

MPEG2 다중화 방식을 이용한 실시간 고화질 이미지 송·수신 시스템 구현

김상수^o, 황치정

충남대학교 컴퓨터공학과

{constant^o, cjhwang}@cnu.ac.kr

KISS Korea Computer Congress 2007

Implementation Real-Time High Quality Image Transmission and Receiving System using MPEG2 Multiplexing

Sang-Su Kim^o, Chi-Jung Hwang

Dept. of Computer Engineering, Chungnam national University

요 약

본 논문은 MPEG2 다중화 방식을 이용한 고화질 이미지를 실시간으로 송수신하는 시스템을 제안한다. 송신 시스템은 카메라로부터 획득한 고화질 이미지와 GPS 장비로부터 획득한 위치정보를 MPEG2 TS 방식으로 변환하여 전송한다. 수신 시스템은 송신되는 MPEG2 TS data를 실시간으로 고화질 이미지와 위치정보로 추출한 후에 화면에 display한다. 본 논문에서는 오류 발생에 대한 회피 방법으로 고화질 이미지를 포함한 패킷을 단순히 중복적으로 전송하는 방법을 사용하였다. 이러한 방법은 신호의 왜곡 혹은 패킷 손실에 의해 발생되었던 오류들을 현저하게 줄여주었으나 한 장의 고화질 이미지에 대한 평균 처리 시간을 증가하였다. 평균 처리 시간을 줄이기 위해 송신 시스템은 스레드를 이용한 전송 방법을 사용하였으며 이러한 방법의 사용은 스레드 기법을 사용하지 않았을 때보다 빠른 평균 처리시간을 측정할 수 있었다.

1. 서 론

최근 무선 네트워크 기술이 급격히 발전함에 따라 이더넷 기반에 고화질, 고품질 미디어에 대한 관심이 증가하고 있으며 특히 인터넷 망에서 HD(High Definition)급 고화질 비디오를 서비스 연구 (HDTV over IP)[2]가 진행 중이다. 이렇게 사용자들의 관심이 높아짐에 따라 여러 분야에서 고화질, 고품질 미디어에 대한 서비스가 시도되고 있다. 민수 및 국방 분야에서 사용되는 감시 목적의 무선 네트워크 카메라 같은 경우 기존 SD(Standard Definition)급 화질에서 HD(High Definition)급 화질을 제공하는 제품들을 출시하고 있으며 가정에서 많이 이용되는 캠코더 같은 경우도 HD급 해상도를 가지는 제품들을 출시하고 있다. 그러나 이러한 고화질, 고품질의 HD급 영상을 이더넷 기반의 무선 네트워크 환경에서 서비스하기에는 네트워크의 효율성을 높여야 하는 문제점이 있다[2]. 기존 이더넷 기반의 무선 네트워크 환경은 최대 54Mbps 속도로 데이터를 전송하는 IEEE 802.11 a/g와 최대 11Mbps 속도로 데이터를 전송하는 IEEE 802.11 b가 주를 이루었다. 하지만 고품질 HD급 영상처럼 대용량을 54Mbps 혹은 11Mbps 속도로 스트리밍 하기에는 한계가 있고 이더넷 기반의 데이터 통신은 채널 특성 및 이동 단말의 성능에 의한 패킷 전송 지연, 패킷손실 및 대역폭의 변동과 같은 문제가 있다.[1] 이에 본 논문은 기존 이더넷 기반의 무선 네트워크 환경을 MPEG2 Transport Stream 방식으로 환경을

구축하며 IEEE 802.11 a/g에서 사용하는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 이용하여 고품질 HD급 화질의 영상을 스트리밍 하는 환경을 구축한다. 그리고 구축된 환경 하에서 고화질 이미지를 실시간으로 송·수신할 수 있는 시스템을 제안한다. 송신 시스템은 카메라로부터 획득한 고화질 이미지와 GPS 장비로부터 획득한 위치정보를 MPEG2 Transport Stream 방식을 따르는 네 가지 유형별 패킷으로 변환한 후 전송하며 수신 시스템은 송신되는 MPEG2 Transport Stream data를 실시간으로 고화질 이미지와 위치정보로 추출한 후에 화면에 출력한다. 송신 시스템에서 이용하는 위치정보는 안테나 추적 및 획득한 고화질 이미지의 위치를 확인하기 위해 이용되며 획득한 고화질 이미지의 해상도는 4000 x 3000의 해상도를 가진다.

