Journal of Digital Contents Society Vol. 14 No. 1 Mar. 2013(pp. 25-33)
http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2013.14.1.25

무선랜 환경에서 모바일 P2P 스트리밍 서비스의 성능 분석

최헌희*, 김근형**

요 약

Peer-to-Peer(P2P)구조는 서버에서 많은 트래픽을 유발시키는 서버-클라이언트 구조와 달리 피어(Peer) 간 데이터 조각을 주고받아 서버의 네트워크 대역폭과 컴퓨팅 자원을 절감할 수 있다. P2P 구조는 참여 피어가 많을수록 안정적으로 데이터를 받을 수 있다는 장점을 갖는다. 현재 P2P 트래픽 양은 전 세계 인터넷 트래픽의 약 65%를 차지하고 있으며. 이를 스트리밍 기술에 접목한 다양한 P2P 스트리밍 서비스가 출시되었다. 그러나 기존의 P2P 스트리밍 기술은 유선 네트워크를 기반으로 설계되고 발전되어 왔기 때문에, 최근 널리 보급된 무선 네트워크에서 P2P 스트리밍 기술을 적용하기 위해 피어간 스트림 데이터 전송 알고리즘과 요구사항에 대한 고려가 필요하다. 특히, 피어의 이동성과 무선 패킷 충돌 및 손실로 인한 대역폭의 변동은 모바일 P2P 스트리밍 서비스가 기존의 P2P 스트리밍 서비스와는 다른 문제의 원인이 된다. 따라서 본 논문에서는 802.11n 무선랜 환경에서 P2P 스트리밍 서비스를 적용할 때 미치는 영향과 문제점을 실험을 통해 분석한다.

키워드 : P2P 스트리밍 서비스, 무선 랜, 802.11n

A Performance Analysis of Mobile P2P Streaming Service on Wireless LAN Environments

Hun-Hoi Choi*, Geun-Hyung Kim**

Abstract

P2P(Peer-to-Peer) architecture can reduce the network bandwidth and resource on the server since peers exchange data chunks with each other, while server-client architecture causes a lot of traffic on the server. Peers receive a data more reliably when the number of participating peer increases. Currently, P2P traffic has accounted for about 65% of the world's Internet traffic and diverse P2P streaming services have launched combining to video streaming technology. However, the requirements and data chunk delivery algorithms for mobile P2P streaming service should be investigated, since the existing P2P technologies have been developed and designed for the wired network. In particular, the bandwidth fluctuation caused by user mobility, wireless packet collisions, and packet losses brings about different problems on the mobile P2P streaming service compared to existing P2P streaming service. In this paper, we analyzed the problem of mobile P2P streaming services in the 802.11n wireless LAN environment through experiments.

Keywords : P2P Streaming Service, Wireless LAN, 802.11n

1. 서론

P2P기술은 서버에서 많은 트래픽을 유발시키는 서버-클라이언트 구조[1]와 달리 피어 간 데이터 조각을 주고받음으로써 서버의 네트워크 대역폭과 컴퓨팅 자원을 절감할 수 있는 기술이

※ 교신저자(Corresponding Author): Geun-Hyung Kim
접수일:2013년 02월 13일, 수정일:2013년 03월 13일
완료일:2013년 03월 21일
* 동의대학교 디지털미디어공학과
* 동의대학교 영상정보공학과
Tel: +82-51-890-2271 , Fax: +82-51-890-2265
email: geunkim@deu.ac.kr
▣ 본 연구는 2013년 정보(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초 연구사업(No.2010-0025069)의 지원으로 수행되었음.

다. 또한 네트워크 기술의 발전과 디지털 미디어의 증가로 인해 비디오 스트리밍 서비스에 대한 요구도 증가하고 있다. 그리고 비디오 스트리밍 서비스를 P2P 기술과 접목시켜 제공하는 P2P 스트리밍 서비스를 이용하는 사용자가 늘어나고 있다. 최근 포털 사이트에서 자사의 동영상 플랫폼을 통해 각종 스포츠 중계와 사용자가 직접 방송을 제작하는 개인 방송 서비스에 P2P 스트리밍 기술이 사용되고 있다[2][3][4].

비디오 스트리밍 구조는 서버-클라이언트 구조, CDN(Contents Delivery Network)을 활용한 구조, P2P 구조로 분류된다[5]. 서버-클라이언트 구조는 사용자가 증가함에 따라 서버에 많은 트래픽을 유발시켜 서비스를 원활히 제공하기 힘들다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복 하기위해 나온 CDN기술은 각 주요 네트워크 지점에 캐시 서버를 두어 클라이언트는 가까운 서버에 접속해 원활하게 서비스를 제공받을 수 있다. 하지만 초기 투자비용이 높다는 단점이 있다. P2P 구조는 피어끼리 조각난 스트림 조각을 주고받음으로써 서버에 발생하는 부하를 절감할 수 있다. 또한 피어가 많을수록 끊임없이 안정적으로 비디오 스트리밍 서비스를 제공받을 수 있다.

