IETF의 P2P 관련 미래 인터넷 기술 표준화 동향

고석갑 | 김영한*
한국전자통신연구원, *숭실대학교

요 약

미래 인터넷은 하부 네트워크 인프라를 바탕으로 그 위에 논리적 네트워크를 구성하는 오버레이 네트워크에서의 서비스가 대부분이 될 것이다. 이러한 오버레이 네트워크의 핵심적인 부분이 P2P 기술이다. P2P 기술은 기존의 클라이언트-서버 개념과 달리 단말들이 서로 연결되어 자원을 공유하여 참여함으로써 서버 기능과 클라이언트 기능을 동시에 수행하는 기술이다. 서비스 오버레이 구조에 대한 표준화는 IEEE P1903(NGSON)에서 진행 중이다. 이와 관련된 세부 기술인 P2P 기술에 대하여는, IETF의 P2PSIP, LEDBAT, ALTO, PPSP, DECADE 등의 워킹 그룹에서 보다 심도 있게 표준화를 진행하고 있다.

본 고에서는 IETF의 P2P 관련 워킹 그룹들의 표준화 현황 및 그 핵심 기술에 대해 살펴보고자 한다.

I. 서 론

P2P(Peer-to-Peer) 기술은 2000년대 초부터 등장한 Napster, eDonkey 등 파일 공유를 중심으로 크게 인기를 끌고 있으며, 2003년에는 P2P 트래픽이 기존 클라이언트-서버 트래픽을 넘어서기도 했다[1]. 또한, 이러한 P2P 트래픽의 증가가 네트워크의 혼잡을 야기하기 때문에 이를 검출하고 억제하기 위한 방법에 관한 연구가 진행되었다[2].

기존의 서비스 네트워크의 구조는 대부분 클라이언트-서버 구조로 되어 있었다. 클라이언트는 서버에게 요청을 하고 서버는 그 요청에 응답한다. 예를 들면, 파일 서버나 웹서버가 이에 해당 된다. 클라이언트 PC는 서버에 접속하고, 서버에 자기가 원하는 자료를 요청한다. 서버는 해당되는 자료를 클라이언트에게 전송해 준다. 반면에 P2P에서는, 중앙 서버에서 제공하던 기능을 각 노드들이 협업하여 제공한다. 즉, 각 노드들이 서비스의 일부를 담당하고, 서로 연계하여 서로에게 서비스를 제공해 준다. 이러한 구조는 기존의 클라이언트-서버 구조의 문제점을 해결한다. 즉, 서버로 집중되던 트래픽을 분산시킴으로서, 서버로의 회선 비용을 크게 절감할 수 있다. 또한 서버 관리 및 유지 보수 비용을 크게 줄일 수 있으며, 가입자 및 서비스 용량 증대에 따른 서버 및 회선 증설 비용을 줄일 수 있다. 기존에는 서버 고장 또는 서버로의 통신 회선에 문제가 생겼을 경우 또는 분산거부 공격 등에 의해 서버가 공격당하는 경우 서비스가 완전히 마비되었으나, P2P 기술을 적용하면 계속 서비스가 가능하기 때문에, 높은 가용성을 유지할 수 있다.

미래 인터넷에서도 P2P 기술을 근간으로 하는 서비스 오버레이 네트워크가 핵심 기술이 된다. 이러한 차세대 서비스 오버레이 구조에 대한 표준화 연구는 IEEE P1903 (NGSON) 및 ITU-T SG17 등에서 진행 중이다[3][4]. 그 세부 기술인 P2P 기술에 대하여는 IETF의 P2SIP, LEDBAT, ALTO, PPSP, DECADE 등의 워킹 그룹에서 보다 심도 있게 표준화를 진행하고 있다[5-9].

