

논문 2014-51-12-23

2채널 영상 스트리밍 기술을 적용한 차량용 전·후방 무선 영상 모니터링 시스템

(Applying a Two-channel Video Streaming Technology Front and Rear
Vehicle Wireless Video Monitoring System)

나희수*, 원영진**, 윤중근***, 이상민*, 안명일*, 김동현*, 문중훈***

(HeeSu Na, YoungJin Won[©], JungGeun Yoon, SangMin Lee, MyeongIl Ahn,
DongHyun Kim, and JongHoon Moon)

요약

본 논문은 승용 및 화물 차량의 주차 시, 사각지대에 의해 발생할 수 있는 위험요소를 차량의 전방, 후방에 장착된 카메라를 이용하여, 위험 요소 발견 시 신속히 상황을 대처할 수 있도록 운전자를 도와주는 차량용 전·후방 영상 모니터링 시스템의 개발을 제안하였다. 임베디드 시스템(embedded system) 환경에서 두 개의 고해상도 영상 데이터를 TCP/IP 기반 네트워크로 전송하는 방법으로 하나의 SoC(System on Chip)와 두 개의 고해상도 CMOS(Complementary metal-oxide-semiconductor) 영상 센서를 사용 하였다. 영상 데이터를 TCP/IP 네트워크 기반으로 전송하기 위해서 두 개의 카메라에서 입력 받은 영상을 H.264 포맷으로 압축한 뒤에 실시간 전송 규약(Real-time Transport Protocol)을 이용해서 영상 데이터를 무선(Wi-Fi)으로 전송하였다. 무선 환경에서 발생할 수 있는 전송손실, 전송지연, 전송제한 등을 감안하여 H.264로 압축된 두 개의 영상 데이터의 비트레이트를 조절하여, 무선(Wi-Fi) 환경에서 최적의 전송 조건을 갖추기 위한 시스템을 구현하여 실험하였다

Abstract

In this paper, it was proposed to develop front and rear image monitoring system for vehicle that help a driver to cope with urgent situation about a dangerous element. When parking a vehicle, the risk factors to be formed by the dead zone can be resolved by using anterior and posterior cameras of the vehicle. In embedded system environment, a SoC(System on Chip) and two high-resolution CMOS (Complementary metal-oxide-semiconductor) image sensors were used to transfer two high-resolution image data through the TCP/IP-based network. To transfer image data through the TCP/IP-based network, the images received by two cameras were compressed by using H.264 and they were transmitted with wireless method(Wi-Fi) by using real-time transport protocol (Real-time Transport Protocol). Transmission loss, transmission delay and transmission limit were solved in wireless (Wi-Fi) environment and the bit-rate of two image data compressed by H.264 was adjusted. And the system for the optimal transmission in wireless (Wi-Fi) environment was materialized and experimented.

Keywords : RTSP, TCP/UDP, Frame Structure, Bitrate, Monitoring System

* 정회원, 카바스(주)(Kavas Research Institute)

** 평생회원, 부천대학교 전자공학과(Dept. of Electronics Engineering, Bucheon University)

*** 정회원, 용인송담대학교 용인송담대학교 건축에너지과

(Dept. of Architecture and Energy, Yonginsongdam college)

© Corresponding Author(E-mail: wonyj@bc.ac.kr)

※ 이 논문은 2013년도 중소기업청 도약기술개발사업의 재원으로 수행된 연구사업임(No C0149584).

접수일자: 2014년11월19일, 수정일자: 2014년11월27일, 게재확정: 2014년12월05일

I. 서 론

현재 판매되고 있는 대부분의 차량용 후방 감지 카메라 시스템은 카메라 내부 모듈을 보호하는 하우징에 전원과 영상 케이블이 노출되어 있는 형태로 구성되어 있다. 시판중인 차량용 후방 감지 카메라 시스템의 영상 신호는 표준 아날로그(Analog) 영상신호인 NTSC (National Television System Committee) 방식이 널리 사용되고 있으며, NTSC 방식의 영상은 720 * 480의 해상도를 가지며, 초당 29.97 프레임을 표현할 수 있다. 카메라에서 출력되는 영상신호는 유선케이블을 통해서 전송되고 내비게이션 또는 별도의 모니터에 연결되어, 차량 후방의 위험요소를 사전에 감지하여 차량 후진 시에 발생할 수 있는 사고를 예방하는 시스템이다.

