

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.4.51>

JIIBC 2014-4-8

모바일 스마트 단말을 활용한 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스 개발

Development of Realtime Multimedia Streaming Service using Mobile Smart Devices

박미룡*, 심한억**

Mi-Ryong Park*, Han-Eug Sim**

요약 스마트 단말이 생활 주변에 확대된 시대에 스마트 단말의 다양한 센서들을 활용한 응용 서비스들의 연구 개발이 진행되고 있다. 스마트 단말에는 주변 환경을 수집할 수 있는 카메라, GPS, 마이크, 및 통신 모듈이 포함되어 있으며 이들을 이용한 응용서비스들은 사용자 중심의 콘텐츠 개발로 확산되고 있다. 본 논문에서는 다양한 센서들이 포함되어 있는 스마트 단말에서 다중 사용자에게 실시간 멀티미디어 스트림 전송을 위해 실시간 스트리밍 서비스 아키텍처를 설계하고, 동시 다중 사용자들을 수용하기 위한 백엔드 분산 서버 구조, 실시간 스트리밍과 미디어 저장 등을 처리하며, 설계된 아키텍처 기반으로 오픈소스 기반 단말용 앱과 서버를 통해 동작을 시험한다. 시험을 통해 초기 멀티미디어용 SIP(Session Initiation Protocol)의 호 연결지연과 미디어 스트리밍 전송 지연 및 종단간 플레이 타임 등을 측정하며, 측정 결과 국내에서는 모바일 환경에서 실시간 멀티미디어 서비스를 하기에 부족함이 없는 망 상황으로, 향후 초기 호 연결 지연시간을 단축시켜 종단간 플레이 타임을 향상시켜야 한다.

Abstract Thesedays, there are many smart device applications developed, especially on the using various sensors included in the smart device. Smart devices have several sensors which are camera, GPS, mike, and communication module for collecting ubiquitous environment, and many applications are developed by using such sensors. In this paper, we developed the multimedia stream architecture and examined the smart device applications based on open source with front and back-end server clouds for developing the conceptual architecture. Also, we examined the back-end distributed servers, realtime multimedia stream transferring, multi-media store, and media relay for other server and smart devices. We test the examined architecture on the real target environment to collect the SIP initial setup time, media stream delay, and end-to-end play time. The test results show that there have good network operation environment to provide realtime multimedia services, and we need to improve the end-to-end play time by minimizing the initial setup time.

Key Words : UCC, Multimedia Streaming, Smart Device, Realtime Streaming

*정회원, ETRI 자동차IT플랫폼연구실

**정회원, 대구미래대학교 부사관과

접수일: 2014년 7월 2일, 수정완료일: 2014년 7월 30일

게재확정일: 2014년 8월 8일

Received: 2 July, 2014 / Revised: 30 July, 2014

Accepted: 8 August, 2014

**Corresponding Author: haneug@hanmail.net

Department of Noncommissioned Officer, DFC, Korea

I. 서 론

최근 컴퓨터의 발달은 소형화, 개인화, 이동성 제공으로 말미암아 기능은 거대하고 크기는 작아지며 핵심 기능이 포함될 수 있는 스마트 플랫폼 기반의 장치들이 연구 개발되고 상용화되고 있다. 특히 주변 상황을 수집할 수 있는 다양한 센서들이 부착된 스마트 단말 시대에 사람의 눈을 대신하기 위한 비디오 카메라 및 고집적 화면, 사람의 입을 대신할 마이크, 귀를 대신할 스피커 등 점차 사람의 기능을 닮아가는 스마트 단말 전성시대로 가고 있다. 또한 웨어러블 장치들에 대한 연구 개발은 상용화로 이어져 주변 상황에 대한 인지 능력을 배가시키고 있다.

스마트 단말은 다양한 센서와 통신 모듈을 통해 풍부한 콘텐츠들을 제공하고 개인들이 다양한 앱을 만들 수 있는 배경 기술이 되었으며, 이로 인하여 사용자 기반 콘텐츠들이 제작되고 있다. 제작된 콘텐츠의 유통을 위하여 웹 기반 응용 서비스 프레임워크 등이 개발 공급되고 있으며, 클라우드 기반 웹을 통한 다양한 콘텐츠 이동과 유통이 이루어지고 있다^{[1][2]}.

