

DSP프로세서를 이용한 영상의 임펄스 노이즈 제거 필터 설계에 관한 연구

이상희* · 문상국* · 김윤호* · 류광렬*

*목원대학교, IT공학과

A Design for the Impulse Denoising Filter of Image Using the DSP Processor

Sang-Heui Lee* · Sang-Kook Moon* · Yoon-Ho Kim* · Kwang-Ryol Ryu*

*Mokwon University, Dept. of IT Engineering

E-mail : ryol@mokwon.ac.kr

요 약

본 논문은 처리속도와 호환성을 고려하여 DSP프로세서를 이용한 영상의 임펄스 노이즈 제거 필터 설계에 관한 연구이다. 시스템의 하드웨어 구현은 32비트 DSP 독립타겟보드 및 CCD 카메라에서 NTSC 영상의 입력을 획득하는 비전보드로 구성되며 시스템 제어를 위한 호스트 컴퓨터로 구성된다. 디노이징 기법은 적응 미디언 필터를 적용하였다. 실험결과 90%와 PSNR 22dB정도의 제거 효과가 있다.

ABSTRACT

A impulse denoising filter design of image for the faster processing time and system compatibility using DSP processor is presented on this paper. The system hardware is composed of the stand-alone board with 32 bits DSP processor and vision board for image data acquisition with NTSC CCD camera, and the host computer controls them. The denoising method uses the adaptive median filter. The experiment result is that the system leads to denoising effect as 90% and PSNR 22dB

키워드

Frame Grabber, DSP 보드, 호스트 컴퓨터, 적응 미디언 필터

I. 서 론

영상처리 응용분야의 디바이스 및 시스템의 전용화와 고속화가 요구됨에 따라 영상의 실시간 처리와 노이즈 제거에 많은 연구가 진행되고 있다. DSP 프로세서 디바이스는 다른 CPU와는 달리 대부분이 멀티플렉서로 구성되어 처리속도가 빠르다. 이런 특성 때문에 영상 신호처리 분야의 통신, 군사, 의료 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. [1-2] 영상정보는 대량의 데이터를 처리하므로 실시간 처리를 위한 하드웨어 및 알고리즘 등이 필요하다[3-7]. 또한 영상정보 대역은 주파수가 높아 시스템에서 노이즈가 포함되며 전송 및 압축시 노이즈

가 발생되어 혼영되기 때문에 디노이징 연구가 많이 발표되고 있다.[8-11] 따라서 본 논문에서는 독립된 DSP 프로세서를 적용한 시스템 구현에 의한 처리속도 향상과 적응 미디언 필터 알고리즘을 적용하여 임펄스 노이즈 제거를 높이는 적응 마스크를 찾아내는 DSP 프로세서 기반 전용 노이즈 제거 시스템을 설계한다.

II. 시스템의 설계 및 구현

2-1 시스템의 구성

독립타켓 시스템은 Frame Grabber, DSP Board, 호스트 PC의 3부분으로 구성되며, 전체적인 시스템의 블록도는 그림 1과 같다. CCD 카메라로부터 입력된 아날로그 비디오 신호는 NTSC방식으로 사용자의 요구가 있을 때마다 1필드씩 램에 저장한다. 마이크로 컨트롤러는 EPLD의 버스의 사용권을 제어하며 DSP는 사용자의 요구가 있을때마다 램에 신호를 주어 데이터를 전송받고 DSP보드에서 알고리즘 처리 후 이미지를 호스트 컴퓨터로 전송한다.

