

P2P 기술 및 IETF PPSP WG 표준화 동향

현 옥, 김성해, 박주영
한국전자통신연구원

요약

P2P기술은 사용자간 콘텐츠 데이터를 공유하기 위해 개발되었다. 그러나, P2P 기술이 저작물의 불법 공유에 주로 사용되고, ISP의 inter-domain 트래픽을 증가시키는 등의 문제로 인해 많은 지탄을 받아왔다. 그러나, P2P 기술이 가지는 높은 확장성(Scalability)과 동시 사용자 수에 비례한 전달 성능 등에 주목하여 P2P의 개념을 다양한 서비스에 접목함과 동시에 inter-domain traffic문제를 해결할 수 있는 방법들이 제시되었다. 이 노력의 일환으로 IETF ALTO WG[1]에서는 ALTO 프로토콜[2]을 2014년 3월에 RFC6708로 제정하였으며, IETF PPSP WG[3]에서는 P2P를 이용한 멀티미디어 스트리밍 프로토콜을 개발하고 있다.

본 고에서는 P2P기반 콘텐츠 전달 기술에 대한 소개와 더불어 IETF PPSP WG에서 진행중인 P2P기반 스트리밍 프로토콜 표준 기술을 분석하고, IETF 표준화 동향에 대해 알아본다.

I. 서론

2000년도 초기 e-Donkey, Napster 등 다양한 P2P 기술이 등장한 이후, P2P 트래픽은 나날이 증가하였다. 초기 P2P 기술은 하나의 P2P 네트워크에 많은 단말들이 참여하여, 상호간에 보유한 콘텐츠를 조각 내어 받아오는 방법들이 사용되었으나, 요즘은 하나의 콘텐츠가 하나의 오버레이를 구성하는 BitTorrent[4] 방식이 대세를 이루고 있다. Cachelogic社에서 2006년 발간한 트래픽 연구 보고서[5]에 따르면 전체 인터넷 트래픽의 70% 이상을 P2P 트래픽이 차지하였으나, 대다수가 콘텐츠의 불법공유에 사용되는 문제를 나타냈다. 최근 Sandvine社에서 발간한 보고서[6]에 따르면 기존에 비해 대폭으로 축소된 것으로 나타나고 있으나, 여전히 순수 P2P 트래픽은 높은 비율을 보이고 있으며, 최근 급증추세를 보이고 있는 Real-time Entertainment 등에 P2P 기술이 접목되는 등 그

활용도는 더욱 높아지고 있는 상태이다. 다만, 이전에는 주로 불법적인 콘텐츠 공유에 활용되었다라고 한다면, 최근의 진화 방향은 P2P를 이용해 정식 서비스를 제공하기 위한 움직임이 강해지고 있다는 점이다.

기존 서버 방식의 콘텐츠 서비스의 경우, 증가하는 사용자를 수용하기 위해서는 서버를 증설해야만 하고, 콘텐츠를 사용자에게 전진배치하기 위해 CDN등을 이용하여 서비스를 제공해왔다. 이로 인해 서버 유지 비용, 네트워크 비용이 사업자에게 많은 부담으로 적용되어 왔고, 방송사, 포털 등 콘텐츠 사업자들은 이를 해소하기 위해 P2P 방식을 일부 적용하고 있는 상태이다. 그러나, P2P 기술은 서버 방식과 달리, 클라이언트 간에 콘텐츠의 전부 또는 일부를 직접 공유하는 방식을 사용하기 때문에, 콘텐츠 서비스 사업자의 네트워크 비용을 줄여줄 수 있으며, 높은 확장성으로 인해 많은 수의 동시 사용자를 부담 없이 수용할 수 있다는 장점이 있다. IETF에서는 2011년도에 P2P의 장점을 이용한 멀티미디어 스트리밍 서비스 프로토콜을 개발하기 위해 PPSP WG을 설립하여 관련 표준들을 개발하고 있다. 현재 PPSP WG에는 1개의 RFC와 2개의 WG Draft, 3개의 개인 Draft 문서가 작업 중에 있다.

본 고에서는 P2P 기술 동향 소개와 더불어 IETF PPSP WG에서 표준화 중에 있는 프로토콜 기술들에 대한 상세 분석과 표준화 동향을 다루도록 한다.

II. P2P 기술 동향

1. P2P 네트워크

P2P는 Peer-to-peer와 Point-to-point로 혼용되어 사용되고 있으나, 두 방식은 동일한 형태로 동작하지 않는다. 용어에 대한 해석상의 차이는 있으나, 대개 Point-to-point는 하나의 endpoint로부터 콘텐츠 전체를 수신하는 경우를 의미하며, peer-to-peer는 하나의 콘텐츠를 논리적으로 분할하여 분산 및 병렬방식으로 여러 피어들로부터 받아오는 방식을 포함하여

해석하는 것이 일반적이다.

