축된 P2P 네트워크에 SIP 메시지를 송신하여 상대 SIP-UA와 통신하는 방법이다. 그 외에도 P2P plus SIP 방법^[3]이 있으며, 세션 연결을 위한 SIP 구조는 기존의 server/client 구조를 그대로 사용하고, 실시간 멀티미디어 전송에만 P2P overlay 구조를 이용하는 방법이다.

P2P와 SIP을 결합한 구조의 장점은 구축 cost의 감소, robustness 증가 및 확장성의 증가에 있다. 다시 말해, 기존의 중앙 서버들을 네트워크에 참여하는 개인 peer들로 대체하기 때문에 확장에 따른 비용이 절약된다. 그리고 P2P 네트워크에서 어느 한 peer가 실패하게 되면 다른 peer가 그 기능을 대체하기 때문에 서비스 실패 가능성이 줄어든다. 또한, VoIP와 같은 멀티미디어 서비스가 P2P overlay에서 제공이 가능하다는 장점도 가지고 있다.

2.2 기존 모델 분석

P2PSIP^[7]은 P2P over SIP의 접근 방법을 이용한 대표적인 네트워크 모델이며, 기존 SIP의 중앙 서버를 peer로 대체하여 VoIP와 같은 인터넷 서비스를 제공하는 구조적 특징을 갖는다. 각 peer들은 SIP 서버의 기능을 수행할 수도 있으며, 경우에 따라 SIP-UA의 역할도 수행할 수 있다. 또한 P2PSIP에서는 peer들 간 세션 연결을 위해 새로운 프로토콜인 RELOAD[8]을 제안하였으나 현재 P2PSIP의 RELOAD 프로토콜은 중앙서버의 부재로 인한 QoS 보장이 힘들고, 서비스가 제공되는 동안 다른 사용자의 서비스 참여가 어려워 실시간 방송 서비스에는 적합하지 못하다. 또한, 문헌[8]에서의 P2P plus SIP 구조는 relay 서버를 통해 QoS 및 NAT 문제를 해결하는 구조를 갖는 반면, 각 relay 서버가 P2P overlay에 참여하는 일반 사용자

즉, peer로 이루어져 있어 서버의 신뢰성 저하와 peer의 자원을 이용하여 네트워크를 구성하기 때문에 네트워크 구성에 참여하는 peer의 성능이 네트워크 품질을 좌우하고 있다.

그리고, 금후 제공될 IPTV 서비스는 기존의 P2P IPTV에서 제공되는 서비스와 달리 대용량 rich content을 peer에 빠르게 고품질로 제공하기 위해서는 네트워크의 소비 자원량을 억제하여 경제적으로 분배하는 구조가 ISP 입장에서 중요한 과제라 생각된다.

그러므로 본 논문에서는 ISP가 관리하는 세션 연결 서버를 이용하여 P2P overlay 네트워크를 구성하고, 각 서버간 자원공유를 통해 확장성의 증가 및 서비스 신뢰성, 서비스 성능을 높일 수 있는 계층구조를 갖는 ISP기반 P2P IPTV 서비스 제공 구조를 제안한다.

2.3 COPS 프로토콜

COPS(Common Open Policy Service) [9][10]은 정책 기반 네트워크 환경에 존재하는 PDP(Policy Decision Point)와 PEP(Policy Enforcement Point) 간의 통신을 가능하게 하는 프로토콜이다. COPS는 DiffServ 네트워크에서 QoS 사용자의 자원 요청과 서버의 자원 할당을 목적으로 만들어졌으며, 지원하는 방식에 따라 outsourcing과 provisioning 모델로 나눈다. Outsourcing 모델은 PEP가 COPS 요청 메시지를 보내게 되면 PDP가 요청 메시지에 대해 결정을 내리는 방법이다. 이 모델은 자원 이용에서 효율은 높지만, 많은 메시지를 처리하기 힘들기 때문에 확장성에 대해 문제점을 가지고 있다. 반면에, provisioning 모델은 PDP가 사전에 SLA에 의해 분류된 PIB (Provisioning Information Base)에 의해 PEP를 설정하는 방법을 사용하고 있으며, 많은 메시지를 처리할 수 있고, 확장성이 뛰어나지만, 자원의 효율적인 사용이 어렵다.

본 논문에서 제안하는 ISP 기반 IPTV 구조에서는 최종사용자를 위한 QoS 제공을 위해 상기 두 가지 모델을 결합한 하이브리드 모델을 사용한다. 즉, 세션의 초기 설정 시, 빠른 자원 할당과 확장성을 위해 provisioning 모델을 이용하고, 접속되어 있는 사용자 간의 연결 및 채널 변경에 따른 세션 설정은 자원 효율 및 클라이언트의 즉각적인 요청을 처리하기 위해서 outsourcing 모델을 이용한다.

III. 계층 구조형 ISP 기반 P2P IPTV 구조

3.1 ISP 기반 P2P IPTV의 구조

계층 구조형 ISP 기반 P2P IPTV 구조는 ISP core

망 위에 ISP와 직접 연결되어 관리되는 서버들을 이용하여 P2P overlay 네트워크를 구성한다. 이들은 인터넷과 연결되어 사용자 컴퓨터와 통신이 가능하도록 하는 계층적 기능 구조로 네트워크가 구성된다고 할 수 있다. 각 계층이 수행하는 기능에 따라 'ISP 계층', '서비스 계층' 그리고 '어플리케이션 계층'으로 나눈다. 그림 1은 제안된 ISP 기반 IPTV의 계층적 구조를 나타내고 있으며, 기존의 P2P IPTV 구조와는 다르게 ISP가 직접 서버관리를 수행할 수 있으므로 'ISP 기반 P2P IPTV 구조'라 한다.

