

멀티 홉 Wi-Fi Direct 통신 기반 실시간 영상관리 시스템 성능 분석

우 채 율*, 조미란*, 권순량*

Performance Analysis of Real-Time Video Management System Based on Multi-Hop Wi-Fi Direct Communication

Chae-yul Woo*, Mi-ran Jo*, Soon-ryang Kwon*

요 약

지진, 홍수, 태풍 등의 자연 재해 및 화재, 테러 등 재난 발생시 현장 상황의 영상을 촬영하여 지휘본부에 위치한 서버에 전송하여 현장상황을 한 눈에 파악할 수 있게 하는 영상관리시스템이 요구된다.

본 논문에서는 영상관리시스템 구축에 필요한 성능 요소 정보를 파악하기 위해 와이파이 다이렉트 통신 기반의 애드혹 망 구성 방법을 제시하고 영상관리시스템에 대한 환경 구축을 통해 성능을 평가하였다. 평가한 성능 시험 항목은 '영상 압축률 및 영상 크기에 따른 패킷 흐름 시험', '거리에 따른 패킷 흐름 및 트래픽 시험', 'LOS(Line of Sight) 여부에 따른 패킷 흐름 시험', '시나리오 성능 시험'이다.

Key Words : Wi-Fi Direct, Video Management, Multi Hop, Adhoc Network, Command Center

ABSTRACT

When disasters such as earthquake, flood, typhoon, fire and terrorism are occurred a video management system is required which can shoot video on the disaster site, and send it to a server located in the command center that can grasp at a glance the site conditions.

In this paper, to know the performance elements information needed to construct the video management system. we presented a method of configuring an ad hoc network based on Wi-Fi direct communication. And we also evaluated the performance through built of environment for the video management system. The evaluated performance test items are 'packet flow tests according to the video compression ratios and the image sizes', 'packet flow tests according to the distance and traffic tests', 'packet flow tests according to whether LOS or not', and 'performance test of scenarios' .

I. 서 론

최근 지구 온난화 등 기후변화의 가속화, 산업시설

의 대형화·집중화·노후화, 생활공간의 밀집화 및 다중 이용시설 증가 등으로 발생하고 있는 재해·재난은 복합적 형태의 재난 환경으로 변화하고 있으며, 그 피해

* 이 논문은 2015년도 정보(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R22121500280001002)

• First Author : HMC, yul7771@naver.com, 정희원

◦ Corresponding Author : Dept. of Electronics Engineering, Tongmyong University, srkwon@tu.ac.kr, 정희원

* Dept. of Electric, Electronic & Information Communication Engineering, The Graduate School, Tongmyong University, ran930510@naver.com, 학생회원

논문번호: KICS2016-08-189, Received August 9, 2016; Revised October 2, 2016; Accepted October 6, 2016

규모도 대형화되고 있는 추세이다¹⁾.

특히 태풍·호우, 지진 등의 자연재해는 기존의 지상통신 인프라를 붕괴시킬 수 있다. 일례로 2012년 8월 28일 태풍 ‘볼라벤’의 가거도 상륙 시 기간통신망의 붕괴로 통신이 불가능하였으며, 2010년 11월 23일 연평도 포격 사건으로 유무선 통신시설 파괴에 의한 통신 불능상태가 되는 등 재난지역 이재민의 공황상태가 발생하였다²⁾.

우리나라의 경우 재난 발생 시 사용하는 통신수단은 음성 위주의 VHF, Analog 방식의 TRS (TRS-Astro)가 대부분이며, 많은 음영지역을 내포함으로써 통신이 제대로 이루어지지 않는 것으로 조사되었다. 이로 인해 비상상황이 발생하는 경우에는 재난용 무전기 대신 개인 핸드폰을 중요한 통신 수단으로 함께 활용하는 실정이다³⁾.

이러한 재난재해 발생시 이를 효과적으로 관리하고 대처하기 위해서는 영상관리시스템 구축을 통한 지휘본부 기능이 필요하다. 현장의 상황 정보를 얻을 수 있는 방법은 다양하지만 그 중에서도 영상 정보는 지휘관이 직접 현장에 가지 않고도 재난 현장 상황을 한눈에 파악할 수 있는 장점이 있다. 영상 정보를 이용하면 빠른 시간 내에 현장 상황을 빠르게 전달하고 공유할 수 있으며 이를 통해 신속하게 인명을 구조할 수 있고 효과적으로 2차 피해를 막을 수 있다.

최근 영상정보를 무선으로 전송하는 제품들이 많이 출시되고 있다. 특히 스마트폰, 스마트카메라 등 다양한 휴대용 스마트 기기들이 개발됨에 따라 휴대장비를 통해 영상을 촬영하여 활용하는 경우가 늘어나고 있다. 이들 대부분은 Wibro, LTE 시스템 등 기존의 상용 이동통신망을 사용하고 있어 고속의 대용량 데이터 사용에 따른 통신비용과 인프라 망의 용량부족이 문제가 될 수 있다.