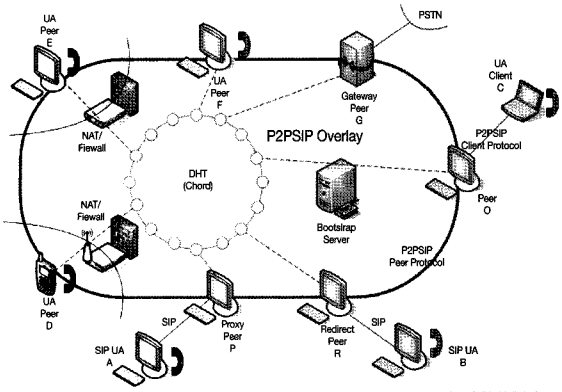
II. P2P VoIP 서비스

2.1 P2PSIP 워킹그룹

P2PSIP 그룹은 SIP의 Registrar와 Proxy 같은 서버 없이, SIP UA(사용자 노드)들이 분산 알고리즘을 통해 그 서버의 기능을 대신함으로써, UA들이 동작할 수 있는 구조를 표준화하기 위하여 결성되었다. 이런 분산화 된 SIP 서비스를 구축함으로써 운영 및 구축 비용을 줄일 수 있으며, 사업자뿐만 아니라 어느 누구라도 자신만의 SIP 서비스를 구축할 수 있는 장점이 있다. 이런 주제는 유사한 기술적 기반을 갖고 있는 Skype가 최근 왕성하게 확산됨으로써 그 가능성이 입증되었다[10]. 이 모임은 IETF내에서 P2P 기술을 다루어 표준화를 진행하는 다양한 워킹그룹들이 생겨나는데 주도적인 역할을 하였다. P2PSIP 워킹그룹은 2007년 정식 결성되었으며, 2010년 현재 기본 프로토콜 규정과 RELOAD 분산 해쉬 테이블 규정이 워킹그룹 Last Call 상태에 있으며 곧 최초 P2P 프로토콜 트랙 RFC가 탄생될 예정이다[11].

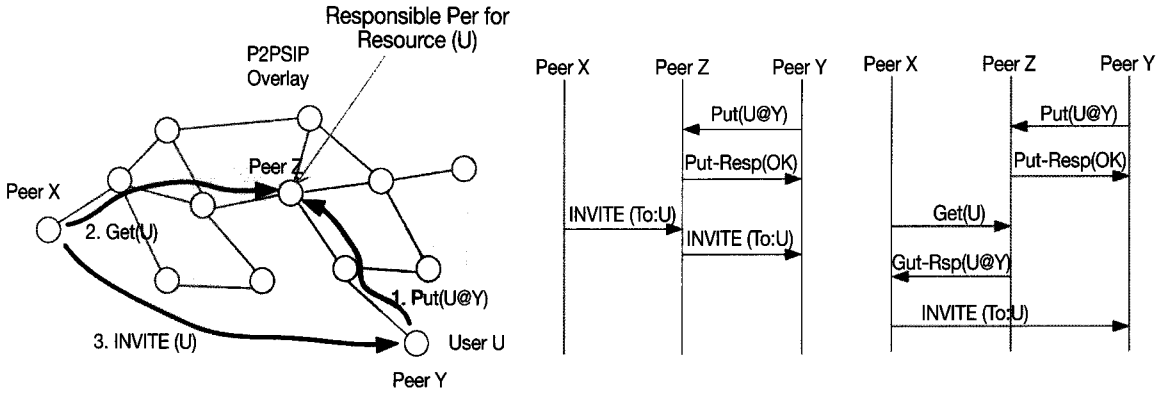
2.2 P2PSIP 기술

기존의 SIP는 사용자의 등록정보를 저장하고 호를 연결해 주는 중앙 집중 서버를 이용한다. 하지만, P2PSIP에서는 각 단말들이 협업하여 그러한 서버의 기능을 수행한다. P2PSIP 노드는 호를 연결하기 위한 상대방을 찾기 위한 요청 메시지를 자기와 연결된 다른 단말에게 전송한다. 요청 메시지를 받은 단말은 자기가 그 요청 메시지를 처리할 수 없는 경우 또다른 단말에게 전달한다. 이러한 과정을 반복하여 상대방을 찾아내고 호를 연결할 수 있다. (그림 1)은 이러한 P2PSIP 개념을 나타낸다. 피어 Y가 자기의 접속 정보(U@Y)를 오버레이 네트워크에 저장한다. 다른 피어 X가 피어 Y에게 인터넷 전화를 연결하기 위해, 먼저, 오버레이에서 피어 Y의 접속 정보를 얻는다. 이후 SIP INVITE 메시지를 피어 Y에게 전송하여 인터넷 호를 연결한다.



(그림 2) P2PSIP 참조모델

(그림 2)는 워킹그룹의 참조모델로, P2PSIP 망의 구성요소를 보인다[12]. 그림에서처럼, P2PSIP 망에는 사용자의 등록정보를 저장하거나 호를 연결시켜주는 고정된 서버가 없다. P2PSIP 망에 참가한 단말들을 피어(Peer)라고 하며, 이러한 피어들의 연결을 통해 기존의 서버가 했던 동작을 수행한다. 각 피어 간에는 피어 프로토콜을 통해 서로 연결하고 정보를 교환한다. 피어들 간에 구성되는 오버레이 네트워크는