본 논문의 구성은 2장에서 관련연구를 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템 설계를 다루고 4장에서는 제안하는 시스템 설계의 구현 및 실험 결과를 설명하며, 5장은 결론 및 향후 연구로 구성되어진다.

2. 관련연구

2.1 기존 무선 통신 환경의 문제점

무선 네트워크 환경에서 무선 랜 방식은 적외선, 마이크로웨이브, 스프레드 스펙트럼으로 나눌 수 있다. 이러한 무선 랜 방식 중 전송 속도가 빠르고 높은 주파수 범위를 이용한 마이크로웨이브 방식이 고품질,

고화질의 대용량 멀티미디어 파일 처리에 적합하다. 하지만 마이크로웨이브의 문제점인 사람, 벽, 장비에 의한 방해 및 물체에 대한 차단, 산란, 반사 등의 노이즈를 없애기 위한 연구가 진행되고 있는데 가장 대표적인 예가 OFDM 방식이다. OFDM 방식은 상호 직교성을 갖는 복수의 반송파를 사용하여 주파수 이용 효율을 높였으며, 복수의 반송파를 변·복조하는 과정에서 IFFT(Inverse Fourier Fast Transform)와 FFT(Fourier Fast Transform)를 사용하여 고속으로 구현되었다. 이러한 OFDM 방식이 고속의 데이터 전송에 적합하기 때문에 OFDM 방식은 현재 IEEE 802.11a에서 표준으로 사용되고 있으며 최대 54 Mbps 속도를 지원한다. 이러한 IEEE 802.11a 방식은 무선 네트워크 환경 구축 시 지원하는 장비가 고가이기 때문에 저가형인 IEEE 802.11b(Wi-Fi) 방식을 지원하는 장비가 사용되어진다.

최대 11 Mbps 전송 속도를 가지는 IEEE 802.11b 방식은 대용량의 멀티미디어 전송에 최대 전송 속도의 한계가 있어 IEEE 802 위원회에서는 2.4GHz 주파수 대역에서 54Mbps로 데이터를 전송하는 IEEE 802.11g 방식을 표준으로 승인하였다. IEEE 802.11g는 IEEE 802.11b와 같이 11Mbps에서도 동작이 가능하여 같은 장치에 IEEE 802.11 b/g를 사용할 수가 있으며 IEEE 802.11a와 마찬가지로 OFDM 방식을 채택하였다[5,6,7]. 그러나 이러한 이더넷 프레임을 사용한 전송 방식은 멀티미디어 전송 시에 기존 동영상 표준인 MPEG2 Transport Stream을 UDP (User Datagram Protocol) 기반에 RTP(Realtime Transport Protocol) 방식으로 패킷화를 하여 전송하는 방법[3]과 오버레이 멀티캐스트 방식을 이용하여 전송하는 방법[2] 등 이더넷 기반에 고화질, 고품질 HD급 영상을 전송하기 위한 시도가 활발히 이뤄지고 있다.

2.2 MPEG2 Transport Stream 표준

MPEG2 Transport Stream은 표준에서 한 패킷의 크기가 188 바이트인 고정된 크기를 가지며, 한 패킷 당 4 바이트 헤더 정보로 정의된다. 그리고 184 바이트의 페이로드를 가지며 페이로드 부분에는 전송할 데이터가 삽입된다. MPEG2 Transport Stream 표준에서 정의한 표준 헤더 테이블에서 "Sync Byte" 필드는 동기화를 위하여 처음 패킷의 시작을 알리는 값이며, "Transport Error Indicator"는 패킷 안에 치명적 오류가 존재하는지에 대한 여부를 표시하게 된다. 오류가 없으면 '0' 값을 오류가 있으면 '1'의 값을 갖는다. "Payload Unit Start Indicator" 필드는 PES (Packetized Elementary Stream)의 시작을 의미하는 필드로 '1' 값은 시작을 의미하고 '0'이면 시작 패킷이 아니라는 의미이다. "Transport Priority" 필드는 패킷의 우선순위를 나타내는 것으로 '1'인 경우 다른 패킷보다 우선 처리한다. "Transport Scrambling Control" 필드는 Scrambling Mode를 설정하는 플래그로써 '00'값은

scramble을 사용하지 않는다는 것이고, '01', '10', '11'값은 사용자 영역으로 임의로 변형이 가능하다는 의미이다. "Adaptation Field Control" 필드는 Payload와 Adaptation Field가 패킷 안에 포함 되었는지 여부를 알려주는 플래그이다. '00' 필드는 ISO/IEC 표준에서 확장성을 고려하여 정의한 예약 값이며, '01'은 Adaptation Field를 사용하지 않는다는 의미이고, '10'은 Payload 부분을 사용하지 않고 Adaptation Field 만 '11'은 Adaptation Field와 같이 Payload를 사용한다는 의미이다. "PID" 필드는 패킷의 식별자 역할을 하는 패킷으로 전송되는 패킷이 널 패킷인지 PAT 정보를 가지고 있는 패킷인지 CAT 정보를 가지고 있는 패킷인지를 구분해준다.