유선방식의 후방 영상 감지 시스템의 경우 자가 설치의 어려움이 있으며, 여러 케이블로 인하여 차량 내부 인테리어의 인위적 손상 위험 및 다중 채널로의 증설이 어려운 단점이 있다. 또한 카메라의 영상 신호 케이블 주변에 차량의 전원 및 제어에 필요한 케이블과 같이 매립됨에 따라 케이블의 유지보수 및 단락, 누전 등으로 케이블 상호간에 좋지 않은 영향을 미친다. 대개 차량용 카메라는 주차보조 용도로 차량의 후방에 장착되어 후방 감지 목적으로 사용된다.^[1]

자가 설치 및 비디오 채널 증설이 용이한 무선(Wi-Fi) 영상 모니터링 시스템은 기존 시스템이 가지고 있는 차량에 설치 문제점을 보완하며 영상데이터를 네트워크 기반으로 전송하기 때문에 랩톱, 스마트폰(안드

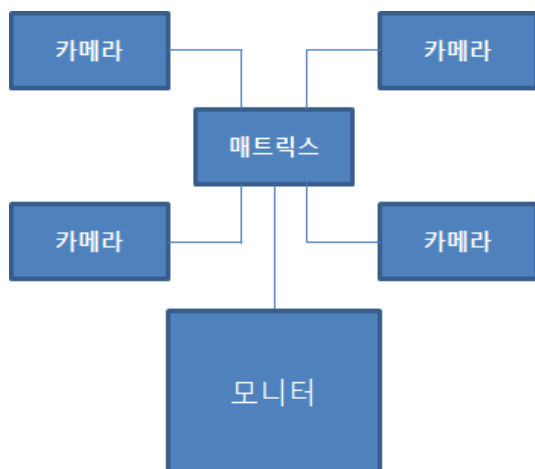


그림 1. 기존 모니터링 시스템
Fig. 1. Existing monitoring system.

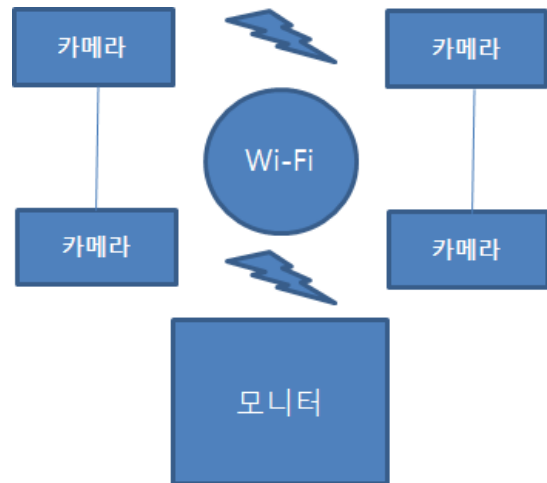


그림 2. 제안된 모니터링 시스템
Fig. 2. Proposed monitoring system.

로이드, Apple IOS), 기타 무선 네트워크 장치와 연결하기가 용이하다. 하나의 시스템을 추가하여 다수의 카메라를 운영할 수 있어 어라운드 뷰 시스템, 블랙박스 등으로 응용이 가능하게 된다. 그림 1과 같이 카메라의 수가 많아질수록 기존 시스템은 복잡한 구성이 될 수 있지만, 그림 2와 같이 제안된 무선네트워크로 구성하게 되면 간결한 시스템으로 구축이 가능하다.

II. 본 론

1. 네트워크의 영상 전송

최근 고화질의 Full-HD급, HD급 영상을 압축 기법을 사용하여, 영상의 해상도와 품질 저하 없이 저용량으로 저장매체에 저장한다. 또한 TCP/IP 기반의 네트워크로 차량용 영상저장 블랙박스와 보안용 IP 카메라 등에 압축영상을 전송하고 있다. 데이터를 전송할 때 비압축된 영상의 데이터 크기에 따른 필요한 대역폭을

표 1. 해상도에 따른 원시 데이터 크기와 네트워크 전송 속도

Table 1. Source data size and network transmission speed by resolution.

해상도 분류 1 FPS 데이터의 양			네트워크 최대 전송 속도	
수평 해상도	수직 해상도	크기(MByte)	네트워크(Mbit)	전송 속도(MB/s)
1920	1080	5.93	유선 규격	
1600	1200	5.49	10	1.25
1280	720	2.64	100	12.5
1024	768	2.25	1000	125
800	600	1.37	무선 규격	
720	480	0.99	54	6.75
640	480	0.88	150	18.75
320	240	0.22	300	37.5

표 1에 나타났다.