(그림 1) P2PSIP 개념

분산 해쉬 테이블 기법(DHT, Distributed Hash Table)이 사용된다. 분산 해쉬 테이블을 통하여 오버레이 망에 저장되는 데이터를 효율적으로 검색할 수 있다[13]. 이는 오버레이 네트워크에 데이터를 저장할 때 일정한 규칙을 하지고 저장할 피어를 결정하고, 그 피어가 책임을 지고 해당 데이터를 저장하기 때문에, 데이터 검색 시에도 동일한 규칙을 적용하여 해당 데이터를 가진 피어를 찾을 수 있게 한다. P2PSIP 망에 참가하여 데이터를 저장하지는 않지만 피어에 연결하여 P2PSIP 망의 기능을 이용하는 클라이언트가 있으며, 클라이언트와 피어 사이에는 클라이언트 프로토콜을 통해 서로 연결된다. P2PSIP는 NAT 뒤에 위치한 사설 주소를 가진 피어와의 통신을 가능하게 하는 ICE 메커니즘을 제공한다[14]. 어떤 피어는 기존 SIP UA 및 다른 망과 연계하여 동작할 수 있다. SIP 입장에서 봤을 때, 이는 SIP 프록시로 동작하거나 SIP 리다이렉트(Redirect) 서버로 동작한다. 그림에서 유일한 서버가 존재하는데, 최초로 P2PSIP 망에 접속하려는 피어에게 기존에 연결되어 있는 피어의 정보를 알려주는 부트스트랩(Bootstrap) 서버가 있다.

III. P2P를 위한 인프라스트럭처

3.1 P2P 인프라스트럭처 워크숍

2008년 RAI 분야 관계자가 주관한 P2P Infrastructure(P2PI) 워크숍에 인터넷 서비스 사업자 및, 장비 제조사, 응용서비스 개발자들이 P2P 트래픽에 의해 발생하는 인터넷 인프라의 문제에 대해서 논의하기 위해서 보스턴에 모였다[15]. 문제를 개선할 수 있는 두 가지 분야가 제기되었다.

첫 번째는 파일 공유 어플리케이션에 의해 발생되는 트래픽이 전달 지연에 민감한 트래픽이 충돌함으로써 사용자들이 느끼는 서비스의 품질이 저하되는 것이다. 이 문제를 해결하기 위해서 LEDBAT(Low Extra Delay Background Transport) 워킹그룹이 조직되었고 TCP에 적용될 실험적인 혼잡 제어 알고리즘에 대해 논의하고 있다. 이 새 알고리즘은 P2P 파일 공유 어플리케이션과 같은 대용량 데이터를 전달하는 어플리케이션에 적용하고 한다. 오늘날 LEDBAT 알고리즘 규정 작업에 많은 작업이 진행되고 있으며, 많은 대학과 연구소에서 그 성능을 검증할 수 있는 시뮬레이션과 가장 유명한 BitTorrent에 직접 구현되어 표준화 작업을 뒷받침하고 있다[16].

두 번째 이슈는 P2P 어플리케이션은 인터넷 네트워크 인프라 위에 구축되는 P2P 오버레이를 형성하는데, 하위 네트워크의 상태나 정보에 무관하게 구축된다는 것이다. 네트워크에 대한 정확한 정보가 없기 때문에 피어들이 최적의 오버레이를 구축할 수 없게 된다. 예를 들어, 다른 피어로부터 정보를 얻기 위해 무작위로 선택하게 되는데 지구 반대편에 위치한 피어를 선택하는 경우도 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 IETF의 ALTO(Application-Layer Traffic Optimization) 워킹그룹이 P2PI 워크숍 이후에 탄생하였다. ALTO 워킹그룹은 네트워크 사업자, 인터넷 서비스 사업자들에게 네트워크 토폴로지 정보를 제공할 수 있는 프로토콜 규약을 제정하여 P2P 어플리케이션과 그 정보를 공유하여 피어를 선택하는 과정을 향상 시키는데 그 목적이 있다. 이런 네트워크 토폴로지 정보 공유함으로써 궁극적으로 최종 사용자들과 네트워크 운영자들이 만족 할 수 있는 어플리케이션 성능이 향상될 것이고 네트워크자원이 효율적으로 사용될 것이다.

3.2 LEDBAT 기술

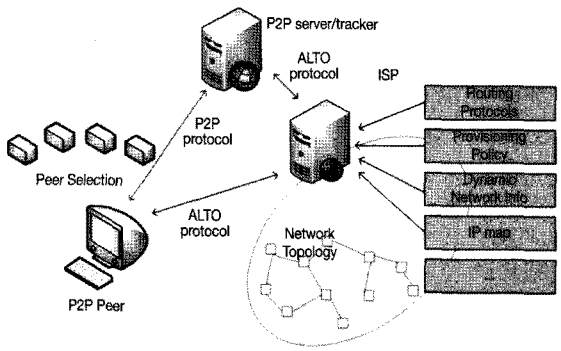
기존 P2P 어플리케이션들은 많은 TCP 연결을 만들어 많은 트래픽을 전송하기 때문에 기존 웹 어플리케이션의 대역폭을 잠식하는 문제를 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 LEDBAT 워킹그룹이 조직되었다. 기존 모델에서는 많은 P2P 트래픽에 의해 웹 어플리케이션의 대역폭이 낮아지게 되어 정상적인 서비스 제공이 어렵게 된다. 그러나, LEDBAT에서는 P2P 등의 트래픽이 가장 낮은 우선순위로 전달되도록 할 수 있어, 기존 웹 어플리케이션의 서비스를 원활하게 제공할 수 있다. 워킹그룹은 기존 최선형(Best Effort)보다 낮은 순위인 배경(Background) 트래픽을 전송할 수 있는 혼잡 제어 메커니즘을 표준화한다.