본 논문에서 제안하는 ISP 기반의 P2P IPTV 서비스 제공 구조는 그림 2와 같으며, 광대역 IP 네트워크에 ISP가 직접 관리하게 되는 P2P overlay 네트워크를 구축하여 서버의 신뢰성, 지연 및 서비스 품질을 향상시킬 수 있는 구조를 가지고 있다. 기존의 P2PSIP 구조와 P2P plus SIP 구조, 그리고 제안된

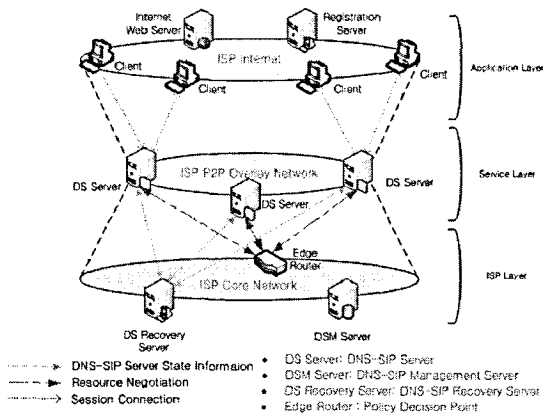


그림 1. P2P 기반 IPTV의 계층적 구조

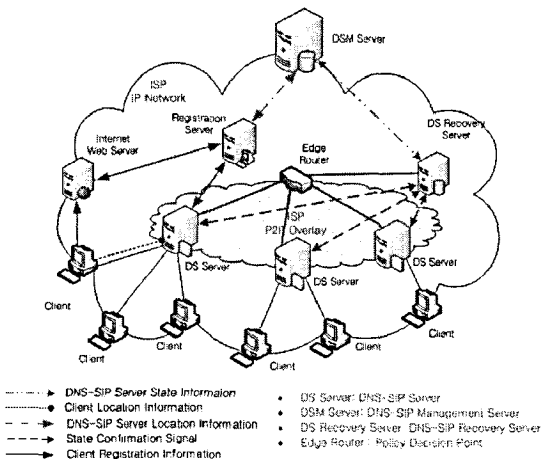


그림 2. ISP 기반 P2P IPTV의 구조

ISP 기반 P2P IPTV 구조의 특성을 요약하면 표 1과 같다.

ISP 기반 P2P IPTV 구조에서, ISP는 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 DNS-SIP 서버를 설치하고, P2P로 연결하여 ISP P2P overlay 네트워크를 구축한다. 그리고 각 설치된 DNS-SIP 서버는 이웃한 서버의 정보를 P2P overlay 네트워크를 통해 주기적으로 교환하여 관리하고 유지한다. 이러한 방법은 기존 P2P IPTV가 모든 서버를 사용자 peer로 대체하는 방법과 다르다. 기존 P2P IPTV의 구조는 P2P peer의 참여와 탈퇴가 빈번한 고유의 특성에 따라 신뢰성 및 peer의 성능에 따른 네트워크 성능과 서비스 품질 변화가 크지만, ISP 기반 P2P IPTV는 가 직접 관리하는 DNS-SIP 서버를 P2P overlay로 구성하므로 신뢰성 및 서버의 성능이 보장되며, 각 서버들이 P2P로 연결되어 있으므로 특정 DNS-SIP 서버의 실패(fail)가 발생하더라도, 이웃한 서버를 통해 지속적인 서비스 제공이 가능하여 네트워크의 robustness가 증가한다. 또한, ISP P2P overlay 네트워크는 기존 P2P overlay 네트워크와는 달리 ISP의 core망 위에 구현되어 관리되기 때문에, 사용자들은 P2P IPTV 서비스를 위해서 자신의 대역폭을 공유하지 않는다. 그 결과 서비스를 위한 네트워크 속도의 증가와 품질이 향상된다. 특히, COPS의 outsourcing과 provisioning 모델을 결합한 정책 기반 네트워크 형태를 갖추고 있어 능동적인 QoS 제공이 가능하다.

그러나 본 방식은 그림 2처럼 ISP가 필요한 구성요소(DNS-SIP 서버)를 직접 구축하여야 하므로, 특정 서버에 부하가 집중하면 세션 설정 시간이 지연 될 수 있고, 서버 구축에 따른 비용 등은 기존 P2P IPTV와

표 1. SIP 과 P2P 결합 구조에 따른 비교

항목	방식	P2PSIP	P2P plus SIP	ISP-based P2P IPTV
세션연결 프로토콜		RELOAD	SIP	SIP
서버의 구성		일반유저	SIP: 중앙 proxy 서버 Relay 서버: 일반유저	중앙 서버
신뢰성		저하	Relay 서버의 신뢰성 저하	신뢰성 높음
QoS		보장불가	보장불가	COPS 적용
코스트		적음	적음	약간 높음
특징		실시간 세션참여 불가	Relay 서버의 성능과 위치가 서비스 품질을 좌우	ISP 기반 네트워크이므로 속도가 빠르며, 신뢰성 높은 서비스 제공이 가능

비교하면 열등하지만, P2P 기술을 이용하여 보다 안정적으로 IPTV 서비스를 제공한다는 점에서 고려 할 만 하다.

ISP 기반 P2P IPTV 시스템 구성요소의 기능과 역할을 그림 2의 ISP 기반 P2P IPTV의 구조에서 정의 하면 다음과 같다.

DNS-SIP 서버(DS Server): ISP가 관리하고 설정 하는 서버이다. SIP의 proxy 및 location service 기능을 수행하며, DNS의 기능과 결합하여 P2P로 연결된 이웃한 DS 서버와 정보를 공유하고 유지, 관리한다. 이때, 등록서버를 통해 받은 가입자 정보는 우선순위를 최우선으로 하고 P2P를 통해 받은 이웃의 DS 서버 가입자 정보는 우선순위를 낮추어 관리한다. ER(Edge Router)와 연결되어 COPS (Common Open Policy Service) 프로토콜을 지원한다.

DS 복구서버(DS Recovery Server): 서버의 상태를 주기적으로 확인하기 위한 서버이다. 일정 간격으로 'Hello' 신호를 보내게 되고 DS 서버로부터 응답 신호를 받아 DS서버의 가용성을 파악한다. 가용응답이 없는 DS서버에 대해, 복구기능 수행을 위해 DSM서버와 정보를 교환한다.

경계 라우터(ER: Edge Router): 사용자가 요구하는 QoS로 서비스 품질을 제공하기 위해 DS서버와 통신하여 자원 요청 및 할당에 관한 처리 과정을 수행한다. 자원 요청 및 할당은 COPS 프로토콜[3,9]을 이용 한다.

DS 관리서버(DSM Server): ISP가 DS서버를 관리 하기 위한 서버로, DS서버가 서비스 불능 상태가 되면, 복구 기능을 수행하며 사용자가 적절한 DS서버로 redirection 되도록 등록서버에 서버의 상태정보를 전송하여 사용자의 DS서버 도메인을 변경하도록 한다.

