

DSP와 웨이블릿을 이용한 영상 전송 시스템의 설계에 관한 연구

이명철* · 류광렬*

*목원대학교 IT공학부

The Image Transmission System Design using DSP and Wavelet

Myung-cheol Lee* · Kwang-ryol Ryu*

Mokwon University

E-mail : ryol@mokwon.ac.kr

요 약

본 논문은 DSP와 웨이블릿을 이용한 영상신호의 전송시스템의 설계에 관한 연구이다. 독립된 타겟 시스템은 32비트 DSP 프로세서를 기반으로 구현하였고, 전송속도를 향상시키기 위한 영상신호의 압축은 웨이블릿 기법을 적용하였다. NTSC 형식의 영상신호는 구현된 시스템에 의하여 획득, 압축되어 전송되며, 호스트컴퓨터와는 독립적으로 구현됨으로써 감시 및 검사시스템 설계에 용이하게 적용된다.

ABSTRACT

The stand-alone transmission system design on compressed still image using DSP processor and Wavelet is presented. The target system is based on 32bits DSP processor. The image is compressed with Wavelet. The system for NTSC format image signal is able to transmit still image data to be high speed and is applicable to a surveillance and inspection system independently.

1. 서 론

과거 워크스테이션(Workstation)과 같은 고가의 장비에서나 가능했을 영상 및 비디오 신호처리가, 기술의 발전에 힘입어 개인용 PC상에서 구현하는 것이 가능해 졌다. 또한 이와 함께 아날로그 영상을 처리하기 알맞도록 디지털로 변환해주는 영상획득시스템(Image data acquisition system)에 대한 중요성도 날로 높아지고 있다. 현재 구현되고 있는 영상획득시스템은 대부분 PC에 내장되어 사용되고 있다.[1-2] 이는 영상획득시스템이 PC에 종속되어질 때 얻을 수 있는 장점 때문이다. 하지만, PC 내부에 종속되어지는 방법이 특정 응용에서는 오히려 제약사항으로 작용할 수도 있다. 따라서 PC에 종속되지 않는 독립(Stand-alone)방식의 영상획득시스템이 요구된다. 또한 이러한 방식의 시스템에서 필수적으로 요구되는 것이 획득한 영상을 보다 빠르게 호스트에 전송하는 문제이다.[3-6] 따라서 전용 프로세서 기반의 타겟 시스템과 함께 성능 좋

은 압축기법이 요구된다.

이와 같은 관점에서 DSP프로세서(Digital Signal Processing Porcessor)와 웨이블릿 압축기법을 적용하여 독립적인 영상획득시스템을 구현한다.

II. 시스템 설계 및 구현

2-1 시스템의 구성

타겟 시스템의 하드웨어는 Frame grabber, DSP Board, PC의 3부분으로 구성되며, 전체적인 시스템 블록도를 보이면 다음과 같다.

입력된 아날로그 비디오 소스는 사용자의 요구가 있을 때마다 1필드(Field)씩 램에 저장된다. 마이크로 컨트롤러는 EPLD로 구성된 버스의 사용권을 제어하며 DSP는 사용자 요구시, 램의 데이터를 압축하여 호스트로 전송한다.

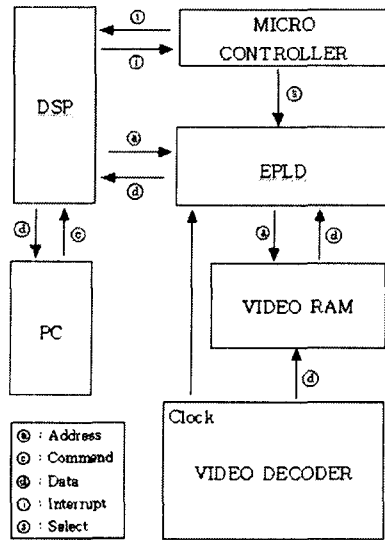


그림 1. 시스템 블록도

1) Frame grabber

입력되는 아날로그 비디오 신호를 디지털신호로 변환하는 부분으로써 비디오디코더(Video-Decoder), Ram, EPLD, 마이크로컨트롤러(Micro-controller)로 구성된다.

