

802.11b (Wi-Fi) 무선 프로토콜을 이용한 원격 감시 시스템의 개발

이종훈\*, 임종우\*, 노대영\*\*, 오승준\*\*, 안창범\*  
\*광운대학교 전기공학과, \*\*광운대학교 전자공학부

Development of the Remote Security System using 802.11b WLAN Protocol

D. H. Lee\*, J. W. Lim\*, D. Y. No\*\*, S. J. Oh\*\*, C. B. Ahn\*

\*Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University, \*\*School of Electronics, Kwangwoon University

**Abstract** - 본 논문에서는 Windows CE 기반의 무선 인터넷 서비스를 이용한 감시 시스템을 구현하였다. 원격지 카메라를 이용하여 압축한 데이터를 802.11b (Wi-Fi) 무선 랜망을 사용하여 전송하였다. 그리고, 고속 데이터 버스를 이용하여 전송된 영상 데이터를 웨이블릿 디코더를 이용하여 압축을 풀고 화면에 디스플레이 하였다. Geode GX1프로세서 기반의 Windows CE 서버 시스템을 구현하였고, FPGA를 이용하여 웨이블릿 디코더를 제어하여 영상 데이터를 실시간 디스플레이가 가능하도록 하였다. 그리고, Windows CE 기반의 디바이스 드라이버 및 응용 소프트웨어를 작성하였다.

1. 서 론

보안 및 감시를 위한 DVR(Digital Video Recorder) 시스템에 대한 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다. 기존의 보안 시스템은 아날로그 방식으로 저장 매체로 비디오 테이프를 사용하고 있는데, 아날로그 방식은 반복 녹화와 재생으로 화질의 변화를 초래할 수 있고, 보관에도 불편한 면이 있었다. 반면에 근래에 개발되어지고 있는 디지털 방식의 DVR은 압축기술과 저장장치의 발달로 반복 녹화와 편집에 의한 화질의 손상이 없고 높은 화질의 영상을 유지할 수 있으며 편집이 용이하다.

이러한 디지털 방식의 DVR 시스템은 여러 가지 입출력 디바이스가 사용되기 때문에 다양한 외부 디바이스 제어하기 위한 운영체제가 필요하다. 기존의 DVR 시스템은 전원 공급과 동시에 동작이 시작되는 간단한 로딩 프로그램을 사용하였으나, 근래에 들어 윈도우 환경에 익숙한 사용자에게 다양한 그래픽 사용자 인터페이스를 제공하기 위한 운영체제가 사용되고 있는 추세이다. 그러나 운영 체제의 사이즈가 커짐에 따라 다양한 이벤트의 관리를 위한 복잡한 알고리즘이 필요하다. 따라서 개발하는 DVR 시스템의 용도에 알맞은 운영체제를 선택하는 것이 필요한데, 마이크로소프트사에서 만들어진 Windows CE 운영체제는 여러 가지 외부 디바이스를 구현하기 용이하고 외부 디바이스 드라이버 자원을 관리하기 위한 기능을 제공하는 장점을 가지고 있다.

종래에는 Motion-JPEG을 이용한 보안 시스템이 주를 이루었으나, 근래에 들어서 MPEG-II, MPEG-IV등의 압축 기술을 이용한 고화질의 보안시스템이 개발되고 있다. 이러한 기술들은 기본적으로 8x8 블록의 DCT (Discrete Cosine Transform) 기법을 사용하여 영상을 압축하고, 재구성하기 때문에 네트워크를 통하여 전송된 데이터에 노이즈에 의한 왜곡이 발생하거나 과도한 압축을 하였을 경우 블록화 현상이 발생할 수 있다. 반면에 웨이블릿 변환을 사용하는 경우는 웨이블릿 커널이 주파수 영역과 시간영역의 성분을 동시에 포함하고 있고, 영상 전체를 변환하기 때문에 영상의 블록화 현상이 나타나지 않는다. 또한 주파수 성분을 선별해서 영상을 복원할 수 있기 때문에 압축률(최대 7500:1)을 높이면서 영상 왜곡을 최소화할 수 있다. MPEG을 이용한 동영상 압축의 경우는 이전 영상의 움직임 벡터를 이용하여 현재의

