

# P2P 기술 기반 실시간 IPTV 서비스 구현 구조

준회원 김재혁\*, 종신회원 김영한\*<sup>o</sup>

## A Structure of Realtime IPTV Service using Peer-to-Peer Technology

Jae-hyuk Kim\* Associate Member, Young-han Kim\*<sup>o</sup> Lifelong Member

### 요약

IPTV는 단순한 케이블 TV 대체를 넘어서서 다양한 양방향 서비스가 가능하게 되는 서비스이다. 증가되고 있는 서비스를 위해 IPTV 시스템을 하나의 서버가 모든 일을 처리하는 구조에서 점차 분산된 구조로 가야한다. 미디어 전달 방식을 중앙 집중 서버에서 분산된 릴레이와 피어를 사용하는 구조로 변경되어야 하며 IPTV 네트워크 제어 방식도 분산된 구조로 변경하여야 한다. 본 논문은 이러한 P2P 기술을 기반으로 한 실시간 IPTV 시스템 구조에 대한 논문으로 RELOAD를 이용하여 채널 검색을 하는 분산 채널 관리 계층과 트리 구조로 미디어 전송을 하는 분산 미디어 전송 계층으로 구성된 순수 P2P기반 IPTV 구조에 대해 제안한다. 또한 실제 시스템 구현을 통해 P2P IPTV 구조의 성능을 검증한다.

**Key Words :** P2P IPTV, reload, DHT, Realtime IPTV

### ABSTRACT

The IPTV Service provides various interactive services beyond the level of being able to substitute cable TV. The IPTV system is to be decentralized gradually in which one server conducts all tasks. Primarily, deliberation of media needs to be changed into a system in which relay and peer from the central server is utilized. Secondly, the way of controlling IPTV network need to be decentralized. Unlike the current client-server system, P2P(Peer To Peer), the main technology of decentralized IPTV is able to provide a service by cooperation of each node. Dealing with live streaming IPTV system which is based on the P2P protocol, this paper design the pure P2P IPTV structure and does verify the performance of P2P IPTV structure by realizing real system.

### 1. 서론

최근 통신 사업자들은 지상파 방송 재송신을 포함 하는 실시간 IPTV 서비스를 시작하였다<sup>[1]</sup>. 이러한 통신 사업자가 제공하는 실시간 IPTV 서비스는 네트워크 계층에서 지원하는 멀티캐스트 기술을 사용하고 있다. 하지만 IPTV 시청자가 증가하고 IPTV 채널이

증가하면 네트워크가 모든 채널을 멀티 캐스트로 지원할 수 없게 된다. 그러므로 단일 미디어 서버가 각 시청자에게 유니캐스트로 미디어를 전송하여야 한다. 하지만 서버에 많은 부하와 네트워크 대역폭이 문제가 된다. IPTV 시스템은 점차 증가되고 있는 서비스를 수용하기 위해 하나의 서버가 모든 일을 처리하는 구조에서 점차 분산된 구조로 가야 한다. 서버 기반의

\* 이 논문 또는 저서는 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2006-005-J03802)

\* 송실대학교 정보통신공학과 (hacker1420@dcn.ssu.ac.kr, younghak@ssu.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : #KICS2009-11-585 , 접수일자 : 2009년 11월 21일, 최종논문접수일자: 2010년 2월 2일

미디어 전달 방식을 분산된 릴레이와 피어를 사용하는 구조로 변경되어야 하며, IPTV 네트워크 제어 방식도 분산된 구조로 변경하여야 한다. 이러한 분산형 IPTV 시스템에 관한 연구는 오버레이 멀티캐스트, P2P 개념까지 확장되어가고 있다<sup>[2,3]</sup>.

본 논문은 이러한 P2P 기술을 기반으로 한 실시간 IPTV 시스템 구조에 대한 논문으로, 분산망에 채널을 저장하고 검색할 수 있는 분산 관리 계층(Distributed Management Network)과 미디어 전달에 있어서 참여한 모든 피어들이 채널을 전달할 수 있는 분산 전달 계층(Distributed Delivery Network)으로 구성되어 있는 순수 P2P 기반 IPTV 시스템에 대하여 제안하고 실제적인 시스템 구현을 통해 제안 구조의 실용성을 입증하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 관련 IPTV 시스템 구조에 따른 분류에 대해서 살펴보고, 3장에서는 제한한 P2P기반 IPTV 구조를 적용한 시스템에 대하여 살펴본다. 4장에서는 실제로 개발한 시스템과 그 성능을 살펴보고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 2.1 중앙집중형 IPTV 시스템 구조

중앙 집중형 IPTV의 시스템 구조는 클라이언트-서버로 구성되어 있다. 모든 제어 메시지와 모든 미디어 패킷들이 서버를 경유하여 전달된다. 이때 서버가 전송하는 패킷은 유니캐스트로 각각의 시청자에게 전달된다. 단일 미디어 서버가 제어 시그널 및 미디어 처리를 수행하기 때문에 서버에는 매우 큰 네트워크 대역폭이 요구되고 처리 지연 시간이 증가하는 단점을 가지고 있다. 또한 장애가 집중되는 문제를 가지고 있으며 확장성과 보안성에도 문제를 가지고 있다<sup>[4]</sup>.