3.3 ALTO 기술

기존의 P2P에서 피어들 간의 연결은 어플리케이션 레벨에서 개별적으로 이루어졌기 때문에, 망 효율성이 떨어졌다. 이러한 P2P 오버레이 네트워크 구성의 비효율성은 어플리

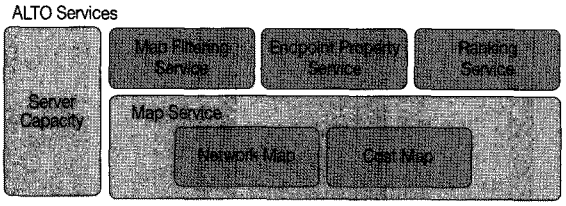
케이션을 사용하고 있는 사용자뿐만 아니라 네트워크 사업자 입장에서도 성능이나 비용적인 면에서 큰 손해가 된다. 만약 네트워크 사업자가 네트워크의 구조나 상황에 대한 정보를 제공해 준다면, 효율적인 P2P 오버레이를 구성하는 데 큰 도움이 된다. ALTO는 P2P 어플리케이션이 가장 적절한 이웃 피어를 선택할 수 있도록 네트워크 사업자가 정보를 제공할 수 있는 프로토콜을 표준화하기 위해 구성되었다.

(그림 3)은 ALTO 참조모델을 보인다. 네트워크 사업자는 ALTO 서버를 운용한다. ALTO 서버는 ALTO 프로토콜을 통해 P2P 피어 또는 P2P 서버에게 네트워크 내부의 정보를 제공한다. ALTO 서버의 서비스를 이용하는 P2P 피어 또는 P2P 서버를 ALTO 클라이언트라고 한다. ALTO 서버가 제공하는 정보는 라우팅 프로토콜, 망 운용정책, 대역폭 사용상황, IP 주소 할당 내역, 네트워크 토폴로지 등을 내포한다. P2P 어플리케이션은 ALTO 서버로부터 받은 정보를 이용하여 피어리스트를 제공하거나, 피어리스트 중 가장 적절한 피어들을 선택한다. 이렇게 구성된 P2P 오버레이 네트워크는 ISP 간의 트래픽을 줄이게 되어, 비용적으로나 성능적으로 더 나은 오버레이 네트워크가 된다.



(그림 3) ALTO 참조모델

(그림 4)는 ALTO 서비스를 나타낸다. 현재 Server Capacity와 Map Service는 필수 서비스이며, 나머지 부분은 선택가능 서비스이다. Server Capacity 서비스는 ALTO 서버가 제공할 수 있는 자세한 정보를 제공한다. 이러한 정보에는, 예를 들면, ALTO 서버에서 지원하는 동작(operation)이라던가, 비용 메트릭, 설정 등을 포함될 수 있다. Map Service는 ALTO 서버가 ALTO 클라이언트에게 제공하는 일괄 정보를 제공한다. 현재 Network Map과 Cost Map 2개의 Map이 정의되어 있다. 네트워크 연결성 측면에서 보면, 실제 많은 노드들이 다른 노드들과 매우 가까운 곳에 있을 수 있다. 예를 들어 한 회사 내의 모든 노드들은 모두 같은 위치에 있다고 볼 수 있다. ALTO 서버는 이렇게 근접한 노드들을 하나의 그룹으로 묶어 취급한다. Network Map은 이러한 그룹관계 정보를 제공한다. 동일한 속성을 가진 하나의 그룹은 PID라는 ID로서 관리된다. Cost Map은 두 노드간의 경로 비용을 제공해 준다. 선택적인 서비스 중 하나인 Map Filtering 서비스는 ALTO 클라이언트가 Map 서비스의 일부만 받을 수 있도록 필터를 명시하는 서비스이다. Endpoint Property 서비스는 어떤 Endpoint의 특성을 제공하는 서비스이다. 이 서비스는 최소한 해당 Endpoint의 PID를 제공한다. Ranking 서비스는 ALTO 클라이언트가 피어 리스트를 ALTO 서버에게 제공하면 ALTO 서버는 가장 연결 비용이 적은 피어들 순으로 정렬해 주는 서비스이다.