3. 시스템 설계

3.1 송신 시스템 설계

MPEG2 Transport Stream 방식의 패킷 설계는 정지영상 전송을 위하여 기존 동영상 표준인 MPEG2 Transport Stream 방식을 이용한 설계 방법이다. 4 바이트 헤더와 184 바이트의 Payload로 구성된 MPEG2 Transport Stream은 188 바이트의 고정된 크기를 갖는다. 이러한 기존 MPEG2 Transport Stream을 네 가지 유형별 패킷으로 분류하며 각 분류된 패킷의 4 바이트 헤더는 표 3-1을 참조한다. 표 3-1은 네 가지 유형별 패킷이 가지는 헤더 값을 나타내며 값의 표현 단위는 16 진수 값이다. 정지영상 정보를 포함한 패킷 필드의 헤더 값에 표시된 '*'는 184 바이트로 한 장의 정지영상을 표현할 수 없기 때문에 여러 개의 정지영상 정보를 포함한 패킷 사용 시 사용되는 카운터 값이며, '*'는 최대 16개의 연속적인 패킷 카운터를 할 수 있다. 증가 범위는 16 진수로 표현 시 0x0부터 0xF까지의 범위를 가진다. 그림 3-3은 설계된 네 가지 유형의 패킷을 이용하여 한 장의 정지영상을 MPEG2 Transport Stream 파일로 변환한 뒤 파일 구성을 도식화한 것이다. MPEG2 Transport Stream 형식의 파일은 처음과 끝 부분에 널 패킷이 추가되며 정지영상 정보를 포함한 패킷의 시작을 알리는 Start 패킷과 끝을 알리는 End 패킷이 추가된다.

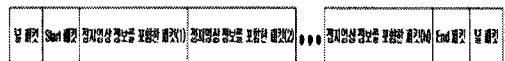


그림 3-1 MPEG2 Transport Stream 파일 구성

정지영상 데이터는 MPEG2 Transport Stream에서 정의한 한 패킷 크기가 188 바이트이므로 헤더 4 바이트를 제외한 184 바이트에 삽입할 수 있다. 한 패킷에 삽입할 수 있는 양이 정해져 있으므로 한 장의 정지영상을 184 바이트 단위로 세그먼트하여 여러 개의 정지영상 정보를 포함한 패킷으로 분리한다. 설계한 네 가지 유형별 패킷으로 구성된 MPEG2 Transport Stream 형식의 파일은 다중화기 에서 DVB-ASI(Digital Video

Broadcasting - Asynchronous Serial Interface) 규격으로 OFDM 송신기를 통해 OFDM 방식 전송한다.

3.2 수신 시스템 설계

수신 시스템은 OFDM 수신기와 역다중화기를 거쳐 수신되는 MPEG2 Transport Stream 데이터를 송신 시스템에서 설계된 네 가지 유형별 패킷으로 분류한다. 분류된 패킷에서 정지영상 데이터와 위치 데이터를 추출하며, 추출된 두 데이터를 데이터베이스에 저장하고 실시간으로 화면에 출력한다. 수신 시스템은 고속으로 전송되는 MPEG2 Transport Stream 데이터의 처리를 위해 빠른 패킷 분류 작업이 필요하다. 그림 3-5 는 패킷별 분류 작업을 위한 블록도이다. OFDM 수신기와 역다중화기를 거쳐 입력되는 MPEG2 Transport Stream 데이터는 고속으로 입력되는데 상대적으로 처리속도가 느린 패킷 처리시간과의 동기화를 위해 사이에 임시 저장 공간인 수신 큐를 둔다. 임시 저장 공간인 수신 큐는 고속으로 입력되는 MPEG2 Transport Stream 데이터를 188 바이트 패킷 단위로 노드에 삽입하고 삽입된 노드는 패킷 분류 작업을 통해 패킷별 처리를 한다. 그림 3-5 에서 수신 큐에 저장된 패킷을 이용하여 Start 패킷을 추출한다. Start 패킷이 추출되면 Payload에 전송되는 정지영상의 파일 크기 데이터와 위치 데이터를 포함하므로 파일 크기 데이터와 위치정보 데이터를 추출한다. 하지만 Start 패킷이 추출되지 않으면 추출이 될 때까지 계속해서 시도한다. Start 패킷은 한 장의 정지영상 전송시작과 정지영상 정보를 포함한 패킷의 전송시작을 의미한다. 정지영상 정보를 포함한 패킷은 여러 개의 패킷으로 전송되므로 패킷 헤더 정보 중 "Continuity Counter" 필드 값을 이용하여 손실 여부 및 순서를 확인하고 End 패킷이 추출될 때까지 Payload에 있는 184 바이트 단위로 세그먼트된 정지영상 데이터를 재조합한다.