### 2.2 CDN기반 IPTV 시스템 구조

CDN(Content Delivery Network) 기반 IPTV 구조는 비디오 소스서버가 데이터를 네트워크 에지부분에 위치한 여러 개의 미디어 서버에게 전송하고 클라이언트는 가까이 있는 서버로부터 데이터를 전송 받는 구조이다. 그래서 네트워크의 트래픽을 줄이고 클라이언트의 초기지연시간도 줄일 수 있지만 IPTV 서비스를 공중과 서비스와 같은 규모로 제공할 때 여전히 확장성 관련 문제를 가지고 있다<sup>[5]</sup>.

### 2.3 분산형 IPTV 시스템 구조

채널의 수가 많아지면, 서버 기반 IPTV 구조에서 제어 서버와 미디어를 전달하는 네트워크가 부하를 받게 된다. 분산형 IPTV는 이런 문제점을 해결하기 위해 제어 서버의 채널 관리 기능과 미디어 전달 구조를 분산시켜 헤드엔드서버와 네트워크의 대역폭 부담을 줄이는 것을 목표로 한다<sup>[6]</sup>. 분산형 IPTV 시스템 구조로는 다음과 같은 모델이 존재한다.

#### 2.3.1 트랙커 기반 P2P IPTV 구조

트랙커 기반 P2P IPTV 구조는 트랙커 서버로부터 채널 정보를 받아와 서비스를 받는 구조이다<sup>[7]</sup>.

그림 1와 같이 이 구조는 웹 서버로부터 채널정보를 확인 후에, 트랙커 서버로부터 채널 미디어의 피어 리스트를 얻을 수 있는 토렌트 파일을 다운로드 받고 가장 좋은 피어를 선택하여 미디어 요청을 하는 구조다. 이 모델은 단순한 구조로 확장성이 큰 이점이 있지만 해당 미디어를 가지고 있는 피어를 찾기까지의 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

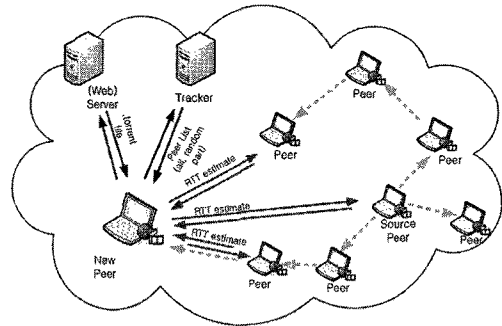


그림 1. 트랙커 기반 P2P IPTV 구조

#### 2.3.2 서버 기반 P2P IPTV 구조

서버 기반의 P2P IPTV 구조는 서버가 채널에 참여하고 있는 모든 피어의 정보 및 토폴로지를 알고 있는 구조이다. 서버는 새로운 시청자가 P2P망에 참여시 위치 정보 및 논리적 토폴로지 정보를 이용하여 가장 적절한 피어 또는 피어 리스트를 전달한다. 이 구조는 네트워크가 빠르게 최적화할 수 있는 특징을 가지고 있다<sup>[8]</sup>.

하지만 서버가 모든 정보를 관리하기 때문에 채널이 많거나 피어가 많은 경우 문제가 생길 수 있다. 따라서 확장성에 좋지 않은 단점을 가지고 있다.

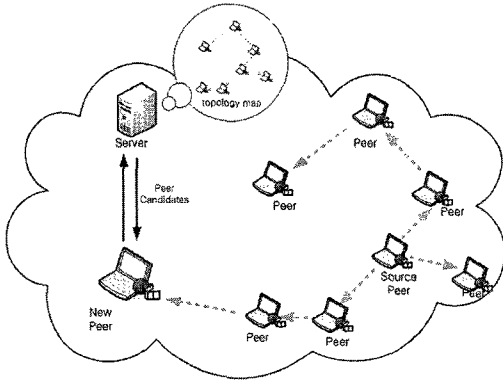


그림 2. 서버 기반 P2P IPTV 구조

### 2.3.3 DHT 기반 P2P IPTV 구조

DHT 기반 P2P IPTV 구조는 가지고 있는 미디어 파일의 정보를 DHT상에 등록하여 미디어를 가진 피어를 찾아 연결하는 모델이다. 비슷한 구조로 메쉬 풀 방식인 buffered Live Streaming DHT 기반 IPTV 구조가 있다<sup>9)</sup>. 이 구조는 완전히 서버가 배제되어 있는 모델로써 P2P 네트워크에 참여한 피어들이 미디어들의 정보를 나누어 저장하기 때문에 확장성이 좋은 장점이 있다. 하지만 실제 미디어 전송 시에 소스 피어로부터만 미디어가 전송되기 때문에 대역폭을 효율적으로 사용하지 못하며 해당 미디어에 대한 요청이 많을 경우 소스 피어가 부하가 걸리는 단점이 있다.