사용자 기반의 콘텐츠 유통은 오프라인 유통, 웹 기반 온라인 유통, 및 실시간 유통으로 나눌 수 있으며, 통신 모듈의 기능이 낙후된 단말은 기존 PC 등과 같이 인터넷과 같은 통신 환경이 되는 곳에서 유통할 수 있고, 통신 기능이 강화된 단말은 실시간 온라인을 통한 유통이 이루어진다. 실시간 유통의 경우 다양한 기술들이 뒷받침되어야 하며 이를 위해 단말에서도 자유도가 높은 멀티미디어 코덱, 고성능 통신 모듈, 그리고 풍부한 메모리 버퍼 등의 리소스들이 요구된다^{[3][4]}.

실시간 멀티미디어 스트림을 전송하기 위하여 오픈 소스 기반의 다양한 전송 환경이 개발되었다. 장기간 개발된 VideoLAN의 VLC 기술, 다양한 P2P용 Video Cast 기술, 애플사의 다윈 스트리밍 솔루션, 플래쉬 기반 비디오 전송 기술, MS사의 윈도우 미디어 서비스 기술, 와우자 등의 웹 기반 스트리밍 기술 등 다양한 스트리밍 기술들이 공개 혹은 상용으로 제공되고 있다^{[6][9]}.

VideoLAN의 VLC 기술은 리소스가 풍부한 PC환경과 고대역을 지원하는 네트워크를 기초로 제작된 기술로 오픈 소스 기반 온 오프라인의 다양한 멀티미디어를 재현하고 재전송 할 수 있도록 하고 있다. MS사나 Apple사의 멀티미디어 솔루션도 먼저 PC환경의 풍부한 자원과 고대역의 멀티미디어 환경에서 제작된 솔루션들이다. 기타 솔

루션들도 대부분 안정적인 통신환경과 풍부한 리소스 환경에서 제작되어 이동성이 높은 모바일 환경에서 적용하면 환경과 장소에 따라 끊음이 발생하거나 혹은 화질이 떨어지는 현상이 발생된다^{[3-5][7-9]}.

본 논문에서는 이러한 통신환경과 단말의 환경을 반영하고, 저 대역 상황이 발생할 수 있는 모바일 스마트 단말에서 활용할 수 있도록 오디오와 비디오 및 GPS 정보가 결합된 실시간 멀티미디어 스트림 전송에 대한 전체 구조와 단말, 서버의 설계 및 개념 모델을 최대한 오픈 소스를 기반으로 개발하여 설계된 아키텍처의 적용 가능성을 확인한다. 개발된 개념모델의 단말용 앱과 서버들을 활용하여 국내 이동통신 환경에서 지역별, 시간대별, 단말별 종단간 연결 설정을 시험하며, 시험결과 초기 연결 설정 지연이나 미디어 전송 지연은 지역이나 사용 시간, 망 및 단말에 상관없이 일정한 지연이 보임을 알 수 있다.

2장 본문에서는 모바일 스마트 단말용 스트리밍을 위한 시스템 아키텍처와 단말 및 서버의 구조 및 동작에 대하여 살펴보고, 3장에서는 개발된 모바일 스트리밍 서비스의 동작시험과 시험 결과를 통해 개선할 문제점들을 살펴보면, 4장에서 결론을 맺는다.

II. 실시간 모바일 멀티미디어 스트리밍 서비스 설계

1. 모바일 멀티미디어 스트리밍 서비스

스마트 단말을 이용하여 가장 많이 활용되는 응용 가운데 하나는 VoD(Video on Demand) 응용 서비스와 실시간 중계 서비스라고 볼 수 있다. VoD용 응용 서비스는 3-40년 동안 다양한 환경에서 적용할 수 있도록 개발되었으며, 2000년대 들어서는 웹 기반의 VoD 서비스들이 증가되었으며 최근에는 고성능 스마트 단말과 LTE 등의 망상황의 고도화에 따라 스트리밍 서비스들도 개발되고 있다.