등록서버(Registration Server): 사용자를 등록하고 등록된 사용자 IP 주소, 위치, ID를 저장한다. 또한 사용자에게 가장 가까운 DS서버를 탐색하여 해당 DS서버에 사용자 정보를 전송한다.

웹 서버(Internet Web Server): 사용자의 가입 및 시청자가 원하는 EPG(Electronic Program Guide)를 제공하기 위한 서버이다. 사용자는 웹 서버가 제공하는 웹 페이지를 통해 방송 서비스에 가입한 후, 서비스를 이용할 수 있다. 또한 웹 서버는 웹 페이지를 통해 현재 방송의 정보를 EPG 형식으로 가입자들에게 보여주며, 이를 통해 사용자는 원하는 방송을 선택하고 채널 참여 과정을 거쳐 방송을 시청할 수 있게 된다.

클라이언트(Client): P2P IPTV의 서비스를 이용하는 최종 사용자이며, 또한 콘텐츠를 제공하는

CP(Content Provider)의 서버이거나 개인 방송을 하는 방송자가 될 수 있다. 사용자에게 가장 가까운 DS 서버를 선택 받은 사용자는 자신이 연결에 사용할 DS 서버의 도메인 정보를 저장한다. 저장된 도메인 주소를 통해 DS서버에 접속할 수 있다.

지금까지 설명한 계층 구조를 통해 실제 클라이언트의 역할은 기존의 P2PSIP과 P2P를 활용한 IPTV와는 달리, 서비스 이용 및 방송 콘텐츠 제공 역할만 하게 된다. 이때, 클라이언트는 웹을 통해 가입한 일반 사용자뿐만 아니라 CP(Contents Provider)의 실시간 방송 콘텐츠 서버 역할도 가능하다. CP의 방송 서버가 제안된 구조를 통해 방송 서비스를 원할 경우, ISP 기반 P2P IPTV의 등록서버에 등록을 하고 ID를 부여 받아 서비스의 확장 및 참여가 이루어진다. 즉, 개인 PC를 활용하여 방송하는 가입자뿐만 아니라 콘텐츠 사업을 하는 사업자도 서비스 참여가 가능하다.

3.2 ISP 기반 P2P IPTV 구조의 기능적 계층구조

기존의 P2P IPTV의 구조는 P2P 네트워크를 구성하기 위한 어플리케이션 활용을 통해 서비스를 제공하고 수용하는 단일 계층 구조를 갖는 반면, ISP 기반의 P2P IPTV 구조는 기능적 계층구조로 이루어져 있으며, 각 계층의 기능은 그림 3과 같다.

그림 3에서 보면, 기능적 계층구조의 최상위 계층인 어플리케이션 계층은 사용자에게 서비스 가입 및 제공 그리고 서비스 실행을 위한 웹 기반 어플리케이션 기능이 포함되는 계층으로써, ISP에서 제공되는 인터넷을 통해 통신이 이루어진다. 어플리케이션 계층에 포함된 IPTV 구성요소로는 DS서버와 IPTV 구조의 관

리를 위한 DSM서버와 PDP(Policy Decision Point) 그리고 DS복구서버를 제외한 모든 요소들이 포함된다.

서비스 계층은 ISP P2P overlay 네트워크로 연결되므로 P2P overlay 계층으로 정의할 수 있다. 여기에 P2P overlay 네트워크로 연결된 DS서버가 포함된다. 이 계층은 사용자에게 서비스를 제공하도록 하는 세션 연결에 필요한 SIP 메시지 처리 기능을 포함하고 있으며, QoS를 위한 PEP(Policy Enforcement Point) 기능, 그리고 각 서버들 간의 정보교환을 위한 데이터 교환 기능이 있다. 또 서비스 계층은 P2P overlay로 이루어져 있어 세션 연결 정보 및 사용자 정보를 P2P overlay를 통해 자체적으로 업데이트하고 통신하는 것이 가능하다. 이때 ISP가 서버를 관리하기 때문에 서버의 신뢰성이 증가한다.

DS서버를 통해 세션 연결을 하는 사용자의 정보를 업데이트 하며, 개인 PC 사용자가 아닌 사업자로 참여하게 되는 CP(Contents Provider)의 방송 서버도 서비스 계층의 사용자 정보와 ISP 계층의 등록서버에 서비스 등록을 통해 서비스 참여 및 확장이 용이하게 된다.

DSM서버와 복구서버는 최하위 계층인 ISP 계층에 해당한다. 이 계층의 기능은 IPTV의 유지 및 관리 그리고 서버 실패(fail)에 따른 복구에 관련한 기능이며, Edge 라우터의 PDP 기능을 수행한다. ISP 계층은 복구서버, 어플리케이션 계층의 등록서버, 서비스 계층의 DS서버와의 통신을 통해 네트워크 전체를 관리할 수 있다.

3.3 DS(DNS-SIP) 서버 복구 메커니즘

P2P 기반 IPTV의 구조는 서비스에 필요한 서버를 ISP가 관리하는 P2P overlay 네트워크에 연결되어 있으며, 각 DS서버는 이웃한 DS서버의 정보를 공유하여 저장하고 있다. 따라서, 특정 DS서버가 고장(fail)이 발생해도 사용자는 이웃한 DS서버를 통해 세션 연결이 가능하므로 전체적인 네트워크의 robustness가 증가한다. 그러나 사용자의 빠른 세션 연결을 위해서는 사용자에게 가장 가까운 DS서버에 연결되어 있는 것이 바람직하다. 그러므로, ISP는 DS서버의 상태를 주기적으로 파악하고 있어야 하며, DS서버가 다운 된 경우, 서버의 복구 및 서버 복구 메커니즘이 반드시 필요하다. 복구과정에 대한 흐름도는 그림 4와 같이 생각 할 수 있다.

서버 복구 메커니즘은 다음과 같은 과정으로 이루어지며, ISP 기반 P2P IPTV의 DS서버 복구 동작은 그림 5와 같다.