이를 해결하기 위해 3대의 스마트폰을 이용하여 영상을 촬영한 후 Wi-Fi Direct 통신을 통한 영상 릴레이로 실시간 영상 전송에 Wi-Fi Direct 통신의 활용 가능성을 검토한 연구가 있다⁴⁾. 하지만 기기간의 P2P 연결을 위한 초대/승인 과정의 자동화와 Multiple Group등과 같은 Wi-Fi Direct 중요 기능에 대한 미지원 등의 제약으로 인해 멀티 홉 기반의 영상 전송을 만족시키지 못하였다.

또 다른 관련 연구로서 Wi-Fi Direct 통신 접속 시간을 단축하는 기법이 제안되었으나 영상관리시스템 전체를 다루지는 못하고 있다⁵⁾.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 망 사용에 필요한 운영비가 별도로 들지 않으며 보안, 영

상 정보 전송 등의 목적에 맞는 Wi-Fi Direct 기반의 애드혹 망을 이용한 실시간 영상관리시스템을 구현하였다.

본 논문에서는 구현된 영상관리시스템의 성능에 초점을 맞추어 분석하고자 한다. 이를 실현하기 위한 본 논문의 구성은 I장 서론에 이어 II장에서 시스템의 개요와 애드혹 망 구성 방법을 제시한다. III장에서 시스템의 성능시험을 수행하기 위해 시험 항목별로 시험 환경을 구축하고 성능을 평가한다. IV장에서는 결론을 맺는다.

II. 시스템 개요 및 애드혹 망 구성

2.1 시스템 개요

그림 1은 제안하는 Wi-Fi Direct통신의 멀티 홉 기반의 실시간 영상관리시스템의 개념도이다.

영상관리시스템은 화재, 지진, 테러 등 각종 재해·재난 현장에서 구조대원이 착용한 단말기로 현장 영상을 촬영하는 단말기와 지휘본부의 서버로 구성된다. 단말이 촬영한 영상을 전송하기 위해 단말간은 Wi-Fi Direct 통신 기반 애드혹 망으로 연결되고 단말기와 지휘본부의 서버는 TCP/IP 프로토콜을 통한 Wi-Fi Hotspot 으로 연결된다.

서버는 단말로부터 촬영된 영상 데이터를 수신하여 다중 화면을 통해 출력 및 저장함으로써 현장 상황을 빠르게 공유할 수 있다. 지휘본부에서는 서버의 영상을 실시간으로 확인함으로써 재난 현장에 필요한 대

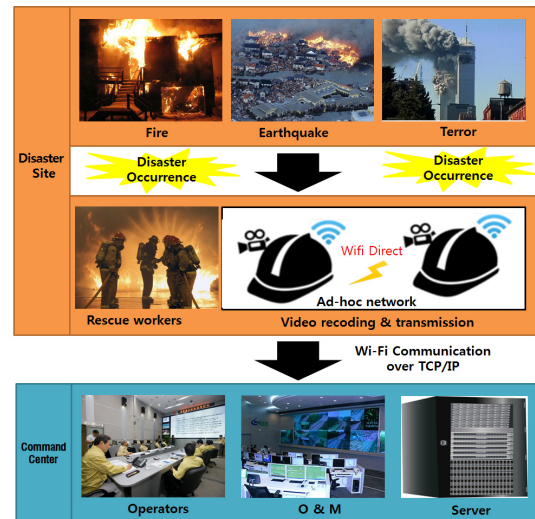


그림 1. 영상관리시스템 개념도

Fig. 1. Conceptual diagram of the video management system

책 마련과 해결방안을 제시할 수 있다.

2.2 애드혹 망 구성 방법

Wi-Fi Direct는 WFA(Wi-Fi Alliance)에서 인증하는 Wi-Fi 기반 기술로 AP(Access Point)와 같은 인프라 장비 없이 단말 간에 직접 통신하는 프로토콜 방식을 의미하며 2010년 10월에 표준이 완성되어 지속적인 기능 개선이 이루어졌다⁶⁾. Wi-Fi Direct 그룹을 구성하기 위해서는 단말들 중에서 기존 AP 역할을 담당하는 장치가 존재하는데 이를 GO(Group Owner)라고 한다. 그룹은 한 개의 GO와 한 개 이상의 Client 단말들로 구성된다⁷⁾.

그림 2는 본 연구에서 제안하는 영상관리시스템에서 애드 혹 망 구성 방법을 제시한 것으로서 서버와 단말들간의 IP 주소 할당 및 접속 절차와 메시지 형식을 포함하고 있다. 설정된 IP 주소는 본 시스템의 성능 시험에서 적용한 주소를 나타낸 것이다.

서버는 Tier1 단말과 Wi-Fi Hotspot 통신으로 연결된다. Tier1 단말은 50번대 IP 주소를 할당받고 서버에 접속된다. 그리고 Tier1 단말은 GO(Group Owner)로서 51번대 IP 주소를 가지고 Tier2 단말과 Wi-Fi Direct 통신으로 연결된다. 즉 Tier1 단말은 서버와 접속하여 Client 역할을 하는 50번대 IP 주소와 Tier2 단말과 연결하여 GO 역할을 하는 51번대 IP 주소를 동시에 갖는다.