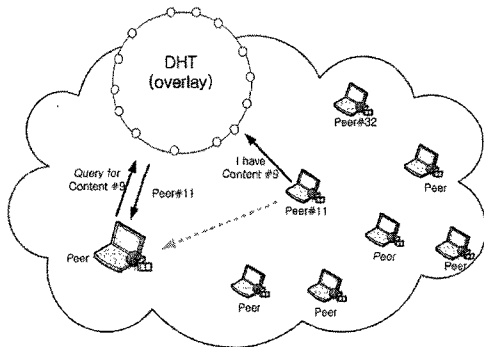


그림 3. DHT기반 P2P IPTV 구조

### 2.4 P2P 스트리밍 시스템 구조

IPTV의 분산 라이브 스트리밍 전달은 크게 트리 구조와 메쉬 구조로 나눌 수 있다<sup>10)</sup>. 각각의 방식은 피어 혹은 네트워크의 전달 효율성을 위해 세분화되어 나뉘게 된다.

트리 구조는 피어 노드가 자신으로부터 계층적인 트리를 형성하여 자식 노드에게 콘텐츠를 전달하는

구조로 부모와 자식 노드간의 관계가 명백하게 주어짐으로 인한 빠른 데이터 전달이 특징인 구조이다. 메쉬 구조는 트리 구조의 부모 노드의 탈퇴에 따른 서비스 품질을 개선한 방식으로 시퀀스 번호를 가진 비디오 청크[Video Chunk]를 기본 데이터 단위로 하며, 소스 노드는 비디오 콘텐츠를 각각의 미디어 청크에 time interval과 unique sequence 번호를 부여하여 전송하는 구조이다.

## III. P2P기반 실시간 IPTV 전달 구조 설계

이 장에서는 분산망에 채널을 저장하고 검색할 수 있는 분산 관리 계층과 미디어 전달에 있어서 참여한 모든 피어들이 채널의 미디어를 전달할 수 있는 분산 전달 계층으로 구성되어 있는 순수 P2P기반 IPTV 스트리밍 전달 구조에 대하여 제안하고 실제적인 동작 과정에 대해 설명한다.

### 3.1 시스템 구조

설계한 시스템을 계층적으로 보면 세 단계로 나눌 수 있는데 DHT망에서 채널 검색에 관한 분산 관리 계층과 릴레이와 채널을 관리하는데 사용되는 SIP계층, 그리고 실제 채널의 미디어를 전달하는 분산 전달 계층으로 구성되어 있다.

분산 관리 계층에서의 프로토콜로는 P2PSIP RELOAD를 사용하였다<sup>11)</sup>. P2PSIP는 서버가 없는 환경에서 SIP 기반의 세션연결을 동작시키기 위한 프로토콜이다. P2PSIP의 핵심프로토콜인 RELOAD는 정보를 오버레이망에 저장하고 찾는 프로토콜이다. 주요 동작으로는 RELOAD를 사용하여 찾고자 하는 채널의 정보를 가지고 해쉬하여 나온 피어 ID를 가지고

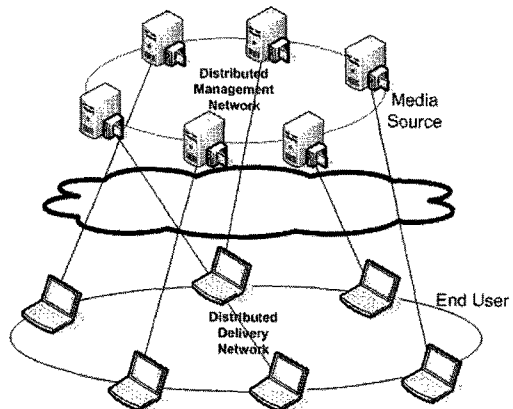


그림 4. 순수 P2P 기반 IPTV 모델

해쉬 테이블을 참조하여 소스 피어의 정보를 알고 있는 피어(책임 피어)에게 소스 피어의 위치 정보를 요청한다.

SIP계층은 SIP 메시지를 사용하여 해당 채널을 가지고 있는 피어에게 요청할 때와 릴레이어를 선출할 때 사용되는 계층이다.

분산 전달 계층에서는 효과적인 실시간 IPTV 미디어 서비스 제공을 위한 전달 메커니즘으로 트리 방식을 사용한다. 트리 구조는 부모-자식 피어 노드간에 명확한 관계성을 가지고 있으므로 인해 고속의 미디어 전송이 가능하며 관리적인 입장에서도 수월한 장점을 가지고 있다<sup>[12]</sup>. 모든 피어는 다른 피어들을 릴레이어로 선출할 알고리즘을 가지고 있으며 주기적인 얼라이브 메시지를 통하여 트리가 깨졌을 시 수행되는 트리 복구 알고리즘을 가지고 있다.

3.2 P2P기반 IPTV 피어 구조

그림 5는 P2P기반 IPTV 피어의 구조를 보인다. 여기서 P2PSIP 피어란 오버레이 망에서 서로 연결되어 있는 구성원을 말하고, P2PSIP 클라이언트란 트리 구조를 가지고 있는 미디어 전송 구성원이다. P2PSIP 클라이언트에서 보내는 SIP 메시지는 로컬내에서 아웃바운드 프록시가 되어 있는 P2PSIP 피어로 전송이 된다. P2PSIP 피어 모듈은 P2PSIP 클라이언트 프로토콜인 순수 SIP 프로토콜과 P2P망에서 사용되는 P2PSIP 피어 프로토콜인 RELOAD 프로토콜 모두를 지원하고 방화벽/NAT 변환 기능을 지원한다.