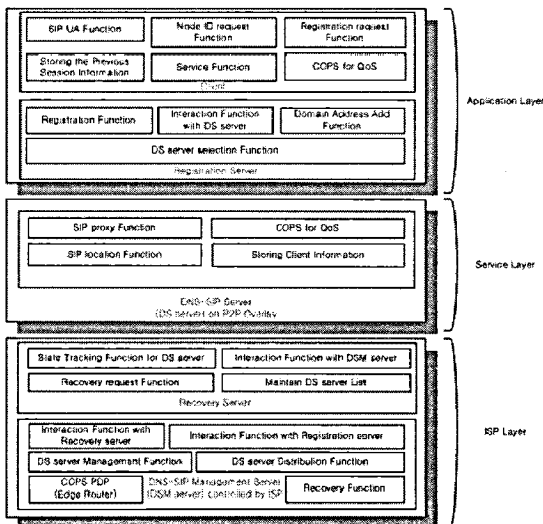


그림 3. ISP 기반 P2P IPTV의 기능적 계층구조

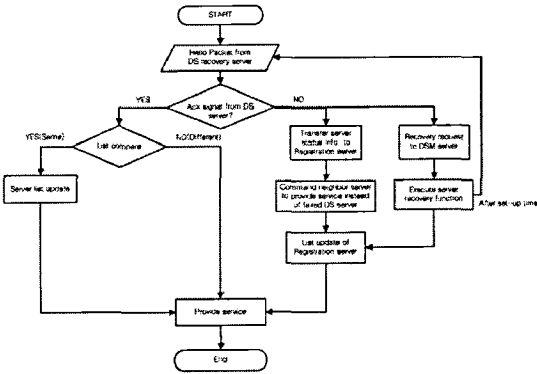


그림 4. DNS-SIP 서버 복구 메커니즘의 흐름도

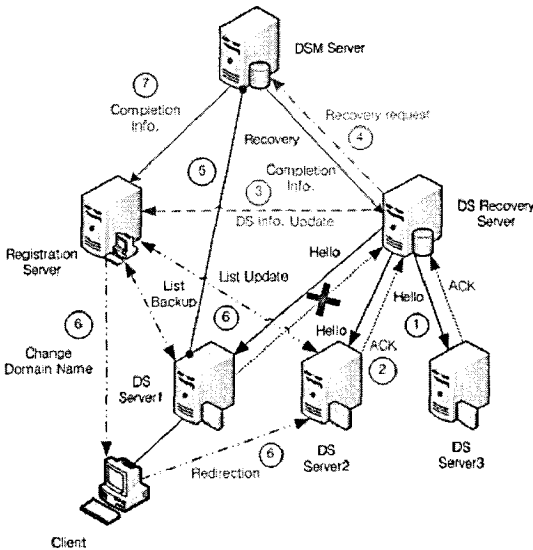


그림 5. DS 서버 복구 과정

① DS 복구서버(Recovery Server)는 주기적으로 ISP P2P overlay 네트워크에 존재하는 모든 DS서버에게 'Hello' 패킷을 보낸다.

② 각 DS서버는 'Hello' 패킷에 대한 응답을 DS 복구서버에게 보내서 서버 가용성을 알린다. 이때 가용한 서버의 리스트가 DS 복구서버에 저장된다.

③ DS 복구서버가 특정 DS서버에게서 응답을 2회 이상 받지 못한 경우, 응답을 받지 못한 DS서버에 관한 정보를 등록서버에게 알린다.

④ DS 복구서버는 DSM서버에게 응답신호가 없는 DS서버에 대한 복구요청을 하게 된다. 또한 등록서버는 본 과정에서 가입되는 새로운 사용자가 응답이 없는 DS서버에 연결이 되지 않도록 한다.

⑤ 복구요청에 따라 DSM서버는 복구과정을 실행하게 된다.

⑥ 응답이 없는 DS서버에 연결되어 있는 기존 사용자를 위해 등록서버는 기존 DS서버에 연결된 가입자 리스트를 백업하여 저장해두고, 사용자의 DS서버 도메인을 변경하여 서비스를 계속 제공받을 수 있도록 한다.

⑦ DSM서버는 복구수행의 결과를 등록서버에게 통보하면서 복구 과정을 완료한다. 새로운 가입자가 복구된 DS서버를 통해 서비스를 받을 수 있도록 한다.

위의 복구 실행 과정을 거친 후, 정해진 시간이 지나면 DS 복구서버는 다시 'Hello' 패킷을 DS 서버들에게 보내고, 응답에 따라 DS서버의 가용 리스트를 업데이트하게 된다. 새로운 가용 리스트와 이미 저장된 리스트를 비교하고 복구된 DS서버가 손실되기 전 연결된 사용자 리스트를 등록서버의 가입자 리스트 복구 명령에 따라 이웃한 DS서버로부터 받게 된다. 효율적인 DS 서버 복구 메커니즘에 대한 연구는 다음 과제로 남겨 둔다.

IV. ISP 기반 P2P IPTV의 세션 연결 과정

4.1 COPS(Common Open Policy System)의 동작

ISP 기반 P2P IPTV 구조에서는 방송자 또는 시청자가 요구하는 자원확보를 위해 IMS(IP Multimedia Subsystem)에서 사용하는 COPS를 이용하도록 한다. COPS는 사용자가 자원할당 요구 시, ISP의 BB(Bandwidth Broker)의 즉각적인 자원할당을 받는 outsourcing 모델과 ISP에서 설정한 policy를 미리 edge router에 전송하여 사용자가 edge router의 policy를 통해 필요한 자원을 할당 받는 provisioning 모델로 구분된다. 제안된 구조는 두 가지 모델을 모두 사용하여 상황에 따라 모델을 달리하여 자원을 할당 받도록 한다. 경우에 따라 사용되는 모델은 다음과 같다.

1) Provisioning Model - 방송자가 방송을 시작하기 위해 자원을 할당 받기 위해 사용된다. BB에서 정해진 자원정책을 미리 edge router에 설정을 한 뒤, 방송자가 채널 활성화를 위해 세션을 연결하면 edge router를 통해 방송자 요구에 맞게 멀티캐스트 주소할당 및 대역폭을 할당 받는다. 미리 정의된 자원정책으로 인해 채널 활성화 처리가 빠르고 방송자의 최초 세션 연결이 신속하게 이루어진다.

2) Outsourcing Model - 시청자가 방송 채널에 join할 때 필요한 자원을 얻기 위한 방법이다. 시청자의

경우 방송자에 비해 서비스를 제공 받기 위한 자원 요구가 다양하고 채널의 변경이 자주 일어나므로 edge router에 미리 설정된 자원정책이 아닌 요구하는 시청자에 따라 다르게 적용되어 자원의 효율적인 관리가 가능하다.

그림 6은 outsourcing 모델과 provisioning 모델을 결합한 COPS 모델의 자원 요구 및 할당 동작을 나타낸다.