Tier2 단말은 Tier1 단말과 Wi-Fi 통신(Legacy)으로 연결되면서 51번대 IP 주소를 할당받는다. 그리고 다시 Tier3 단말과 Wi-Fi Direct 통신으로 연결하고 이 그룹의 GO가 되면서 52번대 IP 주소를 갖는다.

Tier2 단말도 Tier1 단말에 접속할 수 있는 Client 역할을 하는 51번대 IP 주소와 GO 역할을 하는 52번대 IP 주소를 동시에 갖는다.

Tier3 단말은 Tier2 단말과 Wi-Fi 통신으로 연결되면서 52번대 IP 주소를 할당받는다. 하지만 GO의 역할은 하지 않기 때문에 1개의 IP 주소만 갖는다.

III. 시스템 성능 시험 및 결과

본 장에서는 II장에서 제안되어 본 연구를 통해 구현된 영상관리시스템의 성능을 시험한다. 성능 시험 항목을 ‘영상 압축률 및 영상 크기에 따른 패킷 흐름 시험’, ‘거리에 따른 패킷 흐름 및 트래픽 시험’, ‘LOS 여부에 따른 패킷 흐름 시험’, ‘시나리오 성능 시험’으로 정하고 항목별 시험을 진행하였다.

3.1 시험 환경

시험 장소로 동명대학교 제1정보통신관 2층 복도와 학생들을 수용하는 랩 연구실을 선택하였다.

시험에 사용된 서버는 i7-6500U CPU 성능의 LG 노트북을 이용하였고 단말기는 넥서스9 제품과 오드로이드-XU4 제품을 이용하였다.

서버는 리눅스 OS 환경에 C# 응용 프로그램으로 구현하였고 단말기는 어플리케이션은 Android OS 환경에 Java 응용 프로그램으로 구현하였다.

서버에서 수신되는 시간 추이에 따른 영상 데이터 패킷 흐름 관찰은 ‘Wire Shark’ 라는 패킷 분석 툴을 사용하였다⁸⁾. 한 패킷의 크기는 1448byte로 설정하였다.

3.2 영상 압축률 및 영상 크기에 따른 패킷 흐름 시험

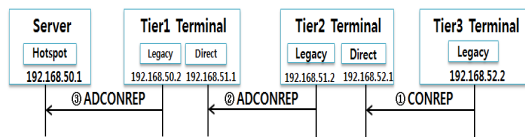
3.2.1 시험 조건

시스템의 영상 압축률과 영상 크기에 따른 패킷 흐름을 평가하기 위해 서버 1대와 넥서스9 단말기 4대, 오드로이드 단말기 3대를 이용하여 그림 3과 같은 시험 환경을 구성하였다.

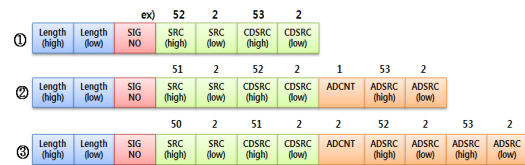
본 시험에서는 현장 영상 촬영은 3대의 오드로이드 단말 만으로 제한하며 4대의 넥서스9 단말기는 현장 영상을 서버로 중계하는 역할을 담당토록 하였다.

넥서스9 단말기는 2개의 IP주소를 갖는데 촬영한 영상을 보내주는 클라이언트 역할과 다른 단말기로부터 영상 데이터를 받는 서버의 역할을 한다.

영상 크기 및 압축률을 시험조건에 맞게 신속적으로 운영하기 위해 서버에서 단말로 이를 요청할 수 있



a) IP 주소 할당 및 접속 절차
a) IP address assignment and connection procedure



b) 메시지 형식
b) Message format

그림 2. 단말 및 서버간 접속 절차 및 메시지 형식
Fig. 2. Connection procedure and message format among a server and terminals

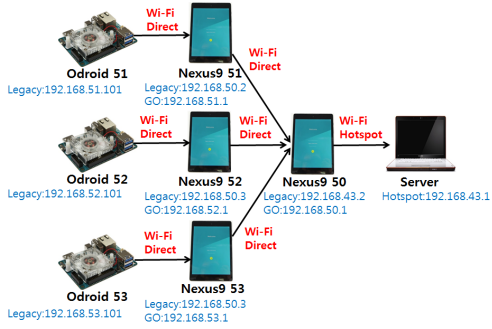


그림 3. 영상 압축률 및 영상 크기에 따른 패킷 흐름 시험 환경
Fig. 3. Packet flow test environment according to video compression rate and video size

도록 하였다.

그림 4는 C#으로 구현된 서버의 카메라 설정 버튼을 누르면 출력되는 화면이다.