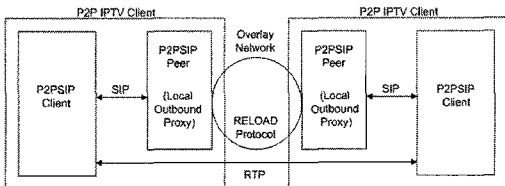


그림 5. P2P기반 IPTV 피어 구조

3.3 동작 과정

P2P기반 IPTV 시스템의 실제적인 동작은 다음과 같다. 피어 1과 피어 2는 DHT에서 찾고자 하는 채널의 위치 정보를 가지고 있는 책임 피어를 찾는다. 다음으로 피어 1과 피어 2는 각각 채널의 피어에게 SIP INVITE 메시지로 미디어 전송 요청을 하게 되고 소스 피어는 피어 1과 피어 2에게 미디어 전송을 시작한다. 동시에 소스 피어는 접속한 피어들의 상태 정보를 저장하는 피어 테이블을 생성하고 피어 1과 피어 2에

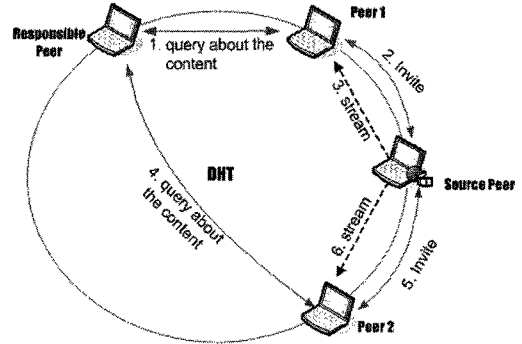


그림 6. 채널 요청 과정

대한 정보를 피어 테이블에 저장한다.

소스 피어가 미디어를 전송할 수 있는 대역폭의 최대 한계치에 도달했을 때, 피어 테이블을 참조하여 미디어를 전송받고 있는 피어 중에 하나를 릴레이어로 선택한다.

소스 피어는 n개의 피어들을 수용할 수 있지만, 여기서는 최대 2명의 피어에게만 미디어 전송을 할 수 있는 대역폭을 가지고 있다고 가정한다.

그림 7은 릴레이어를 선출하는 과정을 나타내고 있다. 릴레이어 선출시에는 SIP INFO 메시지를 사용한다. INFO 메시지 안에는 미디어 전송이 진행되고 있는 채널에 대한 정보가 있다. 릴레이어로 선출된 피어 1은 DHT망에 수신하는 채널로 재등록한다. DHT망에 재등록시, 책임 피어는 등록된 채널과 피어 1의 위치를 맵핑시켜 저장한다. 따라서 새로운 피어가 해당 채널에 대해 검색하면 피어 1의 위치 정보가 나온다. 피어 1은 소스 피어에게 주기적인 얼라이브 메시지를 전송하기 위해 타이머가 동작되어진다. 같은 채널을 찾고자 하는 새로운 피어 3과 피어 4는 피어 1에게서 미디어를 제공받는다.

릴레이어로 선출된 피어 1은 DHT망에 수신하는

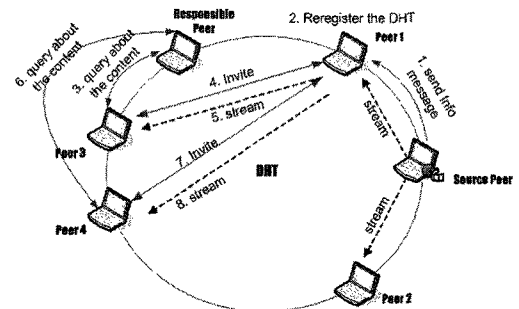


그림 7. 릴레이어 선출 과정 1

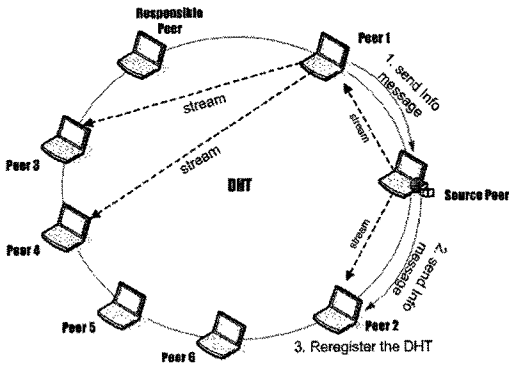


그림 8. 릴레이어 선출 과정 2

채널로 재등록한다. DHT망에 재등록시, 책임 피어는 등록된 채널과 피어 1의 위치를 맵핑시켜 저장한다. 따라서 새로운 피어가 해당 채널에 대해 검색하면 피어 1의 위치 정보가 나온다. 피어 1은 소스 피어에게 주기적인 얼라이브 메시지를 전송하기 위해 타이머가 동작되어진다. 같은 채널을 찾고자 하는 새로운 피어 3과 피어 4는 피어 1에게서 미디어를 제공받는다.