스마트 단말의 발달에 따라 다중코어의 고성능 AP(Application Process)가 장착되면서 AV(Audio Video), 통신, 자이로, 및 GPS 등의 다양한 센서들이 장착되고 이들을 활용한 응용서비스 개발들이 이루어지고 있다. 고성능 스마트 단말을 활용한 멀티미디어 스트림에 대한 연구 개발은 초기에는 웹 기반의 단방향 스트리밍 서비

스가 주를 이루다 최근 들어 양방향 스트리밍 서비스의 연구가 진행되고 있으며, 이를 이용한 개인 방송 서비스들의 형태가 개발되고 있다. 스마트 단말용 스트리밍 서비스는 방송용에서 우선적으로 도입되고 있지만 점차 방범용 CCTV 응용이나, 차량 귀가 안전 응용, 소방 방재용 응용에 이르기 까지 다양한 응용에 이용할 수 있도록 연구 개발이 진행되고 있다^[9].

스마트 단말용 스트리밍 서비스를 위하여 송신 단말에서부터 프론트와 백엔드 서버 및 수신 단말에 이르기 까지 다양한 곳에서 해결할 숙제들이 많다. 호 연결을 위한 세션 제어, 미디어 스트림을 전송하기 위한 코덱, 코덱의 바이너리 결과들을 실시간으로 전송하기 위한 실시간 전송 기법, 그리고 다중 사용자들을 지원하기 위한 미디어 서버, 수신된 내용을 버퍼링하고 순서를 맞추며, 플레이 타임에 따라 디코딩 및 플레이 하는 기술 등 다양한 기술들이 융합되어야 한다. 아래 그림1은 가장 기초적인 멀티미디어 스트림 전송을 위해 고려할 클라이언트와 서버의 기능들을 보여주고 있다.

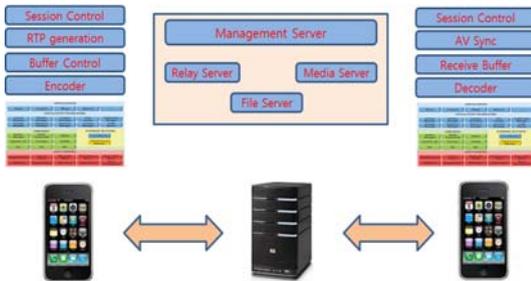


그림 1. 스트리밍 서비스를 위한 클라이언트/서버 구조
 Fig. 1. An architecture of Client/Server for streaming service

스트리밍 서비스를 생성하기 위하여 가장 많이 이용되는 세션 제어기술은 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준으로 제안한 SIP(Session Initiation Protocol) 프로토콜과 연결 세션의 특성을 제공하기 위한 SDP(Session Description Protocol) 프로토콜이 대표적이다. 세션이 성립되고 나면 두 단말 간 세션에 전송될 미디어 스트림의 실시간성과 순서 등을 제어하기 위한 표준으로 RTP(Realtime Transport Protocol) 프로토콜이 이용된다.

단말에는 HD(High Definition) 급과 같은 고화질 영상을 처리하여 전송할 때 코덱 처리를 위한 버퍼와 스트림의 패킷화 변환시 소요되는 대용량의 버퍼가 요구되며

효과적으로 전송 사이즈를 줄이기 위하여 H/W 혹은 S/W 코덱들이 활용된다. AP 프로세서가 고성능이지 못할 때는 H/W 코덱을 이용하지만 최근 들어 높은 클럭으로 동작되는 다중코어 AP들을 활용한 스마트 단말은 SW 코덱을 이용하기도 한다. 하지만 표준 코덱을 이용하더라도 스마트 단말 제조사나 AP 칩에 의존적인 특성이 존재하여 단말별 코덱 의존성을 해결해야 하는 문제가 남아 있다. 대부분 단말은 ISO/IEC 표준이 된 H.264를 근간으로 모바일 환경의 특성을 살린 baseline profile들을 지원하고 있어 상호 호환성을 제공하고 음성의 경우도 3GPP R2의 오디오 코덱 표준에 따르며, 기본 멀티미디어 스트리밍 서비스 제공을 위한 IETF의 표준 프로토콜 지원과 송수신 버퍼 제어를 기초로 한다.