요청할 단말의 IP 주소, 영상 압축률, 영상 크기를 지정하여 보내기 버튼을 누르면 해당 단말로 영상 압축률과 영상 크기 정보가 전달되고 이에 맞추어 단말에서 촬영된 영상이 서버로 전달되게 된다.

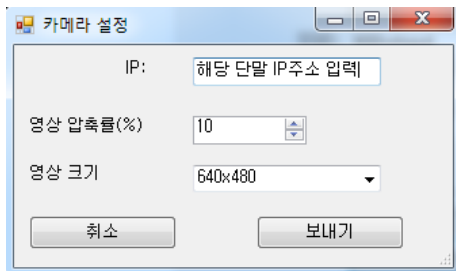


그림 4. 서버의 카메라 설정 화면
Fig. 4. Camera setup screen of server

3.2.2 시험 결과

영상 크기를 640x480 픽셀로 설정하였을 경우 영상 압축률에 따라 서버가 수신한 패킷은 다음과 같다.

1) 영상 압축률에 따른 패킷 흐름

그림 5는 영상 압축률이 30%일 경우 서버에서 관찰된 시간 경과에 따른 패킷의 흐름을 나타낸다. 그림 5의 아래에 표시된 막대그래프는 TCP 오류를 나타낸다. 그래프의 첫 번째 구간은 서버가 오드로이드 단말기 1대로부터 초당 약 220개, 두 번째 구간은 2대로부터 초당 약 460개, 세 번째 구간은 3대로부터 초당 약 680개 정도의 패킷을 수신한 것이다.

그림 6은 영상 압축률이 20%일 경우 서버에서 관

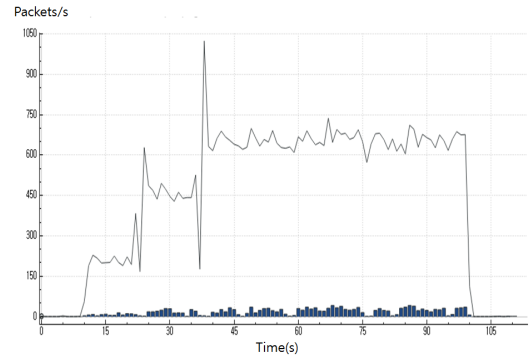


그림 5. 영상 압축률이 30%일 경우 패킷 흐름
Fig. 5. Packet flow, video compression rate is 30%

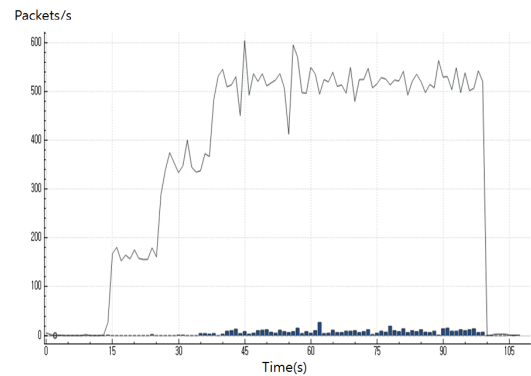


그림 6. 영상 압축률이 20%일 경우 패킷 흐름
Fig. 6. Packet flow, video compression rate is 20%

찰된 시간 경과에 패킷의 흐름을 나타낸다.

그래프의 첫 번째 구간은 서버가 오드로이드 단말기 1대로부터 초당 약 180개, 두 번째 구간은 2대로부터 초당 약 380개, 세 번째 구간은 3대로부터 초당 약 560개 정도의 패킷을 수신한 것이다.

그림 7은 영상 압축률이 10%일 경우 서버에서 관찰된 시간 경과에 따른 패킷의 흐름을 나타낸다.

그래프의 첫 번째 구간은 서버가 오드로이드 단말기 1대로부터 초당 약 120개, 두 번째 구간은 2대로부터 초당 약 240개, 세 번째 구간은 3대로부터 초당 약 360개 정도의 패킷을 수신한 것이다.

한 패킷의 크기가 1,440byte이므로 360개의 패킷을 전송하기 위해서 약 52Mbps 정도 전송 능력을 가지게 되며 이 전송 능력은 서버로 영상을 전송할 때 사용하는 Wi-Fi Hotspot의 최대 통신용량(54Mbps) 보다 낮으므로 통화로 폭주 현상이 발생하지 않는다.

이상의 시험에서 영상 압축이 10% 씩 증대할수록 서버가 수신하는 패킷의 수가 67% ~ 82% 범위로 줄

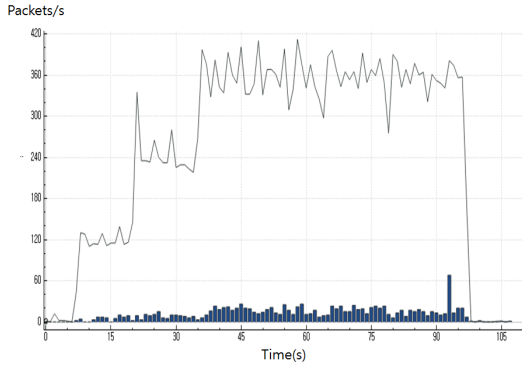


그림 7. 영상 압축률이 10%일 경우 패킷 흐름
Fig. 7. Packet flow, video compression rate is 30%

어든다는 것과 3대의 현장단말 영상을 보내기 위해서는 680 x 480 픽셀의 영상 크기와 10% 영상 압축률을 유지해야 함을 확인하였다. TCP 오류율은 압축률이 가장 높은 30%일 때 가장 많이 발생하였다.