아래 <그림 1>에서 보는 바와 같이, P2P network은 실제 물리적으로 존재하는 네트워크가 아니라 가상의 네트워크로써 존재한다. 즉, 동일한 콘텐츠를 공유하는 하나의 그룹이 생성이 되고 이 그룹내에서 콘텐츠 공유가 일어나는 가상의 네트워크로써, 트래커 서버가 P2P 오버레이 네트워크 별 참여한 피어들의 정보를 유지하도록 하고 있다. 신규로 참여하는 피어의 경우, 트래커 서버에 접근하여 해당 네트워크의 피어목록을 수신하고, 각 피어들에게 접근하여 데이터를 교환하게 된다.

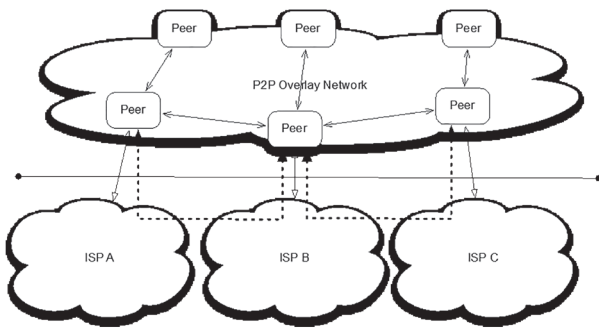
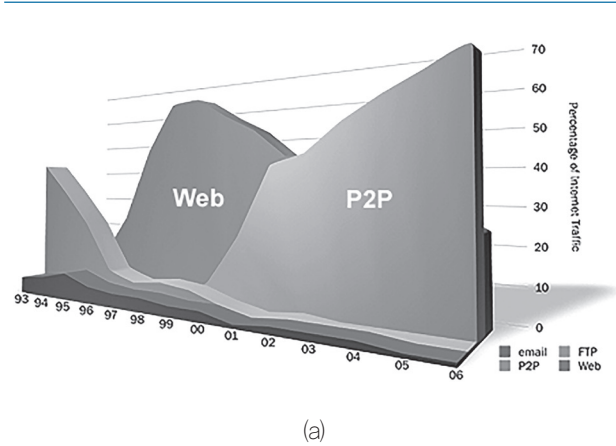


그림 1. P2P Network 구성

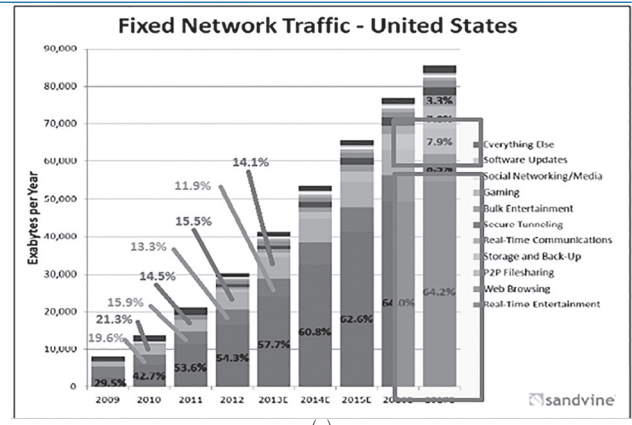
다만, <그림 1>에서 보는 바와 같이 가상의 P2P network상에서의 데이터 교환은 실제 물리망을 거쳐 이루어지게 되는데 다른 ISP를 거쳐가게 되면서 ISP의 inter-domain traffic에 따른 비용손실을 발생시키는 문제점을 가지고 있다. 이를 위해 IETF ALTO WG에서는 ALTO(Application Level Traffic Optimization)을 개발하였다. 이를 통해 각 피어 또는 트래커 서버는 피어 리스트를 작성할 때 ALTO 프로토콜을 통해 취득한 정보를 이용하여 inter-domain traffic을 최소화하고 가장 최적의 피어에게서 콘텐츠를 수신할 수 있도록 하고 있다.

2. P2P 관련 트래픽 동향

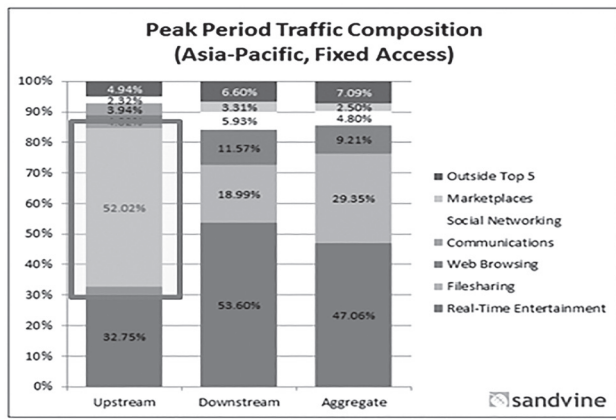
2006년 Cachelogic社에서 발간한 보고서에 따르면, <그림 2(a)>와 같이 전체 인터넷 트래픽의 70%를 P2P가 차지하였으며, 2014년 Sandvine社의 보고서에 따르면, <그림 2(c)>와 <그림 2(d)>에서 보는 바와 같이 북미의 경우 Upstream의 27.5%를, 아시아권의 경우 52.2%를 차지하는 등 여전히 높은 비율을 유지하고 있다. 그러나, <그림 2(b)>에 표현된 바와 같이, P2P 트래픽이 2007년 정점을 찍고 점차 그 비율이 감소하고 있으며, Real-time Entertainment 트래픽이 높은 비율로 증가하