비압축된 하나의 프레임의 표시하기 위해 필요한 데이터의 양은 수평해상도 * 수직해상도 * 색 깊이에 따라서 1920*1080 원시 데이터의 크기는 약 5.93Mbyte의 용량이 된다. 네트워크의 부하, 기타 요소를 제외하고 최대 전송 속도만을 가지고 이론적인 네트워크 환경에서 30 FPS를 표시하기 위해 최소 약 177.9MB/s의 전송 속도가 보장이 되어야 한다는 것을 확인할 수 있다.

영상데이터의 양은 해상도에 따라 기하급수적으로 커지기 때문에 통상적인 100Mbps 유선환경에서 최대 12.5MB/s의 성능을 갖기에 네트워크 환경에서의 영상 압축은 선택이 아닌 필수요소로 자리 잡고 있다. 따라서 H.264의 약 50:1 비율로 압축이 된다고 가정하고, Full-HD 영상 30 FPS를 표시하기 위한 데이터의 크기는 약 3.558Mbyte로 표 1에 유선 10Mbps 규격을 제외하고 모든 규격으로 전송하기 적합하다^[2~3].

2. RTP, RTCP, RTSP

가. RTP(Real-time Transport Protocol)

RTP는 카메라 영상이나 음성이 포함된 멀티미디어 데이터를 네트워크를 이용하여, 실시간 전송을 위한 네트워크 전송 프로토콜이다. RTP는 다음과 같은 특징이 있다. RTP는 필요에 따라 프로토콜의 헤더를 변경하거나 추가할 수 있으며 전송계층(Transport Layer)에 무관하고, 자원 예약을 준비하지 않으며 실시간 서비스에 대한 QoS를 보장하지 않는다^[4~5].

나. RTCP(Real-time Transport Control Protocol)

RTCP는 전송계층의 프로토콜이며, RTP 멀티미디어 데이터의 전송 상태 감시 및 세션 관련 정보 전송을 위한 프로토콜이다. 서버와 클라이언트간의 상태 점검을 위한 것이므로 양방향 통신으로 이루어지며, 주기적으로 서버와 클라이언트가 리포트 패킷을 주고받는다. RTCP로 수집된 리포트 패킷을 어떻게 처리하는가에 따라서 네트워크와 카메라 등의 상태에 따라 코덱, 네트워크 상태 제어를 할 수 있게 된다.

다. RTSP(Real-time Streaming Protocol)

RTSP는 응용계층의 프로토콜이며 멀티미디어 스트림 데이터를 제어하기 위한 방법을 제공한다. 클라이언

트에서의 재생, 일시정지, 빨리 감기, 되감기, 재생 위치 변경과 같은 명령을 전송하며, TCP와 UDP를 포함하는 다양한 전송계층 프로토콜에서 동작할 수 있으며, 제어 메시지 전송을 위해 신뢰성 있는 연결형 TCP를 사용하여 RTP/RTCP 채널 설정 후에 패킷이 전달 되도록 한다. 세션의 설정과 해제는 RTSP에 의해 제어되고, 영상 데이터는 RTP를 통해 전송된다.

3. 실시간 스트리밍 서버 구조

스트리밍 서버는 영상이나 음성을 포함한 대용량 미디어를 효율적으로 전송하기 위해 네트워크에서 효율적인 구성과 QoS(Quality of Service) 보장을 해야 한다. 구현된 시스템의 스트리밍 서버는 RTP 패킷 기반으로 RTCP(Real-time Control Protocol)와 RTSP를 통하여 서버와 클라이언트간의 양방향 세션을 제어한다.

피드백을 통해 네트워크 환경과 데이터 손실 유무를 파악하면, 멀티미디어 데이터는 RTP 패킷 수준으로 나누어지며, 미디어에 대한 코덱 정보 없이 패킷의 RTP 헤더에 담겨진 시간, 세션, 순서 등의 정보만을 번역하여 전송되며, 전송된 RTP 패킷은 UDP를 통해 전송된다. 사용자 요구를 즉시 반영하는 스트리밍 서버를 구현하기 위해서는 응용 계층에서 실시간으로 멀티미디어 스트림을 제어하는 RTSP 표준 프로토콜이 필요하다. 하나의 RTSP 세션이 유지되는 동안, 서버로 RTSP 요청을 보내기 위해 여러 개의 TCP 또는 UDP 연결을 열고 닫을 수 있다. RTSP에 의해 제어되는 멀티미디어 스트림은 RTP일 수 있지만, RTSP는 멀티미디어 스트림을 위한 전송메커니즘에 의존하지 않는다. RTSP는 멀티미디어 스트림의 세션을 관리하고 클라이언트가 서

