

# 망막 두께 측정을 위한 32채널 영상획득장치 개발

양근호, 유병국

한려대학교 멀티미디어정보통신공학과

## Development of 32-Channel Image Acquisition System for Thickness Measurement of Retina

Keun-Ho Yang, Byung-Kook Yoo

Dept. of Multimedia Information & Telecommunication Engineering, Hanlyo University

### Abstract

In this paper, the multi-channel high speed data acquisition system is implemented. This high speed signal processing system for 3-D image display is applicable to the manipulation of a medical image processing, multimedia data and various fields of digital image processing. In order to convert the analog signal into digital one, A/D conversion circuit is designed. PCI interface method is designed and implemented, which is capable of transmission a large amount of data to computer.

In order to, especially, channel extendibility of images acquisition, bus communication method is selected. By using this bus method, we can interface each module effectively.

In this paper, 32-channel A/D conversion and PCI interface system for 3-dimensional and real-time display of the retina image is developed.

The 32-channel image acquisition system and high speed data transmission system developed in this paper is applicable to not only medical image processing as 3-D representation of retina image but also various fields of industrial image processing in which the multi-point realtime image acquisition system is needed.

### 1. 서론

영상처리에서는 사람이 인지할 수 있는 사진뿐만 아니라 다중 센서 등에서 취득된 신호 자료도 처리 대상으로 사용하고 있으며, 최근에서는 레이저를 이용한 3차원 범위 영상(range image), 여러 개의 카메라로부터 얻어진 입체 영상(stereo image), 다중 센서에서 얻어진 다중 대역 영상(multi band image)에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.

오늘날 image를 처리하는 기법은 의공학, 우주공학 및 통신공학 등에서 괄목할만한 발전을 이룩하고 있다. X-ray 사진, 우주선이나 인공위성으로부터 보내져 오는 위성사진 그리고 화상전화와 산업현장에서의 물체 인식 등 여

러 분야에서 촬영한 아날로그 image정보를 디지털화하여 3차원 영상을 얻기 위해서는 고도의 영상처리 기술이 필요하게 되었다.

3차원 영상을 처리하기 위해서는 피사체의 각 점에서 촬영한 영상신호를 다채널의 A/D변환기로 변환하여 컴퓨터에 고속으로 전송할 수 있는 기술 및 A/D변환 제어용 전용 프로세서의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 A/D변환, 디지털영상 신호처리 등의 기술을 이용하여 32채널 고속 데이터 획득 보드를 개발하여 다채널 영상데이터 인식장치 시스템을 구축하였다. 다채널 고속 데이터 획득 보드는 초고속 데이터 획득 및 전송기능이 제공되기 때문에 정밀도를 요구하는 의료영상 뿐만 아니라 다양한 3차원 디지털 영상처리 분야에서 이용될 수 있다. 특히 고품질 멀티미디어 데이터 전송에 핵심적으로 필요한 부분이다. 이러한 무손실 A/D변환, 대용량 데이터 저장 및 고속 전송에 대한 핵심 core기술 개발은 관련분야에서 다양하게 이용될 수 있다.

### II. 망막두께 측정을 위한 영상인식장치 설계

레이저 발생장치로부터 주사된 레이저 빔(HeNe laser 또는 argon laser)은 Galvanometer를 지나 Polygon motor의 25개의 mirror 중 망막에 투사되는 레이저를 반사하는 mirror의 반대편 mirror를 이용하여 반사시킴으로써 Polygon motor의 우측에서 망막 영상을 얻는다. 여기서 얻은 감지 레이저를 32채널 Array photo diode를 통해 망막의 각 층을 분리한다. Array photo diode를 통해 얻어진 신호를 비디오 신호 형식으로 전환하여 3차원 망막영상을 얻을 수 있도록 디지털 영상신호 처리에서 영상인식을 하도록 한다.