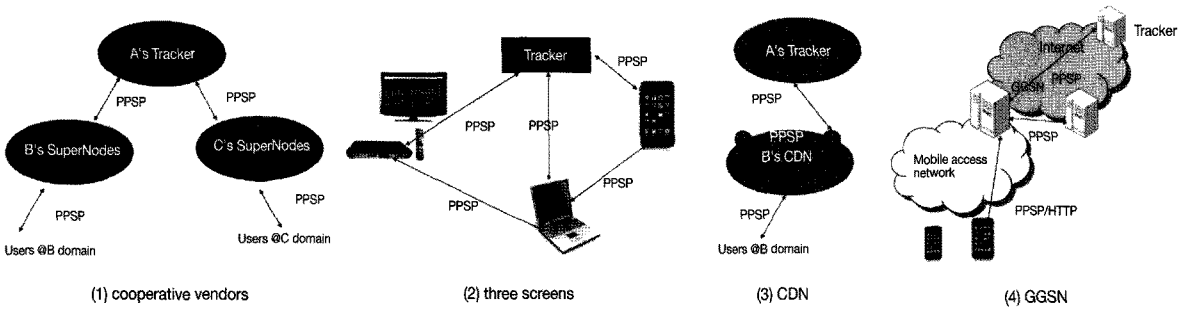


(그림 4) ALTO 프로토콜 구조

IV. P2P 스트리밍 기술

4.1 PPSP 워킹그룹

P2P 스트리밍 프로토콜 (PPSP) 워킹그룹은 P2P 기술을 사용하여 실시간 콘텐츠를 전달하는 P2PLive나 Spotify 어플리케이션의 성공을 기반으로 시작되었다. 2010년 3월 캘리포니아 앤하임에서 열린 IETF 77차 회의에서 결정된, 이 워킹그룹의 목적은 실시간 또는 타임쉬프트된 콘텐츠의 미디어 청크(chunk)를 교환하고 동기화하는데 있다. 폭넓게 적용되고 있는 P2P 어플리케이션을 대략적으로 그려보면, PPSP 아키텍처는 두 개의 다른 종류의 노드들로 구성된다. 하나는



(그림 5) PPSP 적용예

피어이고 다른 하나는 트래커(tracker)이다. 트래커는 어떤 피어가 어떤 부분을 가지고 있는지에 대한 정보를 저장하고 분배하는 서버 역할을 수행한다. 피어는 트래커의 지원을 받아 원하는 콘텐츠의 위치를 찾고, 피어들 간에 연결을 구성하고, 실제로 콘텐츠를 저장하고 전송하고 받는 노드이다. 피어들 간의 전송 프로토콜은 RTP(Real-Time Transport Protocol)나 HTTP 같은 프로토콜을 재사용하기로 하였다.

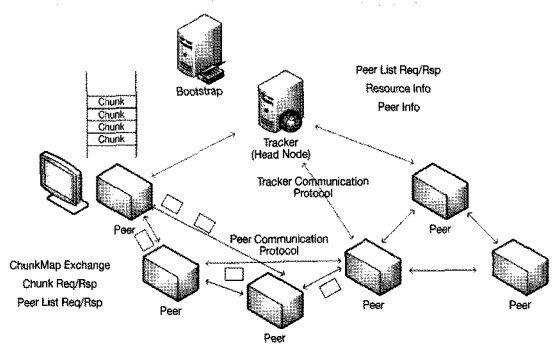
PPSP 워킹그룹은 먼저 개별적인 P2P 스트리밍 프로토콜의 비호환 문제들을 해결하기 위해 개방형 표준 프로토콜이 필요하다고 주장한다. PPSP 워킹그룹의 표준화 방향은 다음과 같다.

- 기술적인 실행가능성 : 주요 시스템 사이의 유사성을 기반으로 하여, 실행 가능한 표준을 정한다.
- 트래커 기반 아키텍처 : 가장 일반적인 형태인 트래커 기반의 구조를 따른다.
- 트래커와 피어 통신과 피어들 간의 통신 유사성 유지 : 이는 기존 기술 조사 결과에 따른 것으로, 동일한 통신 골격으로 구성한다.
- 표준화는 새로운 것을 발명하는 것이 아니고 핵심 이슈에 집중하여 진행하여야 한다.
- 사용자 요구사항 반영 : 컨텐츠 제공자, 운영자, 및 일반 사용자들이 참여할 수 있는 개방형 플랫폼이 필요하다.