현재 P2P 비디오 스트리밍 서비스는 TvAnts[6], PPLive[7], PPStream[8]이 있다. 본 논문에서 고려하고 있는 골빗(Goalbit)[9]은 최초의 오픈소스 P2P 비디오 스트리밍 플랫폼으로 VLC 미디어 플레이어와 비트토렌트(Bittorrent)를 기반으로 개발되었다. 본 논문에서는 골빗 소스를 이용해 P2P 스트리밍 플랫폼 구조 및 동작을 분석하였으며, 이를 무선랜 환경에 적용하여 실험하였다. 실험 결과로부터 무선랜 환경에서 발생하는 P2P 스트리밍 서비스의 문제점을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 P2P 비디오 스트리밍 서비스와 관련된 연구를 살펴보고, 3장에서는 P2P 비디오 스트리밍 시스템 구조, 동작 및 프로토콜 분석 결과를 설명하고, 4장에서는 802.11n 환경에서 P2P 스트리밍 기술의 성능을 실험을 통해 측정한 결과와 실험 결과로부터 분석한 문제점에 대해 서술하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

현재 P2P 트래픽은 전 세계 인터넷 트래픽의 약 65%를 차지하고 있으며 앞으로도 많은 증가가 예상된다. 이를 위해 P2P를 이용하는 피어간 데이터 교환을 효율적으로 제공하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. P2P 스트리밍 서비스와 관련된 기존 연구는 피어간 재생 시점 동기화, 서로 다른 ISP(internet Service Provider)간 데이터 교환, 피어간 조각 전송 알고리즘, 모바일 환경에서 트리 또는 메쉬 기반의 P2P 시스템 구조와 관련된 연구가 이루어졌다. 특히 무선 네트워크 환경에서 사용하는 단말의 증가와 무선 네트워크 기술의 급속한 발전으로 인해 무선 네트워크에서의 효율적인 P2P 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 연구의 필요성이 증가하였다[10].

Xiang Meng은 무선 네트워크를 사용하는 피어를 위한 파일 분배 시간을 단축시키기 위해 한정된 무선 네트워크 대역폭의 효율적인 활용 방법을 제시하였다. 반이중 통신에서의 각 링크 대역폭의 최적 할당 알고리즘을 제안하였으며, 이를 수학적 모델링을 통해 성능을 분석하였다[11]. Enhua Tan은 동일한 AP(Access Point)를 사용해 통신하는 피어들을 위해 AP에 캐시를 두어 효율적으로 데이터 조각을 주고받을 수 있는 SCAP(Smart Caching in Wireless Access Point)를 제안하였다. SCAP에서는 AP 내에서 동일한 콘텐츠를 요청하는 피어로 중복 데이터 전송으로 발생하는 대역폭 낭비를 방지한다. 모바일 피어에서 요청한 피어로 직접 콘텐츠 데이터를 전송하는 대신 관련 정보만을 AP에게 전송하여 AP에 저장되어 있는 콘텐츠를 전달하도록 한다. PPLive와 TVants를 대상으로 각각 Rabin Fingerprinting 알고리즘[12]과 fixed hashing을 이용해 실험하였으며, AP와 피어간 전송 트래픽과 지연시간이 감소됨을 증명하였다[13]. Nuno Salta은 Mesh 네트워크 구조에서의 P2P 스트리밍 서비스를 위해 최적의 콘텐츠 전송 경로 선택 시나리오를 제안하였으며, 실험을 통해 중복 콘텐츠 전송을 감소시켰고, 링크 간 전송 트래픽양도 감소시켰다[14]. Jigang Wen은 무선 메쉬 네트워크 환경에서 각 링크마다 다른 비율 할당을 통해 가능한 많은 업/다운로드를

수행하는 알고리즘을 제안하였다. 실험은 랜덤 할당, 동일한 크기 할당, 잠재적 할당, 제안하는 최적 할당 방법을 실험하였으며, 제안한 방법이 기존 방법과 비교해 높은 성능을 보인다[15]. Amer Abdelhalim는 유선 네트워크기반의 인터넷 트래픽 소비 패턴이 무선 네트워크와 모바일로 확장됨에 따라 이종 네트워크 간 비디오 스트리밍 서비스의 중요성에 대해 언급하였다. 이를 위해 P2P 스트리밍 서비스에서 다양한 비트율로 비디오를 인코딩하는 SVC(scalable video coding)를 이용할 것을 제안하였다[16].