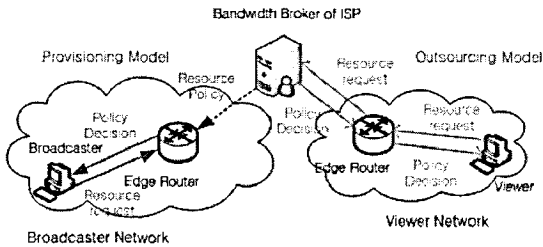


그림 6. COPS의 동작 과정

4.2 세션 개시 및 채널 참여(Session Initialization and Join)

4.2.1 서비스 가입 및 세션 개시(Initialization)절차

클라이언트 Bob이 ISP 기반 P2P IPTV 서비스에 가입을 하고 방송을 시작하는 과정과 Bob의 방송을 Alice가 시청하기 위해 채널에 join하는 과정은 그림 7에 나타냈다.

그림 7은 Bob의 서비스 가입 과정부터 나타내고 있으며, Alice는 이미 DS서버2에 등록이 되어있다.

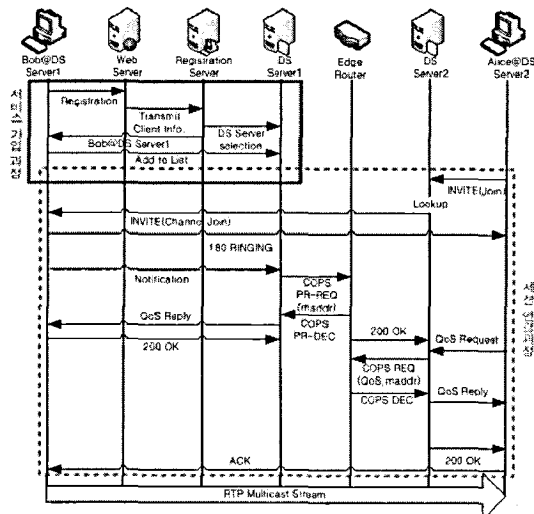


그림 7. ISP 기반 P2P IPTV에서의 가입 및 세션 연결 과정

Bob이 자신의 방송을 서비스하기 위해 웹을 통해 가입한다고 가정한다. 이때, Bob의 ID와 자원 정보는 웹서버에서 등록서버로 전송 되고, 등록서버는 사용자 ID와 방송 정보를 list(Data Base)에 저장한다. 클라이언트의 IP주소를 통해 가장 근접한 위치의 DS서버에 정보를 전송한 후, 클라이언트에게 접속될 DS서버의 도메인을 Bob에게 부여하여 연결을 설정하고, DS서버는 자신에게 연결되는 Bob의 ID와 위치정보를 저장하여 유지한다. Alice는 우선 웹서버를 통해 이용 가능한 EPG를 사용하여 채널의 정보를 파악한다. Alice가 Bob의 방송 채널에 참여하기 위해 INVITE 메시지를 보내고 Alice가 연결된 DS서버2는 Bob에게 전달한다. Bob이 180 RINGING을 보내는 동시에 COPS 프로토콜을 사용하여 멀티캐스트 주소를 할당 받으며, Bob의 환경에 따른 네트워크 자원 할당을 지원받는다. 방송을 위한 COPS 과정이 완료되면 200OK로 응답하고, Alice 역시 COPS 프로토콜 과정이 처리된다. Alice의 자원 할당 과정이 완료된 후, 응답신호를 Bob에게 보내고 최종으로 Bob과 Alice간에 방송 서비스를 위한 연결이 이루어진다.

4.2.2 방송상태의 채널에 기존 사용자의 세션 참여

Bob과 Alice가 이미 ISP 기반 P2P IPTV에 가입되어 있고, Bob이 현재 방송을 하고 있으며, Alice가 Bob의 방송을 시청하기 원할 경우, Bob은 이미 방송을 하고 있는 상태이므로 세션 개시과정에서의 등록서버와의 등록과정과 인증과정은 제외하고, COPS PR-REQ (Provisioning Request)나 COPS PR-DEC (Provisioning Decision) 메시지 처리과정 없이 멀티캐스트 주소 확장에 필요한 COPS REQ와 DEC 메시지 처리과정만을 수행한다. 이때 COPS는 outsourcing 모델로 동작하도록 한다.

새로운 시청자 참여를 위해 멀티캐스트 주소를 확장하게 되면 Bob은 200OK 메시지를 Alice가 연결된 DS서버로 보내게 되고, 이후의 Alice의 COPS 처리과정과 세션 연결 과정은 그림 7과 동일한 과정을 수행하게 된다. 최종적으로 Alice가 Bob의 200OK 메시지를 받게 되면 응답신호를 Bob에게 보내고 세션 연결이 완료된다. 기존 사용자간의 세션 연결, 또는 이미 진행 중인 방송에 사용자가 참여하기를 원할 경우의 세션 연결과정은 그림 8에 나타냈다.