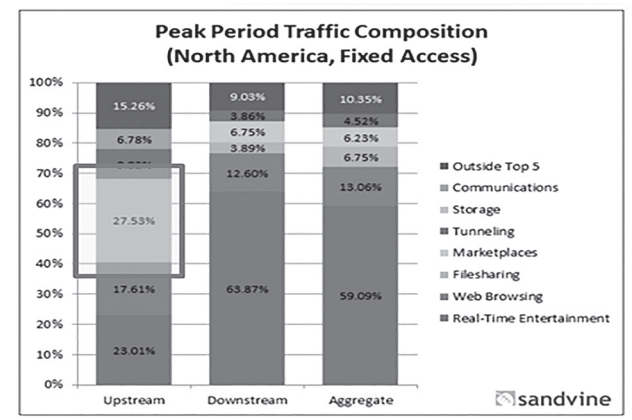
(a)



(a)



(c)



(d)

그림 2. P2P 트래픽 비율 동향

고 있음을 알 수 있다.

P2P 트래픽 비율이 감소하는 원인으로는 P2P를 통한 불법 공유에 대한 법적 조치가 강해진 점과 ISP의 P2P트래픽 제어, Netflix, Spotify 등의 VOD 사업자 등장에 따른 멀티미디어 콘텐츠의 소비 패턴 변화에서 그 원인을 찾을 수 있다. 다만, real-time entertainment 서비스에 P2P 기술이 접목될 수 있으며, 일부에서는 이미 P2P를 통해 스트리밍 서비스, 클라우드 서비스등을 운영 중에 있다는 점에서 P2P의 동작 개념은 오히려 확산 추세에 있다고 볼 수 있다.

기존 CDN을 이용한 서버-클라이언트 방식의 멀티미디어 콘텐츠 서비스의 경우, 사업자의 망 비용 증가와 관련 설비 구축 등에 많은 비용이 투자되어야 하는 문제와 더불어 트래픽 발생에 따른 ISP와의 갈등 등의 문제로 인해 망 중립성 이슈 등이 제기되고 있다. 최근 미국 판결에 따르면, 콘텐츠 서비스 제공자는 ISP에게 망 사용료 이외에 추가 비용을 지급하도록 요구하고 있다. 이에, Netflix에서는 P2P를 이용한 멀티미디어 스트리밍 서비스 제공 가능성을 타진하는 등 ISP를 압박하고 있다.[7] 최근 Netflix는 여러 ISP와 협약을 통해 추가비용을 제공하는 대가로 QoS를 향상시키도록 하였으나, ISP와 문제가 생길 경우, 언제든지 다시 부각될 수 있는 상태이다.

3. P2P기반 멀티미디어 스트리밍 서비스

전술한 바와 같이 Netflix, Hulu와 같이 멀티미디어 VoD 및 라이브 스트리밍 서비스를 제공하는 업체의 경우, 트래픽 비용을 절감하기 위해 P2P 기술의 활용을 내부적으로 검토하고 있으며, BBC 공식 홈페이지를 통한 라이브 방송은 이미 P2P 방식을 접목하여 제공 중에 있다. 국내의 경우에도 아프리카, 다음 팟캐스트 등 이미 P2P를 이용한 서비스를 제공 중에 있으며, 방송사 등에서도 관심을 가지고 지켜보고 있는 중이다. 또한,

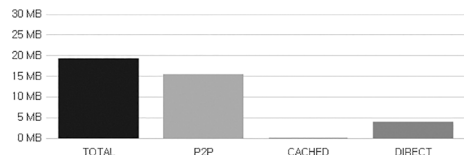


그림 3. PREP 클라이언트 동작 화면

한국전자통신연구원에서 자체적인 프로토콜인 PREP(P2P-based Streaming Protocol)을 개발하여 기술이전을 계획 중에 있다.

PREP 클라이언트의 경우, 동시에 4개의 채널을 시청할 수 있으며 카메라로부터 수신한 데이터를 여러 사용자에게 배포하는 기능을 포함하고 있어 개인 방송, CCTV 등에 접목이 용이하도록 되어 있다. 해외의 경우, Swarmify社에서 웹 기반의 P2P CDN기술을 개발하였으며, PeerCDN사는 최근 미국 야후에 인수되는 등 활발하게 관련 기술이 시장에 접목되어 가고 있다. 또한, 2014년 3월 독일에서 개최된 Web&TV Convergence 워크샵에서는 HTML5, WebRTC, P2PSP를 접목한 IPTV 서비스에 대한 아이디어를 논의하였다.