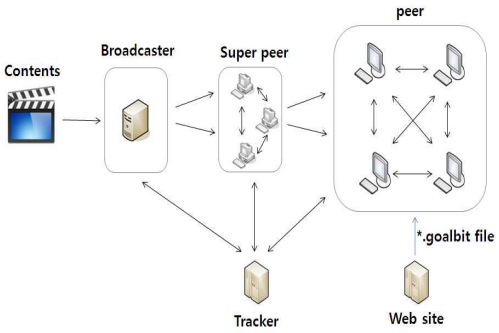
앞선 연구에서는 주로 무선 네트워크 환경에서 P2P 스트리밍 서비스 구조에 대한 설계와 알고리즘을 제안하였다. 하지만 본 논문에서는 기존 연구에서 언급하지 않았던 무선 네트워크 환경에서 사용자가 서비스를 보장받지 못하는 원인을 시스템 동작 분석과 실제 환경에서 실시한 실험 결과를 통해 분석한다.

3. P2P 스트리밍 시스템

3.1 P2P 스트리밍 시스템 구조

P2P 스트리밍 기술은 급격히 증가하고 있는 비디오 요청에 대한 서버의 부담을 줄여 효율적인 비디오 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다. 본 논문에서 고려한 P2P 스트리밍 시스템은 오픈 소스인 골빗 시스템을 기반으로 하였다. 골빗 시스템은 콘텐츠를 조각(Piece)이라고 불리는 작은 데이터 조각으로 나눠 피어에게 전송하고, 이를 전달 받은 피어는 조각을 조합해 비디오를 재생한다. 골빗 시스템의 구조와 구성요소에 대한 구조는 (그림 1)과 같다. 콘텐츠를 인코딩해 슈퍼 피어(Super Peer)에게 전송하는 브로드캐스터(Broadcaster), 브로드캐스터로부터 받은 조각을 서로 주고받으며 피어(Peer)에게 전달하는 슈퍼 피어, 슈퍼 피어와 피어로부터 조각을 요청하고 전달 받으며 다른 피어에게 조각을 공유하는 피어, 이 모든 구성원들을 관리하는 트래커(Tracker)로 구성되어 있다. 트래커는 브로드캐스터, 슈퍼피어, 피어와 주기적(약 30초)으로 통신하며 각 구성요소들에 대한 정보를 관리한다. 또한 새로운 피어가 접속하거나 도중에 접속이 끊어진 피어들에 대한 정보를 다른 피어들에게 알려준다.

(그림 1) P2P 스트리밍 시스템 구조



(Figure 1) P2P Streaming System Architecture

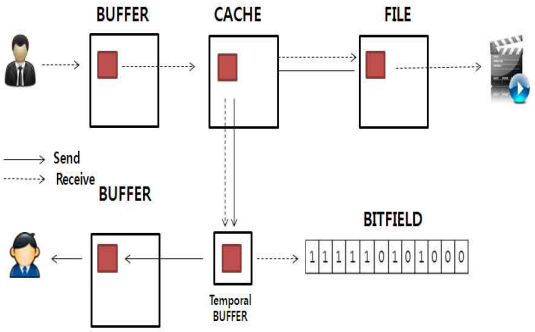
비디오를 재생하기 위해 피어는 웹 서버에서 XML(eXtensible Markup Language)형식으로 작성된 *.goalbit 파일을 다운로드 받아 실행한다. 이후 플레이어에 다운로드 받은 채널이 채널목록에 추가되고 피어는 *.goalbit 파일에서 읽은 트래커 주소에 접속해 해당 채널에 대한 세부정보를 획득한다. 트래커로 부터 전달받은 세부정보를 이용해 각 피어들에게 연결설정을 하고, 각 피어들에게 조각을 다운로드 받아 비디오 재생을 시작한다. 이 파일에는 비디오 재생에 필요한 각 조각크기, 트래커 주소, 비트율, 채널 이름 및 설명 등이 포함된다.

3.2 메시지 교환

피어는 피어간 주고받는 메시지와 조각을 관리하기 위해 버퍼, 캐시, 파일, BITFIELD를 사용한다. 피어의 조각 수신 및 전송에 따른 흐름은 (그림 2)와 같다. 피어에는 다른 피어로부터 받은 메시지와 조각을 임시로 저장하는 수신 버퍼와 다른 피어에게 전송할 메시지와 콘텐츠 조각을 임시로 저장하는 전송 버퍼가 있다. 또한 수신한 조각을 BITFIELD 맵에 자신이 가졌음을 등록하기 전에 조각의 유효성을 판단하거나 전송하는 조각을 전송 버퍼로 보내기 전에 사용하는 임시 버퍼가 있다. 임시 버퍼는 임시로 사용되는 공간이기 때문에 1개의 조각을 저장할 수 있는 크기로 설정한다. 캐시는 다른 피어로부터 전달받은 조각을 자신의 파일 시스템에 저장

하거나 다른 피어에게 전송하기 위해 저장하는 용도로 사용된다. 파일은 전달받은 조각을 재생하거나 저장하기 위해 사용한다. BITFIELD는 자신이 가진 조각정보를 비트맵으로 관리하기 위해 작성되며, 주로 조각을 요청하고 요청 받은 조각을 전달하기 전에 자신에게 있는지 판단하기 위해 사용된다.