4.3 채널의 변경

사용자가 채널을 변경하기 위해서는 기존 방송자와의 세션을 종료한 후, 새로운 채널의 방송자와 세

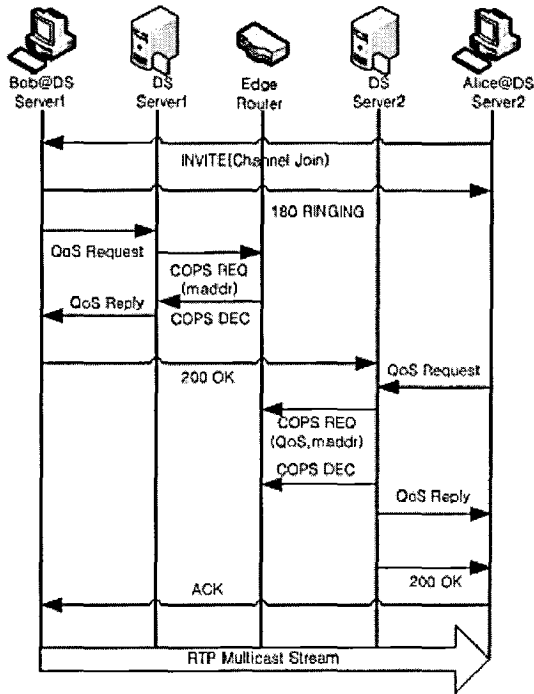


그림 8. 기존 사용자간의 세션 연결

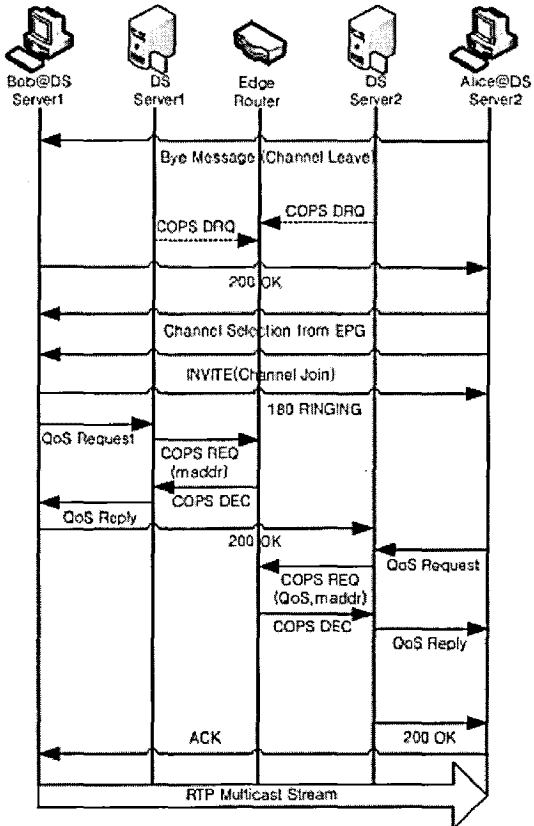


그림 9. 채널 변경 과정

션 연결이 이루어져야 한다. 시청자가 방송자에게 세션 종료료를 알리는 Bye 메시지를 보내게 되면 시청 그룹에서 빠지게 된다. 그런 다음, 방송자의 DS서버와 시청자의 DS서버는 COPS-DRQ(Delete Request State)^[9]를 이용하여 멀티캐스트 주소와 네트워크 자원을 ISP의 ER에게 다시 돌려준다. 이 과정이 끝난 후, 방송자가 200OK 메시지를 시청자에게 보내고 세션이 종료된다.

시청자는 기존 세션을 종료하고 새로운 방송 세션에 연결하기 위해 EPG를 통해 채널을 선택하고 해당 채널의 방송자에게 INVITE 메시지를 보내게 된다. 이 과정이 완료되면, 시청자는 그림 8의 기존 사용자간의 세션 연결 과정과 동일한 방법으로 새로운 방송 채널에 참여하여, 새로운 TV 서비스를 제공 받게 된다. 지금까지 설명한 세션 종료와 채널 변경에 관한 과정을 나타내면 그림 9와 같다.

V. 성능 분석 및 평가

5.1 시뮬레이션 네트워크 모델

ISP 기반 P2P IPTV의 성능을 평가하기 위해, 다양한 평가 파라미터를 설정할 수 있다. 그러나 본 논문에서는 COPS 적용 방안 및 시스템 구축 비용 등에 대한 평가는 추후 과제로 남겨두고, 우선 다음과 같이 3가지 파라미터로 한정하여 평가하였다.

- ① 사용자의 방송 연결 지연시간
- ② 방송자와 시청자 간의 비디오 스트림 지연시간
- ③ 서비스 이용 시, 발생하는 평균 트래픽량

본 논문에서 OPNET을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 320x240의 해상도와 초당 15프레임으로 구성되는 비디오 스트리밍을 서비스한다고 가정한다. ISP 기반 P2P IPTV와 P2P 기반 IPTV 모두 시청자 노드를 60개, 방송자의 노드는 30개로 하였다. ISP 기반 P2P IPTV의 DS서버의 수는 3개로 하였으며, 시청자 노드들의 요청 처리를 균등하게 분산시키기 위해 DSM 서버를 상위에 두어 부하를 조절하였다.

상기 내용에 대한 네트워크 시뮬레이션 모델을 그림 10에 나타냈다. 그리고 사용자의 연결지연 시간과 비디오 스트림 지연 시간, 그리고 서비스 시에 발생하는 망내의 트래픽량을 측정하기 때문에, 등록서버와 웹 서버, 복구서버는 시뮬레이션 모델에서 제외하였다.

P2P 기반 IPTV는 사용자 간의 비디오 스트리밍 서비스가 이루어지기 때문에 회선 속도를 100Mbps로

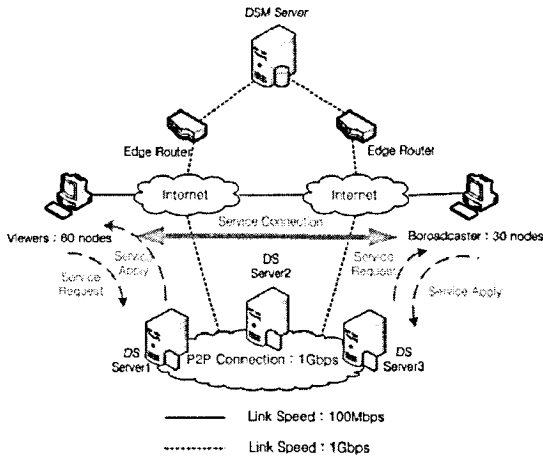


그림 10. 시뮬레이션 네트워크 모델

설정하였으며, ISP 기반 P2P IPTV는 사용자 계층은 100Mbps의 속도로, SIP 서버로 활용되는 DS서버와 각 통신에 필요한 라우터는 1Gbps 속도를 갖는 링크로 설정하였다. 특히, 시청자와 방송자의 수가 서비스 성능에 미치는 영향을 알아보기 위해, 기본 조건에서 각 사용자 수를 변화하며 실행하였다. 또한, 방송자 그룹에 부하조절 시스템을 연결하여 특정 하나의 방송자에게 시청자의 연결이 집중되는 상황을 방지하도록 설정하였다.

시청자는 서비스 요청 시, 특정 방송자 그룹에 목적지를 두고 직접 요청되는 것이 아닌, 모든 요청 신호는 DS 서버를 거쳐서 이루어지도록 했다. 이러한 설정을 위해 멀티캐스트 주소를 미리 할당 하였다.

5.2 성능 평가

모든 시뮬레이션 결과 그래프(그림 11~그림 13)를 살펴보면 평균값들의 안정화가 나타나기 이전에 급격하게 상승되는 구간이 있다. 이것은 모든 사용자가 방송 서비스에 참여하기까지 걸리는 시간에 해당된다.