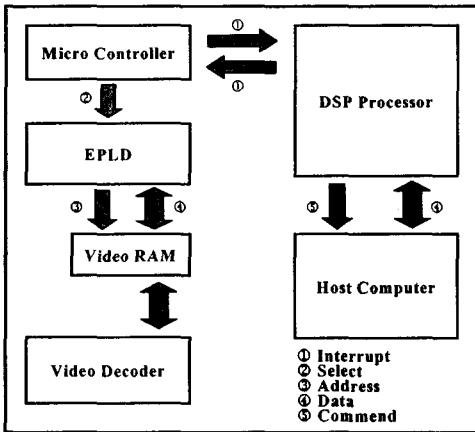


그림 1. 시스템의 블록도

2-1-1 Frame Grabber

아날로그 영상신호를 디지털 영상신호로 변환하기 위한 프레임 그래버의 구성은 비디오 디코더와 램, EPLD, 마이크로 컨트롤러로 구성된다. 비디오 디코더는 데이터를 출력할 뿐 어드레스를 출력하지 못한다. 데이터를 램에 저장하기 위한 어드레스를 생성시켜주기 위해 EPLD를 사용한다. 버스, 비디오 디코더의 초기화와 제어를 위한 Micro-Controller로 구성한다. 마이크로 컨트롤러는 I2C 방식으로 비디오 디코더의 레지스터를 세팅한다. 세팅 후 대기 상태에 있으면서 사용자의 요구에 의해 DSP 보드를 통하여 들어오는 인터럽트를 기다린다. 이미지 그랩 인터럽트 신호가 DSP로부터 들어오게 되면 제어권을 획득하고 비디오 디코더를 통하여 영상을 획득하고 램에 저장한다. 비디오 디코더로부터 1필드 이미지 획득완료 인터럽트 신호가 요청되면 DSP에 그랩완료 인터럽트를 발생하고 제어권을 DSP로 반납한다. Frame Grabber의 동작 흐름도는 그림 2와 같다.

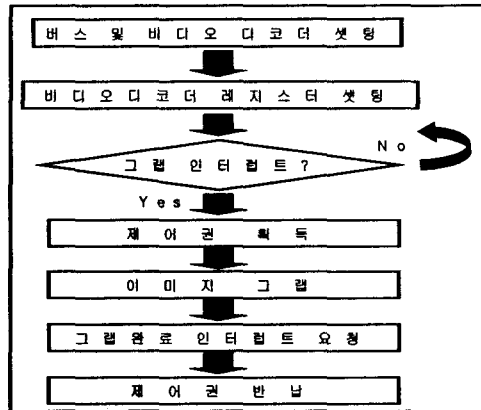


그림 2. Frame Grabber의 동작 흐름도

2-1-2 DSP Board

DSP Board는 DSP 프로세서, 롬, EPLD, 램으로 구성된다. DSP프로세서는 50MHz모듈로 32비트 부동소수점 연산을 하는 프로세서를 사용한다. 독립적으로 구동하기 위한 기억장치, 제어장치 등을 장착한다. 롬을 사용하여 롬부팅을 통하여 보드를 초기화하며, DSP의 고속연산을 위해 32KW(10ns)의 고속램 4개를 장착한다. DSP 프로세서와 주변장치들과의 속도문제를 해결하기 위하여 10ns에서 동작하는 EPLD로 어드레스 회로를 구성한다. 초기화 후 DSP는 시리얼 포트로부터 이미지 획득 신호가 들어오면 프레임 그래버에 인터럽트를 요청하고 버스 사용권을 마이크로 컨트롤러에 넘겨준다. 프레임 그래버에서 1필드의 이미지를 획득하여 완료 인터럽트가 요청되면 다시 DSP 프로세서로 버스 사용권을 넘겨준다. 램에 저장되어 있는 이미지가 DSP 보드로 전송되며 전송받은 이미지를 미디언 필터 처리 후 호스트 PC로 전송하여 디스플레이 된다. DSP 보드의 동작 흐름도는 그림3과 같이 요약된다.