〈그림4〉는 P2P를 이용하여 콘텐츠를 배포할 경우 네트워크 비용의 감소 효과를 보여주는 것으로써, 전체 20MB의 데이터를 수신할 때 다른 피어로부터 80.2%를 수신하고 직접 받는 경우는 20%로 줄어들게 함으로써 비용을 절감할 수 있음을 보여주고 있으며, 피어의 수가 많을수록 그 비용은 줄어든다.



Cost Savings: 80.2%

TOTAL SIZE OF VIDEO:	19.2 MB
AMOUNT SERVED VIA PEERS:	15.4 MB
AMOUNT SERVED VIA CDN:	3.8 MB
AMOUNT SERVED VIA HIVE CACHE:	0 MB

그림 4. P2P 방식을 통한 네트워크비용 절감사례

P2P를 이용하여 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 파일 공유 서비스와 달리 다음과 같이 몇 가지 고려해야 할 사항들이 있다.

- **시작 지연(Startup delay):** 파일 공유의 경우 지연에 민감하지 않은 delay tolerant 한 서비스였으나, 스트리밍 서비스의 경우 최단 시간 내에 스트림의 수신 및 재생이 이루어

저야 한다. 그렇기 때문에 초기 지연 문제를 프로토콜 레벨에서 해결해야 한다.

- **공유 대상 데이터:** 스트리밍 데이터의 경우, 파일공유에 비해 공유할 수 있는 데이터의 양이 상대적으로 적기 때문에 효율이 떨어질 수 있다.
- **Throughput vs. Fairness:** 기존 파일 공유 서비스에서는 selfish user의 freeriding을 막기 위한 fairness가 주요 이슈였으나, 스트리밍 서비스의 경우 데이터 가용성과 전송 속도가 더 우선시 되어야 한다.

III. IETF PPSP WG 표준화 동향 및 표준 기술

2011년에 설립된 IETF PPSP WG는 P2P 기술을 이용한 준실시간(near real-time) 멀티미디어 서비스를 위해 크게 2가지 프로토콜(피어 프로토콜, 트래커 프로토콜)을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 이 WG에서는 Problem statement, Requirement, Architectural survey, PPSP peer protocol, PPSP tracker protocol, Usage Guide 등을 개발하고 있다. Problem statement, requirement에 관련하여 RFC6972 “Problem statement and requirements of the Peer-to-Peer Streaming Protocol(PPSP)”[8]을 2013년에 제정하였고, peer protocol과 survey 문서는 2014년 3월 IESG에 제출되어 발간을 위한 AD Evaluation 절차를 거치고 있으며, 2014년 말까지 PPSP tracker protocol과 Usage guide 문서를 완료하여 IESG에 제출할 예정이다. 또한, peer 간 buffermap negotiation 과정에서 chunk availability 정보의 압축 방법, 확장 트래커 프로토콜, WebRTC와 PPSP 연동을 위한 survey 등에 관련된 개인 draft가 논의 중에 있다.

1. PPSP 트래커 프로토콜

P2P 오버레이 네트워크의 목록 관리 및 참여하고 있는 피어들에 대한 정보 관리등은 트래커 서버에서 이루어진다. 새로 P2P 네트워크에 참여한 피어는 현재 참여하고자 하는 네트워크의 피어 정보를 트래커 프로토콜을 이용하여 수신하게 된다. PPSP-TP 1.0(PPSP Tracker Protocol - Base Protocol) 드래프트 문서의 현재 버전은 5[9]이며, 2015년 상반기 중 IESG 제출을 목표로 하고 있다. 트래커 서버에 접근하여 특정 P2P 네트워크의 피어 목록을 가져오는 역할을 수행하는 PPSP Tracker 프로토콜은 3가지의 메시지로 구성되어 있다.

표 2. PPSP-TP1.0 메시지 종류

Message Name	Description
CONNECT	피어 등록(Peer ID, connect-time, peer IP, link status, peer mode)
STAT_REPORT	주기적 전송을 통한 peer의 status 정보 전달
FIND	피어 목록 요청

PPSP-TP 프로토콜은 HTTP 1.1과 유사하게 동작하도록 설계되었다. Request 메시지의 Method를 확장하여 추가 메시지를 정의하였으며, response는 HTTP의 내용과 align을 맞춰서 동작하도록 정의하고 있다. 다만, 현재 사용되는 response code는 2~3가지밖에 되지 않으며, 추가 확장할 여지를 두고 있다. 전반적인 동작은 Request-Response 방식으로 운용되며, HTTP 메시지의 BODY 부분에 피어 목록, 동작 상태 등을 전달하도록 하고 있다. 현재 버전의 경우 HTTP 1.1 (RFC2616)에 맞춰 동작하게 되어 있으나, 추후 차기 버전의 HTTP도 지원할 수 있도록 확장할 예정이다.