5.2.1 사용자 간 연결 지연시간

방송자와 시청자의 서비스 연결에 걸리는 세션 연결 지연시간은 그림 11에 나타냈다. 그림 11은 P2P 기반 IPTV에서 사용자 간 세션 연결에 걸리는 지연시간과 ISP 기반 P2P IPTV에서 세션 연결지연 시간을 시뮬레이션 한 결과이다. 여기서 ISP 기반 P2P IPTV 시스템에서는 그림 7의 세션 연결 절차를 이용하여 시뮬레이션 한 결과이며, 그림 7에서 COPS 프로토콜을 처리하는 Edge Router에서 자원할당에 관련된 처리 시간을 시뮬레이션 할 때, 즉 COPS PR-REQ을 받아서 COPS PR-DEC을 보낼 때까지 거리는 시간과

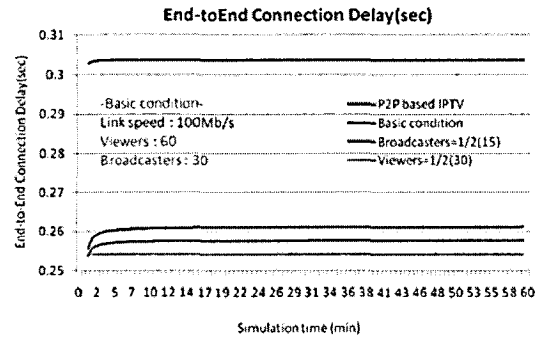


그림 11. ISP 기반 P2P IPTV의 연결 지연시간

COPS REQ을 받아서 COPS DEC을 보낼 때까지 걸리는 시간을 각각 100msec로 설정하였다.

ISP 기반 P2P IPTV에서의 연결 지연시간이 기존 P2P 기반의 IPTV의 결과보다 짧게 나타난다. 이것은 기존 P2P 시스템은 시청자가 콘텐츠를 선택하게 되면 해당 콘텐츠를 서비스하고 있는 노드를 탐색하기 위해 모든 노드를 탐색한다. 반면, ISP 기반 P2P IPTV의 경우 EPG를 통해 시청자가 콘텐츠를 선택하게 되고 선택된 콘텐츠의 방송자 정보를 기반으로 SIP을 통해 방송자와 시청자의 서비스 연결이 이루어지므로 방송자 노드를 전체적으로 모두 탐색하는 기존 P2P 기반의 시스템에서보다 사용자 간 연결에 걸리는 시간이 현저하게 짧아진다.

5.2.2 사용자 간 비디오 스트림 전송 지연시간

P2P 기반 IPTV의 특징은 시청자가 콘텐츠를 선택하게 되면 모든 노드를 탐색하여 연결 가능한 노드가 시청자와 연결이 된다. 그러나 방송자의 위치와는 관계없이 방송자가 선택되며, 만일 시청자와 가까운 거리에 있는 방송자가 있더라도 가장 멀리 위치한 방송자와 시청자가 연결이 될 수도 있다. 또한 서비스를 위한 자원할당 기능이 없고 사용자 간의 각 peer들의 성능과 제공 받는 인터넷 회선 속도에 따라 서비스 품질이 결정된다는 특징이 있다. 이러한 특성들은 전송 품질을 저하시키는 요인이 되기도 하며, 비디오 스트리밍 서비스를 하는 동안 사용자 간의 지연시간을 증가시키는 한 원인이 된다. 그러나 ISP 기반의 P2P IPTV는 세션 연결과 사용자들의 레지스터 정보의 교환에 필요한 서버들이 ISP core망에 위치하여 ISP에 의해 직접 제어되므로, 데이터 전송에서는 속도가 빠른 ISP core망을 이용한다. 그리고 ISP를 통해 방송자와 시청자가 필요한 자원할당이 이루어지므로 사용자 사이의 인터넷 회선 속도 때문에 생기는 병목현상도 줄어든다.

이상의 특성에 의해, 그림 12는 P2P 기반 IPTV의 비디오 스트림 전송 지연시간을 나타내고, 그림 13은 ISP 기반 P2P IPTV에서 비디오 스트림 전송 지연 시간을 나타내고 있다. ISP 기반 P2P IPTV가 P2P 기반 IPTV에 비해 비디오 스트림 지연시간이 짧다. 이러한 이유는 상기 설명한 이유에서 알 수 있다. 따라서 전송 지연시간이 짧기 때문에 같은 콘텐츠를 시청자가 이용할 때, ISP 기반 P2P IPTV 구조에서 서비스 효율성이 높다는 것을 확인할 수 있다.

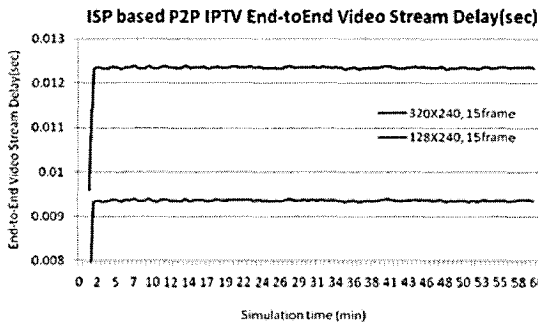


그림 12. P2P 기반 IPTV에서 비디오 전송 지연시간

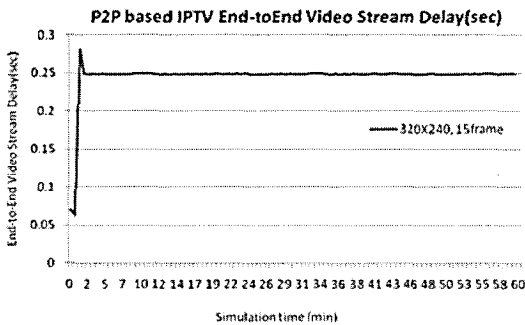


그림 13. ISP 기반 P2P IPTV의 비디오 전송 지연시간

5.2.3 네트워크 트래픽 발생량

P2P 기반 IPTV에 참여하는 모든 peer들은 모두 일반 인터넷 유저들로 이루어져 있기 때문에, IPTV 서비스 참여 외에 인터넷과 같은 다른 네트워크 어플리케이션에 관련된 트래픽을 발생시킨다. 그러나 여기서는 기존 P2P IPTV와 ISP 기반 IPTV 시스템에서 발생하는 망내 트래픽을 비교하기 위해 인터넷 트래픽은 없다고 가정하고 시뮬레이션 하였다. 그 결과를 그림 14에 나타냈다. 그림 14에서 보면 기존 P2P 시스템이 ISP 기반 IPTV보다 네트워크내에서 발생하는 트래픽량은 많다.