(그림 2) 데이터 조각 송/수신



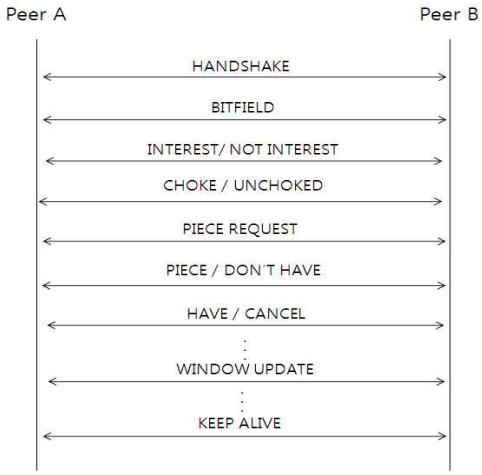
(Figure 2) Data chunk transmitter/receiver

4. 통신 방법

P2P 스트리밍 시스템에서 메시지 교환은 트래커-피어, 피어-피어간 메시지로 나뉜다. 트래커-피어간 메시지 교환은 트래커와 피어가 서로 정보를 공유하기 위해 사용되며, 트래커에서 전달하는 다른 피어들의 상태정보와 피어가 자신의 상태를 트래커에게 알리는 정보로 나뉜다. 피어-피어 통신은 피어간 조각을 교환하기 위해 주고받는 메시지이다. 이번 절에서는 트래커-피어, 피어-피어간 주고받는 메시지의 종류와 메시지 전달 과정을 살펴본다.

피어는 트래커 주소를 얻기 위해 웹 사이트에서 채널에 대한 메타 데이터 파일인 *.goalbit 파일을 전송받는다. 피어로부터 요청 메시지를 받은 트래커는 피어에게 채널 참여중인 피어들의 목록과 부가정보를 응답 메시지로 전송한다. 피어는 트래커로부터 받은 메시지를 해석해 변수에 등록한다. 트래커는 피어로부터 요청받은 파라미터에 대한 응답과 다른 피어들에 대한 정보를 전송한다. 트래커로부터 받은 메시지 중 피어 목록은 암호화 되어 전송되며 디코딩 과정을 거친 후 수신한 피어의 목록을 저장한다. 피어간 통신에서 피어는 (그림 3)과 같이 다양한 메시지를 교환한다.

(그림 3) 메시지 교환



(Figure 3) Message exchange

피어는 트래커로부터 전달받은 피어 목록을 이용해 각 피어에게 HANDSHAKE 메시지를 이용해 연결설정을 한다. 또한 주기적으로 트래커와 통신하며 새로운 피어가 추가되었음을 알게 되면 HANDSHAKE 메시지를 이용해 새로운 피어와 연결 설정을 한다. HANDSHAKE를 전달받은 피어는 응답메시지로 HANDSHAKE를 전송하여 피어간 연결 설정을 완료한다.

피어는 BITFIELD 메시지를 통해 자신이 가진 조각 정보를 상대방에게 알린다. 스트리밍 시스템에는 자신의 BITFIELD와 상대방의 BITFIELD를 확인하고 자신이 필요한 조각을 상대방에게 요청함으로써 피어간 조각을 교환한다. 현재 자신의 BITFIELD에서 가장 낮은 번호의 조각을 다음 요청 조각으로 선택한 뒤 피어들의 BITFIELD에서 자신이 필요한 조각을 가진 피어에게 조각을 요청한다. 이러한 동작을 하기 전 다른 피어에게 INTEREST 메시지를 전달함으로써 상대방에게 조각 전송 권한을 요청한다. 하지만 요청할 조각이 없거나 자신의 디스크 에러로 인해 더 이상 조각을 수신할 수 없는 경우 NOT INTEREST메시지를 전송한다.

상대 피어로부터 INTEREST 메시지를 받은 피어는 자신이 UNCHOKED한 피어의 숫자가

최대 UNCHOKED 수인 4를 넘는지 확인하고, 넘지 않을 경우 상대방에게 응답 메시지로 UNCHOKED 메시지를 전송함으로써 조각 전송을 허락한다. 하지만 최대 UNCHOKED수를 넘는 경우 자신에게 많은 업로드를 한 피어를 우선적으로 UNCHOKED를 전송한다. 그 외 피어들에게는 전송허락을 하지 않는 의미로 CHOKED 메시지를 전송한다. UNCHOKED / CHOKED 동작은 10초마다 반복하며 현재 UNCHOKED 피어 목록을 갱신한다.

상대 피어로부터 UNCHOKED 메시지를 받은 피어는 상대방에게 REQUEST 메시지를 보내 필요한 조각을 요청한다. REQUEST 조각을 받은 피어는 응답메시지로 조각을 전송한다. 하지만 디스크 에러로 인해 조각을 전송할 수 없는 경우 DONT HAVE 메시지를 응답 메시지로 전송한다.