망막영상을 얻을 수 있는 전체적인 시스템 구성은 그림 1에 나타낸바와 같으며, 망막 두께를 영상화하는 원리를 그림 2에 나타내었다. 본 연구에서는 센서부로부터 얻어진 32채널의 영상신호를 실시간으로 디지털 데이터 형태로 컴퓨터로 전송하는 장치를 개발하였다.

컴퓨터 인터페이스는 32채널 고속 시스템과 컴퓨터와의 PCI Bus를 통하여 3차원 영상 데이터를 컴퓨터 쪽으로 전송한다. 전송된 데이터는 컴퓨터 모니터에 디스플레이 기능을 수행하며, 필요에 따라 컴퓨터에 file로 저장할

수 있도록 설계하였다. 본 연구에서 구현한 영상획득을 위한 시스템 블록 다이어그램을 그림 3에 나타내었다.

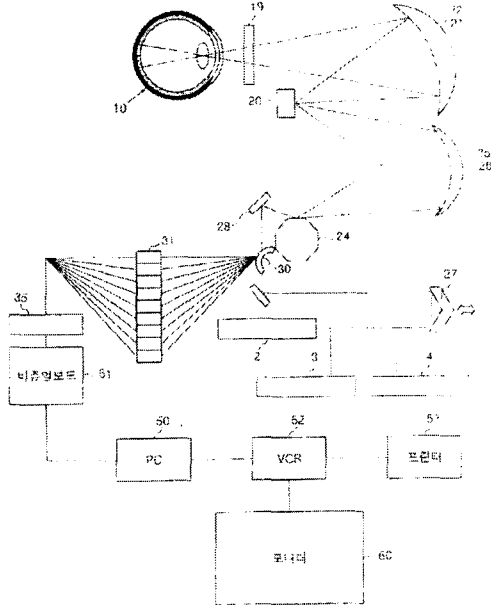


그림 1. 망막영상을 얻기 위한 시스템 구성도  
Fig. 1. The block diagram for retina image Acquisition

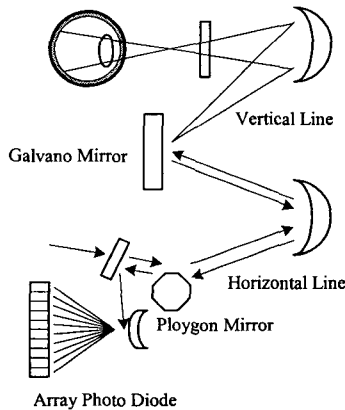


그림 2. 레이저 빔 주사 원리  
Fig. 2. The projection principle of laser beam

이 시스템의 동작제어는 PCI 마스터 인터페이스 방식으로 사용자가 제어할 수 있으며, Visual C++을 이용하여 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 윈도우 프로그래밍으로 구현하였다.

컴퓨터 인터페이스는 PCI bus를 이용하며, PCI bus 제어는 Plx Tech.사의 PCI9054 chip을 이용하였다. PCI9054는 PCI bus와 사용자 인터페이스 버스를 연결하는 것으로 외부 메모리를 입출력하기에 매우 편리하다. 32비트 크기의 데이터버스 입출력이 가능하며 32비트의 외부 주소 버스를 제공하기 때문에 대용량의 데이터를 입출력

할 수 있다.

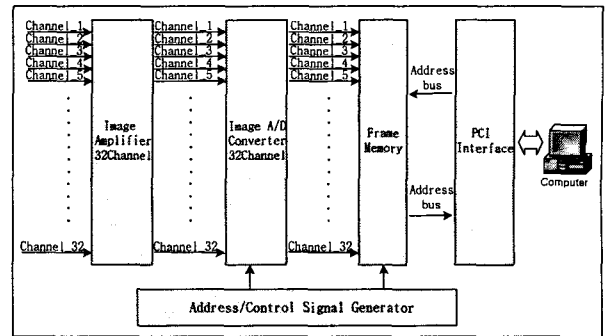


그림 3. 32채널 고속 데이터 획득 시스템  
Fig. 3. 32-channel high-speed data acquisition system

### III. 32 채널 영상인식 장치 구현

의공학 및 우주공학 등에서 촬영한 영상으로부터 3차원 영상을 얻기 위한 영상데이터는 대용량 데이터이다. 이러한 대용량 데이터를 고속 전송하기 위해서는 매우 정밀한 데이터 획득 및 전송 시스템이 필요하다.