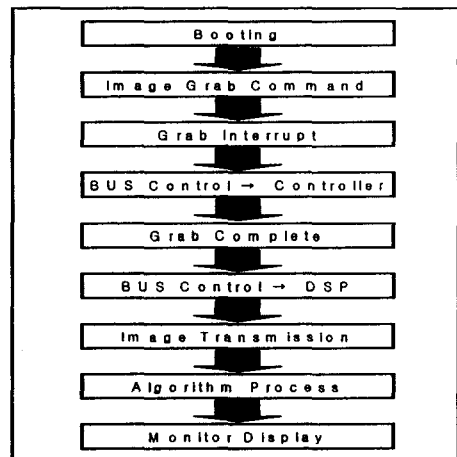


그림 3. DSP 보드 동작 흐름도

2-2 임펄스 노이즈 제거 기법

신호전송 및 압축과정에서 잡음이 섞이거나 시스템에 의해서 신호에 왜곡이 가해진다. 이미지에 대한 노이즈를 제거하기 위해 MA(Moving Average)를 사용한다. 그러나 이 기법은 가우시안 잡음을 제거하는데 유용하나 그와 함께 주변의 이웃한 화소에 영향을 주어 블러링이 발생한다. 또한 이미지에 0 혹은 255같은 잘못된 밝기 값을 갖는 임펄스 노이즈의 경우 제거되지 않는다. 미디언 필터는 마스크와 입력 이미지간에 순차적으로 컨벌루션 연산을 하면서 화소들을 슬라이딩 한다. 각 화소에 대한 정보를 추출하여 중간값에 따라 Quick-Sort로 데이터를 재정렬한다. 중간값에 해당하는 화소값은 마스크 중심에 대응하는 출력 이미지의 위치에 채워지게 된다. 중심값이 선택되기 때문에 미디언 필터의 마스크 화소는 홀수개를 갖는다. 뚜렷한 밝기를 가진 점들이 이웃한 화소들과 유사하도록 만들어 노이즈를 제거한다. 식 1, 그림 4는 미디언 필터의 수식 및 흐름도를 나타내고 있다. $h(n)$ 는 미디언 필터, $x(n)$ 는 입력 이미지이다.

$$Y(n) = \sum Med(h(n)*x(n-k)) \quad (1)$$

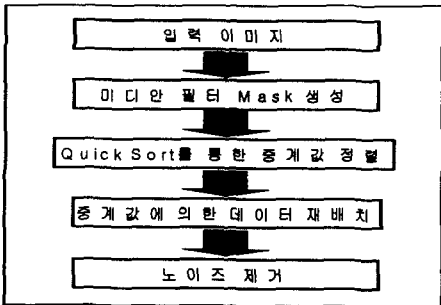


그림 4. 미디언 필터의 흐름도

적용 미디언 필터 알고리즘을 사용하여 입력 이미지의 노이즈 값에 따라 마스크를 가변시켜면서 임펄스 노이즈를 제거하고 PSNR의 값을 구한다. 데이터를 바탕으로 평균을 내어 20~40%에서는 수평·수직 마스크, 60%에서는 3x3 마스크, 80~98%일 때는 5x5 마스크를 적용하여 임펄스 노이즈를 제거한다. 그림 5는 노이즈별 적용 미디언 필터의 흐름도이다.

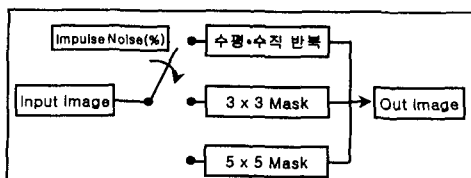


그림 5. 노이즈별 적용 미디언 필터의 흐름도

2-3 호스트 PC 처리

DSP 보드와 PC간 RS232를 통해 시리얼 통신한다. DSP 프로세서 처리를 통하여 임펄스 노이즈가 제거된 이미지를 전송받아 디스플레이를 한다. 화면의 좌측에는 수신된 이미지가 디스플레이되며, 오른쪽에는 입력 이미지에 대한 여러 영상처리 결과의 이미지가 출력된다. 그림 6은 호스트 PC에 전송되는 모니터링 영상이다.

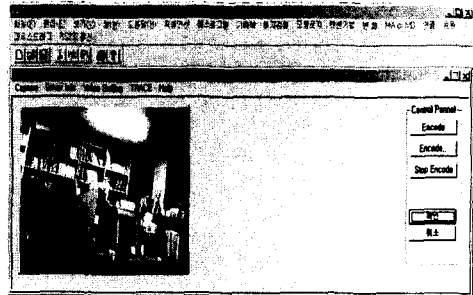


그림 6. 호스트 PC의 모니터링 영상

III. 실험 및 고찰

3-1. 설계원형

CCD 카메라의 영상을 입력받아 램에 저장한 이미지를 DSP로 전송하고 DSP에서는 알고리즘 처리를 하여 호스트 PC로 전송하는 방법으로 실험하였다.

Frame Grabber에서 비디오 디코더(SAA7111)를 사용하였고, 어드레스 생성과 버스구성을 위해 EPLD(EPM7064)를 사용하고, Graphic Editor로 구성하였다. 초기화 및 버스컨트롤을 위해 원칩인 마이크로 컨트롤러(89C2051)를 사용하였다. 비디오 디코더로부터 입력된 영상은 고속램(512KB)에 저장된다. 그림 7은 설계된 Frame Grabber의 원형이다.

