

무선 통신 모듈을 이용한 영상전송에 관한 연구

임 요 왕, 임 준 홍

한양대학교 전자전기제어계측공학과

전화 : 031-418-3397 / 핸드폰 : 011-9916-7775

A Study on Video Transmission Using Wireless Communication Module

Yoywang Im, Joonhong Lim

Dept. of Electronic, Electrical, Control and Instrumentation Engineering, Hanyang University

E-mail : yoking95@ihanyang.ac.kr

Abstract

무선 통신상의 비디오 전송은 가정과 사무실 같은 실내 환경에서 많은 활용성을 가지고 있다. 무선 데이터 통신에는 블루투스를 사용하였으며, 블루투스의 낮은 대역폭으로 인하여 MPEG-2 압축기술을 사용하였다. 블루투스를 사용하여 영상을 전송하는데 MPEG 기술이 가지는 효율성과 필요성을 압축된 영상 전송과 압축되지 않은 영상의 전송을 비교하여 보여준다.

I. 서론

요즘은 많은 사람들이 무선통신을 통하여 데이터를 전송하고 데이터를 단말기에서 음성, 영상 또는 문자 정보로 변환하여 자신들이 원하는 정보를 얻고 있다. 특히 무선통신상에서의 영상전송은 가정과 사무실 환경에서 많은 잠재적인 수요를 가지고 있다. 블루투스 와 MPEG이라는 두 기술의 통합은 무선통신상에서 영상전송을 가능하게 할 것이다. 무선 채널 상에서의 영상전송은 블루투스 채널을 통해 MPEG bit stream을 전송함으로써 가능하게 된다.

본 논문에서는 이러한 무선통신상에서의 영상전송을 구현하기 위해서 블루투스를 사용하여 MPEG encoder에서 나온 영상신호를 전송하고 수신된 영상신호를 MPEG decoder에 의해서 원래 영상신호로 복원하여 재생한다.

이를 통하여, 블루투스를 통한 영상정보의 전송을 구현하고 실험을 통해 데이터의 전송속도를 보여준다. 압축하지 않았을 때와 압축하였을 때를 비교하여 성능 개선을 보여준다.

II. 블루투스 와 영상압축

2.1 블루투스

블루투스는 FCC (Federal Communications Commission)의 면허가 필요 없이 무료로 사용할 수 있는 2.4GHz대 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 대역에서 대역폭 1MHz의 채널을 79개 설정, 1초에 1600회 채널을 바꾸는 주파수호핑방식의 스펙트럼 확산 기술로 전파를 송수신한다. 그림 1은 블루투스 프로토콜 스펙을 보여준다.[1]

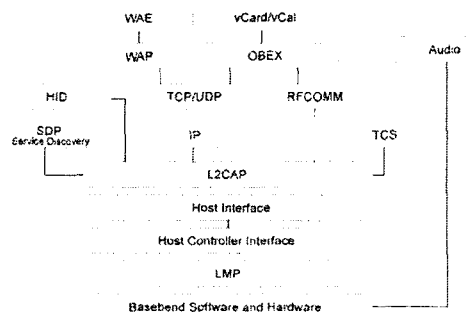


그림 1. 블루투스 프로토콜 스펙

Baseband Layer는 피코넷에서 블루투스 장치 사이에 물리적인 RF링크를 가능하게 한다. 블루투스 RF 시스템이 주파수호핑 확산 스펙트럼 기술을 사용하므로, 이 계층은 호핑 주파수와 다른 블루투스 장치의 클럭을 동기화시키기 위한 Inquiry와 paging 절차를 사용한다. Baseband layer는 Baseband 패킷들에 대응하는 두 가지 다른 종류의 링크를 제공하는데, 동일 RF 링크 상에서 다중화 방식으로 전송될 수 있는 Synchronous Connection - Oriented (SCO) 링크와 Asynchronous Connectionless (ACL) 링크를 제공한다.

LMP (Link Manager Protocol)는 baseband 패킷 크기 제어와 Negotiation을 포함하는 블루투스 장치간의 링크 설정과 제어를 담당한다. LMP는 인증과 암호화 관리를 하고, 링크와 암호 키를 생성하여 교환하고 검사한다. LMP 메시지들은 수신 측의 Link manager에 의해서 제거되고 해석되므로 LMP 메시지들은 상위 계층으로 이동되지 않는다. 또한 LMP 메시지들은 사용자 데이터보다 더 높은 우선순위를 가진다.

L2CAP은 프로토콜 다중화 능력, 분할과 재조합 작동, 그룹 분리로 상위 계층 프로토콜에 connection - oriented와 connectless 데이터 서비스를 제공한다. L2CAP은 단지 ACL 링크만을 지원하고, 64 Kilobytes의 패킷크기를 지원한다.