실제적으로 사용된 비디오디코더에서는 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 데이터를 출력할 뿐 어드레스(Address)를 생성하지 못한다. 따라서 생성되는 데이터를 비디오램에 저장하기 위해 어드레스를 생성시켜 주어야 하며 그를 위해 1250 GATE의 EPLD를 사용한다. 또한 이들 버스의 스위칭, 초기 리셋후 비디오 디코더의 초기화 등을 위하여 소형의 8비트 마이크로 컨트롤러를 사용하였다.

초기 리셋 후, 컨트롤러는 I2C 방식으로 비디오디코더의 레지스터(Register)를 셋팅한 후, DSP 로부터의 인터럽트(Interrupt)를 기다린다. 이미지 그랩 인터럽트가 DSP로부터 요청될 경우, DSP로부터 버스 제어권을 넘겨받아 비디오 디코더로 넘겨주며 이때부터 비디오디코더는 영상을 획득하여 램에 저장한다. 비디오 디코더로부터 1필드 이미지 획득완료 인터럽트가 요청되면 DSP에 완료 인터럽트를 요청하고 버스 제어권을 DSP에 반납한다. 이와 같은 전체적인 동작시퀀스(sequence)를 블록도로 나타내면 다음과 같다.

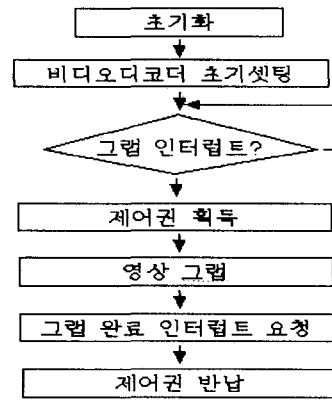


그림 2 프레임그래버 동작 시퀀스

2) Digital Signal Processor Board

메인 프로세서로 50MHz 모듈의 32비트 Floating Point DSP프로세서를 사용하여 구성하였다. 물론 본 연구에서는 Fixed Point의 16비트 DSP프로세서만으로도 충분히 원하는 결과를 얻을 수 있을 것이나, 접근 정보의 다양성과 회로구성의 용이함 등의 이유로 인하여 32비트 Floating Point DSP프로세서를 사용하였다. 독립적으로 구동하기 위한 기억장치, 제어장치 등의 주변회로를 구성하기 위해 고속(10ns)으로 동작하는 EPLD로 어드레스디코딩회로를 구성하였으며 전체적인 동작 시퀀스는 다음 블록도와 같다.

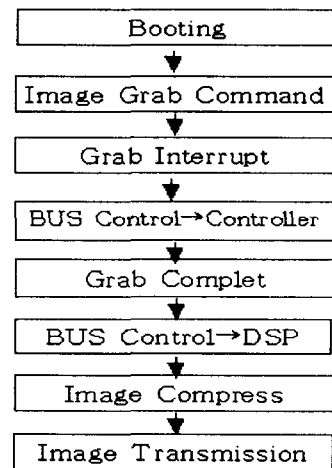


그림 3 DSP Board의 동작 시퀀스

초기화 후 DSP는 직렬포트(Serial Port)로부터 이미지 획득이 요구되면 프레임그래버에 인터럽트를 요청하고 버스사용권을 컨트롤러에게 넘겨준다. 프레임 그래버에서 1필드의 이미지를 획득하여 인터럽트가 요청되면 다시 버스 사용권을 넘겨받고, 램에 저장되어 있는 이미지를 압축하여 전송한다.