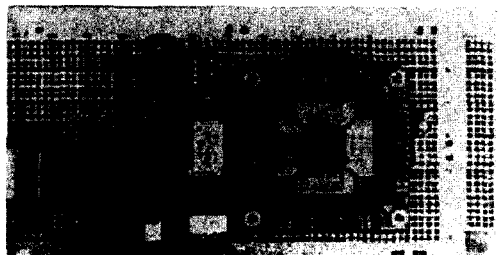


그림 7. Frame Grabber의 원형

DSP 보드는 32비트 부동소수점형 DSP 프로세서(TMS320C32)를 사용하고, ROM Booting(AT29C512) 알고리즘 처리를 한다. 데이터를 처리하고 저장하기 위해 32KW의 고속램(61256) 4개를 사용

하였다. DSP 보드에 사용한 4개의 SW를 이용하여 모드를 제어한다. 비디오 디코더에서 받은 영상은 룬에 저장된 적응 미디언 알고리즘으로 처리 후 호스트 PC로 전송한다. 또한 동작상태를 표시하기 위해 LCD를 사용하였다. 그림 8은 설계한 DSP 보드의 원형을 나타낸다.

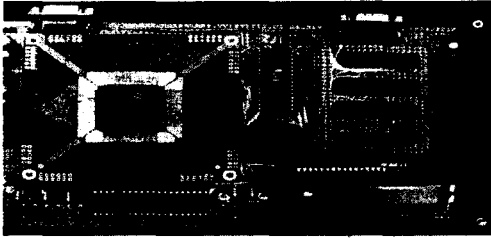


그림 8. DSP 보드의 원형

시스템의 고속 처리를 위해 CCD 카메라에서 입력받은 720x480 크기의 이미지를 DSP가 처리하기 쉽도록 360x240 크기로 서브 샘플링하였다. 스펙트럼 분석기(E4411B)로 대역과 노이즈를 측정한 결과 시스템 노이즈는 크게 발생하지 않았다. 시리얼 통신으로 이미지를 호스트 컴퓨터로 전송하는데 평균 5초가 소요되었다. 그림 9는 스펙트럼 분석기의 측정 결과이다.

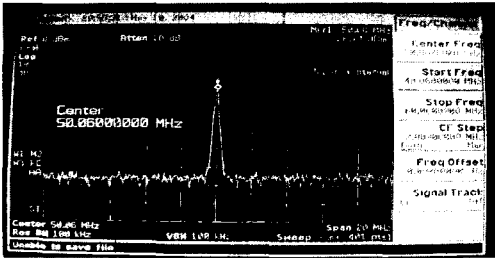


그림 9 스펙트럼 분석기의 측정 결과

3-2. 노이즈제거 실험

실험에서 Lena 256X256 크기의 이미지에 임펄스 노이즈의 값을 변화에 따라 적용 마스크를 달리 하는 적응 미디언 필터로 노이즈를 제거하였다. 임펄스 노이즈 80%일때, 마스크를 적용한 결과 적용 5x5 마스크가 사용되었고 90%의 노이즈가 제거되었다. 그림 10은 Lena 영상의 임펄스 노이즈 제거 결과이다. (1) 원 이미지, (2) 노이즈 이미지(80%), (3) 5x5 마스크 결과

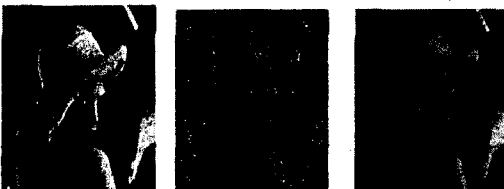
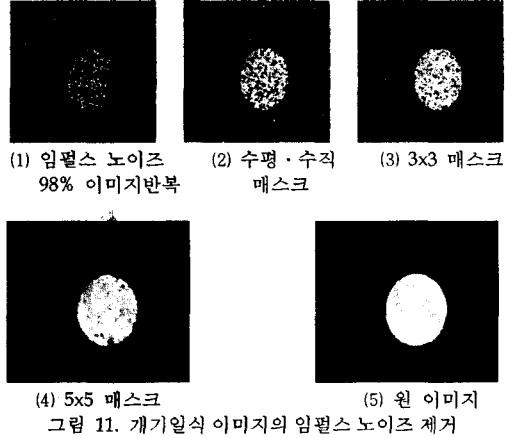


그림 10. Lena 영상의 임펄스 노이즈 제거

Lena 256x256 크기의 이미지에 대한 실험값을 근거로 노이즈에 따른 적응 미디언 필터를 사용하여 개기일식의 이미지에 대하여 DSP 보드에서 알고리즘 처리 후 얻은 결과는 그림 11과 같다.