2) 영상 압축률과 영상 크기에 따른 선명도 시험
본 시험에서는 두 영상 크기에서 영상 압축률별로 서버에서 출력된 동영상의 선명도를 비교하였다.

• 영상 크기가 640×480일 때

그림 8은 영상 압축률이 30%인 경우로 압축이 많이 되지 않기 때문에 화질이 선명하고 깨끗하다.

그림 9는 영상 압축률이 20%인 경우로 자동차 문에 접이 생기긴 하였지만 압축률 30%에 비해 선명도는 큰 차이가 나지 않았다.

그림 10은 영상 압축률이 10%인 경우로 자동차 문 부분에 접이 다소 생겼고 압축이 가장 많이 되었기 때문에 영상의 화질은 높은 압축률에 비해 좋지 않았으나 영상을 관독하는 데는 문제가 없었다.



그림 8. 영상 압축률이 30%일 경우 영상
Fig. 8. Video, video compression rate is 30%



그림 9. 영상 압축률이 20%일 경우 영상
Fig. 9. Video, video compression rate is 20%



그림 10. 영상 압축률이 10%일 경우 영상
Fig. 10. Video, video compression rate is 10%

• 영상 크기가 1280×720일 때

그림 11은 영상 압축률이 30%인 경우로 640×480인 영상에서 보이지 않던 자동차의 앞 범퍼와 뒷부분이 보이고 화질도 선명하였다.

영상 압축률이 20% 또는 10%인 경우 그림 11과 같이 넓은 범위의 영상이 출력되고 30%에 비해 영상에 접이 많이 생겼고 화질이 좋지 않았으나 영상을 관독하는 데는 문제가 없었다.

이상의 실험 결과를 분석해보면 영상 압축률이 30%, 영상 크기가 1280×720 픽셀일 경우 서버에서 가장 넓고 선명하게 영상이 출력되나 3개의 현장 단말에서 촬영한 영상을 동시에 서버로 전송할 경우 전송로상의 트래픽 용량을 초과하는 문제가 발생한다.



그림 11. 영상 압축률이 30%일 경우 영상
Fig. 11. Video, video compression rate is 30%

따라서 영상관리시스템에서 영상 데이터로 인한 트래픽 폭주를 막기 위해서는 단말에서의 영상 압축률을 10%로, 영상 크기를 680×480으로 설정하는 것이 요구된다.

3.3 다중 단말 접속시의 패킷 흐름 시험

3.3.1 시험 조건

그림 12는 3대의 오드로이드 단말기를 동시에 연결 시 서버에서의 패킷 흐름을 시험하기 위한 시험환경을 나타낸 것이다.

시험환경은 현장의 영상 촬영용으로 오드로이드 단말기 3대, 영상 데이터 중계용으로 벡서스 단말기 1대, 영상 저장 및 출력용으로 서버 1대로 구성된다.

시험 장소는 동명대학교 제1정보통신관을 선택하고 복도에 벡서스 단말기와 오드로이드 단말기를 일렬로 배치하고 서버는 연구실 안에 설치한다.

벡서스 단말기는 서버와 Wi-Fi Hotspot통신으로 연결하고 오드로이드 단말기 3대의 GO가 된다. 서버는 벡서스 단말기별로 촬영된 영상을 3개까지 동시에 출력할 수 있도록 한다.

영상 압축률은 30%, 영상 크기는 640×480으로 설정한다.

서버와 벡서스 단말기간의 거리를 3.14m로 두고 벡서스 단말기와 3대의 오드로이드 단말기간의 거리를 각각 10m, 20m, 30m로 둔다.

3.3.2 시험 결과

그림 13은 서버가 3대의 오드로이드 단말기로부터 수신한 패킷 흐름을 시간대별로 나타낸 것이다.