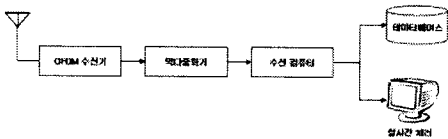


그림 3-2 제안한 수신 시스템 구조

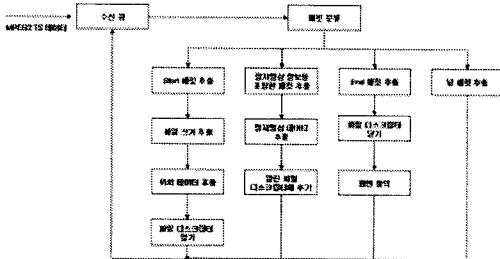


그림 3-3 패킷별 분류 작업 블록도

End 패킷이 추출되면 정지영상 데이터의 재조합

처리를 완료하고 재조합된 정지영상 데이터와 추출된 위치 데이터를 화면에 같이 출력한다.

4. 구현 및 실험 결과

이장은 제안한 송·수신 시스템 구현에 관한 설명과 실험 결과에 대해 설명한다. 송신 시스템과 수신 시스템은 서로 다른 독립된 컴퓨터에서 동작하며 OFDM 방식으로 무선 통신하는 환경으로 구성되었다. 본 논문의 구현은 EOS 5D 카메라를 통해 영상을 획득하고 USB용 GPS를 사용하여 위치정보를 획득하였다. 카메라와 송신 시스템간의 통신은 Canon사에서 제공되는 라이브러리인 RCSDK(Remote Capture Software Development Kit)을 이용하였다. GPS는 시리얼 통신 방법을 이용하여 통신하였고 송신 시스템과 OFDM 송신기 연결은 DekTec사의 USB-To-ASI 장치를 이용하였다. 수신 시스템과 OFDM 수신기 연결은 DekTec사의 DTA-140 PCI 장치를 이용하였으며, USB-To-ASI 장치와 DTA-140 장치의 제어를 위해서 DekTec사에서 제공하는 라이브러리 형식의 API를 사용하였다. 본 논문의 구현 시 송신 시스템은 ANSI C로 구현하였으며 수신 시스템은 GUI(Graphic User Interface)가 필요하므로 MFC(Microsoft Foundation Class)로 구현하였다. 송신기와 수신기는 임베디드 장비로써 DekTec사의 장비와 BNC 케이블로 연결되어있으며 DekTec사에서 제공하는 라이브러리를 이용하여 다중화 및 역다중화 한다.

4.1 송신 시스템 구현

그림 4-1 에서 초기화 모듈은 위치정보 획득을 위한 GPS 장비의 연결과 카메라 제어를 위한 SDK 라이브러리(RCSDK)를 초기화한 후 송신 컴퓨터와 연결한다. GPS 장비는 USB 인터페이스로 연결되어 있어서 COM 포트를 이용한 시리얼 통신이 아닌 가상의 COM 포트를 이용한 시리얼 통신을 해야 한다. 가상의 COM 포트를 이용한 시리얼 통신의 단점은 COM 포트번호가 송신 컴퓨터를 재부팅함으로써 변할 확률이 높기 때문에 이에 대한 해결방안으로 레지스터 안의 정보 중 GPS 장비 정보를 검색하여 현재 설정된 COM 포트번호를 추출한 뒤 연결을 시도한다.