본 연구에서는 초고속 다채널 A/D 변환기를 구현하기 위하여 각 채널당 A/D변환기와 프레임 메모리를 할당하여 초고속 데이터 변환이 가능하도록 한다. 또한 제어회로를 최적화하기 위하여 VHDL 언어를 사용하여 전용 chip을 개발하였다.

영상신호는 전처리회로에서 얻어진 수평 및 수직 동기신호를 A/D변환기와 프레임 메모리 제어신호로 이용한다. 마스터 클럭을 24.576MHz를 마스터 클럭을 발생하여 A/D변환기의 샘플링 주파수 4.096MHz와 메모리 주소, 메모리 write enable 신호, A/D output enable 신호를 만든다.

컴퓨터 사용자 프로그램에서 A/D변환 시작 신호를 인가하면 시스템의 reset 신호를 만든다. 이 reset 신호는 시스템을 초기화한다. 또한 reset 신호에 의해 시스템이 초기화되면 수직 동기신호로부터 1프레임의 영상신호를 받아들일 수 있는 A/D output enable 신호를 만든다.

주소버스 신호는 수평 및 수직 동기신호에 동기화 되어 주소를 발생한다. 마스터 clock으로부터 얻어진 A/D 변환 clock은 주소버스 발생기의 clock으로 인가된다.

주소버스 발생기는 프레임 메모리의 주소를 지정하면 지정된 메모리 주소에는 A/D변환된 영상데이터가 기록된다. 이때 A/D 변환기의 데이터 출력은 해당 주소버스 신호, memory chip select 신호와 write enable 신호에 의해 기록된다. 그림 4는 컴퓨터 시뮬레이션에 의해 얻어진 결과를 나타낸 것이다.

Clock 신호는 마스터 clock이며, h\_sync, v\_sync는 각각 수평 및 수직 동기신호를 나타낸 것이다. reset은 컴퓨터의 사용자가 A/D변환 시작을 알리는 신호를 인가할 때 발생

하는 시스템 reset 신호이다. A[8..0]과 B[7..0] 버스신호는 프레임 메모리의 열과 행의 주소를 의미한다. SRAM\_CS와 WR\_EN는 메모리 chip select 신호와 write enable 신호이다. 또한 ADC\_OE는 A/D 변환기의 데이터 버스의 출력을 제어하는 신호이다.

A/D변환 클럭과 프레임메모리 write 신호를 그림 5에 나타내었다.

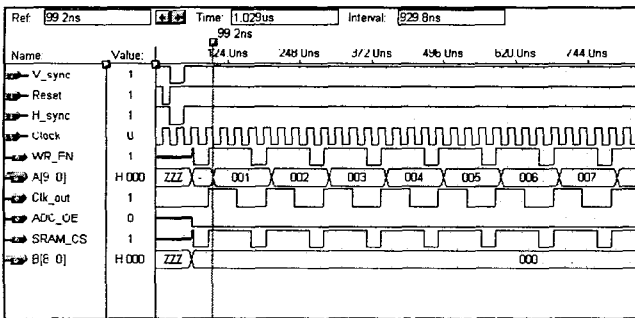


그림 4. 컴퓨터 시뮬레이션 결과  
Fig. 4. The simulation results

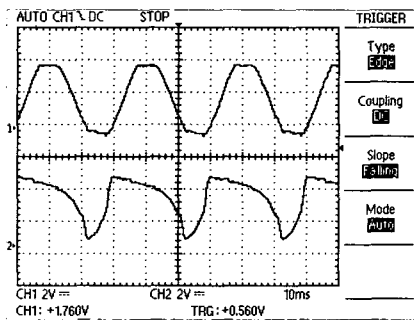


그림 5. A/D 변환 클럭과 프레임 메모리 write 신호  
Fig. 5. A/D converting clock and frame memory write signal