4.2 PPSP 기술

다음 (그림 5)는 PPSP의 4가지 적용 예를 보인다. 첫 번째는 스트리밍 서비스 업체간의 협업구조를 나타낸다. A사의 트래커를 B사와 C사가 사용하며, 각각 B사와 C사의 사용자들은 각 수퍼 노드를 통해 P2P 스트리밍 서비스 연결을 구성하는 시나리오이다. 두 번째 용례는 쓰리스크린 서비스를 표현하며, 각기 다른 플랫폼에서 서로 연계하여 동일한 P2P 스트리밍 서비스를 제공 받는 시나리오이다. 세 번째 용례는 CDN 지원 스트리밍 서비스로, CDN 노드와 트래커 사이의 인터페이스 및 사용자 노드와 CDN 노드간의 인터페이스를 정의해야 한다. 네 번째 그림은 이동통신망과의 연계 구조를 나타낸다. 이동통신망은 GGSN을 통하여 인터넷과 연결되며, 이때 GGSN은 PPSP를 지원하는 역할을 수행한다.

(그림 6)은 PPSP의 프로토콜 구조와 동작을 보인다. P2P 스트리밍 서비스는 트래커라고 불리우는 헤드 노드와 피어들로 구성된다. P2P 스트리밍 소스는 미디어를 청크(chunk)라는 고정 크기의 블록으로 나누어 제공한다. 소스로부터 청크를 받은 피어들은 서로 청크를 교환하면서 미디어를 재생한다. 일단 청크를 수신한 피어는 재생이 되었더라도 이후 진입하는 피어들을 위해 일정시간 청크를 저장한다. 이와 같은 과정을 통하여, 특정 소스 또는 특정 서버 없이 스트리밍 서비스를 제공한다.



(그림 6) PPSP 프로토콜 동작

PPSP워킹그룹은 다음과 같은 표준화 과제를 가지고 있다.

- 어떻게 빠르게 실시간 스트리밍에 참여한 피어들을 알아내느냐와 피어들이 어떤 컨텐츠 청크를 가지고 있는지 알아내는 방법을 정해야 한다. 현재는 트래커 기반 아키텍처가 가장 적절한 것으로 보고 있다.
- 트래커와 피어간 통신 : 트래커가 새로운 피어에게 적절한 피어 리스트를 제공하는 통신 방법을 정하여야 한다.
- 피어와 피어간 통신 : 다른 피어가 가지고 있는 데이터가 어떤 것인지 서로 교환하고, 추가적인 피어 리스트를 얻기 위한, 피어간 통신 방법을 정하여야 한다.

트래커 프로토콜에 대한 논의 사항으로는, 트래커 구성을 어떻게 할 것인가에 대한 이슈가 있다. 즉, 하나의 트래커로 구성되는 중앙집중식과, 여러 개의 트래커로 구성되는 분산 방식이 있다. 분산 방식의 경우, 분산 트래커간 피어 정보를 공유하고, 트래커를 찾아내는 메커니즘이 필요하다. 이 과정에서 BitTorrent를 참조를 하고 있으며, BitTorrent와 차이점은, 피어 그룹의 크기가 PPSP의 경우 훨씬 클 수 있기 때문에, 확장성을 고려하여야 한다는 점, 그리고, VoD 등을 위해 트래커가 비트맵을 제공할 필요가 있다는 점, 요구사항과 사용자의 접근 형태가 다르다는 점 등이 있다. 따라서, 트래커 프로토콜 향상을 위해서 PPLive, PPStream, Ravy 등 다양한 프로토콜을 연구 중이다.

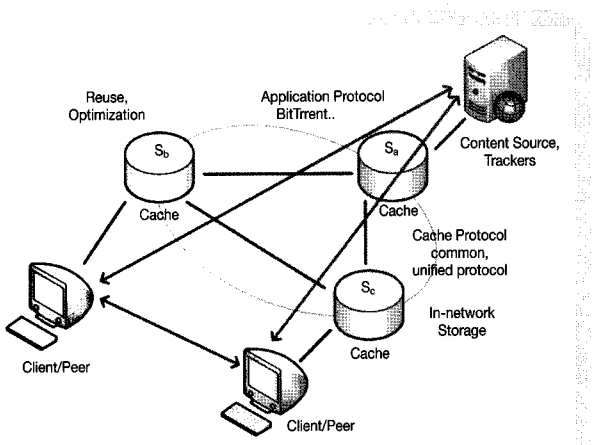
피어 프로토콜에 관한 논의 사항으로, 어떻게 청크 보유정보를 교환할 것인가에 대해 논의 중이다. 즉, 피어들 간에 비트맵을 주기적으로 교환하고 상호 동작하는 부분을 논의하고 있다. 또한, 여기에는 TCP 또는 UDP 전송 방법, NAT 통과를 위한 ICE 지원 등도 고려하고 있다.

V. 분산 캐쉬 제어 기술

5.1 DECADE 워킹그룹

DECADE 워킹그룹은, Decoupled Application Data Enroute의 약자로, CDN, Web Cache와 같은 망내저장소(In-Network Storage)에 엑세스하기 위한 프로토콜을 정의하기 위한 모임이다. DECADE는 2009년 7월에 메일링 리스트를 시작하였고 IETF 77차 회의이후 DECADE 워킹그룹으로 승인받았다.