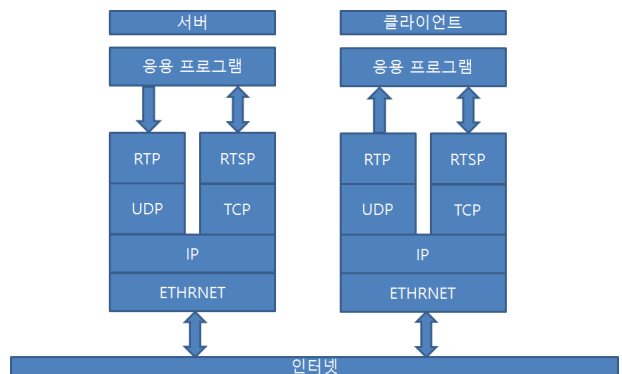


그림 3. 스트리밍 서버 구조
Fig. 3. Streaming server structure.

버에 스트리밍 할 수 있도록 지원하며 스트리밍 서버 구조는 그림 3과 같다.

4. RTSP 서버 모듈 구성

RTSP 서버는 클라이언트의 요구를 분석 처리하며 카메라 영상 데이터를 클라이언트에게 스트리밍 하는 기능을 수행한다. RTSP 서버 모듈 역할은 표 2와 같다.

표 2. RTSP 서버 모듈의 역할
Table 2. Role of RTSP server module.

Socket 모듈	RTSP 데이터 전송을 위한 TCP 소켓과 RTP 데이터 전송 위한 UDP 소켓을 관리
EventLoop 모듈	통신 소켓을 열고 클라이언트와 연결된 소켓에서 데이터가 전송 유무를 확인하고, 데이터를 버퍼에 저장
Parser 모듈	데이터에 담긴 토큰(token)을 분리하여 요청(request)을 분석
Request Handler 모듈	분석(analysis)된 요청(request)에 대한 처리를 수행
Streamer 모듈	연속적인 미디어 데이터를 RTP 패킷으로 만들어 전송하고, 클라이언트의 패킷 손실(Packet Loss)과 지터(jitter) 등의 피드백(feed-back)된 정보를 판단하여 전송률(bit Rate)을 제어하는 모듈
Scheduler 모듈	현재 서비스 중인 세션들을 관리

5. 시스템 구성과 영상 압축

시스템 구성은 Full_HD급 영상 센서와 HD급 영상 센서로 구성된 두 개의 카메라 모듈과 인터페이스 부분이 있다. 카메라에서 입력된 영상을 프로세싱 하고, 압축을 담당하는 이미지 처리 영역과 압축된 영상을 실시간 전송하기 위한 RTP 스트리밍 영역으로 구별 할 수 있다. 일반적인 구성의 네트워크에서 대역폭은 한정되어 있고, 네트워크 혼잡도에 따라 전송률이 달라지기 때문에 영상 압축 코덱을 사용하여, 네트워크로 전달되기 전에 데이터의 양을 줄이는 것이 필요하다.

시스템 내부의 비디오 코덱에서는 압축된 영상 스트림을 전송하기 위해 카메라 CMOS 센서에서 출력되는 소스 영상에 압축 알고리즘을 적용하는 일이 수반되며, 상대방에서 압축된 스트림 영상을 보기 위해서는 압축 풀기라는 역-알고리즘을 사용하게 된다. 소스 영상을 압축, 전송, 압축 풀기 및 표시하는 데 소요되는 시간을 지연시간이라 하며 특정 알고리즘을 상황에 따라서 적절히 사용함으로써 지연시간을 줄일 수 있고 지연시간이 낮을수록 네트워크 성능이 좋은 시스템이다.^[3~5]

영상 압축 기술은 디지털 비디오 파일을 효율적으로 네트워크상에서 전송하고 컴퓨터 디스크에 저장할 수 있도록 중복되는 영상 데이터를 줄이고 삭제하는 것이

다. 따라서 효율적인 압축 기법으로 시각적 품질 저하 현상이 거의 또는 전혀 없이 파일 크기 및 네트워크 전송량을 줄일 수 있다. 표준에 근거한 압축 방식은 데이터를 줄여 활용하는 방식이 다르기에 종합적으로 비트 레이트, 품질, 지연 시간에서 차이가 나며, 압축 알고리즘은 이미지 압축과 영상 압축의 두 가지 형태로 분류된다.

