

병렬 TCP 통신을 이용한 스마트폰 실시간 스트리밍 서비스

김장영*

Smartphone Real Time Streaming Service using Parallel TCP Transmission

Jang-Young Kim*

Department of Computer Science, The University of Suwon, Hwaseong 18323, Korea

요 약

본 논문에서는 전 세계 스마트폰 기기 시장을 양분하고 있는 안드로이드 스마트폰을 이용하여 원격지에 있는 영상을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템을 설계하고 제안하였다. 이 무선 영상 전송 시스템은 개인이 실시간 현지 상황을 서버에 접속한 단말들에 전달하거나 이동 가능한 드론, 로봇 차량 등의 장치에 설치하여 현장 확인, 영상을 통한 보안 감시로 이용할 수 있을 것이다. 보안 감시 및 재난안전 예방을 위해 데이터를 긴급히 보내야하는 경우도 있다. 이러한 이용 분야들에 적용하면 응급상태나 재난예방, 보안감시에 있어 중요한 역할을 한다. 따라서 효율적인 실시간 스트리밍 전송을 위해서 본 논문에서는 병렬 TCP 통신(parallel stream)을 이용하여 구현하였다. 결론적으로, 병렬 TCP 통신을 이용한 시스템의 효과를 다양한 환경에서 평가하고 성능 분석도 하였다.

ABSTRACT

This paper proposed an efficient multiple TCP mechanism using Android smartphones for remote control video Wi-Fi stream transmission via network communications in real time. The wireless video stream transmission mechanism can be applied in various area such as real time server stream transmissions, movable drones, disaster robotics and real time security monitoring systems. Moreover, we urgently need to transmit data in timely fashion such as medical emergency, security surveillance and disaster prevention. Our parallel TCP transmission system can play an important role in several area such as real time server stream transmissions, movable drones, disaster robotics and real time security monitoring systems as mentioned in the previous sentence. Therefore, we designed and implemented a parallel TCP transmission (parallel stream) for an efficient real time video streaming services. In conclusion, we evaluated proposed mechanism using parallel TCP transmission under various environments with performance analysis.

키워드 : 스마트폰, 병렬 TCP 통신, 스트리밍 서비스

Key word : Smartphone, Parallel TCP Transmission, Streaming Service

Received 14 March 2016, Revised 18 March 2016, Accepted 12 April 2016

* Corresponding Author Jang-Young Kim (E-mail: jykim77@suwon.ac.kr, Tel: +82-31-229-8345)

Department of Computer Science, The University of Suwon, Hwaseong 18323, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.5.937>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

안드로이드는 리눅스 커널에 기반한 모바일 운영체제로 자바로 모바일 디바이스 앱을 만들기 위해 구글이 제공하는 어플리케이션 프레임워크이다. 2013년 7월 기준으로 구글 플레이에서 백만 개의 어플리케이션이 발매되었고 50억 어플리케이션이 다운로드 되었으며 모바일 개발자들의 71%가 안드로이드 위에서 개발하고 있는 것으로 집계되었다. 안드로이드 소스코드는 오픈소스 라이선스로 공개되어있다.

실시간 영상 전송 프로토콜에는 스트리밍 미디어 서버를 제어하는, 엔터테인먼트와 통신 시스템 분야에서 사용되기 위해 고안된 RTSP (Real Time Streaming Protocol)이 있으며 이 프로토콜은 양단 사이의 미디어 세션 제어와 생성을 위해 사용된다. 하지만 이 논문에서는 이 프로토콜을 사용하지 않고 패킷 양식과 프로토콜을 구현하고 사용했다 [1-3].