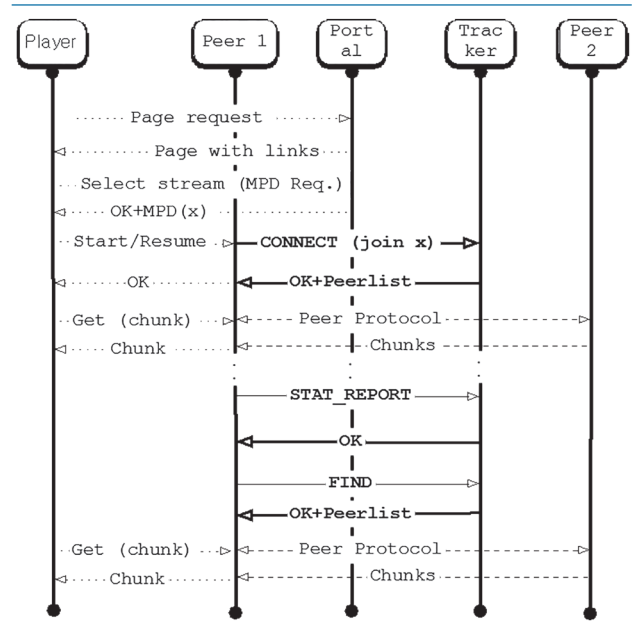


그림 5. PPSP-TP 동작 개요

2. PPSP(P2P Streaming Peer Protocol)

PPSP WG에서 현재 작업중인 PPSP(PPSP Peer Protocol) Draft 문서의 버전은 10[10]인 상태이다. 지난 89차 IETF 회의에서 WG LC(Last Call)을 마친 이후 IESG에 상정하였으나, 아직 몇 가지 이슈들이 해결되지 않은 상태인 관계로 다시 WG에서 논의할 예정이다.

PPSP는 동일한 콘텐츠를 여러 단말들에게 스트리밍의 형태

로 배포하기 위한 프로토콜로서 주로 VoD나 라이브 스트리밍을 주요 타겟으로 보고 있다. 여러 피어들로부터 데이터를 조각내어 수신하기 때문에 수신한 조각에 대한 무결성 점검은 각 수신측 피어가 수행하게 되어 있으며, 이를 위해 각 조각에 대한 Merkle hash tree 값을 이용한다. 이 방식을 사용하게 되면, 하나의 root hash 값으로 이후에 수신되는 모든 콘텐츠의 무결성을 확인할 수 있는 방법이다. PPSP 프로토콜은 다양한 transport 방식을 수용할 수 있도록 설계되어 있으며, 혼잡제어(Congestion Control)를 위해 LEDBAT [11] 프로토콜을 사용하도록 하고 있다.

아래 <그림 6>은 개괄적인 PPSP 서비스의 동작을 보여주고 있다.

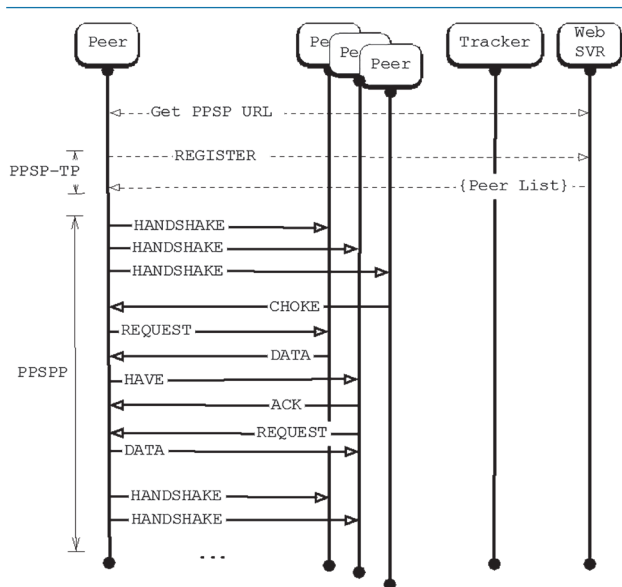


그림 6. PPSP 동작 개요

Peer application이 PPSP URL 정보를 획득한 이후, 해당 URL에 명시된 Tracker 서버에 접속하여 자신을 P2P 네트워크에 등록함과 동시에 해당 P2P 네트워크에 참여하고 있는 피어들의 정보(IP, port 등) 목록을 수신한다. 이후, 피어는 다른 피어에 접근하여, HANDSHAKE 메시지와 HAVE 메시지를 통해 상호 간 chunk availability 및 프로토콜 옵션 정보를 교환한다. 이후, 자신이 가지고 있지 않은 chunk를 REQUEST 메시지를 통해 요청하고, DATA 메시지를 통해 수신 받게 된다. 또한, 다른 피어로부터 chunk를 수신하게 되면, 자신과 연결된 다른 피어들에게 자신이 해당 chunk를 수신하였음을 알리는 HAVE 메시지를 보내주게 된다. 자신과 연결된 피어들로부터 원하는 조각을 다 받은 경우, 다시 HANDSHAKE 메시지를 통해 chunk availability를 최신화하는 과정을 반복한다.