이미지 압축은 인트라프레임 코딩 기술을 사용함으로써, 육안으로 식별할 수 없는 불필요한 픽셀 정보를 제거함으로써 이미지 프레임 내에서 데이터를 줄이며, Motion JPEG이 이러한 압축 표준의 예이다. JPEG과 같이 사진과 같은 정지영상을 압축할 목적으로 만들어 Motion JPEG은 시간적 압축방법은 포함되어 있지 않고 공간적 압축방법만이 포함되어 있다. Motion JPEG은 JPEG 압축/복원을 실시간(초당 약 30 Frame)으로 처리함으로써 정지영상의 처리방법을 동영상 압축에 적용하고자 하는 압축 방법이며, 프레임 단위로 편집이 용이하여, 주로 비디오 편집용으로 많이 사용되고 있다.^[6~8]

영상 압축 알고리즘은 인터프레임 예측 기법을 사용하여 일련이 프레임 간의 영상 데이터를 줄인다. 여기에서 차등 코딩 등의 기법이 필요한데, 이 기법에서 하나의 프레임을 참조 프레임과 비교하고 참조 프레임에 대해 변경된 픽셀만이 코딩되기에 전송되는 픽셀 수를 줄일 수 있다. 이러한 영상 압축 기법을 사용한 코덱은 MPEG-4, H.264가 있으며, 이중 H.264는 가장 최신 영상 압축 표준이다. 본 시스템에서는 H.264 압축 코덱을 사용하여 압축하였다.

III. 시스템 구현

본 논문에서 구현된 시스템은 두 대의 카메라영상을 하나의 SoC 프로세서에서 압축하고, RTSP 스트리밍을 사용하여, 무선(Wi-Fi)으로 사용자 단말까지 전송 하는 것이다. 구현된 시스템의 메인 프로세서는 멀티미디어 SoC를 사용하였다. 전체 시스템은 그림 4와 같이 Full_HD CMOS 센서를 위한 ISP를 내장하고 있으며, 두 개의 비디오 포트와 USB, GPIO, USART 등의 다양한 주변장치를 갖추고 있다.

영상을 받기 위한 Full_HD급 센서와 HD급 센서는 각각 SoC의 카메라 포트와 비디오 포트에 연결 되어

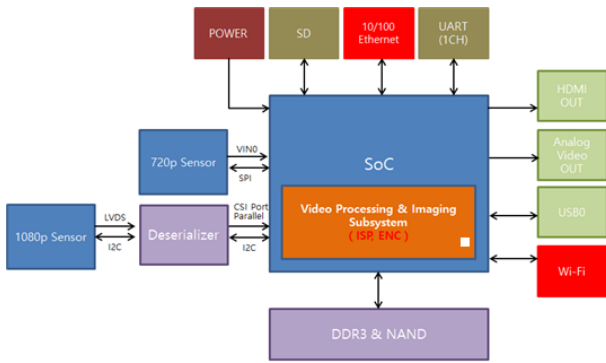


그림 4. 시스템 블록도
Fig. 4. Block diagram of the system.

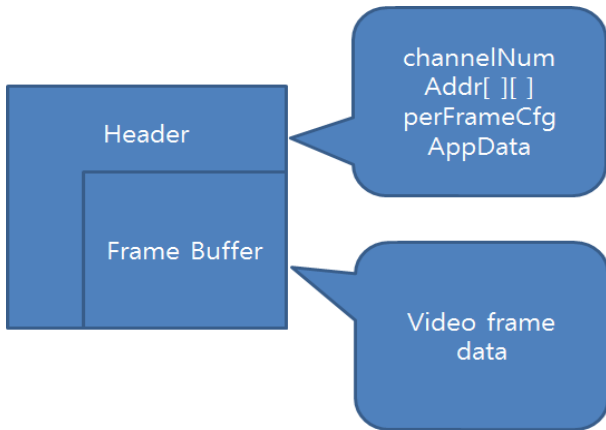


그림 5. 프레임 구조
Fig. 5. Frame structure.

있고 USB1 포트에는 Wi-Fi SoftAP구현을 위해 150Mbps 대역폭을 지원하는 RealTek사의 Wi-Fi 모듈이 연결되어 있다.

영상 CMOS 센서에서 출력되는 영상 포맷은 Raw Data, BT.656/601, YUV 등으로 센서 종류에 따라 다양하게 분류된다., CMOS 센서에서 입력되는 영상 포맷을 전송이나 저장을 위해서는 영상 포맷 중 많이 사용하는 포맷으로 단일화 시키는 것이 좋다.