그림 13에서 보는 바와 같이 첫 번째 구간에서 서버는 벡서스 단말기와 10m 떨어진 오드로이드 단말기(Odroid SO_1)로부터 초당 약 50개의 패킷을 수신

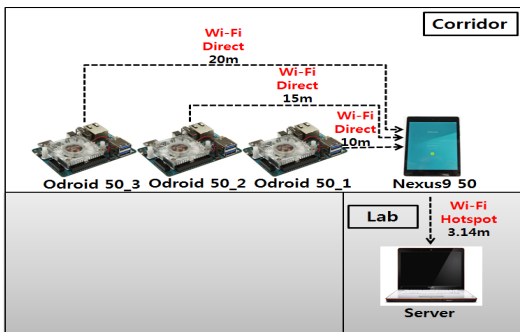


그림 12. 다중 단말 접속시의 패킷 흐름 시험 환경
Fig. 12. Packet flow test environment when multiple terminals are connected

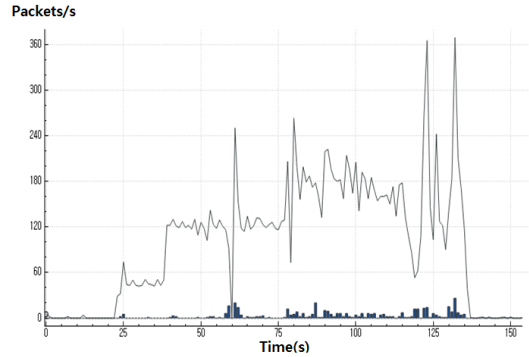


그림 13. 3대의 오드로이드 단말기에 대한 패킷 흐름
Fig. 13. Packet flow for three ordroid terminal

하였고, 두 번째 구간에서는 20m일 떨어진 오드로이드 단말기(Odroid SO_2)와 Odroid SO_1 단말기로부터 초당 약 120개의 패킷을 수신하였고, 세 번째 구간에서는 30m일 떨어진 오드로이드 단말기(Odroid SO_3)와 Odroid SO_2, Odroid SO_1으로부터 초당 약 180개의 패킷을 수신하였다.

서버가 수신한 패킷의 수가 단말 수에 비례하여 증가하지 않는 이유는 단말기 3대가 촬영한 영상의 화면이 모두 다르기 때문이다.

본 시험에서는 설정된 시험조건에서 중계단말인 벡서스 단말에서 3대의 오드로이드 단말의 영상 트래픽을 수용할 수 있음과 서버에서 트래픽이 높아지면서 출력되는 영상의 지연 현상이 발생하였으나 3대의 단말 영상에 대한 실시간 동시 출력이 가능함을 확인하였다.

3.4 단일 단말 접속시의 패킷 흐름 시험

본 절에서는 하나의 오드로이드 단말과 벡서스 단말간의 거리가 40m일 경우 장애물이 없는 LOS (Line Of Sight) 환경과 장애물이 있는 NLOS(Non Line of Sight) 환경에서 서버에서 수신된 패킷 흐름을 시험한다. 영상 압축률은 30%, 영상 크기는 640×480으로 설정한다.

3.4.1 LOS 환경일 경우

그림 14는 그림 12와 같은 LOS 환경에서 벡서스 단말기와 오드로이드 단말간의 거리가 40m일 경우 서버에서 수신된 패킷 흐름을 나타낸 것이다.

시험 결과, 서버는 초당 약 70개의 패킷을 수신하였다. 데이터 전송 초기엔 불완전한 접속으로 트래픽이 높았지만 시간이 지날수록 안정화되었고 단말 간 거리가 40m에서도 영상 데이터 통신에 문제가 없었다.

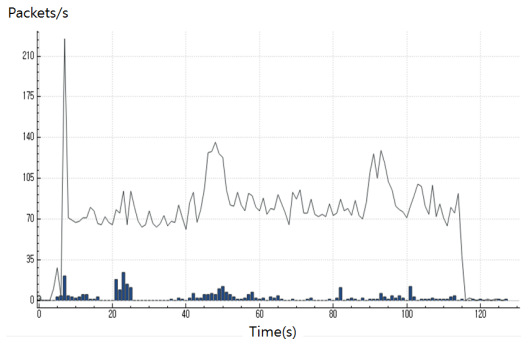


그림 14. LOS 환경(40m)에서의 패킷 흐름
Fig. 14. Packet flow in LOS environment(40m)

3.4.2 NLOS 환경일 경우

그림 15는 오드로이드 단말기와 벡서스 단말기 사이에 장애물이 놓여 있는 NLOS 환경에서 단말기간의 거리가 40m일 경우 서버에서 수신된 패킷 흐름을 시험하기 위한 시험환경을 나타낸 것이다.

시험환경은 현장의 영상 촬영용으로 오드로이드 단말기 1대, 영상 데이터 중계용으로 벡서스 단말기 1대, 영상 저장 및 출력용으로 서버 1대로 구성된다.

NLOS 환경 제공을 위해 오드로이드 단말기는 장애물이 많은 동명대학교 제1정보통신관 연구실 안에 설치하고 벡서스 단말기는 복도에 설치한다.

그림 16은 NLOS 환경에서 벡서스와 오드로이드 단말기간의 거리가 40m일 경우 서버에서 수신된 패킷 흐름을 나타낸다.

그래프를 보면 장애물에 의한 전파 방해로 통신 상태가 좋지 않아 패킷이 서버로 전달되는 중에 손실되어 서버화면에 영상이 제대로 출력되지 않았다.

특정 시간대에만 과도하게 패킷이 집중되는 이유는 불안정한 무선특성에 의한 지연 전달 특성 때문으로 추정된다.