(1) 임펄스 노이즈 98% 이미지반복 (2) 수평·수직 마스크 (3) 3x3 마스크
(4) 5x5 마스크 (5) 원 이미지
그림 11. 개기일식 이미지의 임펄스 노이즈 제거

DSP 보드과 적응 미디언 필터를 적용한 결과 임펄스 노이즈의 정도에 따라 적용 마스크가 달라졌다. 임펄스 노이즈가 20~40%일때는 수평·수직 마스크, 60%에서는 3x3 마스크, 80~98%에서는 5x5 마스크가 효율적인 것으로 나타났다. 표 1, 그림 12는 적응 미디언 필터에 따른 PSNR을 나타내고 있다.

| | | 단위:dB | | |
|--------|-----|----------|-------|-------|
| 노이즈(N) | 마스크 | 수평·수직 반복 | 3x3 | 5x5 |
| | 20% | | 29.74 | 29.71 |
| 40% | | 29.3 | 28.4 | 26.6 |
| 60% | | 25.6 | 26.5 | 25.6 |
| 80% | | 22.3 | 23.1 | 24.1 |
| 98% | | 19.3 | 19.3 | 22.3 |

표 1. 적응 미디언 필터의 PSNR

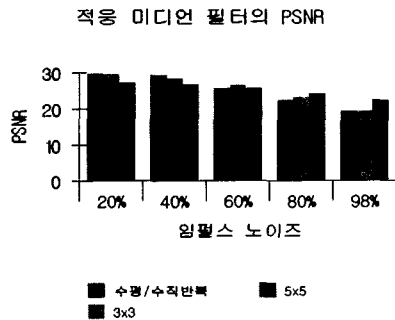


그림 12. 적응 미디언 필터의 PSNR

V. 결 론

Frame Grabber와 DSP보드의 하드웨어와 적응 미디언 필터를 이용하여 임펄스 노이즈를 제거하는 시스템을 구현하였다. 임펄스 노이즈 20~40%에서는 수평·수직 마스크, 60%에서는 3x3 마스크, 80~98%에서는 5x5 마스크의 PSNR이 효율적인 것으로 나타났다. 또한 이미지 노이즈 98%에서 원 이미지에 90% 가까운 이미지와 PSNR 22dB를 얻어냈다. 보다 높은 디노이징을 위해 적응 알고리즘의 발전 및 USB 통신을 통한 이미지의 빠른 전송이 요구된다.

참고문헌

- [1] 이명철, "DSP와 웨이블릿을 이용한 영상 전송 시스템의 설계에 관한 연구", 한국해양정보통신학회 2002 추계종합학술대회지 제 6권 제 2호, pp. 205-208
- [2] 노석환, "DSP를 이용한 스테레오 비전 로봇의 설계에 관한 연구", 한국해양 정보통신학회 2003 추계종합학술대회지 제 7권 제 2호, pp. 264-267
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Prentice Hall
- [4] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", PWS
- [5] Randy Crane, "영상처리 이론과 실제", 홍릉과학 출판사
- [6] TI, TMS320C3X User's Guide
- [7] TI, "TMS320C3X/4X Optimizing C Compiler User's Guide"
- [8] Olli Vainio, Yrjo Neuvo, Steven E. Butner, "A Signal Processor for Median-Based Algorithm", IEEE TRANSMISSION ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, VOL. 37. NO. 9. SEPTMBER 1989, pp. 1406-1414
- [9] Neal C. Gallagher, JR. Gray L. Wise, "A Theoretical Analysis of the Properties of Median Filters", IEEE TRANSMISSIONS ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, VOL. ASSP-29, NO. 6, DECEMBER 1981, pp. 1136-1141
- [10] P. K. Sinha & H. Hong, "An Improved Median Filter", IEEE TRANSMISSIONS ON MEDICAL IMAGING, VOL. 9, No.3, SEPTEMBER 1990, pp. 345-346
- [11] How-Lung Eng, Kai-Kung Ma, "Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter", IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 10, NO. 2, FEBRUARY 2001, pp. 242~251