2. 서버 플랫폼의 설계

다중 사용자 수신을 고려한 멀티미디어 스트림을 전송하기 위하여 몇 가지 방식이 사용된다. 먼저, 송신 단말에서 다중 사용자에게 미디어를 복사하여 전송하는 방법, 릴레이 서버를 두고 릴레이 서버에서 다중 복사하여 전송하는 방법, 및 P2P 기술을 활용하여 단말 간 중계노드가 되어 미디어를 복사하는 기술들이 활용된다. 송신 단말 기반 다중 스트림 전송이나 P2P 기반의 다중 스트림 전송기술은 스마트 단말의 리소스를 많이 사용하게 되어 단말 사용자의 불편을 초래할 수 있다. 따라서 릴레이 서버 기반의 다중 스트림 전송을 사용하면 모바일 단말에서는 어렵지 않게 멀티미디어 스트림을 제공받을 수 있다.

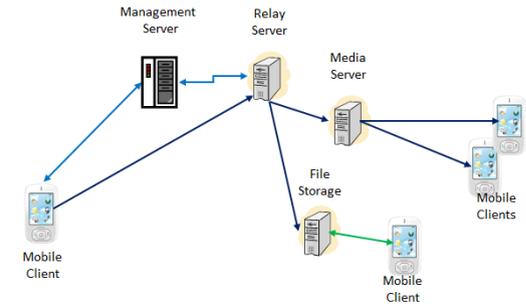


그림 2. 다중 미디어 전송용 프론트엔드 및 백엔드 서버
 Fig. 2. Front and Back-end Servers for Multi-Media

그림 2에서는 다중 스트림을 송수신할 수 있도록 프론트와 백엔드 서버를 설계한다. 프론트 엔드에서는 사용자들을 관리와 초기 세션 연결, 비디오 저장 위치 설정

등을 처리하며, 세션의 미디어 스트림의 전송은 백엔드 서버가 담당한다. 그림 2의 관리 서버는 사용자의 관리와 권한을 관리하기 위한 서버이며, 초기 모바일 클라이언트는 관리서버를 통해 로그인 과정을 거치게 된다. 또한 관리서버에서는 세션에 대한 관리와 사용량을 관리하며, 저장될 미디어에 대한 관리를 처리한다.

릴레이 서버는 미디어 스트림을 받아서 미디어 서버에 전달하는 기능 및 파일 저장 장치에 VoD로 기록하도록 전달하는 기능을 처리한다. 릴레이 서버는 많은 세션이 동시에 접속되기 때문에 단순 릴레이 기능을 담당하고, 미디어 서버를 통해 다중 수신 단말들에게 미디어를 복사 전송하는 기능을 처리하도록 한다. 파일 서버에 기록된 미디어 스트림은 실시간 스트림 전송보다 VoD 서비스를 위한 저장장치로 활용되며 VoD 스트림에 대한 관리는 관리 서버에 인덱스가 기록되어 관리서버의 VoD 검색을 통해 서비스 받을 수 있다.

아래 그림 3에서는 미디어 스트림 전송 서비스 시나리오를 보여주고 있다. 초기 SDP와 SIP를 통한 세션 처리, 미디어 스트림 전송과정, 저장과정과 수신 단말에 전송되는 과정을 시퀀스 다이어그램으로 보여주고 있다. 먼저 로그인 과정을 거친 송신 단말에서 관리서버에 새로운 세션을 생성(createSession)을 요구하고 생성된 SDP는 릴레이 서버와 미디어 서버에 SDP를 등록하게 된다. 실제 호 연결은 송신 단말과 릴레이 서버 간에 이루어지며, 단말로부터 릴레이 서버에 RTP 미디어 스트림 패킷이 송신(sendRTPPacket)되면 미디어 서버와 파일서버에 전송하여 재전송 및 VoD 전송을 준비하게 된다. 수신 단말은 미디어 서버를 통해 복사된 RTP 스트림을 수신(sendMedia)하게 된다.