그림 5는 프레임 구조(Frame Structure)를 나타낸다. 두 개의 영상 센서에서 입력되는 데이터를 분류하기 위해 프레임 구조를 정의하였다. 카메라, 비디오 입력 채널에 대한 고유 식별 ID, 주소에 대한 포인터, 프레임 정보, 해당 영상 정보와 영상 프레임 데이터를 메모리에 저장하고, Frame Structure 고유 식별 ID로 카메라 채널을 구분하였다. 그림 6은 영상 데이터 전송 흐름을 나타낸다. 각 카메라의 영상 데이터가 입력이 되면 Video Process에서 카메라 센서의 제어와 데이터의

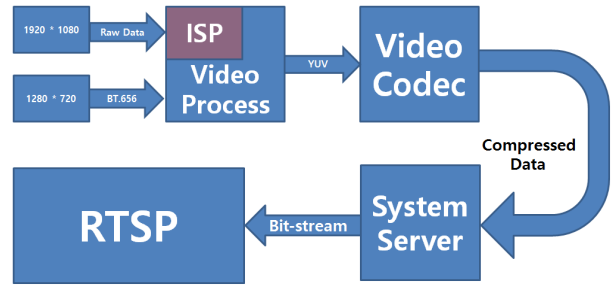


그림 6. 영상 데이터 전송 흐름
Fig. 6. Image data transmission flow.

적재가 이뤄지며, 데이터는 비디오 코덱에 전달되어 압축 알고리즘에 의해서 표준 H.264 포맷의 영상으로 압축된다.

비디오 코덱에서 압축된 데이터는 시스템 서버를 통해 Bit-stream 형태로 RTSP 모듈로 전달되며, RTSP 모듈은 클라이언트 요청에 따라 응답하게 되고 클라이언트와 요청에 따라 해당 채널의 카메라 영상을 클라이언트로 스트리밍 하도록 구현하였다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 구현된 시스템의 네트워크 전송 실험을 위해 SoftAP가 구동되는 시스템에 랩톱 PC를 접속하고 TCP/UDP 대역폭 측정 프로그램을 이용하여 총 3회에 걸쳐 네트워크 무선 링크간의 UDP 최대 대역폭을 실험하였다. 랩톱 PC와 시스템의 안테나 거리는 약 1m 거리를 두고 측정하였으며, Wi-Fi 무선 링크의 속도는 IEEE 802.11n 규격의 72Mbps로 접속 되었다. 1:1 방식으로 연결된 네트워크의 무선 링크 UDP 대역폭 측정 결과를 표 3에 나타냈다. 또한 그림 7과 같이 평균 대역

표 3. 무선 링크 UDP 대역폭 측정
Table 3. Wireless link UDP bandwidth measurement.

[ID]	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total Datagrams
[176]	0.0- 1.0 sec	3348 KBytes	27424 Kbits/sec	1.228 ms	60/ 2392 (2.5%)
[176]	1.0- 2.0 sec	4633 KBytes	37950 Kbits/sec	0.570 ms	0/ 3227 (0%)
[176]	2.0- 3.0 sec	4285 KBytes	35104 Kbits/sec	0.244 ms	0/ 2985 (0%)
[176]	3.0- 4.0 sec	4747 KBytes	38890 Kbits/sec	0.862 ms	0/ 3307 (0%)
[176]	4.0- 5.0 sec	4661 KBytes	38185 Kbits/sec	0.678 ms	0/ 3247 (0%)
[176]	5.0- 6.0 sec	4884 KBytes	40008 Kbits/sec	0.226 ms	0/ 3402 (0%)
[176]	6.0- 7.0 sec	4818 KBytes	39467 Kbits/sec	0.374 ms	0/ 3356 (0%)
[176]	7.0- 8.0 sec	4938 KBytes	40454 Kbits/sec	0.736 ms	0/ 3440 (0%)
[176]	8.0- 9.0 sec	4463 KBytes	36562 Kbits/sec	0.354 ms	0/ 3109 (0%)
[176]	9.0-10.0 sec	4545 KBytes	37232 Kbits/sec	0.249 ms	0/ 3166 (0%)
[176]	0.0-10.1 sec	45810 KBytes	37152 Kbits/sec	0.706 ms	59/31969 (0.18%)

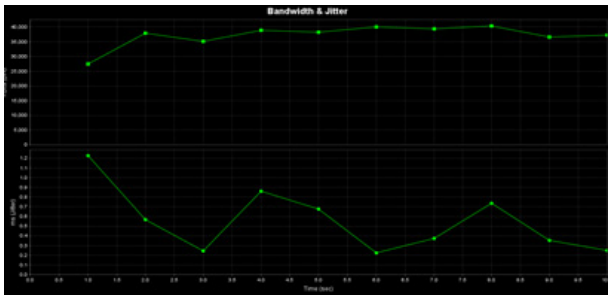


그림 7. 시스템의 전송 대역폭 및 지터 측정
Fig. 7. Transmission bandwidth and jitter measurement of system.