#### IV. 전체 시스템 구현 및 망막영상 획득

32채널 고속 데이터 획득 보드와 컴퓨터 인터페이스는 PCI bus를 이용하였으며 PCI bus 제어는 PLX9054 Chip을 이용하였다. 32비트 33MHz로 동작하며 bus master interface controller는 최대 132MB/sec의 PCI 버스트 전송을 가능하게 한다. PCI 9054 로컬 버스는 다양한 메모리, I/O 주변 장치 및 CPU를 간단히 연결해 주며 PLX9054 PCI 제어 Chip은 PCI bus와 사용자 인터페이스 버스를 연결하는 것으로 외부 메모리를 입출력하기에 매우 편리하다. 또한 8, 16, 32 비트 크기의 데이터 버스 입출력이 가능하며 32비트의 외부 주소 버스를 제공하기 때문에 대용량 데이터를 입출력 할 수 있다.

PCI 버스는 사용자가 응용을 쉽게 할 수 있도록 새로운 인터페이스를 추가한 전체적인 모듈의 형태를 가지는

것이다. 이것을 이용하여 사용자는 원하는 디바이스에 인터페이스를 구현할 수 있다. PCI 마스터기능과 타겟기능 두 기능관점에서 보면 마스터 방식으로 시스템을 구현했을 때 회로 구성은 복잡하고 어렵지만, 기능성, 효율성 등에 있어서 매우 우수하다. 버스 마스터 방식은 본 논문의 특성에 맞는 고속, 대용량의 데이터 전송 처리하는 환경에 적합하다.

타겟 방식으로 시스템을 구현했을 때에는 DMA 기능을 사용할 수 없기 때문에 CPU 자원을 많이 사용함으로써 CPU가 타겟 시스템에 종속되는 결과로 나타난다. 따라서, I/O 전송속도가 마스터에 비해 급격히 저하되기 때문에 영상데이터와 같은 대용량의 데이터를 입출력하는데에는 부적합하다. 이러한 결과는 타겟 방식은 CPU가 직접적으로 입출력을 담당하기 때문에 발생한다. 그러나, 버스 마스터에 의한 영상 데이터 전송은 I/O 디바이스가 bus master로서 버스를 제어하고 직접 메모리를 액세스하기 때문에 CPU의 성능 저하를 최소화하므로 멀티태스킹 환경에서 특히 적합하다.

PCI 9054는 고수준의 성능을 가졌으며 이를 이용하여 다채널 A/D보드의 프레임 메모리에 각각 저장된 영상 데이터를 컴퓨터로 PCI bus방식을 이용하여 고속으로 입출력이 가능하고 33MHz의 PCI 버스 clock을 이용할 때 최대 132MB/sec의 PCI 버스트 전송을 가능하게 한다. 고속의 데이터 전송이 가능하므로 촬영된 영상 데이터를 실시간 영상처리 시스템 구현할 수 있다

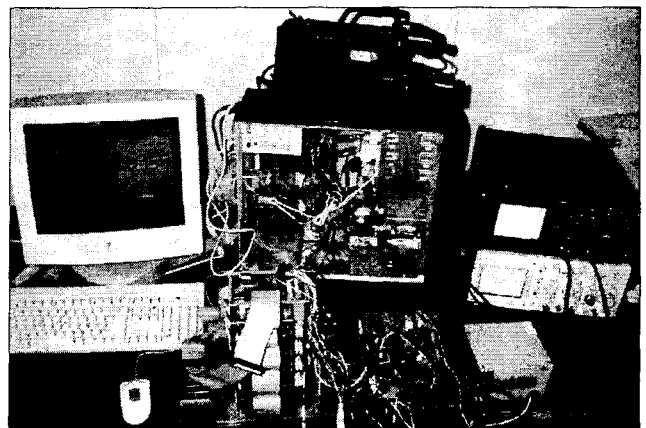
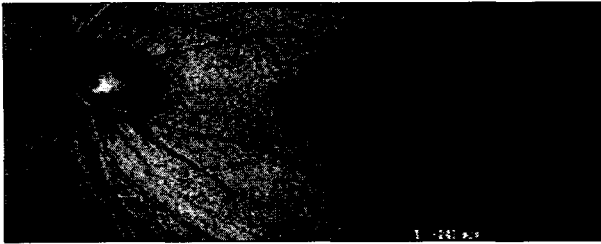
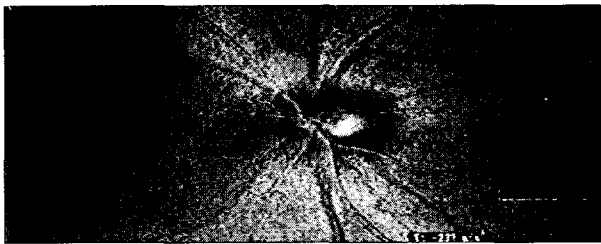