조각을 수신한 피어는 자신의 BITFIELD 맵을 갱신하고, 자신보다 낮은 ABI(Active Buffer Index)값을 가진 피어에게 HAVE 메시지를 전송한다. ABI는 현재 피어가 다운로드한 가장 높은 조각 번호를 뜻한다. 피어가 HAVE 메시지를 전송하는 대상피어는 주기적으로 트래커와 통신하며 전달받는 다른 피어들의 ABI값 정보를 통해 알 수 있다. HAVE 메시지를 통해 피어는 다른 피어가 가진 조각에 대한 정보를 지속적으로 업데이트함으로써 조각 교환을 할 수 있다.

CANCEL메시지는 피어의 조각 중복전송 오버헤드를 줄이기 위한 메시지이다. 조각을 받은 뒤 피어는 자신이 요청한 조각의 목록인 요청큐에서 현재 받은 조각과 동일한 조각이 있는지 확인하여 동일한 조각이 있을 경우 해당 조각을 요청한 피어에게 CANCEL메시지를 전송하여 조각의 중복요청을 방지한다.

WINDOW UPDATE 메시지를 이용해 다른 피어에게 자신의 BITFIELD가 갱신되었음을 알려준다. 피어는 오래된 BITFIELD 정보는 삭제하고 새로운 BITFIELD 저장 공간을 갱신한다.

KEEP ALIVE 메시지는 다른 피어와 연결 상태에 대한 확인을 위해 피어 간에 주고받는 메시지이다. 피어간 조각교환이 없는 피어 간에 사용되며 2분 간격으로 메시지를 교환한다. 이때 3번의 KEEP ALIVE 메시지가 없다면 상대방 피어의 연결이 끊어진 것으로 판단하고 피어목록에서 상대 피어 정보를 삭제한다.

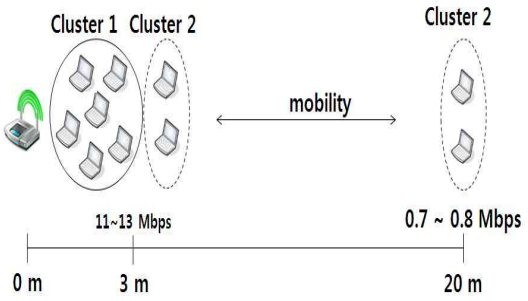
5. 무선 네트워크 환경에서의 P2P 스트리밍 실험

P2P는 피어간 직접 데이터를 주고받기 때문에 이웃 피어의 많은 네트워크 자원을 필요로 한다. 그러나 기존 P2P 기술은 유선 네트워크를 기반으로 설계되었기 때문에, 최근 널리 보급된 무선 네트워크를 사용하는 피어를 위한 조각 전송 알고리즘과 다양한 환경 변수에 대한 고려가 필요하다. 무선 네트워크를 사용하는 피어의 대역폭은 이동성과 무선 패킷 충돌 및 손실로 인해 낮고 가변적이다. 이로 인해 P2P 스트리밍 서비스를 받는 피어에는 다양한 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 분석하기위해 P2P 스트리밍에 참여중인 피어가 AP와 거리가 먼 곳으로 이동함에 따라 발생되는 문제점을 실험을 통해 분석한다.

5.1 테스트베드

무선 네트워크를 사용하는 피어의 가장 큰 특징은 피어의 이동과 채널 공유이다. 피어가 AP의 통신 범위 내에서 자유롭게 이동함에 따라 거리가 멀어지거나 동일한 AP에 접속한 피어의 수가 많아질 경우 피어의 가용 대역폭은 낮아진다. 피어의 가용 대역폭이 가변적인 무선 네트워크 환경에서의 P2P 스트리밍 서비스에 참여하는 피어의 업로드 능력은 서비스에 참여하는 전체 피어의 QoS(Quality of Service)에 많은 영향을 미칠 수 있다.