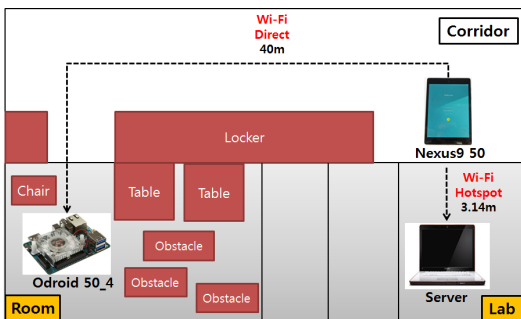


그림 15. NLOS 환경(40m)에서의 패킷 흐름 시험 환경
Fig. 15. Test environment of packet flow in LOS environment(40m)

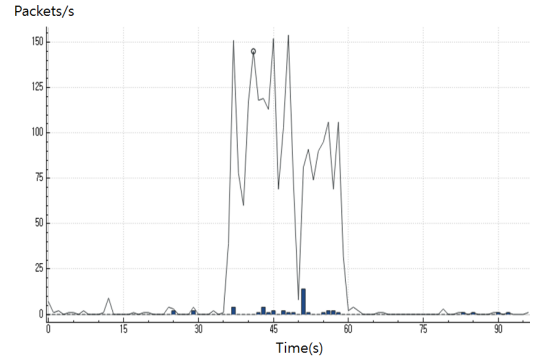


그림 16. NLOS 환경(40m)에서의 패킷 흐름
Fig. 16. Packet flow in LOS environment(40m)

3.5 시나리오 성능 시험

3.5.1 시험 조건

시스템의 복합적인 성능을 평가하기 위해 그림 3과 같이 서버와 단말을 구성하고 그림 17의 시나리오로 서버와 단말기들을 배치한다.

서버와 연결된 벡서스 50번 단말기를 기준으로 중계단말기인 벡서스 51번 단말기와의 거리는 20m, 52번 단말기와의 거리는 30m, 53번 단말기와의 거리는 40m를 유지한다. 현장 영상 촬영용으로 오드로이드 53번 단말기는 건물 왼쪽 끝인 샤워실 안에 배치하고 오드로이드 52번 단말기는 계단에 배치하고, 오드로이드 51번 단말기는 복도 왼쪽 끝에 배치한다.

영상 압축률은 10%로 설정하고 영상 크기는 640×480으로 설정한다.

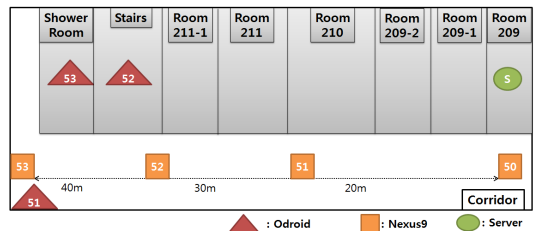


그림 17. 시나리오 성능 시험의 시험 환경
Fig. 17. Test environment of the scenario performance test

3.5.2 시험 결과

그림 18은 시나리오 성능 시험시 서버에서 수신된 시간 경과에 따른 패킷 흐름을 나타낸다.

샤워실에 있는 오드로이드 53번 단말기는 NLOS 환경으로 벽뒤에 배치하였음에도 가까운 거리에 위치한 LOS 환경에 배치된 중계 단말기인 벡서스 53번 단말

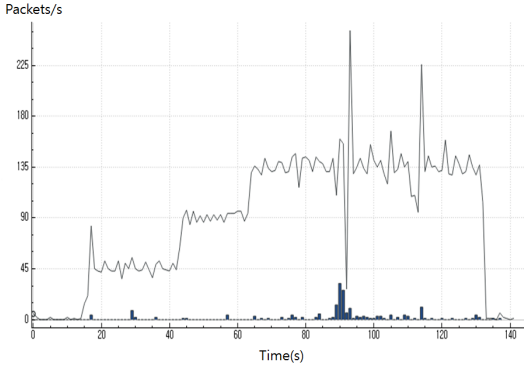


그림 18. 시나리오 성능 시험의 패킷 흐름
Fig. 18. Packet flow of the performance test scenarios

기를 통해 40m 이상 떨어진 연구실의 서버까지 영상이 잘 전달되었다. 현장 영상 촬영용 단말인 오드رويد 단말기와 중계 단말인 벅스 단말기의 거리가 가까울수록 오드رويد 단말과 서버간 통신이 잘 이루어졌다.

그림 19는 서버의 출력 화면을 나타낸 것이다.

좌상단에 단말기들의 접속 상태, 우상단에 연결 구조, 중앙에 제어버튼을 나타내고, 아래 단에는 오드رويد 단말기 3대(좌측으로부터 51, 52, 53번 순)에서 촬영한 영상 데이터를 출력하는 화면을 나타낸다.