스마트폰 카메라를 이용한 실시간 영상 전송 활용 사례는 스마트폰에서 기본으로 제공되고 있는 영상 통화 및 기업에서 제공하는 개인 방송 서비스가 있으며 연구 사례로는 대부분 다른 영상장치의 영상 데이터를 스마트폰에서 받아보는 쪽으로 활성화 되어 있는 실정이다. 병렬 스트림은 멀티 소켓 연결을 이용하여 구현하며 이를 이용하면 처리량이 증가한다. 이를 이용한 대역폭의 향상으로 화질의 향상 및 프레임 수의 증가로 인해 늘어나는 영상의 용량을 지원할 수 있을 것이다 [4, 5].

II. 시스템 구조 및 구현

2.1. 시스템 구조

이 논문에서는 실시간 영상을 병렬 스트리밍으로 전달하기 위해 그림 1과 같이 구조화 했다.

2.2. 시스템 구현 및 설명

영상 데이터를 캡처하기 위해서 안드로이드에서 제공하는 API를 사용했다. 안드로이드 API21에부터 기존에 있던 Camera API는 중요도가 떨어져 더 이상 사용되지 않고 앞으로는 사라지게 될 예정으로 사용이 권장되지 않지만 개발환경상의 문제로 사용되었다. 영상 데이터의 포맷은 NV21이라 불리는 YUV420sp이며 바이

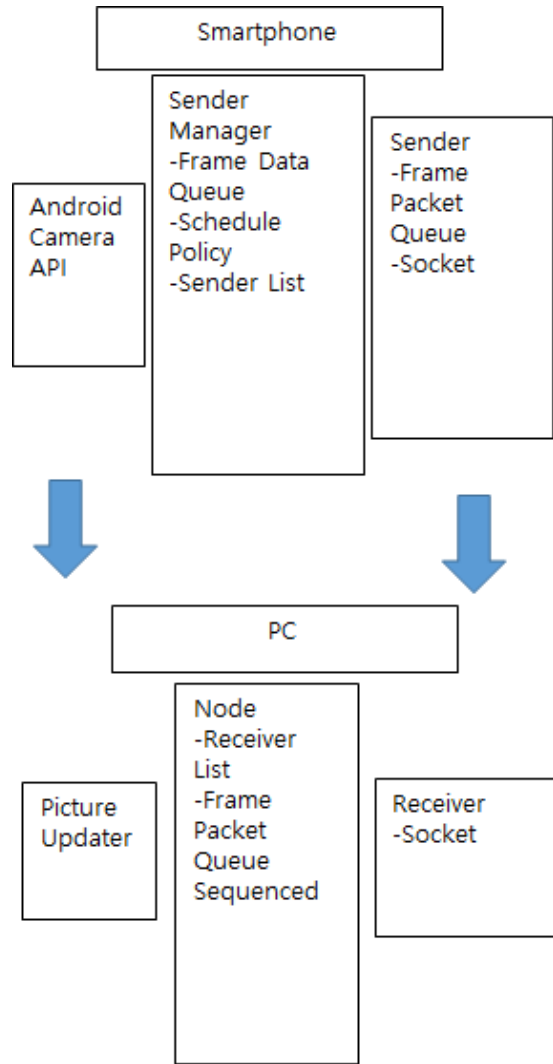


Fig. 1 System Overview

트의 배열로 얻을 수 있다.

이 영상 포맷은 같은 해상도의 영상을 기준으로 보았을 때 상대적으로 JPG와 같은 손실 압축 포맷에 비해 용량이 약 3배 가까이 차이가 난다. 만약 모바일 장치의 성능이 영상 데이터를 빠르게 압축할 수 있으며 그 시간이 데이터를 전송하는 시간보다 짧고 결과로 얻는 압축 영상이 사람에게 충분히 유용하다면 영상을 압축하여 보내는 것이 영상의 초당 프레임을 늘리는 것으로 좀 더 부드러운 화상을 전달할 수 있을 것이다.