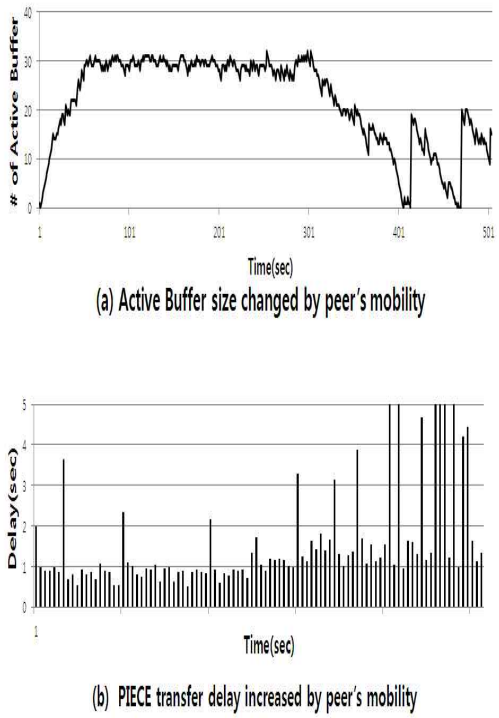
(그림 4) 테스트 환경



(Figure 4) Test environment

기존 무선 네트워크 환경에서 P2P 스트리밍 서비스에서 발생되는 문제점을 분석하기 우한 실험을 수행하였다. 실험 환경 및 토폴로지는 (그림 4)와 같다. 위치를 고정한 피어그룹과 이동하는 피어 그룹으로 나눠 이동하는 피어의 이동에 따른 피어의 동작과 피어간 재생 시점 동기화 문제를 실험 결과를 통해 분석하였다.

(그림 5) 액티브 버퍼 크기와 피스 전송 지연



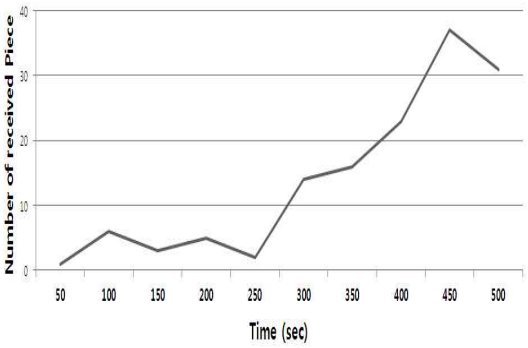
(Figure 5) Active buffer size and Piece transfer delay

(그림 5)는 피어의 이동에 따른 성능 저하 모습을 나타낸다. (그림 5)의 (a)에서 재생 시작 300초 이후 피어가 AP와 거리가 멀어짐에 따라 Active Buffer 크기가 줄어들었고, 400초 이후에는 2번의 버퍼링이 발생하였다.

피어가 이동함에 따라 불필요한 조각 전송문제가 발생한다. 불필요한 조각은 피어가 이미 다른 피어들로부터 다운로드 받아 자신이 갖고 있는 조각을 다른 피어들로부터 중복 수신하는 것을 뜻한다. 이는 한정된 무선 네트워크 자원을 비효율적으로 사용하게 되는 직접적인 원인이 된다. 특히 조각은 다른 메시지에 비해 큰 데이터 크기를 갖게 되므로, 피어간 불필요한 조각 전송은 피어간 전송 효율을 더욱 악화 시킬 수 있다. (그림 6)은 피어가 이동함에 따라 다른 피어들로부터 받는 불필요한 조각 개수의 변화를 나타낸다. 피어가 고정된 상태에서는 50초당 약 5개미만의 불필요한 조각을 전송받지만 300초 이후 피어가 이동하게 되면 50초당 최대 37개의 불필요한 조각을 수신하게 되었다.

P2P 스트리밍 서비스에 있어 피어간 인터렉티브 서비스를 위해서는 피어간 동기화를 고려해야한다. 특히 피어간 재생 시점 동기화는 같은 재생 시점을 보며 사용자끼리 의견을 교환하는 커뮤니케이션 서비스를 위해 중요한 문제로 대두되고 있다.

(그림 6) 피어 이동에 따른 불필요한 조각 수

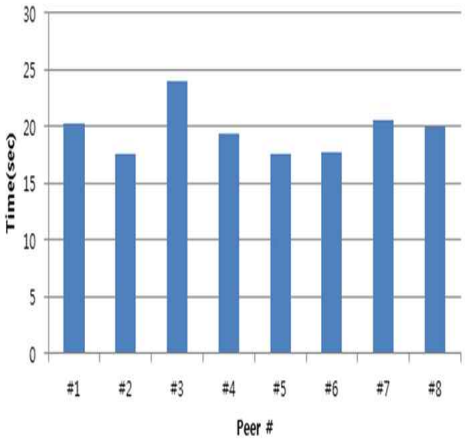


(Figure 6) the number of unnecessary chunks caused by peer's movement

AP와 피어의 거리에 따라 피어간 재생 시작 시점을 측정한 결과 무선 네트워크 환경에서 기존의 P2P 스트리밍 서비스를 이용하는 경우 거리에 따라 사용자의 재생 시작 시점 동기화가 맞지 않았다.

P2P 스트리밍 시스템에서 초기 재생 시작 시점 선택은 트래커로부터 전달받은 피어들의 최대 ABI값을 이용한다. 재생중인 다른 피어들의 최대 ABI값을 자신의 재생 지점으로 선택하고 이후 연속된 16개의 조각을 받으면, 이전에 선택한 재생 시작 시점부터 재생을 시작한다. 피어간 재생 동기화 시점이 맞지 않는 이유는 여기서 발생한다.