이상의 시나리오 성능 시험 결과를 분석해 보면 영상 압축률을 10%로, 영상 크기를 640×480 픽셀로 설정할 경우 현장단말이 서버와 40m 이내는 물론 40m 떨어진 거리에서 중간에 장애물이 있더라도 현장단말의 영상이 서버로 잘 전달됨을 확인할 수 있었다. 이를 통해 중계단말을 통한 전달 수단이 제공되면 단말과 서버간 거리가 40m 이상 되더라도 영상 전달이 가능할 것으로 유추된다.



그림 19. 서버 화면
Fig. 19. Server screen

IV. 결론

지진, 홍수, 태풍 등의 자연 재해 및 화재, 테러 등 재난 발생시 효율적 대처를 위해서는 지휘본부 가동이 요구된다. 지휘본부가 현장 상황을 파악하여 통제하기 위해서는 현장상황을 한 눈에 볼 수 있는 영상관리시스템 구축이 필요하다.

본 논문에서는 영상관리시스템 구축에 필요한 성능 파라미터 정보 파악을 위해 와이파이 다이렉트 통신 기반의 애드혹 망 구성 방법을 제시하고 영상관리시스템에 대한 환경 구축과 성능을 평가하였다. 성능 평가를 위해 ‘영상 압축률 및 영상 크기에 따른 패킷 흐름 시험’, ‘거리에 따른 패킷 흐름 및 트래픽 시험’, ‘LOS 여부에 따른 패킷 흐름 시험’, ‘시나리오 성능 시험’을 성능 시험 항목으로 정하고 성능을 시험하였다.

시험결과 영상 트래픽 폭주를 막기 위해서 단말에서의 영상 압축률을 10%로, 영상 크기를 640×480 픽셀로 설정하는 것이 바람직함을 제시하였다. Wi-Fi Direct 통신으로 40m를 기준으로 LOS 환경에서는 단말간 통신이 가능하나 NLOS 환경에서는 불가능함을 확인하였다. NLOS일 경우 20m 까지는 통신 가능하나 그 이상이 되면 전파 손실로 인해 통신이 불가능함을 확인하고 이 경우에는 애드혹 망을 통한 단말간의 중계를 통해 그 이상의 거리까지도 통신 가능함을 확인하였다. 서버에서 640×480 픽셀 화면으로 10% 압축률로 3개까지 실시간 동영상 출력이 가능함을 또한 확인하였다.

본 성능 시험을 통해 파악된 제한 요소는 추후 상용 영상관리시스템의 설계 및 구현에 참고가 될 것으로 기대된다.

추후 과제로는 추가적인 성능 시험을 통해 다양한 환경에서의 성능 파라미터 도출과 기능 추가 개발 및 상용화 기술 개발이 남아있다.

References

- [1] J. H. Lee, “A study on the major requirement function of disaster safety communications network,” *J. Commun. Networks (JCN)*, vol. 13, no. 6, pp. 10-16, Dec. 2015.
- [2] J. G. Yu, G. S. Kang, D. G. Oh, D. I. Jang, and J. Y. An, “Study on utilization method for satellite emergency communication system,” *J. KICS*, vol. 31, no. 10, Oct. 2014.
- [3] Y. G. Kim, “Development and technology

trend on disaster and safety radio network,” *Korean Soc. Hazard Mitigation*, vol. 14, no. 4, pp. 78-87, Jul. 2014.

- [4] J. H. Shin, “Design & implementation of real time video transmission system using Wi-Fi direct,” M.S. Thesis, School of Electrical Eng. and Comput. Sci., Graduate School, Kyungpook National Univ., Dec. 2012.
- [5] J. H. Lee, “Study of efficient device discovery method for fast connection in Wi-Fi direct,” *J. KICS*, vol. 41, no. 6, Jun. 2016.
- [6] *Wi-Fi Peer-to-Peer (P2P) Technical Specification v1.4*, Wi-Fi Alliance, 2014.
- [7] J. U. Hong, S. H. Byeon, S. I. Park, C. U. Park, and S. H. Choi, “Wi-Fi direct communication technology and application,” *J. KICS*, vol. 30, no. 6, pp. 26-32. Jun. 2013.
- [8] <https://www.wireshark.org/>

우 채 울 (Chae-yul Woo)



2014년 2월 : 동명대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2016년 2월 : 동명대학교 전기전자정보통신공학과 졸업(공학석사)
 2016년 7월~현재 : (주)에이치 엠씨 연구원

<관심분야> 위치기반서비스, 센서네트워크, 홈네트워크

조 미 란 (Mi-ran Jo)



2016년 2월 : 동명대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2016년 3월~현재 : 동명대학교 전기전자정보통신공학과 석사과정
 <관심분야> 위치기반서비스, 센서네트워크, 홈네트워크

권 순 량 (Soon-ryang Kwon)



1982년 2월 : 동아대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1984년 2월 : 부산대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1999년 9월 : 충남대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1984년~1999년 : 한국전자통신연구원 책임연구원

1999년 9월~현재 : 동명대학교 전자공학과 교수
 <관심분야> 위치기반서비스, 센서네트워크, 홈네트워크, 이동통신시스템, 무선 가시광 통신