2-2 웨이블릿을 이용한 영상의 압축

1) 웨이블릿 변환

웨이블릿 변환(Wavelet transform)은 푸리에 변환(Fourier transform)에 비해 주파수 형태에 따라 다양한 기저함수를 사용함으로써 주파수, 시간영역 모두에서 좋은 해상도를 가지는 것이 특징이다. 변환을 위한 웨이블릿 필터는 연속 웨이블릿 함수를 영상에 적용시키기 위하여 이산 필터로 구성되며 필터 자체는 변하지 않으면서 영상을 대역분할 하는 subband 방법이 사용된다. 여기서 subband 방법은 영상을 고주파와 저주파로 분해하여 저주파 성분을 하나의 영역으로 집중시키는 방법을 의미한다. 실제로 Haar, Daubechies, Coiflet, Meyer등의 웨이블릿이 있으며, 본 연구에서는 소스의 간결화를 위해 Daubechies필터 중, 2개의 저주파필터계수와 6개의 고주파필터계수를 가지는 TS변환을 사용하였고, 그 변환식은 다음과 같다.

$x(n)$: 입력신호 ;
 $l(n)$: 저주파신호, $h(n)$: 고주파신호 ;
 · Forward Transform
 $l(n) = (x(2n)+x(2n+1)) / 2$
 $h(n) = x(2n)-x(2n+1)+(-l(n-1)+l(n+1)+2)/4$

· Inverse Transform
 $x(2n) = l(n)+r(n)+1/2$
 $x(2n+1) = x(2n)-r(n)/2$
 여기서, $r(n)=h(n)-(-l(n-1)+l(n+1)+2)/2$

위와 같은 변환식을 실제 영상에 적용시켜 얻어진 결과는 다음 그림과 같다.



그림 4. 웨이블릿 변환 및 복원 시뮬레이션

그림은 원 레나영상을 TS변환을 이용하여 1차 웨이블릿 변환을 한 후, 이를 역변환하여 본래의 영상을 복원하는 과정을 통해 타당성을 시뮬레이션 하였다.

2) 영상압축

실제적인 영상의 압축은 웨이블릿 변환, 양자화, 부호화의 과정을 거치는데, 이는 DCT를 이용한 JPEG압축과 유사하며, 본 연구에서는 이와 같은 일반적인 압축과정으로 압축하였고, 이의 블록도를 나타내면 다음과 같다.

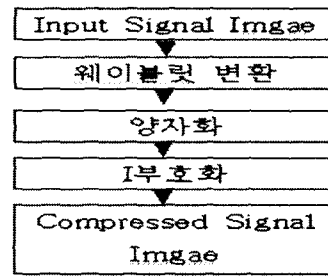


그림 5.영상압축 시퀀스

비디오코더를 통하여 입력된 RAW형태의 이미지 데이터는 웨이블릿 변환을 통하여 웨이블릿 계수(Wavelet coefficient)로 표현되고, 이를 스칼라양자화(Scalar quantization)기법으로 대역에 따라 가중치를 달리하여 양자화를 하며, 마지막으로 저주파영역은 DPCM(Differential PCM), 고주파영역은 Run Length Encoding 방식으로 부호화한다.

2-3 호스트컴퓨터 처리과정

직렬포트를 통하여 DSP로부터 전송되는 압축영상을 수신하여 압축을 해제하고 화면에 출력하며 그 외형은 다음 그림과 같다.

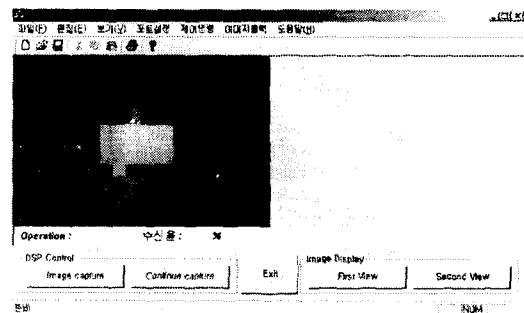


그림 6. 호스트컴퓨터 프로그램 인터페이스

DSP에 전송할 명령과 이미지 디스플레이에 관한 사용자 입력인터페이스가 구현되었고, 화면 좌측에는 직접 수신된 이미지가 디스플레이 되며, 오른쪽화면에는 입력받은 이미지에 대한 여러 가지 영상처리 결과 이미지가 출력된다.