그 이유는 ISP 기반 P2P IPTV는 사용자 간의 세션

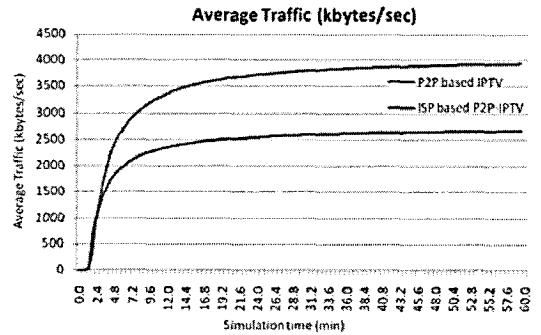


그림 14. 네트워크에 존재하는 평균 트래픽량 비교

연결이 이루어지면 시청자가 요구한 대역폭에 맞추어 트래픽이 발생할 뿐만 아니라 P2P IPTV만을 위한 overlay 네트워크가 ISP core망 위에 존재하는 형태를 가지고 있어 IPTV 네트워크 구조 전체의 트래픽이 크게 증가되지 않는다. 반면에 기존의 P2P IPTV에서는 peer가 TV 시청을 원할 때, 송신 peer을 random하게 선택하므로 망내 발생시키는 트래픽이 많다. 이때 참여하는 유저의 수가 많으면 망내에 발생시키는 트래픽은 더 많을 것으로 예상된다.

ISP 기반 P2P IPTV 네트워크 구조가 P2P 기반의 구조에 비해, 같은 콘텐츠를 서비스할 경우 네트워크 전체에 나타나는 평균 트래픽의 양이 절반 수준으로 발생된다는 것을 확인할 수 있다. 즉, ISP 기반 P2P IPTV의 구조는 기존 P2P 기반 IPTV보다 망내 트래픽량을 감소시키는 측면에서 효율적인 서비스 제공이 가능하다.

VI. 결론

ISP 기반 P2P IPTV의 구조는 ISP에서 관리되는 서버를 이용하여 P2P overlay로 연결하기 때문에 ISP 기반 P2P IPTV라고 정의할 수 있으며, 이러한 구조로 인하여 서버의 신뢰성 및 서버 실패에 대한 robustness를 높이고 네트워크 품질을 증가시킨다. 또한, DNS-SIP서버의 COPS 프로토콜 지원으로 세션 품질을 위한 설정이 가능하며, DS관리서버와 DS 복구서버를 통해 빠른 복구가 가능하여 끊임 없는 서비스 제공이 가능하다.

시뮬레이션을 통하여 사용자 간의 연결지연시간, 비디오 스트림 전송 지연시간과 네트워크내 평균 트래픽량을 기존의 P2P 기반 IPTV구조와 비교하여 ISP 기반 P2P IPTV 시스템의 특성을 분석하고 평가하였다.

제안된 ISP 기반 P2P IPTV 구조는 기존 P2P 기반의

서비스에 비해 낮은 비디오 전송 지연시간과 낮은 연결 지연시간을 가지고 있고, 네트워크 전체에 걸쳐 낮은 트래픽을 발생하기 때문에 효율적인 서비스 제공이 가능할 뿐만 아니라, 서비스 품질도 향상시킬 수 있는 구조를 갖는다고 할 수 있다. 따라서 본 방식은 ISP가 P2P 기반 IPTV 서비스를 신뢰성 있게 효율적으로 제공 가능하다는 것을 나타내고 있다.

금후 더 연구하여야 할 항목은 COPS 프로토콜을 적용에 따른 알고리즘과 특성, 그리고 시스템 구축 비용 절감 방안, DS서버의 링크 실패 시에 시청자가 세션 연결 요청을 지속할 수 있는 서버 복구 알고리즘의 연구 등이다. 또한 IPTV QoS에 관한 평가 파라미터 값과 그에 따른 평가도 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- [1] Tim O'Reilly, 'What Is Web 2.0', <http://www.oreillynet.com/Ipt/a/6228>, O'Reilly Media, 2005.9.30
- [2] 이승윤, 'Web2.0 기반 IPTV EPG 기술', TTA IPTV 심층분석 워크숍, 2007. 3
- [3] X. Zhang, W. Lei, W. Zhang, "Using P2P Network to Transmit Media Stream in SIP-based System", ICYCS2008, pages362 - 367, Nov.2008.
- [4] H.Xie, et al., "P4P: Provider Portal for Application," ACM SIGCOMM 08.
- [5] Noriaki Kamiyama, et al., "ISP-Oriented CDN," IEICE Technical Report, NS2008-53, 2008.
- [6] Alan Johnston, "SIP, P2P, and Internet Communications," Internet Draft draft-johnston-sipping-p2p-ipcom-02, IETF, Mar 2006.
- [7] D. Bryan, P. Matthews, E. Shim, D. Willis, S. Dawkins, "Concepts and Terminology for Peer to Peer SIP", draft-ietf-p2psip-concepts-02, Internet Engineering Task Force, July 7, 2008.
- [8] L. Veltri and S. Salsano, "QoS Support for SIP Based Applications in DiffServ Networks," <draft-veltri-sip-qsip-00.txt>, Oct. 2001, work in progress, http://www.coritel.it/proje_cts/qsip
- [9] D. Durham, et al., "The COPS(Common Open Policy Service) Protocol," RFC 2748, Jan. 2000.
- [10] K. Chan, et al. "COPS Usage for Policy

Provisioning(COPS-PR)," RFC 3084, March 2001.

성 무 경 (Moo-Kyung Sung)

정회원



2008년 2월 한국외국어대학교 전자공학과
 2010년 2월 한국외국어대학교 전자공학과 석사
 2010년 3월~현재 GS네오텍 근무
 <관심분야> 초고속정보통신, CDN

한 치 문 (Chi-Moon Han)

중신회원



1990년 The University of Tokyo, 전기공학 전공 공학 박사
 1977년 2월~1983년 3월 KIST 연구원
 1983년 4월~1997년 2월 ETRI 선임 및 책임연구원
 1997년~현재 한국외국어대학교 전자공학과 교수
 <관심분야> 초고속정보통신, 센서네트워크, 네트워크 보안, 네트워크 설계 및 성능 분석 등