피어 1이 미디어를 전송할 수 있는 대역폭의 최대 한계치에 도달했을 때, 소스 피어에게 SIP INFO 메시지를 통하여 한계치에 도달했음을 통보한다. 소스 피어는 피어 1이 전송하고 있는 피어들에 대한 정보를 피어 테이블에 저장하고 갱신한다. 이것은 소스 피어가 릴레이어를 선출하기 때문에 모든 피어들의 정보를 알고 있어야 한다. 소스 피어는 피어 테이블을 참조하여 같은 층에 존재하는 피어들 중 하나를 선택하여 릴레이어로 결정한다. 만약 같은 층에 모든 피어들이 릴레이어로 선출되어져 있다면, 소스 피어는 다음 층에 있는 피어들 중 하나를 릴레이어로 선택한다. 여기서는 소스 피어는 피어 2를 릴레이어로 결정하고 SIP INFO 메시지를 사용하여 피어 2를 릴레이어로 선출한다. 피어 2도 피어 1이 했던 과정과 동일하게 DHT망에 채널을 재등록하고 소스 피어에게 얼라이브 패킷을 위한 타이머를 시작한다. 그리고 피어 5와 피어 6은 미디어를 받기 원할 경우 피어 2에게서 미디어를 수신한다. 계속적으로 같은 과정을 반복하며 소스 피어는 모든 피어들의 연결 상태 정보를 관리하는 피어 테이블을 주기적으로 갱신한다.

그림 9와 표 1은 각각 P2P기반 IPTV 시스템에서의 미디어 전송 계층의 구조와 피어 테이블에 대한 그림과 소스 피어가 가지고 있는 피어테이블에 관하여 나타내고 있다.

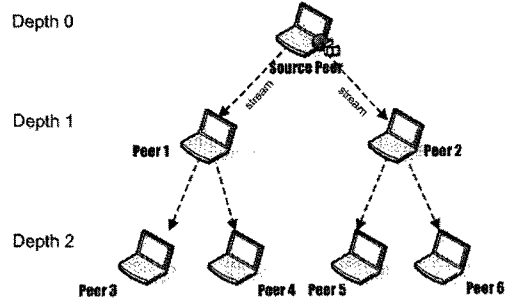


그림 9. 미디어 전송 계층 구조

표 1. 소스 피어에 저장되어 있는 피어 테이블

Depth info	Peer	Parent Peer
Depth 1	Peer 1	Source Peer
	Peer 2	Source Peer
Depth 2	Peer 3	Peer 1
	Peer 4	Peer 1
	Peer 5	Peer 2
	Peer 6	Peer 2

### 3.4 피어들의 미디어 전달 흐름도

P2P IPTV의 채널 등록 과정은 그림 10과 같다. RELOAD의 등록 메시지인 StoreReq 메시지로 소스 피어는 자신의 채널 정보를 오버레이망과 책임 피어에게 등록한다. 오버레이망에는 채널의 키워드를 여러 개로 나누어 저장할 수 있지만 여기서는 채널의 이름만을 저장한다고 가정한다<sup>[13]</sup>.

피어 1은 검색 요청으로 RELOAD 검색 메시지인 FetchReq 메시지를 이용한다. 위치 정보를 알고 난 후 피어 1은 INVITE 메시지로 소스 피어에게 스트림 전송을 요청한다. INVITE 메시지 전에 NAT 변환과정을 수행할 수도 있지만 여기서는 그 과정은 생략한다.

본 논문에서 설계한 P2P기반 IPTV 시스템의 전체 동작 흐름도는 그림 11과 같다. 각 피어들이 채널의

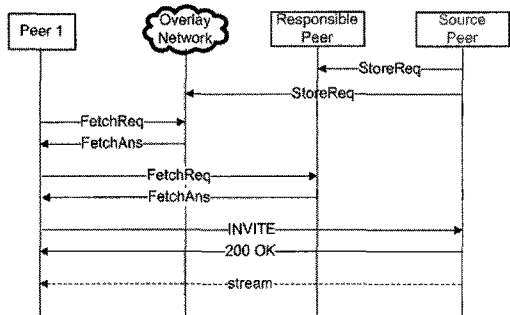


그림 10. 채널 등록 흐름도

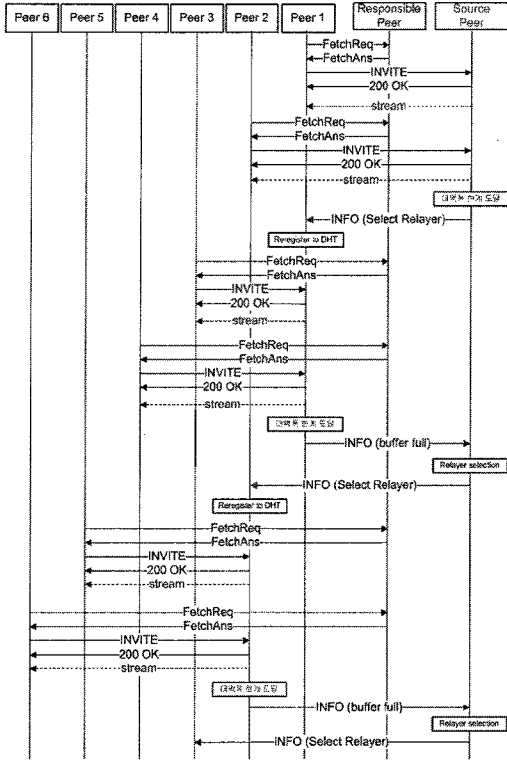


그림 11. P2P 피어들간 동작 흐름도

정보를 얻기 위해 오버레이망에서 책임 피어의 정보를 가져오는 과정은 생략한다.