영상을 재구성하기 때문에 압축 데이터의 전송에서 데이터의 손상이 일어나면 이후의 여러 영상들에 손상이 나타나다. 반면에 웨이블릿 코덱은 정지 영상 기반의 압축이므로 현재 영상의 손상이 이후 영상에 영향을 끼치지 않는다. 따라서 보안 시스템에서와 같이 영상을 저장하기 위해서는 임의의 시간에 대하여 영상의 손실이 없이 정지영상을 저장할 수 있는 방법을 사용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 장점을 가진 웨이블릿 코덱을 이용하여 영상을 디코딩하여 TV로 출력할 수 있는 시스템을 구현하였다. Windows CE 3.0을 채택하여 다양한 윈도우 환경을 사용자에게 제공하면서도 운영체제의 크기를 최소화 할 수 있는 플랫폼을 디자인하였으며, PCI 인터페이스를 사용하여 고속의 데이터 전송이 가능하도록 하였다. 제작된 원격 무선 감시 시스템의 개념도를 그림 1에 나타내었다.

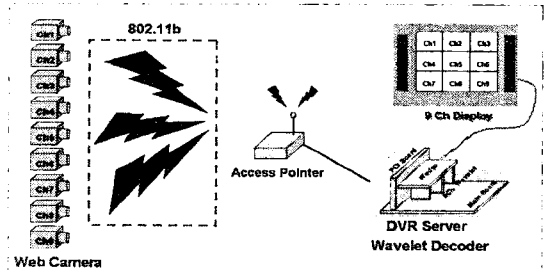


그림 1. 원격 무선 감시 시스템

2. 본 론

본 논문에서 구현한 원격 무선 감시 시스템은 Windows CE 3.0을 운영체제로 사용하였다. 감시 시스템은 고정된 기능의 반복 동작을 수행하기 때문에 범용 운영체제인 Windows XP나 Windows 2000보다 작은 커널 크기의 Windows CE를 사용하면 안정적인 동작을 수행할 수 있다. 또한 사용자 중심의 인터페이스를 제공하기 때문에 윈도우 환경에 익숙한 사용자에게 편리하다. 제작된 보안 시스템에서 비디오 출력을 처리하기 위한 적당한 외부 디바이스 인터페이스를 선정하였고, 이에 적합한 CPU를 선택하였다. 또한 사용자가 시스템을 제어할 수 있도록 모니터 출력이 가능하게 디자인하고, 저장장치를 위하여 다양한 미디어를 사용할 수 있도록 디자인하였다. 웨이블릿 코덱 칩을 사용하여 각 채널의 영상을 디코딩하여 TV 출력 형태인 CCIR-656 형태의 데이터로 만들고, 만들어진 데이터를 화면 9 분할기를 사용하여 9채널의 영상과 OSD(On screen display)를 TV에 출력하도록 하였다.

특히 무선랜 서비스를 위하여 801.11b 프로토콜을 사용하였으며, 무선랜 데이터를 받기 위한 AP(Access Point)와 무선 RF 모듈을 사용하였다. 무선랜 서비스를 사용하면 최대 12 Mbps의 데이터 전송이 가능하기 때문

에 9채널 데이터를 초당 10 프레임 이상 전송 받을 수 있었다(128 Kbps/frame). 또한, IEEE 802.11g와 호환이 가능하기 때문에 이후로 최대 54 Mbps까지 데이터 전송 속도를 높일 수 있으므로 9 채널 데이터를 초당 30 프레임까지 전송할 수 있다.

## 2.2 시스템 디자인

CPU로 National Semiconductor 사의 32 비트 x86 코어인 300 MHz의 GX-1을 사용하였다. SDRAM 메모리 인터페이스와 키보드, 마우스, USB 등의 외부 디바이스를 사용하기 위한 인터페이스를 디자인하였으며, 컴퓨터 칩으로 CS5530을 사용하여 외부 모니터 출력과 오디오 입력이 가능하도록 하였다. 한편, Windows CE 운영체제 이미지는 20 MB 이하의 작은 사이즈이기 때문에 DOC (Disk on chip)에 저장하고 시스템 부팅시에 DOC를 사용하여 로딩하도록 하였다.