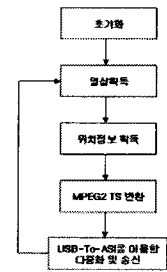


그림 4-1 송신 시스템 처리 블록도

카메라와 GPS 장비의 연결이 완료되면 송신 컴퓨터는 카메라에게 캡처명령을 보내며, 캡처명령을

받은 카메라는 영상을 캡처한 후 송신 컴퓨터에 획득한 정지영상을 저장한다. 정지영상의 저장 완료 후 송신 컴퓨터는 연결된 COM 포트를 이용하여 현재 위치정보를 얻어오며, 저장된 정지영상 데이터와 획득된 위치정보 데이터를 설계된 네 가지 유형의 패킷을 이용하여 MPEG2 Transport Stream 형식의 파일로 변환한다. 변환된 MPEG2 Transport Stream 형식의 파일은 USB-To-ASI 장치와 OFDM 송신기를 이용하여 외부로 송신한다. 송신이 완료되면 순차적으로 영상획득부터 송신까지의 과정을 반복한다. 그림 4-2는 설계된 패킷을 이용하여 MPEG2 Transport Stream 형식의 파일로 변환하는 블록도를 나타낸 것이다.

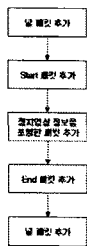


그림 4-2 MPEG2 Transport Stream 변환 블록도

그림 4-2에서 정지영상을 정보를 포함한 패킷 추가 시 현재 전송할 정지영상의 파일 크기를 읽어와 184 바이트 크기로 나눈 후 몫과 나머지를 구한다. 만약 나머지가 0이면 정확히 184로 나누어졌으므로 몫값만을 취하나 나머지가 1인 경우 정지영상 데이터 손실이 일어나면 안되기 때문에 구해진 몫 값에 1을 더한다. 마지막으로 추가되는 정지영상 정보를 포함한 패킷은 정지영상 데이터를 제외한 나머지 영역에 대해서는 '0'으로 패딩한다. '0'으로 패딩한 영상은 영상 복원 시 영상에 아무런 영향을 주지 않는다. 변환된 MPEG2 Transport Stream 형식의 파일도 전송 시 단순 비트 오류나 Burst 비트 오류 상황이 발생할 수 있다. 이에 대한 회피 기술로 전송된 정지영상 포맷을 복호화한 후 검출 및 정정하는 방법[8], CRC(Cyclic Redundancy Check)를 이용한 방법[9] 등 여러 방법이 있으나 이러한 기술을 적용하면 시스템 처리시간 증가로 전송 지연 등의 문제점을 유발시킨다. 그래서 본 논문은 오류가 발생하면 기존 오류 회피 기술을 대체할 수 있는 방법으로 정지영상 정보를 포함한 패킷을 중복으로 전송하는 것이다. 기존 회피 기술에서 발생할 수 있는 패킷 손실, 전송지연 등의 전체 시스템 처리 시간이 증가하나 중복된 패킷을 사용한 방법은 전체 시스템 처리 시간에 영향을 주지 않으면서 손실을 회피하는 방법을 사용하였다. 하지만 패킷을 중복적으로 생성하면 단일로 생성했을 때보다 중복된 수만큼 전송할 파일 크기 또한 증가하며 이에 따라 전송시간이 증가하므로 스레드 기법을 사용하여 전송시간을 단축시켰다. 즉, 기존 순차적인 방식에서 전송 모듈인 USB-

To-ASI를 이용한 다중화 및 송신 모듈을 스레드화하여 한 장의 정지영상 전송시간 동안 다음 영상에 대한 영상 데이터, 위치정보 획득 및 MPEG2 Transport Stream 변환을 처리하여 지속적으로 전송 시키도록 구현하였다. USB-To-ASI를 이용한 다중화 및 송신 모듈을 스레드화 된 전송이라 하고 정지영상 획득, 위치정보 획득, MPEG2 Transport Stream 변환 모듈들을 관리 프로그램이라 정의한다. 관리 프로그램과 스레드화 된 전송 부분 사이의 대기 시간은 (식-1)에 의해 계산되어지며 나온 결과 값만큼 관리 프로그램이 기다리게 된다. 전송속도가 6Mbps 일 때 다음 식이 성립된다.

$$x = (\text{전송할 파일크기} \times 8) \div (6 \times 1024 \times 1024) \quad (\text{식-1})$$

(식-2)과 (식-3)은 시스템에서 얻어진 시스템 시간을 이용하여 하나의 모듈이 현재의 시스템에서 수행되는 시간을 측정 한 후 측정된 시간의 합으로 구해지는 값들이다. (식-2)와 (식-3)에서 '위치정보를 얻는 시간', 'MPEG2 TS 변환 시간', '카메라 Capture 시간', 'JPEG 파일 저장 시간'은 MFC에서 제공하는 GetTickCount() 함수를 사용하였다. 이 함수는 컴퓨터가 부팅되면 값이 증가하는데 최대 컴퓨터의 해상도를 곱한 값까지 증가하며, 증가 값의 단위는 Milli-seconds 단위이다. 함수 실행 전에 DWORD 형 변수에 값을 할당하고 함수 실행 후에 다시 값을 다른 DWORD 형 변수에 할당한 후 두 값의 차를 구하면 그 값이 함수 실행 시간이 된다.

