

# 3G 와 WIFI 망을 이용한 P2P 동영상 스트리밍 시스템

이광조, 김선겸, 양성봉  
연세대학교 컴퓨터과학과  
e-mail : {kjlee5435, skyum, yang}@cs.yonsei.ac.kr

## P2P Video Streaming System using 3G and WIFI Networks

KwangJo Lee, SunKyum Kim, Sung-Bong Yang  
Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

최근 무선통신기술의 발전으로 3G, WIFI, 그리고 블루투스 와 같은 다양한 통신 인터페이스를 지닌 스마트폰이 등장하고 있다. 이러한 다양한 인터페이스를 동시에 활용하게 되면 보다 더 빠른 속도로 데이터를 송수신할 수 있다. 이러한 시스템의 대표적인 특징은 서버로 집중되는 트래픽을 분산시킬 수 있다는 것이다. 이러한 특징 때문에 최근 모바일 P2P 와 스트리밍 서버를 통한 동영상 스트리밍에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 다양한 네트워크 인터페이스를 활용한 P2P 스트리밍 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 모바일 피어들로 P2P 네트워크를 구성하고 3G 망을 이용하여 서버에 접속을 한다. 본 논문에서는 간단한 시나리오를 통하여 제안한 시스템의 성능을 분석하였다. 실험 결과, 시스템의 버퍼링은 44.0% 감소하였고, 에너지는 30.2% 적게 소모하였으며, 그리고 서버의 트래픽 사용량도 50.0% 감소시켰다.

### 1. 서론

최근 스마트폰과 같은 고성능 모바일 기기들의 보급으로 이용자들이 모바일 기기에서 동영상을 많이 재생하고 있다. 동영상은 네트워크의 속도에 따라 인코딩을 다르게 하는데, DMB 급은 1Mbps 의 전송 속도로 재생이 가능하고, HD 급은 5Mbps 이상의 속도가 요구된다. 일반적으로 3G 네트워크의 전송 속도는 7.2Mbps, 802.11g 네트워크의 속도는 54Mbps 로 알려져 있으나, 모바일 환경에서는 알려진 속도에 크게 못 미친다. 이러한 환경에서 서버만을 단독으로 이용하여 스트리밍을 제공할 경우, 동영상 재생에 잦은 끊김이 발생하고 서버에는 사용자들의 요청이 집중되어 서버가 서비스를 제공하지 못하는 경우도 발생할 수 있다.

본 논문에서는 3G 와 WIFI 망을 동시에 이용하는 P2P 스트리밍 시스템을 제안한다. 제안하는 방식은 3G 망을 통하여 서버를 활용함과 동시에 WIFI 로 구성된 피어들의 P2P 네트워크도 활용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 시스템의 구성에 대해서 살펴보고, 3 장에서 성능을 평가하기 위한 실험 환경에 대해서 알아보고, 4 장에서 실제 실험을 통한 성능을 분석하고, 마지막으로 5 장에서 결론을 맺는다.

### 2. 시스템 구성

#### 2.1. FFmpeg 라이브러리

FFmpeg 라이브러리는 동영상을 처리하는데 가장 많이 쓰이는 라이브러리이다. FFmpeg 는 MPlayer, KMPlayer, VLC, 그리고 WINE 과 같은 플레이어 제작에 이용되었다[1]. FFmpeg 라이브러리에는 ffmpeg,

ffserver, libavcodec, 그리고 libavformat 과 같은 패키지가 존재하고, 각각의 역할은 다음 [표 1]과 같다.

ffmpeg	비디오 포맷 변환
ffserver	비디오 스트리밍
libavcodec	audio/video 디코딩
libavformat	audio/video 포맷 분석

[표 1] FFmpeg 라이브러리 구성

본 논문을 위해서 libavcodec 과 libavformat 을 이용하여 기본적인 동영상 플레이어 제작하였다. 버퍼링을 위해서는 현재까지 읽은 파일 크기를 아는 것이 매우 중요한데, av\_read\_frame() 함수로 얻어지는 패킷 크기를 누적 계산하면 그 크기를 알 수 있다.

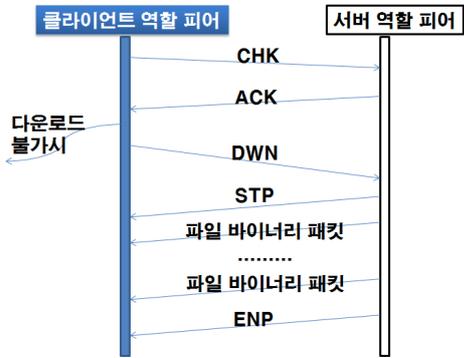
#### 2.2. P2P 시스템을 위한 패킷 디자인

본 논문에서는 P2P 스트리밍 시스템을 제작하기 위해서 윈도우 소켓 라이브러리를 이용하여 P2P 시스템을 구축하였다. 기본적인 패킷의 구조는 “/명령어/데이터 1#...#데이터 N\$” 와 같다. P2P 시스템은 소켓으로 들어오는 메시지를 파싱하여 명령어에 대한 동작을 수행한다. [표 2] 는 시스템에 쓰이는 명령어들이다.