그림 6. 전체 실험 장치도  
Fig. 6. The entire experimental system scenery

PCI 인터페이스를 통한 다채널 A/D 변환장치의 제어 및 망막영상을 촬영하여 영상 데이터로 변환하였다. 그림 6은 본 연구에서 개발한 전체실험 장치를 보인 것이며, 그림 7은 망막영상을 획득하여 나타내었다.



(a)



(b)

그림 7. 구현한 시스템을 이용하여 획득한 망막영상  
Fig. 7. Acquired retina images using the implemented system

## V. 검토 및 결론

여러 분야에서 촬영한 아날로그 image정보를 디지털화 하여 3차원 영상을 얻기 위해서는 피사체의 각 점에서 촬영한 영상신호를 다채널의 A/D변환기로 변환하여 컴퓨터에 고속으로 전송할 수 있는 고도의 영상처리 기술이 요구되고 있다.

본 연구에서 개발한 32채널 고속 영상 데이터 획득보드의 구체적인 내용과 특징은 다음과 같다.

실시간으로 다채널 영상신호를 고속으로 A/D변환 및 데이터 전송이 가능하며, VHDL 프로그램에 의해 회로를 간략화함으로써 시스템의 단순화 및 고속 처리가 가능함으로서 시스템의 신뢰성을 높이고 비용을 절감할 수 있다.

PCI 마스터 인터페이스 기술을 최대한 활용함으로써 시스템 제어 및 데이터 전송을 실시간으로 처리할 수 있음으로서 촬영한 망막영상을 고속으로 컴퓨터로 전송하여 망막 두께의 3차원 형상화가 가능하도록 하였다.

본 연구에서 개발한 시스템은 의료영상과 같은 특수한 분야는 영상데이터 획득뿐만 아니라 영상의 3차원 형상화, 깊이 측정 등과 같이 고도의 디지털 신호처리 기술을 필요로 한다.

## 참고문헌

[1] Gregory A. Baxes, "Digital Image Processing - A Practical Primer", Prentice-Hall, Inc.

[2] 동역메카트로닉스연구소, "PCI 버스 해설과 인터페이스 카드 설계", 국제테크노 정보연구소, 2002  
 [3] ITU-R Recommendation BT.601, "Encoding Parameters of digital television for studios", 1982  
 [4] J. Watkinson, "The art of digital video", London, Uk: Focal Press, 1990  
 [5] PCI System Architecture, by Tom Shanley and Don Anderson(Mind share Inc, USA), ISBN: 1-881609-08-1  
 [6] PCI Hardware and Software, Architecture & Design, by Edward Solari and George Willse(Annabooks), ISBN: 0-929392-15-9  
 [7] Chan, Pak, and Samiha Mourad, "Digital System Design Using Field Programmable Gate Arrays", Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1994  
 [8] Kevin Skahill, "VHDL for PROGRAMMABLE LOGIC", Addison Wesley, 1996  
 [9] Coppola,A.,A., and J. Lewis. "VHDL for Programmable Logic Devices", Programmable Logic Devices Conference, Santa Clara, Calif.: March 1993