$$y = (\text{위치정보를 얻는 시간}) + (\text{MPEG2 TS 변환 시간}) \quad (\text{식-2})$$

$$z = (\text{카메라 Capture 시간}) + (\text{JPEG 파일 저장 시간}) \quad (\text{식-3})$$

x, y, z를 토대로 대기 시간 t를 구할 수 있으며 수식은 다음과 같다.

$$t = \begin{cases} x - (y+z), & \text{if } x > (y+z) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{식-4})$$

대기시간 t는 한 시스템에 서로 독립된 CPU가 존재한다는 가정 하에 얻어진 결과 값이다.

4.2 수신 시스템 구현

정지영상을 포함한 패킷은 'Duplicate Packet 처리' 모듈에서 중복 처리 알고리즘에 따라 정지영상을 재조합 한다. 그림 4-6은 중복 패킷을 처리하기 위한 순서도를 나타낸 것이다. 만약 패킷 손실이 발생하면 발생된 패킷 순서를 '0'으로 패딩한다. 중복 패킷 처리 모듈에서 System Counter, Counter in MPEG2 Transport Stream 헤더, Process Counter를 사용하여 처리한다. 세 카운터의 의미를 살펴보면 System Counter는 수신 시스템이 지역적으로 증가하는 카운터이고, Counter in MPEG2 Transport Stream 헤더는 정지영상을 포함한 패킷에서만 사용하는 카운터의 값을 의미한다. 마지막으로 Process

Counter는 알고리즘에서 처리가 된 패킷의 카운터를 의미한다.

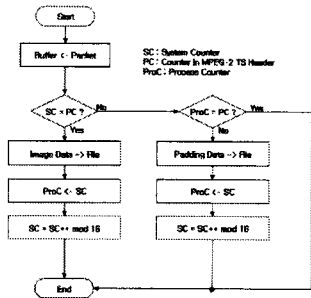


그림 4-3 중복 패킷 처리 순서도

그림 4-3 에서 System Counter와 Counter in MPEG2 Transport Stream 헤더가 같으면 처리를 해야 하는 패킷이므로 Payload 부분에서 정지영상 정보를 추출하고 System Counter와 Counter in MPEG2 Transport Stream 헤더가 만약 같지 않으면 Process Counter와 비교를 한다. 두 값이 같으면 이미 처리가 된 카운터를 가지는 패킷이므로 그 다음 패킷을 얻어오며 다르면 오류가 발생한 경우이므로 이미지 파일 디스크립터에 패딩 데이터를 추가하게 되며 추가 후 Process Counter에 System Counter 값을 할당한 뒤 System Counter를 재계산하게 된다. System Counter 계산은 System Counter가 가지는 범위가 16이므로 16으로 나머지 연산을 한다. End 패킷이 전송되면 정지영상 조합을 위해 열었던 정지영상 파일 디스크립터를 닫은 후 표준 화면에 출력한다.

4.3 실험

제안한 송·수신 시스템을 검증하기 위해 4368 X 2912 해상도를 가지는 JPEG 포맷의 고화질 정지영상을 실시간으로 출력하는 시스템을 구축하였다. 실험 환경에서 송·수신 시스템의 통신 주파수는 120 MHz 주파수 대역을 사용하고 송·수신 시스템은 거리가 1.3 킬로미터 떨어진 위치에서 6Mbps 전송속도로 실험하였다. 주파수 대역을 높게 설정한 이유는 OFDM 방식을 이용하여 데이터 전송 시 기존 FM 라디오에 의한 신호의 왜곡현상을 피하기 위해서이다. 그리고 실험 시 수신 시스템은 5 킬로그램의 무게를 초과하지 않는 이동성이 있는 독립된 장비이며, 수신 시스템은 일반 데스크탑을 이용하였다. 송신 시스템은 카메라, GPS, OFDM 송신기, 배터리, 안테나 등으로 경량화된 장비들로 구성되었으며 수신 시스템은 OFDM 수신기와 수신 컴퓨터로 구성되어 있다. 제안 송·수신 시스템은 고화질 정지영상 전송 시 발생할 수 있는 오류 상황에 대한 회피 알고리즘으로 중복 패킷을 적용하였는데 중복 패킷의 개수는 카메라를 통해 얻어진 정지영상의 크기를 2로 나누어 앞부분은 JPEG 알고리즘에 의해서 양자화 테이블, 허프만 테이블 정보와 같은 중요한