가정 내 사용자의 상향 네트워크 링크는 종종 상대적으로 작다. 그런데, 파일 공유나 실시간 스트리밍 같은 많은 대역폭을 요구하는 어플리케이션은 콘텐츠를 업로드할 때 순식간에 상향 링크를 포화시켜 버린다. 이러한 문제를 해결하기 위해, DECADE에서는, 네트워크 내에 공유하는 콘텐츠를 저장하고, 사용자가 그것을 사용하는 기법을 제안한다. DECADE 그룹은 이러한 네트워크 저장소를 세부적으로 제어하기 위한 프로토콜을 표준화하려 하고 있다. 이 프로토콜은 P2P 어플리케이션에 탑재되어, 데이터를 원격에 저장하고, 가져오고, 관리할 수 있게 한다. 또한, 어떤 데이터를 어떤 피어들과 공유할 것인가에 대한 정책을 결정하거나, 대역폭이나 연결 개수 같은 자원을 제어할 수 있도록 한다.



(그림 7) DECADE 동작

5.2 DECADE 기술

인터넷 트래픽이 증가함에 따라 CDN과 같은 솔루션이 널리 적용되고 있다. CDN은 서버와 클라이언트 사이에 캐쉬를 두어 네트워크 트래픽을 줄이고 서버의 부하를 줄이는 역할을 수행한다. 이러한 네트워크 내에 존재하는 캐쉬 또는 저장소를 망내저장소라고 한다. 망내저장소는 웹과 같은 표준 프로토콜의 경우 효과적으로 잘 동작한다. 그러나, P2P 트래픽과 같이 독자 프로토콜을 사용하는 경우에는, 망내저장소가 이들 프로토콜을 이해하지 못하기 때문에 효과적인 동작을 하지 못한다. P2P 프로토콜의 종류는 매우 많기 때문에, 망내저장소가 모든 프로토콜을 지원할 수는 없

다. 따라서, 망내저장소에 접근하기 위한 표준 프로토콜을 정의하고, P2P 프로토콜은 이를 참고로 동작하도록 하는 것이 DECADE 워킹그룹의 취했하고, P2P어플리케이션 데이터의 흐름과 실제 데이터의 흐름을 별개로 하겠다는 것이고, 어플솔루어플리케이션 프로토콜이란 2PBitTor다. nt와 같은 P2P 프로토콜 및 트래픽을 제어하는 응용 계층 프로토콜을 말한다.

다음 (그림 7)은 DECADE의 참조 모델을 보인다. 네트워크 내에는 캐쉬, 즉 망내저장소들이 위치하고 있고 가정한다. 콘텐츠 소스와 피어들은 망내저장소에 데이터를 저장하거나 꺼내간다. 여기서, 망내저장소에 접근하기 위해 사용되는 프로토콜을 "캐쉬 프로토콜(Cache Protocol)"이라고 한다. 각 피어 및 콘텐츠 소스는 또한 BitTorrent 프로토콜와 같은 "응용 프로토콜(Application Protocol)을 이용하여 서로 통신한다. 예를 들어, 먼저 소스는, 자기의 데이터를 인접 망내저장소인 캐쉬 Sa에 저장한다. 클라이언트는 소스에게 응용 프로토콜을 통해 소스의 데이터를 요청한다. 소스는 캐쉬 Sa가 저장하고 있던 데이터를 클라이언트에 가까운 캐쉬 Sb로 전달하도록 한다. 클라이언트는 캐쉬 Sb로부터 데이터를 가져오게 된다. 이후 캐쉬 Sb에 가까운 클라이언트는 캐쉬 Sb에 있는 데이터를 그대로 사용한다. 캐쉬에 저장된 데이터는 응용 계층 프로토콜에 관계없이 함께 공유할 수 있다.

VI. 결 론

비록 최근 조사에서는 P2P 관련 트래픽이 다소 줄어들었음을 보이고 있지만, 여전히 P2P 관련 어플리케이션은 매우 유명하고, P2P 기술은 다양한 목적으로 사용되고 있다. BitTorrent 프로토콜과 같이 확산된 어플리케이션들은 여러 업체에서 독립적으로 구현되면서도 상호 운용이 가능하다는 사실을 보여준다. 이는 관련 기술이 충분히 성숙하였으며 표준화가 필요하다는 확실한 신호이다. IETF는 이러한 P2P 관련 프로토콜을 표준화 하는데 주도적인 역할을 하고 있다.