/CHK/파일이름#조각번호\$	파일 상태 체크
/ACK/파일이름#존재유무#조각번호#파일크기\$	파일 상대 응답
/STP/파일이름\$	파일 수신 시작 요청
/ENP/파일이름#조각번호#보낸크기\$	파일 수신 종료 요청
/DWN/파일이름#조각번호\$	파일 송신 요청

[표 2] 시스템에 쓰이는 명령어 모음

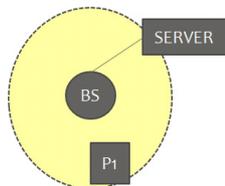
[그림 1]은 파일 다운로드 요청을 수행할 때 각 피어가 서버 역할 또는 클라이언트 역할에 따라서 주고받는 명령어들을 표현한 것이다. 그리고 각 파일은 N개의 조각으로 분리되며 각 피어는 전송 요청 시 조각 번호를 서버에 전달하여야 한다.



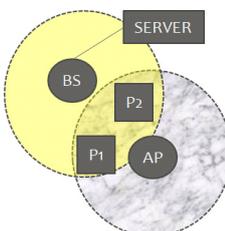
[그림 1] P2P 시스템 메시지 흐름도

### 3. 성능 평가 방법

본 논문에서는 간단한 2 가지 시나리오를 통하여 기존의 스트리밍 방식과 P2P 스트리밍 방식을 비교한다. 첫 번째 시나리오인 기존의 스트리밍 방식은 [그림 2]와 같이 기지국을 통한 3G 망만을 이용하여 피어 P1 이 서버에게 스트리밍을 받고, 두 번째 시나리오인 P2P 방식은 [그림 3] 과 같이 3G 망과 더불어 모바일 기기로 구성된 P2P 네트워크를 이용하여 스트리밍을 받는다.



[그림 2] 3G 망을 이용한 시스템



[그림 3] 3G 망과 WIFI 를 이용한 시스템

본 논문에서는 피어 P2와 서버는 완전한 파일을 가지고 있으며, 피어 P1 이 스트리밍을 요청한다고 가정한다. 실험에 사용된 실험 변수를 설명한다. 실험에 사용된 파일 조각의 개수는 50 개이고, 동영상 파일은 DMB, SVCD, 그리고 HDTV 를 기준으로 3 가지 종류로 인코딩 하였다[2][3][4]. 쓰레드를 이용하여 동시 전송이 가능하게 하였다. 이 때 클라이언트에서 동시에 받을 수 있는 숫자는 4 개로 설정 하였다. 그리고 클라이언트는 동시에 한 서버에 2 개밖에 접속을 수

행하지 못한다. 실험 환경은 [표 3]에 정리되어 있다.

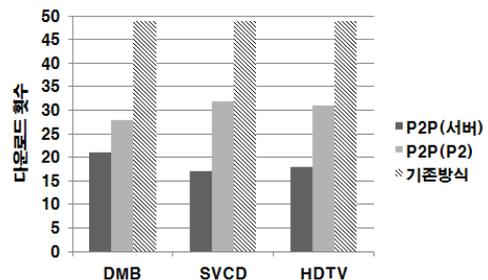
파일 조각 개수	50	
동영상 파일 종류	DMB	0.7Mbit/sec
	SVCD	3Mbit/sec
	HDTV	6Mbit/sec
동시 전송	4	
동일 서버로 접속	2	

[표 3] 실험 환경 변수

제안한 P2P 스트리밍 시스템의 성능 평가를 위해서 다운로드 횟수, 누적 다운로드 시간, 다운로드 시간, 그리고 버퍼링 시간을 측정하였다. 다운로드 횟수는 피어 P1 이 피어 P2 또는 서버로부터 조각을 받은 개수이다. 다운로드 시간은 50 개의 조각을 모두 받는데 걸린 시간이고, 누적 다운로드 시간은 50 개의 조각을 각각 받을 때 걸린 시간의 합이다. 다운로드 시간과 누적 다운로드 시간이 다른 이유는 쓰레드를 이용하여 4 개까지 동시에 다운받을 수 있게 하였기 때문이다. 마지막으로 버퍼링 시간은 동영상 플레이어가 실제로 버퍼링을 수행한 시간이다. 본 논문에서는 108 초 길이의 동영상을 가지고 실험을 진행하였다.

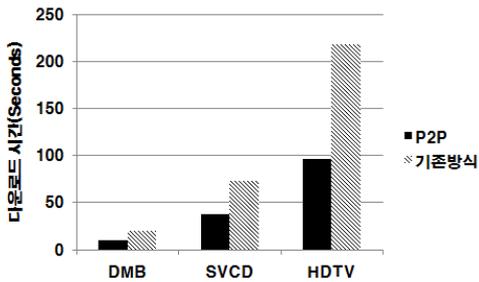
### 4. 실험 결과

[그림 4]는 다운로드 횟수를 비교한 것이다. P2P(서버)와 P2P(P2)는 본 논문에서 제안한 P2P 시스템에서 서버로부터만 받은 조각 수와 피어 P2 로부터 받은 조각 수를 각각 표기한다. 실험 결과, 서버로부터만 조각을 받는 기존의 방식에 비해, P2P 방식의 경우 서버에서 조각을 다운받은 횟수가 평균 61.90% 감소하였다. P2P 방식에서 조각 요청의 실패는 고려하지 않고 있기 때문에 피어, 피어 P2로의 조각 요청 횟수와 서버로의 조각 요청 횟수를 합하면 기존 방식과 동일한 요청 횟수가 나온다.