정보들이 포함되므로 3개씩 중복 패킷을 추가하였으며 뒷부분은 전송 시 발생하는 패킷 손실, 패킷 안의 Payload 값의 변형 때문에 2개씩 추가하였다. 실험은 단순 패킷 방식과 중복 패킷 방식으로 나누어서 실험하였다. 그리고 수신 시스템에서 보이는 영상이 아무 이상이 없을 때 전송 성공이라 정의되고, 화면에 영상이 출력되지 않는 경우, 조각나는 경우, 색이 변하는 경우, 색이 변하면서 조각나는 경우 등을 오류 발생이라 정의한다. (그림 4-4 참조).

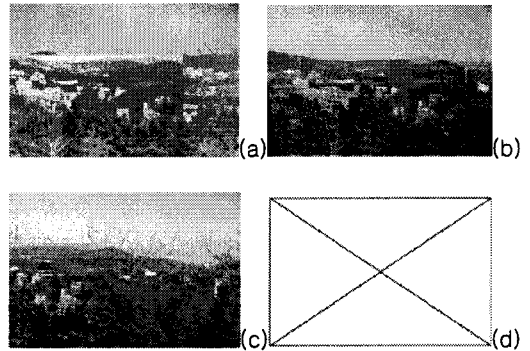


그림 4-4 오류 영상 예

- (a) 영상이 조각나는 오류
- (b) 영상의 색이 변하는 오류
- (c) 영상이 조각나면서 색이 변하는 오류
- (d) 영상이 출력이 되지 않는 오류

표 4-1 세그먼트 방식 전송 결과

| 세그먼트 방식 | 전송 성공 | 오류 발생 | 평균 |
|----------|--------|--------|-------|
| | 정지영상 수 | 정지영상 수 | |
| 단순 패킷 적용 | 23.52% | 70.58% | 14.27 |
| 중복 패킷 적용 | 100 % | 0 % | 23.23 |

표 4-1 은 100장의 정지영상을 연속으로 송·수신하여 획득하였을 때 세그먼트 방식에 따라 전송 완료된 정지영상 수와 오류가 발생한 정지영상 수를 표로 나타낸 것이다. 평균 처리시간은 전송된 100 장의 정지영상 총 전송 시간을 100으로 나눈 값을 의미한다. 단순 패킷 적용 시 오류가 많이 발생하였지만 중복 패킷을 적용하면 오류 발생이 없었다. 6MBytes의 정지영상 경우 대략 2.6 킬로바이트가 더해진 약 6.0026MBytes를 송·수신 처리하여야 한다. 증가된 2.6 킬로바이트는 Start 패킷, End 패킷을 더하고 12개의 널 패킷을 사용하였을 때 더해지는 크기이다. 패킷 하나의 크기가 188 바이트일 경우 다음과 같이 계산되어진다. 널 패킷 수가 위에 12개가 붙는 이유는 수신 시스템에서 사용한 DTA-140 PCI 카드는 하나의 정지영상 전송 시 카드 자체적으로도 버퍼를 가지고 있는데 마지막 End 패킷 전송 시 데이터를 응용 계층으로 전달하지 않는 경우가 발생하여 널 패킷을

추가하였다.

표 4-2 전송방식과 세그먼트 방식 전송 결과

| 전송 방식 | 세그먼트 방식 | 전송 성공 정지영상 수 | 오류발생 정지영상 수 | 평균 처리시간 |
|---------------|----------|--------------|-------------|---------|
| 순차적 전송방식 | 단순 패킷 전송 | 23.52 % | 70.58 % | 14.27 |
| | 중복 패킷 전송 | 100 % | 0 % | 23.23 |
| 스레드를 이용한 전송방식 | 단순 패킷 전송 | 23.52 % | 70.58 % | 10.35 |
| | 중복 패킷 전송 | 100 % | 0 | 19.53 |