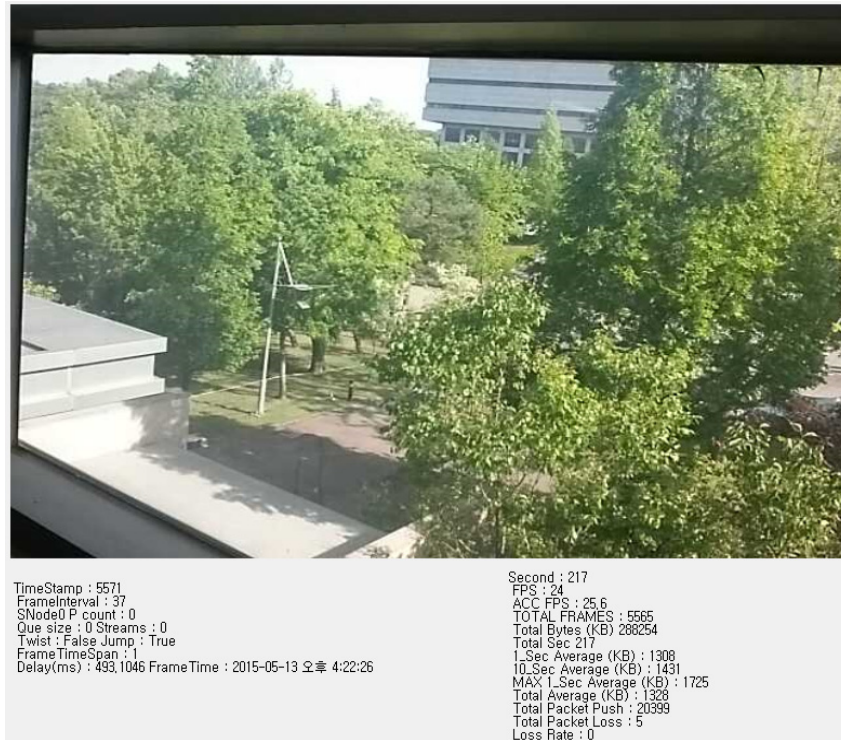


Fig. 2 Smartphone Camera Real Time Transmission Program

FrameData는 영상 데이터에 프레임의 순서 번호와 프레임이 출력 되기까지 지연시간을 측정하기 위한 시간 데이터, 그리고 디버그를 위한 몇 가지 데이터가 추가로 붙었으며 Sender Manager의 FrameDataqueue에 순차적으로 들어간다(그림 1).

SenderManager는 프레임 데이터 큐에 입력된 프레임 데이터를 얻은 후 일차적으로 병렬 스트림 개수로 설정된 Sender의 수만큼 분할하여 FramePacket을 만들고 각 Sender의 FramePacketqueue에 입력한다. Sender가 Thread로 구현되었기 때문에 스케줄 정책에 따라 Sender의 유희를 제어한다(그림 1).

이 Thread의 유희 제어가 없다면 분할된 프레임 데이터 전송 시에 프레임 순서가 커다란 불균형을 이루게 될 수 있다. 가령 여러 Sender가 있는 하나의 Sender가 많은 실행 시간을 부여 받는다면 다른 Sender가 전송하고 있는 프레임 순서보다 많이 앞서게 되고 이는 수신 측에서 프레임 데이터를 조립하는데 부족한 데이터가 늘어나 영상을 적절한 시간에 전송해 줄 수 없는 경우

가 발생할 수도 있다.

Sender는 각각이 지니고 있는 FramePacketqueue에서 데이터를 얻은 후 소켓으로 전송한다. FramePacket은 해당 패킷이 어떤 프레임의 파편이며 몇 번째 파편인가 등의 정보가 추가되며 TCP는 FrameData가 병렬 스트림 수만큼 분할된다(그림 1).

영상 데이터를 받아서 출력할 수신 노드는 PC로 병렬 스트림 수만큼 수신 소켓의 Thread를 가지고 있다.

본 논문에서 사용된 개발환경에서는 해당 포맷의 출력을 직접적으로 지원하지 않으므로 영상 정보를 받을 때 NV21으로 받을 경우 24bit RAW 포맷으로 변환하고 다시 Bitmap으로 변환하여 출력한다. 반면 JPG 양식으로 받을 경우 이러한 변환 과정 없이 출력할 수 있다.