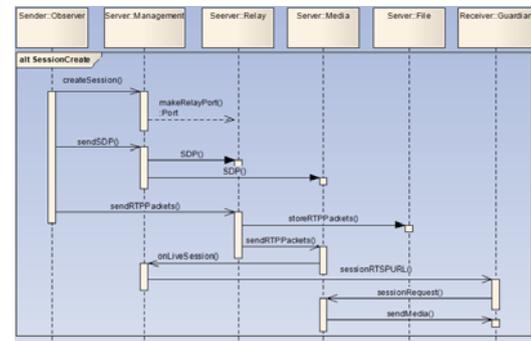
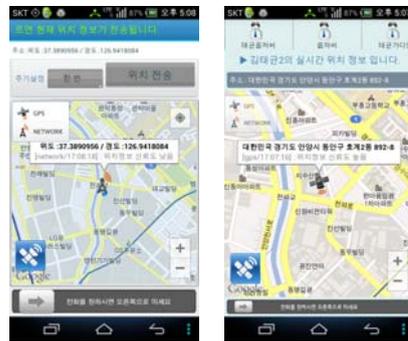


그림 3. 세션 연결 및 미디어 스트림 전송 시나리오
Fig. 3. A Scenario of Connection Setup and Media Stream

III. 개발 및 시험

스마트 단말용 멀티미디어 스트림 전송을 위하여 송신 앱과 수신 앱이 제작되었으며, TCP/UDP 기반의 릴레이 서버, 외부 미디어 및 파일 서버를 이용한 통합 서비스를 구축하였다. 송 수신 단말용 앱의 경우 안드로이드 환경에서 현재 오픈 소스로 개발된 SPYDroid^[8]를 기반으로 제작되었으며, SPYDroid의 경우 H.263, H.264 등의 비디오 코덱 처리, 음성용 AAC 코덱처리, RTP 패킷화 처리 및 SIP/SDP등의 세션 처리를 기본적으로 제공한다.

개발된 앱의 기본 구조는 그림 4에서와 같이 LBS(Location based Service)와 멀티미디어 스트림 전송 서비스로 개발되었으며, 응용으로는 원격 안전 귀가를 제공하기 위한 CCTV 개념의 앱으로 송신자 카메라를 통해 촬영하는 영상은 코덱을 통해 압축되고, RTP 전송을 위해 패킷화되며, 생성된 세션을 통해 영상, 오디오, GPS 좌표 등의 정보가 결합된 멀티미디어 스트림이 전송된다. 멀티미디어 스트림은 백엔드 전송용 서버들을 통해 다중 수신 단말에 전해지게 된다.



(a) Location services screen



(b) Multimedia stream service

그림 4. 시험 어플리케이션 동작 모습
Fig. 4. An Operation of test Application

스마트 단말은 HD(High Definition)급과 같은 고화질 영상을 처리하기 위한 AP 프로세서를 활용하며, AP에서 지원하는 표준 코덱을 활용한다. 표준 코덱에 의해 생성된 이진 부호 코드들을 비디오와 오디오 동기화를 고려하여 샘플링 시간을 설정하고 RTP 패킷화 하며 이를 위해 대용량의 버퍼와 하드웨어 혹은 소프트웨어 코덱들이 활용된다.

개발된 스마트 단말의 앱을 사용하여 실제 한국의 3G/LTE 망 상황에서 세션의 접속 지연시간이나, 송수신 지연시간, 및 종단간 지연시간 들을 조사해 보며 개발된 앱들이 실 상황에서 동작 가능한지 검토하였다. 표 1은 시험을 위하여 사용된 항목과 사용된 값들이다. 표 1에서는 국내 지역적인 위치에 따라 차이가 나는지 확인하기 위하여 안양, 수원, 서울, 천안과 같이 국선 전철을 따라 시험하며, 사람들이 활동하는 시간과 비활동 시간대별 시험을 위한 구분, 그리고 단말을 변경하며 시험 상황을 달리하는 과정을 되풀이 하였다.