HCI는 블루투스 하드웨어 능력들과 접속하는 정형화된 인터페이스 방법을 제공한다. service discovery protocol은 블루투스 제품이 블루투스 환경에서 가능한 서비스는 발견하고 그들 서비스의 특성을 결정하는 것을 제공한다. RFCOMM, OBEX와 TCP/IP 같은 다른 프로토콜들은 존재하는 제품들을 블루투스가 지원하는 데 채택된다. [2]

2.2 MPEG-2

MPEG-2는 MPEG-1에서 시작하여 개발된 ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11에서 표준규격을 결정하여 개발된 표준이다. MPEG-2는 비디오 영상의 압축과 부호화 그리고 복호화기능이 있다. MPEG-2 이론의 핵심은 DCT(Discrete Cosine Transform), DPCM(Differential Pulse Code Modulation)과 움직임 예측, 움직임 보상이다.

MPEG-2 시스템에는 두 종류의 다중화 방식이 있다. 하나는 프로그램 스트림(PS :Program Stream)이라 불리는 것으로 단일 프로그램을 오류가 없는 채널 환경에서 다중화하는데, MPEG-1 시스템을 약간 개선한 것이다. 또 하나는 트랜스포트 스트림 (TS :

Transport Stream)으로 오류가 있는 채널환경에서 복수의 프로그램을 다중화한다. 복수의 프로그램을 하나의 비트 열로 다중화하므로 멀티미디어 시대의 디지털 TV방송 등에 적합하고 제한수신을 위한 스크램블 기능(비트열을 암호화하여 유료 가입자 이외에는 시청할 수 없게 하는 것)을 부가할 수 있도록 되어 있다. 또한 랜덤 액세스가 용이하도록 디렉토리 정보나 개별 비트 열에 관한 정보 등을 실을 수 있다.

MPEG-2 시스템은 시분할다중방식 (TDM : Time Division Multiplexing)에서 쓰이고 있는 패킷 다중화 방식을 채택하고 있다. 이때 비디오와 오디오 비트열 각각을 우선 패킷이라 불리는 적당한 길이의 비트열 (PES : Packetized Elementary Stream)로 분할한다. PES패킷은 다양한 응용에 대응하도록 길이의 상한을 64KB까지로 하고 있고, 각 패킷마다 고정길이나 가변길이 어느 것이라도 취할 수 있도록 하고 있다. 또한 가변 전송속도도 허용되고 있고 불연속적인 전송도 가능하다. 이 각각의 PES를 하나의 비트열로 다중화하여 PS나 TS를 만든다.

MPEG-2를 무선 비디오 표준으로 선택한 이유는 다음과 같다. MPEG-2는 무선 제품의 대역폭 제한에 5~64kbps의 비율로 최적화 시키는 Very Low Bitrate Coding을 지원하기 때문이다. 가변길이 코드와 predictive frame coding을 사용하는 MPEG-2 압축 방법은 압축 효율을 상당히 향상시킨다. MPEG-2 고유의 오류 복원 틀은 에리가 일어나기 쉬운 네트워크로 비디오 전송에 유익하다. MPEG-2는 독립적으로 재생될 수 있도록 그룹화(GOP: Group of Picture)하여 랜덤 액세스가 가능하다. 어쨌든, MPEG-2의 이득이 아니라도 블루투스 자체가 FEC와 ARQ 손실 패킷 재전송의 메커니즘을 제공하는 것처럼 블루투스로 비디오 전송에 적용할 수 있다. 게다가 MPEG-2 고유 메커니즘의 적용은 비디오 전송의 전체 효율에 영향인 큰 전체를 합치게 될 것이다.

III. 시스템 구성

그림 2는 전체적인 시스템 구성을 보여준다. 전체적인 시스템은 서버 시스템과 클라이언트 시스템으로 구성된다.

서버 시스템은 카메라로부터 들어온 영상신호를 압축하여 블루투스 링크로 전송하는 역할을 한다. 서버 시스템의 구성은 PC 기반의 블루투스 시스템, 소프트웨어, 카메라로 구성된다. 블루투스 시스템은 카메라를 인식하고 영상의 저장과 전송을 한다. 카메라는 PC와 USB로 접속하여 블루투스 시스템에 영상정보를 전송

한다. 소프트웨어는 카메라로부터 받은 영상정보를 압축하여 블루투스 채널을 통하여 전송하게 한다.