카메라 스트리밍을 위해 사용된 핸드폰은 Galaxy Note3이며 어플리케이션은 Android SDK와 JAVA를 이용해 개발했으며, PC는 CPU에 Intel I5, RAM 4GB로 윈도우7을 사용하며 PC 프로그램은 C#으로 개발되었고 버전은 .Net Framework 4.5를 사용했다.

그림 2는 실시간 스마트폰 스트리밍 서비스 프로그램을 구현하여 실제 영상을 전송해주는 결과를 보여준다. 실제 영상 전송 정보도 함께 보여준다.

III. 실험결과 및 성능평가

3.1. 실험결과 및 성능평가

실험결과는 그림 3-5와 같다. TCP parallel level은 TCP 스트림 개수를 나타내며 그림 4,5 에서처럼 p1 은 스트림 개수가 1인 것을 표현 한다 [6-8].

JPG Quality 50의 처리량이 적은 이유는 데이터 전송량이 JPG Quality 100에 비해 적기 때문이다. 영상 품질이 100과 비교하여 크게 뒤떨어지는 게 아니므로 전송량이 적다는 것은 오히려 이점으로 볼 수 있다. 반면 JPG Quality 100 와의 전송량 차이에 비하여 프레임 수는 크게 다르지 않는데 그 이유는 압축할 때 들어가는 시간이 병목으로 작용하기 때문이다. 이 시간이 줄어들지 않는 한 프레임 수는 크게 향상되지 않을 것이다.

압축 Quality가 100일 경우 병렬스트림 레벨이 높을수록 처리량이 상승하여 결과적으로 프레임 상승으로 이어지는 것으로 확인할 수 있지만 그 상승폭이 눈에 띄지 않는다. 이는 병렬스트림을 이용했을 때 일반 파일의 전송속도의 상승과는 패턴이 다른데 그 이유는 카메라의 영상을 실시간으로 받아오는데 걸리는 시간의 문제일 것으로 추측된다 (그림 3,4). FPS (초당 프레임 수)는 Frame per seconds를 의미한다. P2인 경우 전송속도가 증가하는 경향을 보인다.

반면 압축 Quality가 50일 경우 반대로 병렬스트림 레벨이 높을수록 대체로 떨어지게 되는데 이는 압축된 이미지의 용량이 작아서 대역폭을 크게 활용할 이유가 없는데다가 이 경우 분할된 이미지를 다시 맞추는 작업이 오버헤드로 이어지므로 프레임 저하가 발생하는 것으로 추측된다 (그림 5). 병렬 TCP 사용의 단점이 될수 있다. X축은 병렬 스트림 개수를 의미하며 Y축은 처리량을 의미한다. 파란 그래프는 480p, 빨간 그래프는 720p, 회색 그래프는 1080p를 나타낸다.

프레임 표준편차는 병렬스트림의 수가 크면 클수록 증가되며 이는 프레임의 분리 조합에 걸리는 작업으로 인해 영상이 일정한 프레임을 전달해지기 어려움을 의미한다.