표 1. 실험 환경 및 파라미터
 Table 1. Simulation Environment and Parameters

항목	값
지리적 위치	안양, 수원, 서울, 천안
시간대	4:00, 10:00, 16:00, 22:00
단말 형태	갤럭시 S2, S3, S4
네트워크 접속망	3G, LTE

표1의 실험환경을 바탕으로 2013년 봄, 여름동안 실측한 자료들이 아래 그림 5에 보여주고 있다. 단말 형태의 변경, 네트워크 접속망의 변경, 및 지리적위치 변경, 측정 시간대 변경에 따른 데이터를 검토하였다. 국내에서 서비스하는 3사를 기준으로 지리적 위치에 따른 초기 연결 지연시간의 비교와 사람들의 이동 등에 따른 라이프 사이클에 의한 연결지연시간 비교를 통해 국내 적용된 3G/LTE 망의 경우 지리적인 위치와 무관하며, 시간대와 무관한 지연시간을 보여주고 있음을 알 수 있다. 단말별 특성을 확인하기 위한 과정에서는 AP 프로세서의 하드웨어 코덱이 이용되므로 그 차이가 미미하며, 3G망과 LTE망의 경우 두 망간의 초기 접속지연이라거나 전송지연의 차이는 특이하지 않아 구분하기 어려워 채택하지 않았다.

실측된 자료를 기반으로 접속 초기 화면에 나오기까지 기다리게 되는 접속지연 시간의 경우 평균 약 10초정

도가 소요되며 초기 접속지연 시간에는 송신 단말의 코덱 버퍼링과 패킷화 지연, RTP 전송 지연이 포함되고 백엔드 서버의 릴레이 버퍼링 및 전송 지연, 미디어 서버 버퍼링 및 전송 지연 등이 포함되어 있다. 그리고 수신 단말의 버퍼링 지연, RTP 재순서화 및 디코딩 지연 등이 포함된다. 특히 수신 단말의 버퍼링 지연의 경우 3G와 LTE 망의 이동성을 고려하여 초기 2초 이상 버퍼링 지연 시간을 설정하였다.

그림 5의 두 도표의 특이점은 K사의 경우 다른 2개사보다 접속지연시간이 증가되는데, 그 원인은 K사의 경우 실험 단계에서 알 수 없는(unknown) UDP 포트에 대한 블록 접근 처리로 단말이 초기 UDP 포트에 연결 시도 후 블로킹 타임아웃이 발생되고 다시 TCP 연결 시도함으로 발생한 지연으로 상대적으로 연결지연 시간이 커 보이지만, 이는 망 상황과 단말 설정에 따른 연결 오류가 포함될 수 있어 연결 재시도 시간인 10초 지연시간이 제거되면 3개사 모두 3G와 LTE 망 상관없이 미디어 스트림의 빠른 연결성을 제공하고 있다.

국내에서 제공하는 3G와 LTE의 데이터 전송률은 대단히 높아 연결된 세션의 미디어 전송에 대한 지연시간 비교는 3G/LTE 셀 반경에 따른 셀 에지 효과에 의한 전송률 감소에 영향을 받으므로, 본 논문에서는 비교를 하지 않았다.