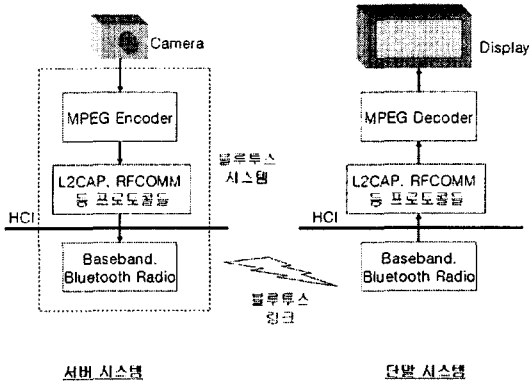


그림 2. 시스템 구성도

클라이언트 시스템은 서버 시스템으로부터 압축되어 전송된 영상정보를 복원하여 재생하는 역할을 한다. 클라이언트 시스템의 구성은 PC 기반의 블루투스 시스템과 소프트웨어와 디스플레이장치이다. 블루투스 시스템은 서버 시스템으로부터 받은 영상정보를 수신하여 저장한다. 소프트웨어는 받은 영상정보를 압축을 풀고 디스플레이 장치 즉, 모니터로 출력한다.

블루투스 시스템은 상위 프로토콜을 사용한다. HCI의 경우는 USB 인터페이스로 바로 연결하여 영상을 전송할 수 있지만, 서버 시스템과 클라이언트 시스템 사이의 버퍼 크기가 일정해야하고, HCI 헤더 다음에는 L2CAP 헤더가 오므로, HCI를 통하여 영상정보를 전송하기는 어렵다. L2CAP의 경우는 영상신호를 L2CAP 패킷으로 패킷화 시킨다. 그러나 이 과정에서 L2CAP 패킷 캡슐화에서 여분의 비트를 더 필요하게 되므로 효율이 떨어진다. 상호 호환성을 고려하여 상위 계층으로 구현하였다. [3]

IV. 영상전송 구현

USB로 연결된 카메라로 받은 영상은 프로그램 상에 1초에 60frame으로 재생된다. 재생은 Y, U, V형태의 320*240크기의 영상이다. 영상을 전송하기 위하여 재생되는 현재의 이미지를 캡처하여 그 값을 읽어 그 값을 전송하게 된다. 캡처하는 값은 Y, U, V의 디지털 형식인 Y, Cb, Cr이다. 그 값을 R, G, B로 변환하여 배열에 저장하여 전송한다. Y, Cb, Cr 값을 R, G, B 값으로 변환하는 방법은 여러 가지가 있다. 그 중에

우리는 다음 식1의 방법을 사용하였다. [4]

$$R = 1.164*(Y - 16.0) + 1.596*(Cr - 128.0) \quad (1)$$

$$G = 1.164*(Y - 16.0) - 0.813*(Cr - 128.0) - 0.391 * (Cb - 128.0)$$

$$B = 1.164*(Y - 16.0) + 2.018*(Cb - 128.0)$$

R, G, B 값은 각각 배열에 저장되어, 패킷으로 전송하기 위하여 256bit 크기로 분할하여 전송되어진다. 수신 측에서는 각 패킷을 받아 재조합하여 재생한다. 그림 3은 서버 프로그램의 실행 화면이다. 좌측의 화면이 USB 카메라에서 받은 영상이다. 우측의 화면은 전송할 이미지를 보여준다. 화면의 좌측에는 블루투스 작동을 위한 버튼들이 있다. 그림 4는 클라이언트 프로그램이다. 사용자의 편의를 위하여 조작 버튼을 최소화하였다.

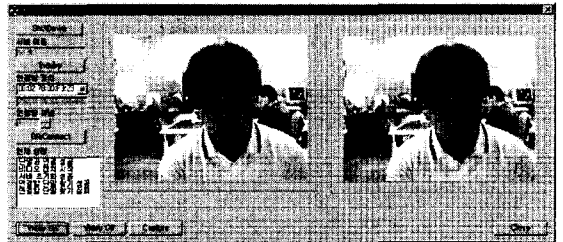


그림 3. 서버 프로그램

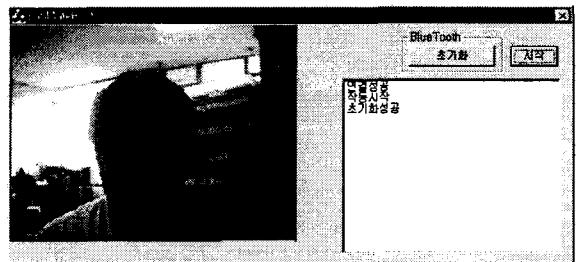


그림 4. 클라이언트 프로그램

MPEG-2로 압축하여 보내는 영상은 MPEG-2 Encoder의 입력으로 Y, Cr, Cb를 넣어줌으로써 쉽게 구현될 수 있다. R, G, B로 변환하기 전의 Y, Cr, Cb의 값을 각각의 성분마다 저장하여 Encoder의 입력으로 넣어주면 바로 mpg파일로 압축이 된다. 이 mpg파일을 압축하지 않았을 때와 같은 방법으로 전송하여 클라이언트에서 Decoder를 거쳐 재생하게 된다.