Fig. 3 JPG 640*480 Compression Quality 100 Result

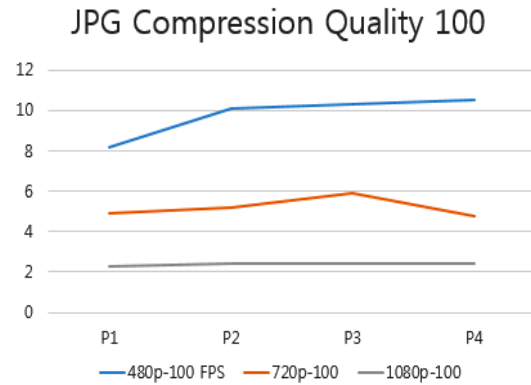


Fig. 4 JPG Compression Quality 100 Comparison Result

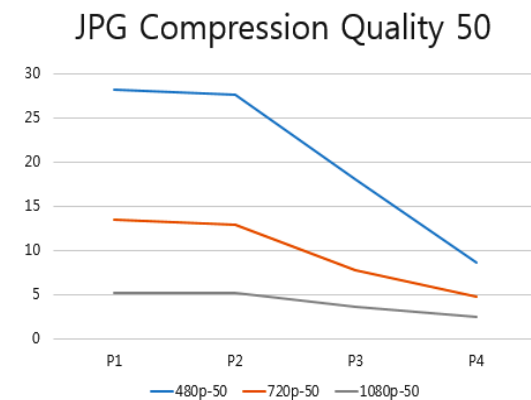


Fig. 5 JPG Compression Quality 50 Comparison Result

IV. 결론

본 논문에서는 병렬 TCP 통신 이용한 스마트폰 카메라 스트리밍을 구현하고 실험 후 그 결과를 평가했고 프레임 수 및 딜레이로 전달되어 출력될 수 있음을 보였다. 이는 움직이는 로봇 등에 장착하거나 사람이 직접 이동하여 현장의 상황을 알 수 있는데 쓰일 수 있을 것이다. 향후과제로서 제시된 병렬 TCP 시스템과 RTSP (Real Time Streaming Protocol) 를 이용한 시스템과의 비교 분석이 필요하다. 또한 빅데이터 분석 및 전송 모델 예측에 사용될 전망이다.

ACKNOWLEDGMENTS

The paper was supported by The University of Suwon in 2015.

REFERENCES

- [1] L. Keller, A. Le, and B. Cici, "MicroCast: Cooperative Video Streaming on Smartphones," in *Proceeding of the 10th international conference on Mobile systems, applications and services (MobiSys '12)*, pp. 55-70, June 2012.
- [2] M. Hoque, M. Siekkinen, and J. Nurminen, "Energy Efficient Multimedia Streaming to Mobile Devices - A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 1, pp. 579-597, Nov. 2012.
- [3] P. Yavandara, "The Video Streaming over Wi-Fi Network Application Client on the Android Platform," *International Journal of Computer Science and Information Technology & Security (IJCSITS)*, vol. 3, no.4, pp. 297-302, Aug. 2013.
- [4] T. Hacker, B. Athey, and B. Noble, "The End-to-End Performance Effects of Parallel TCP Sockets on a Lossy Wide-Area Network," in *Proceeding of IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing (IPDPS'02)*, pp. 434-443, 2002.
- [5] R. Kusching, I. Kofler, and H. Hellwagner, "Improving Internet Video Streaming Performance by Parallel TCP-based Request-Response Streams," *7th IEEE Consumer Communications and Networking Conference*, pp. 1-5, Jan. 2010.
- [6] J. Kim, E. Yildirim, and T. Kosar, "A highly-accurate and low-overhead prediction model for transfer throughput optimization," in *Proceeding of Data-Intensive Scalable Computing Systems (DISCS) Workshop*, pp. 787-795, Nov. 2012.
- [7] E. Yildirim, J. Kim, and T. Kosar, "How GridFTP Pipelining, Parallelism and Concurrency Work: A Guide for optimizing large dataset transfers," in *Proceeding of IEEE/ACM Supercomputing'12 Workshop on Network-Aware Data Management (NDM 2012)*, pp. 506-515, Nov. 2012.
- [8] E. Yildirim, D. Yin, and T. Kosar, "Prediction of optimal parallelism level in wide area data transfers," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, vol. 22, no. 12, pp. 2033-2045, Dec. 2011.



김장영(Jang-Young Kim)

2005년 2월: 연세대학교 컴퓨터과학 공학사
 2010년 5월: Pennsylvania State Univ. 공학석사
 2013년 7월: State University of New York 공학박사
 2013년 8월: University of South Carolina 교수
 2014년 3월: 수원대학교 컴퓨터학과 교수
 ※관심분야: Big data, Cloud computing, Networks