III. 실험 및 고찰

입력 아날로그 소스로 적외선 CCD(Charge Coupled Device)의 출력을 사용하여 실험하였다. 초기에 비디오 램으로 저장되는 이미지 데이터는 172KB 용량으로써 86KB로 Sub Sampling 한 후 4:1의 압축 비로 압축하여 약 21KB 데이터를 생성하였다. 생성된 데이터는 RS232 방식으로 RF 모듈을 통해 19.2Kbps의 속도로 전송되어 하나의 필드 이미지를 전송하는데 약 9초가 소요되었다.

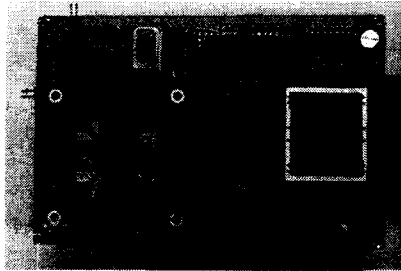


그림 7. Frame Grabber 외형

프레임그래버에서 비디오디코더는 Philips사의 Enhanced Video Input Processor SAA7111을 사용하였고, 어드레스 생성과 버스의 구성을 위한 ALTERA사의 EPLD EPM7064, 초기화 및 버스컨트롤을 위해 8비트 마이크로컨트롤러 AT89C2051을 사용하였으며 변환된 디지털 이미지 데이터는 고속램(512KB)에 저장된다.

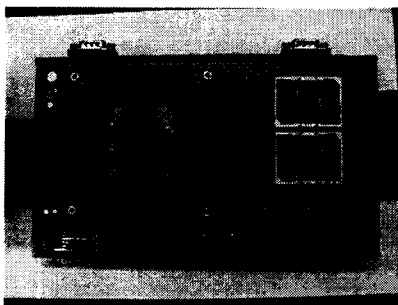


그림 8. DSP Board 외형

DSP 보드에서는 메인 프로세서로 TI사의 32비트 부동소수점형 DSP 프로세서인 TMS320C32를 사용하였고, 64KW의 고속램(K6R4016)으로 프로그램을 부팅하여 시스템이 동작한다. 처리과정에서 웨이블릿 압축은 어셈블리어언어로 구현하여 처리속도를 향상시켰다.

IV. 결 론

DSP에 의한 독립된 타겟보드 설계와 웨이블릿 변환기법을 적용한 압축영상전송을 실현한 결과 비디오 디코더를 통한 이미지의 입력부, DSP프로세서를 이용한 웨이블릿 기법의 압축처리부, 출력포트를 통한 전송부를 갖추어 하나의 독립된 시스템을 구현할 수 있었다. 여기에 보다 나은 성능의 웨이블릿 필터를 이용하고 양자화 기법을 개선하여 고압축율을 실현하고, RF 모듈을 블루투스(Bluetooth) 등으로 개선함으로써 보다 빠르고 정확하며 신뢰성 있는 영상전송시스템이 구현될 수 있어 감시 및 검사 시스템에 유용하게 적용된다.

참고문헌

- [1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing
- [2] 김자환, 「개선된 2차원 웨이블릿을 이용한 영상 데이터의 압축에 관한 연구」 목원대학교 석사학위논문, 1997
- [3] TI, TMS320C3x/C4x Assembly Language Tools User's Guide
- [4] TI, TMS320C3x/C4x Optimizing C Compiler User's Guide
- [5] TI, TMS320C3x User's Guide
- [6] Philips, SAA7111A Data sheet