구현한 시스템에서는 SIP 메시지 중에 크게 INVITE 메시지와 INFO 메시지를 사용하였는데, INVITE 메시지는 기존의 SIP 메시지와 크게 다르지 않다. 하지만 INFO 메시지는 릴레이를 선출하고 피어들들을 관리할 때 중요하게 사용되고 있다.

INFO 메시지는 어플리케이션 레벨의 세션 관련 제어 정보 전송시 사용되는 SIP 메시지이다<sup>[14]</sup>. 여기서

표 2. 릴레이어 선출 INFO 메시지

```
INFO sip:medialD@p2piptv.com
Via: SIP/2.0/TCP 1.2.3.4:5060:branch=z9hG4bK74bf9
Max-Forwards: 70
From: Alice <sip:alice@p2piptv.com>;tag=9fxcde76sl
To: Bob's Live Show<sip:medialD@p2piptv.com>
Call-ID: 123456@1.2.3.4
CSeq: 255 INFO
Contact: <sip:alice@p2piptv.com50010>
Content-Type: text/plain
Content-Length : 28

IPTV INFO : Selected Relay
```

는 소스 피어가 릴레이어 피어를 선택할 경우와 릴레이어 피어가 미디어를 전송할 수 있는 대역폭의 한계에 도달했을 경우 소스 피어에게 전달할 때 사용한다. 릴레이어 선출시 사용되는 INFO 메시지는 다음과 같다.

INFO 메시지에는 텍스트 파일이 첨부되는데 IPTV INFO라는 필드의 텍스트가 첨부되어 있다. 이 필드로 소스 피어 혹은 릴레이어가 보내는 INFO 메시지를 구분할 수 있다. 릴레이어가 보내는 INFO 메시지에는 표 3과 같이 IPTV INFO 필드 외에 자신의 미디어를 수신하는 CHILD PEER의 필드도 추가되어 있다. 소스 피어는 릴레이어로부터 INFO 메시지를 받으면 INFO 메시지의 CHILD PEER 필드를 참조하여 피어 테이블을 갱신한다.

표 3. 릴레이어가 보내는 INFO 메시지

```
INFO sip:medialD@p2piptv.com
Via: SIP/2.0/TCP 1.2.3.4:5060:branch=z9hG4bK74bf9
Max-Forwards: 70
From: Alice <sip:alice@p2piptv.com>;tag=9fxcde76sl
To: Bob's Live Show<sip:medialD@p2piptv.com>
Call-ID: 123456@1.2.3.4
CSeq: 255 INFO
Contact: <sip:alice@p2piptv.com50010>
Content-Type: text/plain
Content-Length : 50

IPTV INFO : Full capacity
CHILD PEER : Peer1, Peer2
```

#### IV. 구현 시스템 환경 및 실험

이 장에서는 설계한 순수 P2P기반 실시간 IPTV 시스템 구현 관련 사항에 대해 설명하고 서버 기반의 IPTV와 비교하여 패킷 부하에 관한 성능에 대해 분석한다.

##### 4.1 실험 환경

본 논문에서는 RELOAD 프로그램을 이용하여 분산 채널 구조 시스템을 사용하였고 분산 미디어 구조 시스템은 리눅스 환경의 데몬으로 구축하였다. 실제 미디어를 전송하는 미디어 프로그램으로는 자바기반의 JMF 함수를 이용하여 개발하였다. 분산 채널 모듈과 분산 미디어 전달 모듈은 그림 12와 같이 동일한 PC에 함께 존재한다. 미디어 스트리밍은 각 피어안에 있는 JMF 스트리머로 데이터를 주고 받는다. 실험 환경은 다음과 같다.

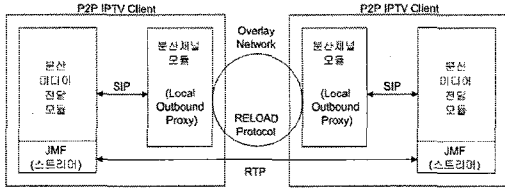


그림 12. 구현된 P2P기반 실시간 IPTV 모듈

- 미디어 피어 1대, 일반 피어 4대 : 노트북 5대
- CPU : Pentium IV 1.7GHZ
- 메모리 : 1024MB
- 리눅스 커널 버전 : 레드햇 2.4.20-8
- Wireless LAN 카드 : MMC Wave cast
- 미디어 스트리머 : JMF 2.1.1 API

실제 시스템의 테스트베드는 1대의 미디어 피어와 4대의 일반 피어로 구성하였다. 각 피어들의 채널 이름은 100부터 500까지의 숫자로 부여하였고 소스피어는 피어 100이다.