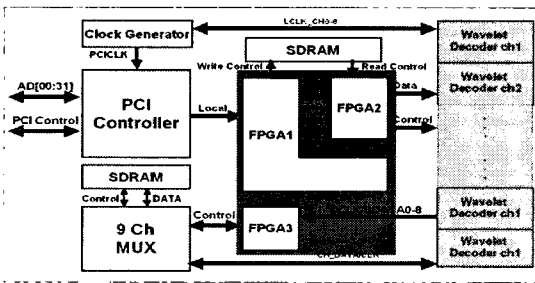


그림 2. 하드웨어 디자인

PCI 고속 버스 제어를 위해서 PLX Technology사의 PCI9054를 사용하였다. PCI9054는 마스터 모드가 지원되기 때문에 DMA 전송이 가능하다. PCI 보드는 PCI 고속 버스를 통해서 전송된 웨이블릿 압축 비디오 데이터를 SDRAM에 1 frame씩 저장하고, 인터럽트가 발생한 웨이블릿 디코더 모듈에 데이터를 전송하는 기능을 하며, 전송된 데이터의 원활한 흐름 제어를 위하여 메모리의 이중 버퍼링의 기능을 가지고 있다. 이러한 기능은 현재 프레임 데이터를 전송하고 있는 동안 이전 프레임 데이터를 유지하여 네트워크 속도 및 시스템 속도의 저하로 인하여 발생할 수 있는 화면의 끊김이나 깜박거림 현상을 제거할 수 있었다.

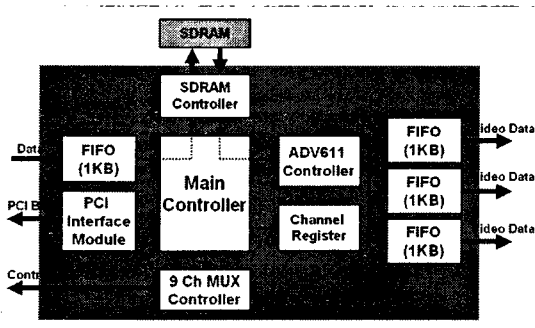


그림 3. FPGA 구현

구현한 FPGA의 기능은 그림 3에 보인 바와 같이 크게 세가지로 나눌 수 있다. 첫째로 PCI 고속 버스로 전송된 압축 데이터를 FIFO를 통하여 SDRAM에 쓰는 동작이다. 이 동작을 수행하는 과정에서 전송된 압축 데이터는 9개의 채널 데이터가 순서에 상관 없이 입력되어지며, 전송 데이터 헤더에 존재하는 채널 정보를 이용하여 SDRAM에 정해진 절대 영역에 쓰는 동작을 수행한다.

이때 FPGA내부에 존재하는 FIFO의 크기는 1 KB이기 때문에 전송되는 데이터는 이 크기로 제한되어진다. 둘째로 웨이블릿 디코더에서 발생한 인터럽트에 의하여 SDRAM에 저장된 데이터를 웨이블릿 디코더로 전송하는 동작을 수행한다. 이때 SDRAM에 다음 화면 데이터가 저장되어 있지 않거나 저장중이라면 이전에 저장된 SDRAM 데이터를 계속 웨이블릿 디코더로 전송하여 화면의 끊김이 없도록 한다. 셋째로 디코더에서 발생하는 오류의 원인들을 분석하여 웨이블릿 디코더를 초기화하고 정상 동작을 수행할 수 있도록 한다.

## 3. 결 과

그림 4는 구현한 시스템의 네트워크를 통하여 전송된 데이터를 TV화면에 출력한 결과로써 1 채널 화면과 9 채널 화면을 나타낸 것이다. 실험에서는 2대의 감시 카메라를 이용하여 얻은 데이터를 1, 3, 4, 6, 7, 9 채널과 2, 5, 8 채널에 동시에 넣어 디스플레이 하였다. 그림 8에서 보듯이 12 Mbps의 대역폭에서 9 채널 모두 선명한 영상들이 얻어짐을 확인할 수 있었다. 1 채널 영상은 9 채널 영상중의 한 채널(채널 2)을 화질 변화 없이 줌인한 영상이다. 이것은 DVR 특성상 한 채널 영상을 보는 중에도 나머지 8채널 데이터가 지속적으로 입력이 되어야 하므로 특정한 채널에 보다 넓은 밴드폭을 할당하지 않았다.