전송 시 발생하는 오류는 없어졌지만 처리 시간이 두 배로 늘어난 것을 확인 할 수 있다. 그래서 스레드를 이용한 처리 방법을 순차적 처리 방법과 같이 사용하여 실험하였다. 표 4-2 는 기존 처리 방식인 순차적 처리 방법과 스레드를 이용한 처리 방법을 실험한 결과이다. 순차적 전송 방식 보다 스레드를 이용한 전송 방식이 평균 처리시간을 약 4초 정도 단축시켰다. 순차적 접근 방법과 스레드를 이용한 접근 방법의 유일한 차이점은 전송 시간이며 스레드를 이용한 접근 방법이 대략 4초 정도 빨라진 것을 확인할 수 있다. 표 4-2 도 표 4-1 처럼 정지영상 크기는 6MBytes이며 중복된 패킷 생성 시 반복되는 개수에 비례적으로 MPEG2 Transport Stream 형식의 파일 크기도 증가하였다. 본 논문에서 실험한 중복 패킷 개수를 바탕으로 증가된 배수를 계산하면 대략 2.5배로 $6.0026\text{MBytes} \times 2.5 = 15.0065\text{Mbytes}$ 크기가 계산되었다.

5. 결론 및 향후연구

본 논문은 OFDM 방식의 무선 환경에서 MPEG2 Transport Stream 방식을 이용한 실시간 고화질 이미지 송·수신 시스템을 제안하였다. 제안 송·수신 시스템 실험은 4368 X 2912 해상도를 가지며 파일 크기가 6Mbytes에서 10Mbytes 크기를 가지는 JPEG 포맷의 고화질 정지영상 100 장을 송신 시스템에서 전송하였고 수신 시스템은 송신되는 고화질 정지영상을 실시간으로 화면에 출력하였다. 실험 결과 고화질 정지영상들은 단순 패킷 전송 시 오류가 발생하여 시스템이 불안정적이었지만 중복 패킷의 사용으로 오류 발생이 없어졌다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 단순 패킷 전송보다 중복 패킷 전송이 신호의 왜곡현상이나 전송 시 발생하는 패킷 손실에 대해 강인함을 보였다. 이러한 현상으로 향후, 손실 시 영상에 치명적인 영향을 주는 영상 헤더 위치에 따른 중복 패킷처리를 통한 처리 시간을 단축하는 연구가 진행 중이며, 고품질 HDTV급 동영상 스트리밍 서비스에 적용되는 고화질 이미지

서비스에 관한 연구도 병행하여 연구되고 있다.

본 논문에서 제안한 송·수신 시스템은 일수선 감시, 정찰 등 민간 및 국방 분야에서 적용이 가능하며 임무 장비가 5 킬로그램을 넘지 않는 경량화된 장비 구성으로 다른 장비와 동시에 탑재가 가능하여 여러 임무에 적용될 것이라 기대된다.

참고 문헌

- [1] 박상훈, 윤하영, 김중원, 조창식, "Cross Layer 기반의 무선랜 채널 모니터링을 적용한 네트워크 HD 비디오 스트리밍", 한국통신학회논문지'06. 04 Vol 31. No 4A
- [2] 손승철, 곽용완, 허 권, 이형욱, 남지승, "오버레이 멀티캐스트를 위한 HDTV 중계전송 시스템 설계 및 구현", 한국통신학회논문지'07-1 Vol. 32 No. 1A
- [3] 박상훈, 이승주, 김중원, 김우석, "프레임 기반의 우선순위화를 적용한 네트워크 적응형 HD MPEG-2 스트리밍의 설계 및 구현", 한국통신학회논문지'05-10 Vol.30 No. 10A
- [5] IEEE 802.11a WG, Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification : High - speed physical layer in 5GHz band, IEEE 802.11 Standard, Aug. 1999.
- [6] IEEE 802.11b WG, Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification : High - speed physical layer Extension in the 2.4GHz band, IEEE 802.11 Standard, Sept. 1999.
- [7] Jim Zyren, "IEEE 802.11g Explained"
- [8] Yi-Huang Han, Jin-Jang Leou, "Detection and correction of transmission errors in JPEG images", Circuits and System for Video Technology, IEEE Transaction, April. 1998, pp 221~231
- [9] 알렉산드로 로비니 지, 이해영 역, "리눅스 디바이스 드라이버(개정 3판)", 한빛미디어, 2005.

김 상 수



e-mail: constant@cnu.ac.kr
 1999년 우송대학교 컴퓨터학과(이학사)
 2007년 충남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 관심 분야: 영상처리, 컴퓨터 비전, 패턴인식

황 치 정



e-mail: cjhwang@cnu.ac.kr
 1975년 서강대학교 수학과(이학사)
 1985년 코네티컷 주립대학 전산학과(석사)
 1987년 코네티컷 주립대학 전산학과(박사)
 1988년 한국원자력연구소 선임연구원
 1997년 충남대학교 정보통신연구소장
 1999년 충남대학교 전자계산소장
 1988~ 현재 충남대학교 전기정보통신공학부 교수