그림 14는 분산 채널 관리 프로토콜인 RELOAD가 동작되고 있는 그림이다. RELOAD가 동작하기 위해

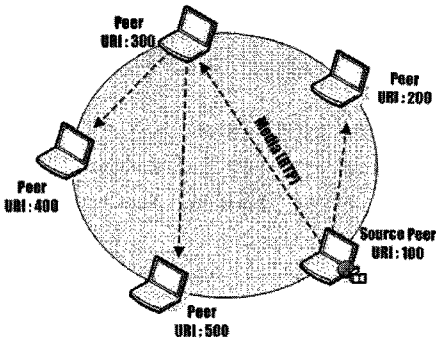


그림 13. P2P기반 IPTV 테스트베드 구성

```

parse - PingReq
encode PingAns
Transport::Send IP: 220.70.2.84 PORT: 9001 UDP
ChordPeer::isKALExpired...Keep-alive timer expired...start keep-alive

ChordPeer::OnTimer...Keep Alive timer expired
encode PingReq
Transport::Send IP: 220.70.2.84 PORT: 9001 UDP

Transport::read_socks...calling OnReceive from 220.70.2.84:9001
parse - PingAns
siplookup 100
>>>SipUsage::lookupSipUser - 100
ChordPeer::OnAppReq() ->opcode == API_FETCH
Got NextHop from Routing Table, id= bd536f118ce9230701e4e3f54549f3e8
encode FetchReq
Transport::Send IP: 220.70.2.84 PORT: 9001 UDP

Transport::read_socks...calling OnReceive from 220.70.2.84:9001
parse - FetchAns
ChordPeer::OnFetchAns - SIP_REGISTRATION
SipUsage::OnFetchAns bd536f118ce9230701e4e3f54549f3e8
encode AttachReq
Transport::Send IP: 220.70.2.84 PORT: 9001 UDP

Transport::read_socks...calling OnReceive from 220.70.2.84:9001
parse - AttachAns
OnSipLookup - sipuri:100, ice1=220.70.2.84:1111, ice2=0:0, ice3=0:0
    
```

그림 14. 분산 채널 모듈

```

***** Start the P2P Streaming Service Program *****

Select your mode [1. Client / 2. Server] : 1
REGISTER sip:2008220.70.2.91 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP
Max-Forwards: 70
From: 200<sip:2008220.70.2.91>;tag=9fxcad76e1
To: 200<sip:2008220.70.2.91>
Call-ID: 123456
Cseq: 255 REGISTER
Contact: <sip:2008220.70.2.91:1111>
Expires: 21600
Content-Length: 0

***** Input the Content Name *****

----- ip address : 220.70.2.91 -----

***** Lec's start RTP send*****

100
INWITE sip:1008220.70.2.91 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP
Max-Forwards: 70
From: 200<sip:2008220.70.2.91>;tag=9fxcad76e1
To: 100<sip:1008220.70.2.91>
Call-ID: 123456
Cseq: 255 INVITE
Contact: <sip:2008220.70.2.91>
Content-Type: application
Content-Length: 100
    
```

그림 15. 분산 미디어 전송 모듈

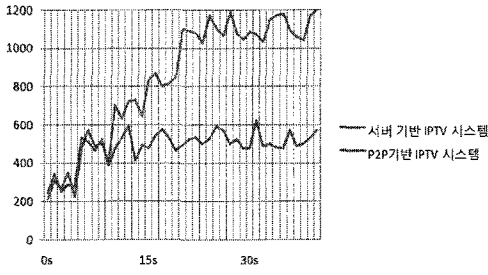


그림 16. 서버 기반 IPTV와 P2P 기반 IPTV 패킷량

서는 DHT망 등록을 책임지는 부트스트랩 서버가 필요하다. 처음 참여하는 피어는 부트스트랩 서버로부터 자신의 정보를 저장할 피어의 정보를 얻고 오버레이망에 참여하기 위해 그 피어에게 자신의 정보를 저장한다.

그림 14는 부트스트랩을 통하여 오버레이망에 새로 참여한 피어의 분산 채널 모듈을 보여주고 있다. 만약 새로 참여한 피어가 원하는 콘텐츠 채널이 "100" 이라면, 그림 14와 같이 분산 채널 모듈은 "100"이라는 이름을 검색하여 소스 피어의 주소와 포트 번호를 알아온다.

그리고 그림 15와 같이 분산 미디어 전송 모듈은 분산 채널 모듈을 통하여 소스 피어의 위치를 찾아낸 피어가 SIP 메시지를 이용하여 소스 피어에게 미디어를 요청한다. 콘텐츠를 가진 소스 피어가 미디어를 요청한 피어의 요청을 수락하면 소스 피어는 JMF 스트리밍 프로그램으로 요청한 피어에게 미디어를 전송한다. 만약 소스 피어가 자신이 보낼 수 있는 미디어의 대역폭 한계치에 도달하면 분산 미디어 전송 모듈에

서 미디어를 분배할 수 있는 릴레이어 전송 알고리즘을 수행한다.

#### 4.2 실험 및 분석

이 절에서는 소스 피어에서의 서버 기반의 IPTV 시스템과 순수 P2P기반 IPTV 시스템의 미디어 전송 성능을 비교 분석한다. 서버 기반 IPTV 시스템에서 요청하는 클라이언트의 수가 많아지면 네트워크 부하가 발생하지만 P2P기반 IPTV 시스템은 릴레이어 피어 선출 알고리즘을 통하여 미디어를 분산하기 때문에 효율적인 네트워크 성능을 얻을 수 있다.

각각 서버 기반 IPTV 시스템과 P2P 기반 IPTV 시스템 방식으로 나누어 미디어를 제공하는 피어에서의 컨트롤 메시지와 미디어 데이터의 패킷 수치를 측정하였다. 측정 도구로는 패킷 분석 응용 프로그램인 와이어나즈를 사용하였다. 위 그래프는 시간(X축)에 따른 패킷량(Y축)을 나타내며 패킷량의 단위는 1000바이트이다.