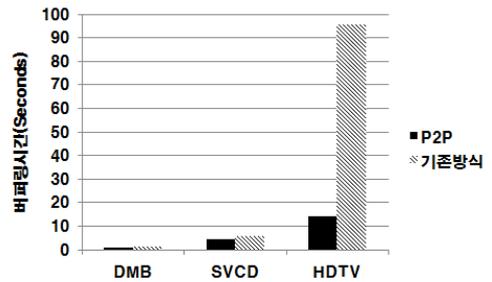


[그림 4] 다운로드 횟수

[그림 5]는 50 개의 조각이 다운로드 되는 시간을 나타낸 것이다. P2P 스트리밍 시스템이 기존 방식보다 평균 약 50.0% 정도의 시간을 소비하였고 기존 방식보다 비트 레이트가 클수록 더 좋은 성능을 보였다.

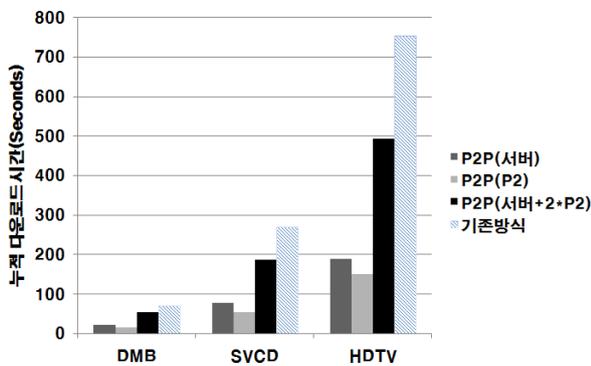


[그림 5] 다운로드 시간



[그림 7] 버퍼링 시간

[그림 6]은 누적 다운로드 시간을 나타낸 것이다. 그림에서 P2P의 다운로드 시간은 3G 망을 통해 서버로부터 받은 시간과 WIFI를 통해 피어 P2로부터 받은 시간을 각각 P2P(서버)와 P2P(P2)로 표기하였다. 누적 다운로드 시간은 각 조각의 다운로드에 걸린 실제 시간이 반영된 것으로 에너지 소모량과 관련이 있다. 따라서 에너지 소모량 측정을 위해, WIFI에서의 에너지 소모율은 3G의 2배 정도 소비한다고 가정한다[5]. 이를 바탕으로 에너지 소모량을 고려한 것이 P2P(서버+2\*P2)이다. [그림 6]에서 보듯이 기존 방식보다 제안한 방식이 인터페이스의 에너지 소모율을 고려하더라도 30.2% 에너지 소모가 낮은 것을 알 수 있다. P2P 방식에서 피어 P2의 에너지 소모가 추가로 일어 남에도 불구하고, 기존의 P2P 방식보다 짧은 시간에 데이터 송수신을 마치게 되어 더 적은 에너지를 소모하였다.



[그림 6] 누적 다운로드 시간

[그림 7]은 실제로 재생시에 버퍼링 시간을 측정하는 것이다. 플레이어는 파일의 다운로드 크기와 [현재까지 플레이한 위치 + (video bitrate + audio bitrate)/8]를 비교하여 버퍼링 여부를 결정한다. 실험 결과, P2P 스트리밍 시스템이 기존 방식보다 평균 44.0% 버퍼링이 적은 것으로 나타났고, 비트레이트가 커질수록 그 차이도 커졌다.

### 5. 결론

본 논문은 제안한 P2P 스트리밍 시스템을 실제로 개발하여 다양한 동영상과 가지고 테스트를 수행하였다. 테스트 결과 제안한 P2P 스트리밍 시스템이 기존의 스트리밍 시스템보다 우수한 성능을 나타낼 수 있었다.

향후 P2P 시스템의 모바일 피어의 개수를 증가시키고 패킷 스케줄링을 고려하여 본 시스템을 개선하고자 한다.

### 사사

이 연구는 한국과학재단(KOSEF) 일반연구자지원사업(2010-0015846) 지원으로 수행되었음.

### 참고자료

[1] FFmpeg Homepage, <http://www.ffmpeg.org/>  
 [2] HD-TV, [http://en.wikipedia.org/wiki/HD\\_DVD](http://en.wikipedia.org/wiki/HD_DVD)  
 [3] SVCD, <http://en.wikipedia.org/wiki/SVCD>  
 [4] DMB, <http://ko.wikipedia.org/wiki/DMB>  
 [5] Boon-Chong Seek, "Mobile Peer-to-Peer Computing for Next Generation Distributed Environments", *Information science reference*, pp.190-217, 2009.