기존의 인터넷이 단말 노드 중심의 연결을 위한 네트워크였다면, 미래의 인터넷은 정보 기반 네트워크가 될 것이다. 즉, 정보를 중심으로, PC와 같은 기존 노드들뿐만 아니라 스마트폰, 센서, 지능형 단말, 로봇 등이 서로 통신을 하게 된다. 이러한 네트워크는 특정한 서버에 데이터가 집중되는 모습이 아니라, 각 노드가 정보를 생산하고 저장하며, 노드들 간에 정보를 서로 교환하며 융합하는 모습이 될 것이다. 이러한 미래 인터넷에서 P2P 기술은 정보 중심의 오버레이 네트워크를 구성하는 핵심적인 역할을 하게 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] Internet2, http://netflow.internet2.edu/weekly, 2003.

[2] Myung-Sup Kim, Young J. Won, and James Won-Ki Hong, "Application-Level Traffic Monitoring and an Analysis on IP Networks", ETRI Journal, vol.27, no.1, Feb. 2005, pp.22-42.

[3] IEEE, "Next Generation Service Overlay Network(NGSON) Working Group", http://grouper.ieee.org/groups/ngson/, 2008.

[4] ITU-T, "Study Group 17 (SG17)", http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com17/index.asp, 2009.

[5] IETF, "Peer-to-Peer Session Initiation Protocol(p2psip) Working Group", http://datatracker.ietf.org/wg/p2psip/charter/, 2007.

[6] IETF, "Low Extra Delay Background Transport (ledbat) Working Group", http://tools.ietf.org/wg/ledbat/, 2008.

[7] IETF, "Application-Layer Traffic Optimization (alto) Working Group", http://tools.ietf.org/wg/alto/, 2008.

[8] IETF, "Peer to Peer Streaming Protocol (ppsp) Working Group", http://tools.ietf.org/wg/ppsp/, 2010.

[9] IETF, "Decoupled Application Data Enroute (decade) Working Group", http://tools.ietf.org/wg/decade/, 2010.

[10] S. A. Baset and H. Schulzrinne, "An analysis of the skype peer-to-peer internet telephony protocol," in Proc. IEEE INFOCOM, Apr. 2006.

[11] C. Jennings, B. Lowekamp, Ed., E. Rescorla, S. Baset and H. Schulzrinne, "REsource LOcation And Discovery (RELOAD) Base Protocol", draft-ietf-p2psip-base-10, Aug 2010.

[12] D. Bryan, P. Matthews, E. Shim, D. Willis and S. Dawkins, "Concepts and Terminology for Peer to Peer SIP", draft-ietf-p2psip-concepts-02, July 2008.

[13] E.K.Lua, J.Crowcroft, M.Pias, R.Sharma, S. Lim, "A Survey and Comparison of Peer-to-Peer Overlay Network Schemes", IEEE Communications survey and tutorial, Mar. 2004.

[14] IETF, "Interactive Connectivity Establishment (ICE): A Protocol for Network Address Translator (NAT) Traversal for Offer/Answer Protocols", RFC5245, April 2010.

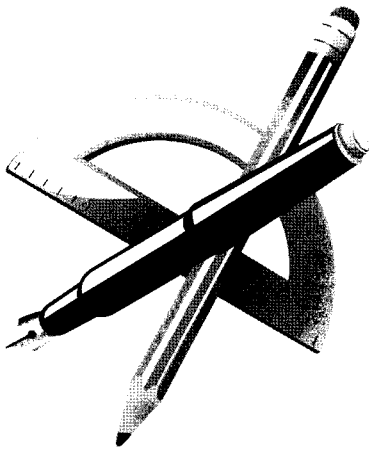
[15] IETF, "Peer to Peer Infrastructure Workshop", http://trac.tools.ietf.org/area/rai/trac/wiki/PeerToPeerInfrastructure, 2008.

[16] BitTorrent, "uTP Open Source Implementation", http://blog.bittorrent.com/2010/05/21/%C2%B5tp-open-source-implementation/, 2010.

약 력

고 석 갑

1993년 ~ 1997년 숭실대학교 정보통신공학과 학사
1997년 ~ 2002년 숭실대학교 정보통신공학과 석사
2002년 ~ 2009년 숭실대학교 정보통신공학과 박사
2002년 ~ 2004년 엠아이피텔레콤 주임연구원
2004년 ~ 2008년 다산네트웍스 책임연구원
2008년 ~ 현재 한국전자통신연구원
관심분야 : VoIP, P2P, IPTV, DTN, Network Coding, WMN, MANET

김 영 한

1980년 ~ 1984년 서울대학교 전자공학과 학사
1984년 ~ 1986년 한국과학기술원 전기전자공학 석사
1986년 ~ 1990년 한국과학기술원 전기전자공학 박사
1987년 ~ 1994년 디지콤정보통신연구소 데이터통신연구부장
1994년 ~ 현재 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수
관심분야 : M2M, Mobility, P2P Networks