3. PPSP 피어 프로토콜

PPSP 피어 프로토콜은 피어 간 멀티미디어 스트리밍 데이터의 상호간 공유를 위하여, 조각(chunk) 보유현황, 피어 목록 교환, 데이터 송수신 등을 위한 프로토콜로서, 현재 14개의 메시지가 정의되어 있다.

하나의 피어가 동시에 여러 개의 swarm (P2P 네트워크)에 참여하여 멀티미디어 스트림을 수신할 수 있으며, 그림 3에서 보는 바와 같이 각 피어 간의 관계를 channel로 정의하여 구분하고 있다. 각 채널 아이디는 보안상의 이유로 각 피어가 locally 생성하며, HANDSHAKE 과정에서 그 값을 교환하게 되어 있다. 채널 ID 0번의 경우 swarm 관리 등의 목적을 위해 예약(reserved) 되어 있다.

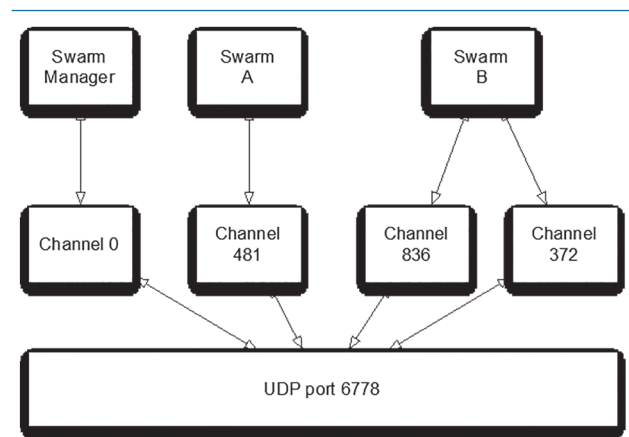


그림 7. PPSP 채널 구성

PPSP 메시지는 다양한 transport 프로토콜 상에서 사용될 수 있도록 계획하였으나, 표준화 과정에서 현재 버전에서는 UDP에서만 동작하며, congestion control은 LEDBAT을 이용하도록 하고 있으며, 후속 버전에서는 TCP, SCTP 등을 추가할 계획이다. 현재 버전의 경우, UDP를 이용해 chunk를 송신하기 때문에 MTU 등의 문제로 인해 데이터 손실이 발생할 가능성이 높기 때문에 chunk size를 1,000byte로 사용할 것을 권고(RECOMMEND)하고 있다. 다만, chunk size가 너무 작은 값을 가지게 되므로, chunk availability 교환 시의 비효율성과 chunk ID의 numbering space 문제 등이 발생할 소지가 있기 때문에 이에 대한 논의가 추가로 진행될 것으로 판단된다.

PPSP의 메시지는 아래 표에서 보는 바와 같이 현재 14개가 정의되어 있으며, 필요에 따라 추가 확장이 가능하다.

- **HANDSHAKE**: 각 피어가 연결된 이후 각자 자신이 참여하고 있는 채널의 ID와 각종 프로토콜 동작에 필요한 옵션 정보 등을 교환하는데 사용되는 메시지이며, 피어

표 2. PPSP 메시지 종류 및 코드

Message Type	Message Name
0	HANDSHAKE
1	DATA
2	ACK
3	HAVE
4	INTEGRITY
5	PEX_RESv4
6	PEX_REQ
7	SIGNED_INTEGRITY
8	REQUEST
9	CANCEL
10	CHOKE
11	UNCHOKE
12	PEX_RESv6
13	PEX_REScert
14-254	Unassigned
255	Reserved

간 협상 과정에서 Swarm Identifier, Content Integrity Protection Method, Merkle Hash Tree Function, Live Signature Algorithm, Chunk Addressing Method, Live Discard Window, Supported Message 등에 대한 협상이 이뤄지게 된다.