(그림 7) 초기 버퍼링 시간

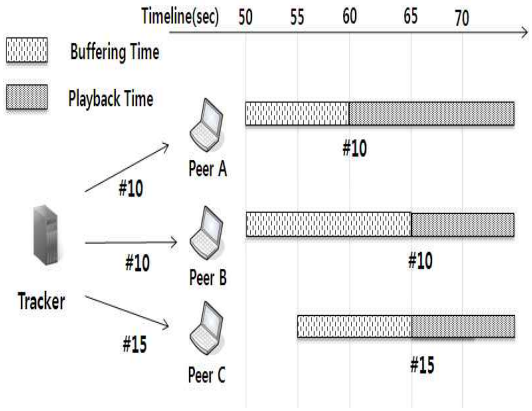


(Figure 7) initial buffering time of peers

P2P 스트리밍 시스템에서 피어간 스트림 조각은 신뢰성 높은 패킷전송을 위해 TCP (Transmission Control Protocol)를 사용한다. 따라서 네트워크 대역폭이 가변적인 무선 네트워크 환경에서는 패킷 손실 및 재전송으로 인해 피어는 다른 피어들로부터 안정적인 조각 다운로드를 보장받지 못하였다. 피어가 이동함에 따라 AP와 거리가 멀어져 무선 네트워크 대역폭이 낮아지게 되었고, 피어는 조각을 전달 받는데 오랜 시간이 걸려 Active Buffer값이 낮아져 버퍼링이 발생하였다. Active Buffer는 피어의 현재 재생되는 조각과 미리 다운로드 받은 조각의 크기 차이를 뜻한다. 따라서 Active Buffer값이 0이 되면 더 이상 재생 할 조각이 없어 피어는 버퍼링이 발생한다. 조각을 수신하는데 걸리는 지연시간이 커졌음을 알 수 있다. 이로 인해 피어가 재생시점에 재생해야할 조각을 다운로드 받지 못해 재생을 못하고 버퍼링이 발생하는 직접적인 원인이 되었다.

피어간 재생 동기화 문제는 (그림 8)과 같이 재생 시작을 위한 초기 버퍼링 시간차이로 인해 피어간 재생 시점의 차이 문제를 나타낸다. 피어 A와 피어 B는 트래커로 부터 같은 재생 시작 시점으로 10번 조각을 전달받았으나 피어 A는 버퍼링하는데 10초가 걸렸고 피어B는 15초가 걸려 두 피어는 5초의 재생시점 차이가 발생하게 된다. 하지만 이와 반대로 동일한 시작 조각 번호를 전달받고 각 피어의 버퍼링 시간이 동일할 경우 피어간 동기화 문제가 발생하지 않는다.

(그림 8) 재생 시점 동기화



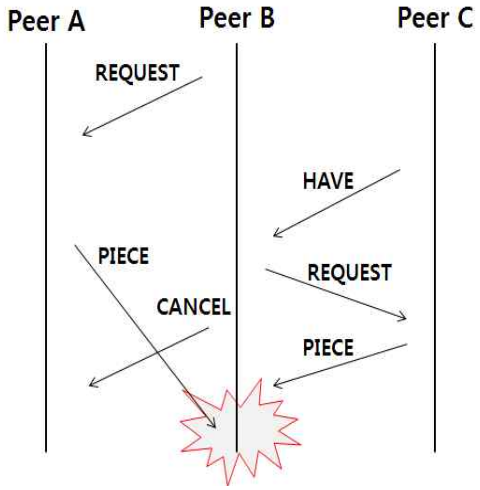
(Figure 8) Playback synchronization

이러한 문제를 해결하기 위해서는 트래커와 각 피어들이 서로 현재 재생 시점정보를 교환하며 피어간 재생 시점을 조절하는 방법과, 초기에 트래커가 피어에게 알려주는 재생시점을 피어가 동적으로 재생시점을 재 선택 하는 방법이 있다. 하지만 재생 동기화를 위해 지속적으로 피어 간에 동기화 정보를 교환하는 것은 특히 무선 네트워크 환경에서 많은 오버헤드가 발생할 수 있기 때문에 후자의 방법이 더 효율적이다.

예를 들어 피어 A와 피어 B가 동일한 재생시점을 선택했음에도 버퍼링 시간에 따라 피어 B가 15번 조각부터 재생을 시작한다면 피어간 재생시점 동기화를 해결할 수 있다.

피어간 불필요한 조각 전송은 조각 전송의 지연현상으로 인해 발생한다. (그림 9)과 같이 피어 B가 피어 A에게 조각 요청을 한 뒤 조각 전송을 대기하던 도중 피어 C에게 동일한 조각에 대해 HAVE 메시지를 받으면 피어 B는 피어 C에게 조각 전송을 하고 피어 A에게는 조각 전송 취소를 요청하는 CANCEL 메시지를 전송하게 된다. 이때 피어 A가 이미 조각을 전송하는 도중이라면 피어 B는 동일한 조각에 대해 중복 수신하게 된다.