그림16에서 알 수 있듯이 서버 기반의 IPTV에서는 클라이언트의 요청이 미디어를 가진 소스 피어에게 집중되기 때문에 소스 피어에서의 패킷량이 높아지는 것을 볼 수 있다. 하지만 P2P 기반의 IPTV 시스템에서는 클라이언트의 요청이 증가하여도 릴레이어를 선출해서 미디어를 전달하기 때문에 소스 피어에서의 패킷량이 서버 기반 IPTV와 비교하여 낮은 것을 볼 수 있다.

### V. 결 론

최근 P2P 구조가 분산 네트워크 구조를 구성하는 새로운 패러다임으로 많은 관심을 받으며 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 P2P 기술을 기반으로 한 실시간 IPTV 시스템 구조에 대해 살펴보고 실제 구현을 통하여 실용성을 입증하였다. P2P기반 IPTV는 분산 채널 관리 계층과 분산 미디어 전달 계층으로 이루어져 있으며 채널 요청과 릴레이 관리에 관한 기능은 SIP 프로토콜을 사용하였다. 분산 채널 관리 계층의 주요 프로토콜로는 RELOAD를 사용하여 서버가 없는 네트워크에서의 빠른 채널 검색 능력을 입증하였고 분산 미디어 전달 계층에서는 트리 구조의 서비스를 통하여 효율적인 실시간 전송을 확인하였다. 하지만 서비스 도중에 미디어 전송을 담당하는 릴레이어가 사라지는 경우, 타이머를 이용한 트리 복구 알고리즘에도 불구하고 미디어 전송 지연에 대한 한계가 있음을 확

인하였다. 하지만 분산 미디어 전달 프로토콜에 대한 연구가 지속적으로 진행되어 본 논문에서 제안한 구조에 적용시키면 더욱더 효율적인 성능을 가지는 순수 P2P기반 IPTV 시스템이 나타낼 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 김한수, 유승우, 이항복, "IPTV 기술현황 및 발전방향", 대한전자공학회, 전자공학회지 제35권 제9호, Sep. 2008.
- [2] Hosseini.M. Ahmed,D.T., Shirmohammadi.S, Georganas.N.D., "A Survey of Application-Layer Multicast Protocols", *IEEE, Vol 9, Issue 3, Communications Surveys & Tutorials*, 2007
- [3] K Lua, J Crowcroft, M Pias, R Sharma, S Lim, "A Survey and comparison of peer-to-peer overlay network schemes", *IEEE, Communications Surveys & Tutorials*, 2005
- [4] 박호진, 박광로, "P2P 기술 동향 및 홈네트워크 응용", 전자통신동향분석 제21권 제5호, 2006. 10.
- [5] G.Pallis, A.Vakali, "Insight and perspectives for content delivery networks", *Communications of the ACM, pp 101~106, Vol.49, Issue 3*, Jan 2006.
- [6] Y. Liu. Y.Guo and C.Liang, "A Survey on Peer-to-Peer Video Streaming Systems," *Peer-to-Peer Network Application (2008) Springer*
- [7] J.A. Pouwelse, P. Garbacki, D.H.J. Epema, and H.J.Sips, "A Measurement Study of the BitTorrent Peer-to-Peer File-Sharing System," *Technical Report PDS-2004-003, Delft University of Technology, The Netherlands*, April 2004.
- [8] C. Huang, J. Li, Angela Wang and K.W. Ross, "Understanding Hybrid CDN-P2P: Why Limelight Needs its Own Red Swoosh," *NOSSDAV 2008, Braunschweig, Germany*, May 2008
- [9] N. Zong, "Chunk Discovery for P2P Streaming," *draft-zong-ppsp-chunk-discovery-00*. June. 2009.
- [10] Y. Liu. Y. Guo, and C. Liang, "A Survey on Peer-to-Peer Video Streaming Systems,"



*Peer-to-Peer Network Application*, Springer.  
2008

- [11] P2PSIP working group, <http://www.p2psip.org>.
- [12] TRAN, D. A., HUA, K., AND DO, T. ZIGZAG, "An Efficient Peerto-Peer Scheme for Media Streaming," *IEEE INFOCOM* 2003.
- [13] Seok-kap Ko and Young han Kim, "IPTV Usage for Reload," IETF, *draft-softgear-p2psip-iptv-01.txt* July. 2009
- [14] M.handley et al., "SIP : Session Initiation Protocol," *RFC 2543*, Mar.1999

김 영 한 (Youn-han Kim)

중신회원



1984년 서울대학교 전자공학  
학사

1986년 한국과학기술원 전기전  
자공학 석사

1990년 한국과학기술원 전기전  
자공학 박사

1987년~1994년 디지콤정보통  
신연구소 데이터통신연구부장

1994년~현재 송실대학교 정보통신전자공학부 정교수  
<관심분야> BcN, IMS, VoIP, QoS, MANET,  
Mobile IP

김 재 혁 (Jae-hyuk Kim)

중신회원



2008년 2월 송실대학교 정보통  
신전자공학부

2010년 2월 송실대학교 정보  
통신공학과 석사졸업

<관심분야> IMS, SIP, P2P,  
IPTV, 이동통신망