- **HAVE:** 각 피어가 보유하고 있는 chunk의 보유 여부에 대한 정보를 포함하는 메시지로써, chunk를 수신 완료할 때마다 연결된 다른 피어에게 전달된다.
- **REQUEST:** 하나 이상의 chunk를 다른 피어에게 요청할 때 사용되며, 받고자 하는 chunk들의 시작번호와 끝번호를 포함한다.
- **CANCEL:** 시급한 전달이 필요한 경우, 피어가 현재 pending 상태의 request를 모두 취소하고자 할 때 사용한다.
- **DATA:** 콘텐츠의 특정 조각(chunk)을 전달할 때 사용되며, LEDBAT을 이용한 congestion control을 위해 timestamp 값이 포함된다. 이 메시지내에는 하나 이상의 chunk를 전달할 수 있도록, 시작번호와 끝 번호가 포함된다.
- **ACK:** DATA를 통해 특정 조각들을 받게 되면 이에 대한 확인메시지를 보낼 때 사용된다. DATA에 메시지 아이디가 포함되어 있지 않기 때문에 수신한 데이터의 시작 번호와 끝 번호가 포함된다.
- **CHOKE:** 다른 피어로부터 연결요청을 받았으나, 자신의 자원(resource)이 이미 모두 사용 중에 있을 때 보내지는 메시지
- **UNCHOKE:** 이미 CHOKE를 통해 기다리도록 명령된 다

른 피어에게 자원할당이 가능할 때 전달되는 메시지

- **KEEPALIVE:** 별도의 메시지 타입이 정의된 것은 아니며, Channel ID만을 포함한 더미 메시지를 주기적으로 보내어 세션이 종료되는 것을 막고자 할 때 사용된다.
- **PEX_REQ:** 피어가 속한 오버레이 네트워크의 다른 피어들을 트래커 서버가 아닌 다른 피어로부터 얻어올 때 사용되는 메시지
- **PEX_RESv4:** PEX_REQ 메시지에 대한 응답으로 IPv4 주소를 전달할 때 사용되는 메시지며, 내부적으로 IPv4 주소(32비트)와 포트 번호(16비트)로 구성되어 있다.
- **PEX_RESv6:** PEX_REQ 메시지에 대한 응답으로 IPv6 주소를 전달할 때 사용되는 메시지며, 내부적으로 IPv6 주소(128비트)와 포트 번호(16비트)로 구성되어 있다.
- **PEX_REScert:** 멤버십에 대한 인증 정보가 포함될 경우에 사용되는 메시지로써 인증을 위한 정보(membership certificate)는 서비스에 맞게 다양한 것을 적용할 수 있도록 설계되어 있다. 그렇기 때문에 인증정보에 사용되는 데이터의 크기는 가변이기 때문에 이를 위한 length 필드가 포함된다.
- **INTEGRITY:** chunk 데이터의 무결성을 점검하기 위한 해쉬값이 포함되어 있다. 하나의 chunk에 대한 해쉬가 아니라, 복수에 대한 해쉬값을 계산하기 때문에 메시지내에 시작번호와 끝 번호가 기재된다.
- **SIGNED_INTEGRITY:** 라이브스트리밍에서 chunk의 integrity를 검증하기 위한 digital signature를 전달할 때 사용된다.

4. 표준화 쟁점 논의 사항 및 향후 동향

2014년 3월에 개최된 89차 IETF 회의에서 PPSP에 대한 WG LC 과정을 거친 이후 IESG에 제출하였으나, 여러 코멘트에 따라 다시 WG draft 작업이 진행되고 있다. IESG Review 절차가 마무리 되기 위해서는 10개 이상의 찬성의견(YES 또는 NO OBJECTION)이 있어야 하나, 현재 5개만 확보된 상태이다. 또한, security director의 리뷰^[12]에서는 문서의 완성도 및 내용의 구성 등에서 문제가 있기 때문에 IESG review도 시기 상조이며, 다시 WG에서 논의해야 한다는 의견이 제시되었다. 이에 따라 PPSP WG에서 추가 논의가 진행될 것이다.

또한, IESG review 과정에서 나온 이슈로, Live multimedia streaming 서비스 혼잡제어를 위해 LEDBAT을 사용하도록 되어 있으나, LEDBAT을 PPSP에 적용하기에는 부적합할 수 있다는 의견과 응답 메시지에 대한 정의가 부족한 점, 여러 코드

가 정의되지 않은 점, 데드 피어 처리에 관련된 로직, 하나의 UDP에 여러 메시지가 포함될 경우 구분 방법 등 기술적 이슈들이 지적되었으며, 이를 해결하기 위한 내용들이 지속적으로 제안될 것으로 예측된다.

5. Reference Implementation

PPSP 프로토콜은 하위 전송 프로토콜에 독립적이며, 현재 UDP기반의 공식적인PPSP 구현물로는 swift[13]가 개발 중에 있다. 이 프로그램은 파이어폭스의 extension으로 포함될 수 있도록 되어 있으며, 현재 C++기반의 오픈소스로 개발되고 있으며, PPSP-TP에 대한 reference implementation은 아직 없는 상태이다.