(그림 9) 중복 조각 전송



(Figure 9) Duplicate piece transmission

6. 결론

P2P기술을 이용한 비디오 스트리밍 서비스는 기존 서버-클라이언트 구조에서 벗어나 서버 측의 대역폭을 절감하고 사용자가 많을수록 안정적인 서비스가 가능하다. 하지만 기존의 P2P 스트리밍 서비스 구조는 유선 네트워크를 기반으로 설계되었기 때문에 이를 무선 네트워크 환경에 직접 적용하였을 때 많은 문제점이 발생한다. 피어가 이동함에 따라 가용 대역폭이 낮아져 다른 피어에게 충분한 업로드를 하지 못해 전체 시스템에 영향을 주는 문제와 충분한 다운로드 대역폭을 보장받지 못해 초기 버퍼링에서 피어간 대역폭 차이로 인해 피어간 재생 시점 동기화가 맞지 않는 문제점이 발생하고 있다. 본 논문에서는 P2P 스트리밍 오픈소스의 구조 및 동작을 분석하고, 이를 무선 네트워크 환경에서 동작할 때 발생되는 문제점을 실험을 통해 분석하였다. 향후 P2P 스트리밍 서비스에서 무선 네트워크를 사용하는 피어에 대한 다양한 환경적 요인에 대한 고려를 통해 무선 네트워크를 사용하는 피어를 위한 효율적인 조각 전송 알고리즘과 재생 동기화 문제를 해결 하기위한 P2P 구조에 연구가 필요 할 것으로 예상된다.

References

[1] Ji-Won Jang, Geun-Hyung, “A Development of Mobile IPTV Service Platform for User and Service Session Mobility Guarantee,” Journal of Digital Contents Society Vol. 10 No. 1, pp. 87-96, Mar. 2009.

[2] Daum Pot Player Home Page, “http://tvpot.daum.net/application/PotPlayer.do”

[3] Naver Sports Home Page, “http://sports.news.naver.com/sports/new/main/index.nhn”

[4] Afreeca TV, "http://www.afreeca.com"

[5] Daeil Seo, Suhyun Kim, Gyuwon Song, "SyncStream: Peer-to-Peer based Synchronized Media Streaming System," HCI 2010.

[6] TvAnts, "http://tvants.en.softonic.com/"

[7] PPLive, "http://www.pplive.com"

[8] PPStream, "http://www.ppstream.com"

[9] Goalbit architecture, “GoalBit: The First Free and Open Source Peer-to-Peer Streaming Network”, LANC, 2008. 9

[10] Rossana Motta, Joseph Pasquale, "Wireless P2P: Problem or Opportunity?", The Second International Conference on Advances in P2P Systems(AP2PS), pp.32- 37, 2010.

[11] Xiang Meng, Pui-Sze Tsang, King-Shan Lui, "Novel Bandwidth Strategy for Wireless P2P File Sharing", IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), pp. 2161-2166. Mar. 2011.

[12] M. O. Rabin. Fingerprinting by random polynomials. Technical Report TR-15-81, Department of Computer Science, Harvard University, 1981.

[13] Enhua Tan, Lei Guo, Songqing Chen, Xiaodong Zhang, “SCAP: Smart Caching in Wireless Access Points to Improve P2P Streaming“, 27th International Co

nference on Distributed Computing Systems(ICDCS), pp 61, July, 2007.

[14] Nuno Salta, Ricardo Morla, Manuel Ricardo, "Improving P2P Video Streaming in Wireless Mesh networks", The 9th IFIP Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (Med-Hoc-Net), pp 1-8, July, 2010.

[15] Jigang Wen, Jiannong Cao, Kun Xie, Renfa Li, "User Density Sensitive P2P Streaming in Wireless Mesh Networks", IEEE Global Telecommunications Conference(GLOBECOM), pp 1-6, Dec., 2009.

[16] Amer Abdelhalim, Toufik Ahmed, Hidouci Walid-Khaled, Satoshi Matsuoka, "Using Bittorrent and SVC for Efficient Video Sharing and Streaming", Computers and Communications IEEE Sympisium(ISCC), pp. 537-543, July, 2012.

최 헌 희

2004년～2011년: 동의대학교 영상정보공학과 학사
2011년～2013년: 동의대학교 디지털미디어공학과 석사

2013년～현 재: 모바일리더 주임연구원
관심분야 : 멀티미디어 스트리밍, 무선 네트워크

김 근 형

1986년 : 서강대학교 전자공학과 학사
1988년 : 서강대학교 전자공학과 석사
2005년 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사

1988-1990 LS산전 연구소 연구원
1990-1993 삼성종합기술원 선임연구원
1996-1997 NIST Guest Researcher
1993-2007 KT BcN 본부 수석연구원
2007-현재 동의대학교 영상정보공학과 조교수
관심분야: 웹 기반 융합 서비스 이동, P4P 스트리밍, Content Centric Network