표 4. 영상 해상도 권장 대역폭
Table 4. Image resolution recommend bandwidth.

16:9비율				
	해상도	비율	video	audio
UHD	3840*2160	16:09	10Mbps	192Kbps
FHD	1920*1080	16:09	4Mbps	128Kbps
HD	1280*720	16:09	2Mbps	128Kbps
SD	720*405	16:09	1.2Mbps	96Kbps
4:3 비율				
	해상도	비율	video	audio
HD	960*720	4:03	2Mbps	128Kbps
SD	640*480	4:03	1.2Mbps	96Kbps
3:2 비율				
	해상도	비율	video	audio
SD	960*640	3:02	1.2Mbps	96Kbps
LD	480*320	3:02	850Kbps	64Kbps

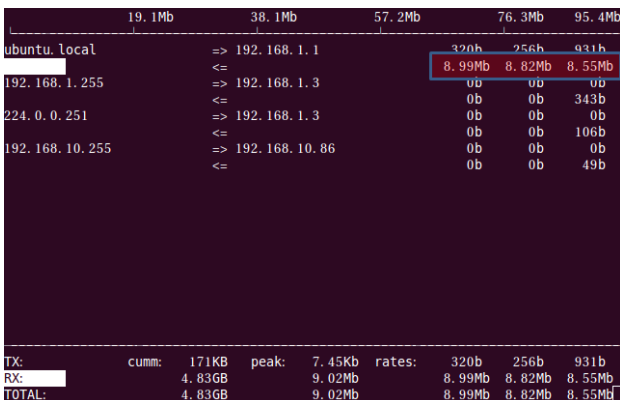


그림 8. 네트워크 트래픽 측정 결과
Fig. 8. Result of network traffic measurement.

폭은 약 38714 Kbits/sec로 초당 4.75MByte 로 안정되게 전송됨을 확인하였다.

TCP/IP 네트워크 환경에서 카메라 영상 데이터 전송 시 영상의 비트레이트를 낮추면 해상도가 높아도 영상 품질이 좋아 보이지 않으며, 영상의 품질을 높이기 위해 비트레이트를 높여도 원본 이상의 품질을 얻기 힘들고 과도한 트래픽으로 네트워크에 영향을 미친다. 따라서 각 해상도별 권장 비트레이트는 표 4와 같다.

본 논문에서 구현한 시스템의 목표는 H.264로 압축

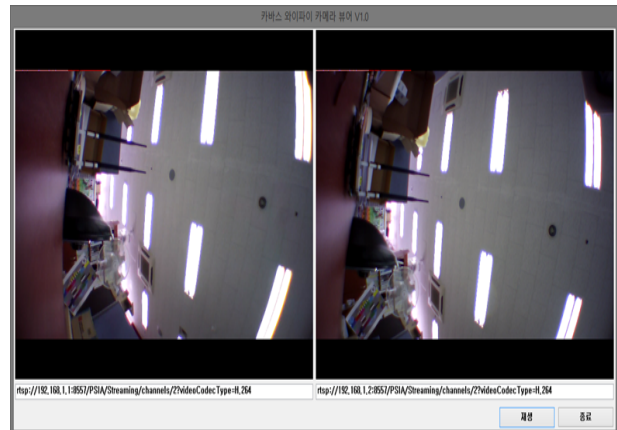


그림 9. 전송된 카메라 영상
Fig. 9. Transmitted camera image.

된 Full-HD 영상 1채널과 HD급 영상 1채널을 전송하는 것이다. 이때 필요한 권장 대역폭으로 표 4와 같이 Full-HD급 4Mbps와 HD급 2Mbps로 총 6Mbps와 예측하지 못하는 오버헤드를 예상하여, 약 10Mbps/s 목표로 전송 실험을 하였다. 네트워크 트래픽 모니터링 프로그램을 사용하여, 2개의 영상을 권장 비트레이트로 전송시에 발생하는 네트워크 트래픽을 확인하였다.^[2] 그림 8과 같이 약 10초간 평균 전송량은 8.82Mbps/s로 확인 되었으며, 카메라에서 전달된 2개의 영상도 정상적으로 전달되는 것을 그림 9와 같이 자체 제작한 영상 플레이어에서 확인 하였다.