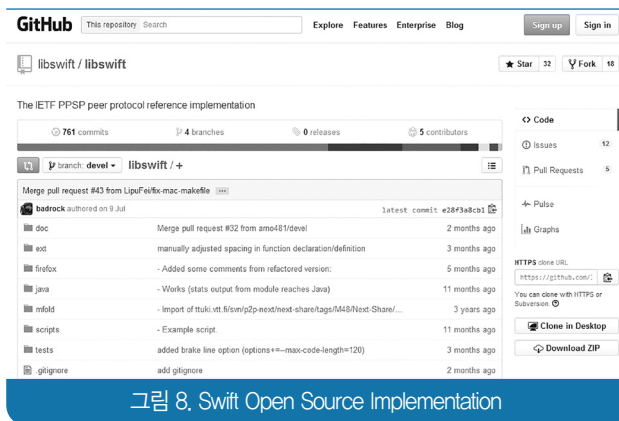


그림 8. Swift Open Source Implementation

III. 결론

P2P 기술은 콘텐츠 서비스 사업자의 망 비용을 매우 줄여 줄 수 있는 기술로써, 동시 사용자 수가 많을수록 그 효율과 성능은 더욱 높아지는 특징을 제공하기 때문에, 웹 세미나(Webinar), 원격교육, IPTV 등의 서비스에 매우 적합한 기능을 가진다. 또한, 멀티미디어 데이터가 고화질로 진화해 갈수록 P2P 기반 멀티미디어 스트리밍 기술은 그 가치가 더할 것으로 판단된다. 현재 IETF PPSP WG은 중국과 유럽 주도로 이루어지고 있으며, WebRTC를 이용한 방법 등이 꾸준히 제안되고 있다. 다만, 현재 개발중인 프로토콜 스펙이 10여차례의 회의에 걸쳐 작업 중에 있으나 아직 부족한 부분이 많이 남아 있는 상태이기 때문에, 적극적인 표준화 활동을 통해 국내의 기술의 국제표준 반영 및 국제표준화를 선도하기에 적합한 시점이며 이를 위한 지원이 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부의 지원을 받는 방송통신표준개발 지원사업의 연구 결과로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] <http://datatracker.ietf.org/wg/alto/documents/>
- [2] <http://tools.ietf.org/html/rfc6708>, 2014.03
- [3] <https://datatracker.ietf.org/wg/ppsp/charter/>
- [4] <http://www.bittorrent.com/intl/ko/>
- [5] http://www.telco2.net/blog/2008/07/open_p4p_ok_for_verizon.html
- [6] Sandvine, "Global Internet Phenomena Report", 2014
- [7] <https://torrentfreak.com/netflix-considers-p2p-powered-streaming-technology-140426/>
- [8] <http://tools.ietf.org/html/rfc6972>
- [9] <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-ppsp-base-tracker-protocol/>
- [10] <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-ppsp-peer-protocol/>
- [11] <http://tools.ietf.org/html/rfc6817>
- [12] <http://www.ietf.org/mail-archive/web/secdir/current/msg04879.html>
- [13] <https://github.com/libswift/libswift>

약 력



현 국

1999년 충남대학교 정보통신공학사
 2001년 충남대학교 정보통신공학석사
 2007년 충남대학교 정보통신공학 박사과정 수료
 2000년~현재 한국전자통신 표준연구센터
 선임연구원
 2013년~현재 ITU-T 국제권고안 주 에디터
 ITU-T SG16 Q.14 H,DS-ARCH
 ITU-T SG11 Q.9 X,mp2p-arch
 W3C Web-based signage player :
 Emergency Profile
 관심분야: 인터넷전화(VoIP), SIP, IMS, P2P, MP2P,
 디지털사이니지, HTML5 스마트TV API,
 P2P 스트리밍, P2P CDN



김 성 혜

1991년 이화여자대학교 전자계산학 학사
 1995년 충남대학교 전산학과 석사
 2007년 충남대학교 컴퓨터과학과 박사과정 수료
 1991년~현재 한국전자통신 표준연구센터
 책임연구원
 2007년~현재 ITU-T, W3C 국제권고안 주 에디터
 ITU-T SG16 Q.14 H,DS-META
 ITU-T SG11 Q.9 X,mp2p-orcp
 ITU-T SG13 Q.1 Y,wpt-usecase
 W3C TV control API
 관심분야: P2P, MP2P, 디지털사이니지,
 HTML5 스마트TV API, P2P 스트리밍,
 P2P CDN, 무선전력전송,
 합법적 감청 표준기술



박 주 영

1995년 충남대학교 전자공학사
 1997년 충남대학교 전자공학석사
 2001년 충남대학교 정보통신공학 박사
 (오버레이 멀티캐스트)
 2001년~현재 한국전자통신 표준연구센터 실장
 2002년~현재 ITU-T 국제권고안 주 에디터
 2002년~2008년 JTC1/SC6 국제권고안 주
 에디터
 2007년~2008년 UST 겸임교수
 관심분야: IPTV, QoS, Overlay 네트워킹,
 Multicast, IMS, 개인화 서비스, 영상 협업,
 스마트워크, 장애인 접근, UI/UX