VI. 실험 및 결과

영상을 전송하기에 앞서 우리가 사용하고 있는 블루투스 모듈의 성능을 파악하는 실험을 수행하였다. 영상 전송에는 ACL 링크가 사용된다. 연속적인 데이터의 전송량을 계산하여 데이터 전송속도를 측정하였다. 그림 5는 실험결과를 보여준다. 주로 360 Kbps 근처에 많이 분포하는 것을 볼 수 있다.

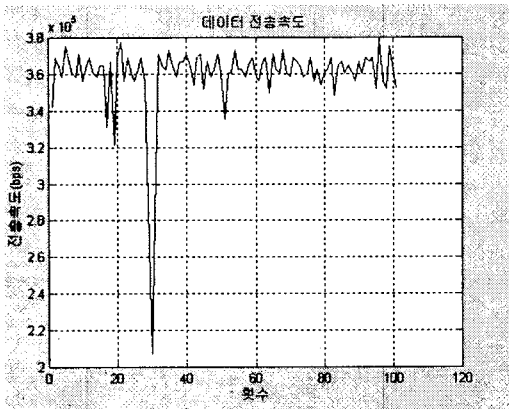


그림 5. 전송 속도 측정 결과

영상 전송은 3가지 방법으로 실험하였다. 실험 방법은 압축하지 않은 흑백영상, 압축하지 않은 컬러영상, 압축한 컬러영상 3가지이다. 측정은 영상 처리 시간, 영상 전송 시간이다. 위에 구현한 영상 전송 프로그램에 시간을 측정하는 기능을 첨부하여 그 데이터 값으로 측정하였다. 영상 처리 시간은 캡처한 영상에서 Y, Cr, Cb 값을 추측하여 R, G, B 값으로 변환하고 전송을 위하여 버퍼에 저장하는 시간까지이다. 영상 전송 시간은 클라이언트 프로그램에 영상 전송 시작 메시지를 보내고부터 영상 전송 종료 메시지를 보낼 때까지의 시간이다. 이 데이터 값들은 파일로 저장되어 보관된다.

실험 결과는 그림 6, 7에 나타나고 있다. 영상 처리에 사용하는 시간은 큰 차이가 있지만, 1초미만의 차이이나, 영상 전송의 소요시간을 보면 압축한 쪽이 훨씬 효율적임을 알 수 있다. 비로 실시간까지는 못하더라도 1초에 보통 2 frame 정도를 재생할 수 있다.

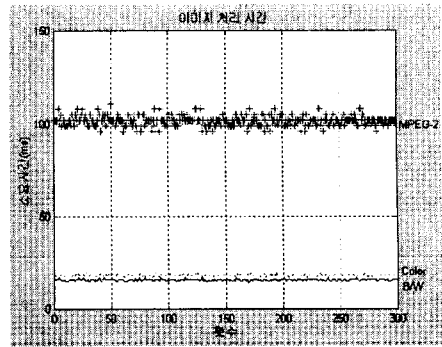


그림 6. 영상 처리 소요시간

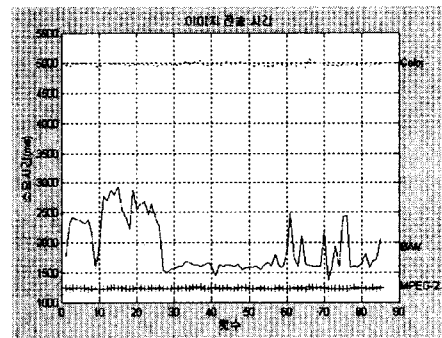


그림 7. 영상 전송 소요 시간

VII. 결론

본 논문에서 현재 블루투스 1.1버전에서의 영상 정보의 전송 시스템을 구현하였다. 실험의 결과에서 알 수 있듯이 압축을 하지 않은 영상의 전송은 거의 실효가 없다는 것을 알 수 있었다. 블루투스의 다음 버전에서 대역폭이 2배 이상 증가한다고 하여도 압축은 필요하다. 블루투스에 압축된 영상을 사용함으로써 블루투스의 활용범위는 증가할 것이다. 그러므로 더욱 효율적인 압축과 전송이 앞으로의 과제라 할 수 있겠다.

참고문헌

- [1] Bluetooth SIG, "Specification of Bluetooth System, Version 1.1", 2001. 2
- [2] Bluetooth SIG, "Audio/Video Control Transport Protocol Specification Version 1.0", 2003. 5
- [3] Chong Hooi Chia, "MPEG-4 Video Transmission over Bluetooth Links", IEEE International Conference, pp 280 -284, 2002. 12
- [4] 이호석 외, "개편판 알기쉬운 MPEG-2", 홍릉과학출판사, 2003. 3