V. 결 론

사무실의 AP, 컴퓨터, 랩톱, 스마트폰 등 Wi-Fi 무선 네트워크 2.4Ghz 주파수 대역을 사용하는 공간에서 무선 네트워크에 발생할 수 있는 환경변수를 무시하고 실험하여 네트워크 트래픽, 대역폭의 정확한 측정이 어려웠으나 환경 요인을 개선하여 평균대역폭 38714 Kbits/s, 지터값 0.500 정도의 값을 얻었다. IEEE 802.11ac 무선랜 전송 규격이 나온 현시점에서 많이 사용하는 IEEE 802.11n 규격으로 무선 네트워크에서 두 개의 고화질의 영상을 압축 및 전송이 가능하다는 것을 실험데이터를 통해 확인하였다. 향후 과제로 IEEE 802.11ac 무선랜 규격과 차세대 영상 압축 포맷인 H.265 를 사용하여 UHD(Ultra High Definition)급 영상 또는 두 개 이상의 Full-HD급 전송 시스템 구현이 필요하다.

REFERENCES

- [1] KIM Jong Chul, "Friendly digital imaging technology", pp 238~252
- [2] <http://www.axis.co.kr/>, H.264 Video compression standard
- [3] ParkHyun, Kim Young Hwan, Seok Jong Bong, "Embedded Linux-based lightweight streaming server implementation", 2009 Korea Information Science Society Symposium Proceedings Volume 3 Issue 1, pp 131~135, 2009/6
- [4] P. Raghavan, Amol Lad, Sriram Neelakandan, "Embedded Linux System Design And Development", pp 62~74, pp 178~185
- [5] An Hyo Bok, "IT EXPERT, ARM to learn embedded systems", pp 759~830
- [6] Yu Young Chang, "Linux device driver", pp 759~830
- [7] Yang Seung Chung, Lee Seung Hon, Kim Chong Dok, "IEEE 802.11 Efficient radio resource measurement systems research in network", 2012 Transactions of the Korea Information and Communications Society Vol. 16 No. 11, pp 2437~2445, 2012/1
- [8] Choi Yun Sik, Kim Sung Je, Kim Byong Ho, Choi Young Ho, "Status and Prospect of next-generation video compression technology - H.265" 2007 Electronics Research Volume 34, Issue 8, pp 899~909, 2007/8

— 저 자 소 개 —



나 희 수(정회원)

1996년 광운대학교 전자공학과
학사 졸업.

2000년 광운대학교 전자공학과
석사 졸업.

2004년 광운대학교 전자공학과
박사 졸업.

2013년~현재 카바스(주) 연구소장.

<주관심분야 : 통신, 컴퓨터, 신호처리, 반도체>

윤 중 근(정회원)

1993년 광운대학교 전자공학과 석사 졸업.

2006년 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부
박사 졸업.

2013년~현재 용인송담대학교 건축에너지과 조교수.

<주관심분야 : 태양광발전시스템, 신호처리>

이 상 민(정회원)

1990년 광운대학교 전자계산기공학과
학사 졸업.

1993년 연세대학교 산업공학과
석사 졸업

2013년~현재 카바스(주) 부장.

<주관심분야 : 영상신호처리 통신>

안 명 일(정회원)

1998년 유한대학교 전자과
전문학사 졸업.

2014년 한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과
학사 재학

2013년~현재 카바스(주) 과장.

<주관심분야 : 임베디드시스템, 통신>

원 영 진(정회원)

1984년 광운대학교 전자공학과 학사 졸업.

1994년 광운대학교 전자공학과 박사 졸업.

1992년~현재 부천대학교 전자공학과 교수.

<주관심분야 : 전력전자제어, 통신, 신호처리>

김 동 현(정회원)

2011년 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과
학사 졸업.

2013년 한국산업기술대학교 전자공학과
석사 수료

2013년~현재 카바스(주) 과장.

<주관심분야 : 임베디드시스템, 통신>

문 중 훈(정회원)

1982년 영남대학교 기계공학과
학사 졸업.

1988년 경북대학교 기계공학과
석사 졸업

1995년 일본동북대학교 기계공학과
박사 졸업

1998년~현재 용인송담대학교 건축에너지과 부교수.

<주관심분야 : 태양광에너지, 냉난방 공조설비>