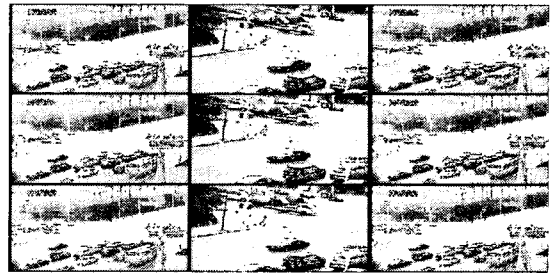


그림 4. 디스플레이 결과

아래의 그림 5는 무선 환경에서 지향성 안테나의 크기와 거리에 따른 데이터의 신호 대 잡음비와 전송률을 측정된 결과이다. 이를 위하여 세 개의 다른 크기를 가진 안테나를 사용하여 거리를 1.7 Km에서 3.5 Km까지 변화시키며 측정하였다. 결과에서 볼 수 있듯이 송신 안테나가 대형일 경우 수신 안테나의 크기와 상관없이 2.7 Km에서 신호 대 잡음비가 12 dB이상이었고, 전송률은 4.5 Mbps이상으로 나타났다. 또한 거리가 1.7 Km에서는 안테나의 크기와 무관하게 모두 4.5 Mbps의 전송률을 얻을 수 있었다. 이것은 IEEE 802.11b의 최대 전송률인 12 Mbps의 약 40%정도에 해당하는 것으로 사용된 기기와 구현 방식의 개선을 통하여 추후 향상될 것으로 기대된다. 또한 IEEE 802.11a와 IEEE 802.11g 등의 프로토콜이 활성화되면 밴드폭은 크게 향상될 것이다.

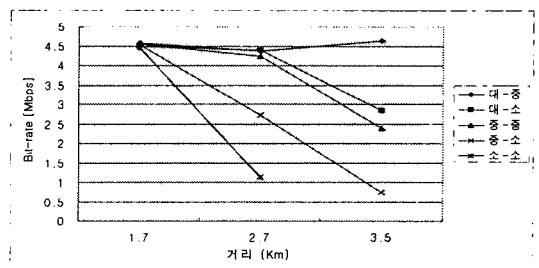


그림 5. 802.11b 무선 랜 전송 실험

#### 4. 결 론

본 논문에서는 웨이블릿 코덱을 사용한 원격 무선 감시 시스템을 개발하였다. 원격 무선 감시 시스템을 위하여 작은 커널 사이즈를 가지는 Windows CE 3.0을 운영체제로 사용하였으며, 관련된 디바이스 드라이버를 개발하였다. 3개의 PCI 고속버스를 사용할 수 있도록 메인 보드를 설계하였고, 웨이블릿 디코딩 및 디스플레이 보드, 네트워크 전송을 위한 이더넷 카드, 그리고, IEEE 1394 보드를 디자인하였다. PCI 고속 버스 제어 및 SDRAM 제어, 그리고, 외부 디바이스의 제어를 FPGA를 이용하여 구현하였으며, 9개 채널 데이터를 하나의 영상으로 합쳐서 TV화면에 출력하도록 설계하였다.

최대 12 Mbps의 대역폭을 갖는 무선랜 서비스(IEEE 802.11b)를 이용하여 카메라에서 인코딩된 9개의 채널 영상 데이터를 실시간으로 디코딩하여 TV에 출력하였으며, 각 채널마다 초당 1프레임에서 30 프레임까지 최소 2 kB에서 120 kB까지 다양한 화질의 데이터를 디스플레이할 수 있음을 확인하였다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] J. Wilson, *Building Powerful Platform with Windows CE*, Addison Wesley, New York, 2001.
- [2] W. Oney, *Windows Driver Model*, Microsoft Press, Washington, 2001.
- [3] Y. Shi, and H. Sun, *Image and video compression for multimedia engineering Fundamentals, Algorithms, and standards*, CRC Press, New York, 2000.
- [4] ADV611 Data Sheet, *Closed Circuit TV Digital Video Codec ADV611/ADV612*, Analog Device, Massachusetts, 1999.
- [5] 이동훈, 임종우, 김태호, 노대영, 장호연, 박일우, 조용국, 오승준, 안창범, 웨이블릿 코덱을 이용한 원격 무선 감시 시스템 하드웨어 개발, 제18차 한국화상학회 추계 학술대회, p.33 42, 2002.
- [6] GX1 Data Sheet, *Geode GX1 Processor Series Low Power Integration solutions*, National Semiconductor, 2001.
- [7] *PCI9054 Data Book*, PLX Technology, 2000.
- [8] D. Anderson, *PCI system Architecture*, Addison Wesley, New York, 1999.
- [9] D. Smith, *HDL Chip Design*, Doone Publication, Medison, 1996.
- [10] F. Nekoogar, *Timing Verification*, PTR PH, New Jersey, 1999.