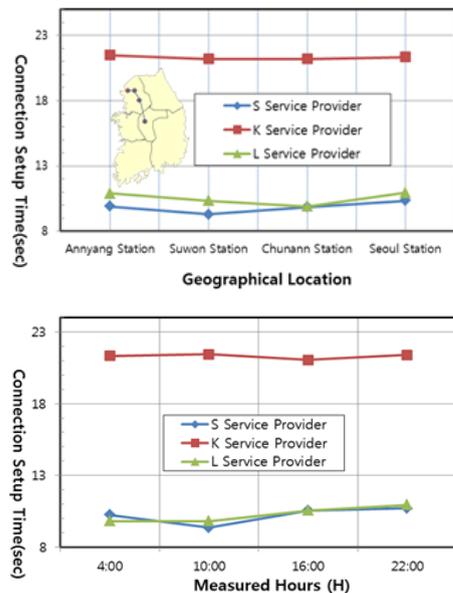


그림 5. 접속지연 시간 측정 시험 결과
 Fig. 5. Test Results of Connection Setup delay

IV. 결론

본 논문에서는 스마트 단말에서 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 실시간 멀티미디어 서비스 아키텍처를 설계하고, 오픈 소스를 활용한 단말용 앱을 제작하였으며, 다중 사용자 환경을 제공하기 위하여 백엔드와 프론트 엔드 서버를 설계 개발하여 모바일 스마트 단말의 실시간 멀티미디어 서비스를 전송할 수 있도록 하였다.

다중 사용자 환경을 제공하기 위한 다양한 방법 가운데 이동성을 살린 스마트 단말의 특성을 고려하여 서버 플랫폼 기반으로 재전송 기법을 적용하였으며, 실시간 서비스를 위한 릴레이 서버와 지난 방송의 재전송을 위한 VoD 파일 서버를 두고 있으며, 이를 통하여 실시간 중계와 저장된 팅 방송 중계 서비스를 제공한다.

개발된 결과를 시험하기 위하여 이미 국내에서 전국적으로 서비스 되고 있는 3G/LTE 망에서 시험하며, 미디어 스트림 실시간 전송을 위해 단말 접속 지연시간을 실측하며, 실측 자료를 기반으로 멀티미디어 스트림의 실시간 접속이 가능한지 검토하였다. 현재 개발된 초기 모델 접속지연시간은 평균 10초 정도로 기다릴 수준이긴 하지만 향후 프로토콜 분석과 지연 요소를 검토하여 향상된 접속지연 시간을 제공할 수 있도록 해야 한다.

References

- [1] Byung-joo Park, "Study on Next-Generation IPTV Multimedia Transmission Scheme," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 9, No. 2, pp. 21-28, Apr. 2009.
- [2] Junho Hwang, et al., "A Design and Implementation of a Digital Television commerce System Downloading Multimedia Contents using a Mobile," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 8, No. 1, Feb. 2008.
- [3] The comparison mobile data download speed among mobile operators(<http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2012011910533376466>)
- [4] H. Jang and S. Hong, "Study on the OSMU

(One-Source Multi-Use) Management for Smart Devices," International Journal of Smart Home, Vol. 7, No. 1, Jan. 2013.

- [5] D. Lee, "Designing the Multimedia Push Framework for Mobile Applications," International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 32, Jul. 2011.
- [6] Chan, et al., "Peer-to-peer multimedia streaming," IEEE Communications Magazine, pp.84-131, Jun. 2007.
- [7] Montes, W. et al., "Deployment of IP multimedia streaming services in third-generation mobile networks," Wireless Communications, IEEE Vol. 9, No. 5, pp 84-92, Oct. 2002.
- [8] Spydroid-ipcamera open source google project, <http://code.google.com/p/spydroid-ipcamera/>
- [9] Wikipedia, List of streaming media systems, http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_streaming_media_systems

저자 소개

박 미 룡(정회원)



- 1998년 2월 : 경북대학교 전자공학 석사 졸업
- 2012년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 박사 수료
- 1999년 4월 ~ : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 관심분야 : M2M/IoT, 멀티미디어, 임베디드, 차량 IVN, GENIVI, AUTOSAR

• e-mail : mrpark@etri.re.kr

심 한 익(정회원)



- (현)대구미래대학교 부사관과 교수
- 1982년 : 경북대학교 공학사
- 1991년 : 경북대학교 공학석사
- 관심분야 : 임베디드, 텔레메틱스, IoT
- e-mail : haneug@hanmail.net