

## 레이저를 이용한 필름 스캐너의 개발

지 영준, 박 광석\*

서울대학교 대학원 의용생체공학 협동과정, \*서울대학교 의과대학 의공학 교실

### Development of Film Scanner using Laser

Youngjoon Chee, Kwangsuk Park

Department of Biomedical Engineering, Seoul National University

#### Abstract

The film scanner that digitizes the conventional x-ray films is the necessary equipment in the transition period of going to the filmless hospital. We have developed the film scanner using laser. We have selected HeNe laser as light source. The polygonal mirror converts the point light source to line scanning light. In sensing part, the diffusing cylinder and 7 photo transistors converts the light signal which passing the film into the electric signal.

With this scanner, we can scan successfully the conventional x-ray film by 1024 x 1024. Smaller the spot size is, higher the resolution can be achieved.

#### 1. 도입

근래에 들어 의학 영상을 디지털화된 상태로 처리하고 저장하는 일은 매우 중요하면서도 당연히 지향해야 할 바로 생각하고 있으며, 이와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다. CT(Computed Tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging), DR(Digital Radiography)등은 영상이 만들어지는 단계부터 디지털 정보가 제공되지만, 현재 임상적으로 가장 많이 사용되는 영상은 전통적인 X-ray Film이다. 의학 영상을 디지털 상태로 PACS등에서 사용하려면 그간 축적된 영상이나 매일 매일 생성되는 영상을 디지털화할 수 있는 장비가 필요하다. 따라서 필름 스캐너는 완전히 전산화되어 필름이 없는 병원으로 가기까지의 과도기에 필수적인 장비라 할 수 있다.

이 논문에서는 레이저를 광원으로 사용하여 의학 영상을 디지털화하여 저장하는 스캐너를 개발한 내용을 소개한다. 우선 레이저 스캐너의 동작 원리를 설명하고, 각 부분의 세부적인 내용을 소개한다. 결과에서는 제작한 스캐너로 입력한 영상을 보며 성과와 아울러 보완해야 할 점을 생각해 본다.

#### 2. 구성

필름 스캐너는 광학, 기계 공학, 전자 공학 등 여러 분야의 기술이 사용되는 매우 복합적인 시스템이다. 따라서 스캐너에는 광원 및 광주사부, 광신호 검출부, 필름 구동부, 기타 인터페이스 장치들이 필요하다.[1][2]

##### 2.1 광원 및 주사부

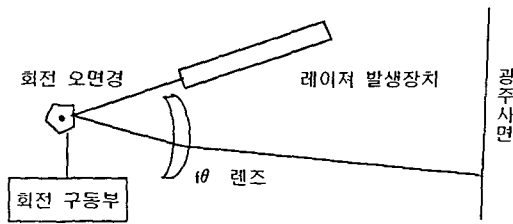
필름을 투과시키는 광원으로는 여러 종류를 생각할 수 있으나 필름의 명암 차이가 가장 날 드러날 수 있는 광원을 선택하고, 이에 맞는 센서를 선정해야 한다. 의학용 X-Ray 필름에는 레이저의 성질이 다른 광원보다 우수하게 작용한다. 본 연구에서는 Melles Griot사의 HeNe 레이저(출력:10mW, 파장:632.8nm)[4]를 사용하였다.

여기서 사용한 레이저는 점광원이므로 이러한 광선을 필름의 한 수평 줄로 주사해 줄 필요가 있다. 갈바노미터(Galvanometer)와 회전 다면경(Polygonal Mirror)이 이러한 주사에 사용된다[3]. 갈바노미터는 servo motor에 거울을 달아 일정한 각도를 왕복운동하도록 되어 있다. 회전 다면경은 정 다각형의 옆 면에 빛을 쏘 상태에서 다면경을 회전시키면 한 점으로 들어오는 빛이 시간적인 차

이에 따라 한 줄로 펼쳐진다.(그림 1) 따라서 n 각형의 다면경이면 한 바퀴 돌 때마다, n 개의 줄을 주사한다. 이 때, 회전 다면경의 회전 속도가 매우 균일하게 유지되지 않으면 화면에 기하학적 왜곡이 나타난다. 본 연구에서는 스테핑 모터를 1/400으로 나누어 회전시키는 마이크로 스테핑 모터 드라이버를 사용하였다.

다면경에 의해 반사된 레이저가 그대로 필름에 닿게 되면 필름의 양끝은 필름의 중심부보다 빛의 도달 거리가 멀어져 레이저의 스팟 크기가 달라진다. 본 실험에서는 렌즈의 입사되는 위치에 따라 초점 거리가 변하는 f- $\theta$  렌즈를 사용하여 이러한 문제를 해결하였다.[5]

[그림 1] 회전 다면경과 f- $\theta$  렌즈

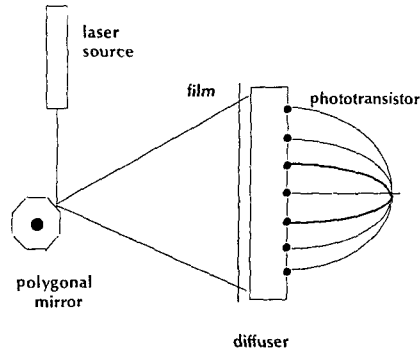


## 2.2 광신호 검출부

레이저 필름 스캐너에서 가장 핵심이 되는 부분이 바로 광신호 검출부이다. 어느 한 순간에 필름의 한 점을 통과하는 레이저가 필름 폭 만큼 펼쳐져 있는데, 이를 어떤 방법으로 모아 전기 신호로 만드느냐 하는 문제이다. CCD 어레이는 영상이 퍼질(blurring) 뿐 아니라 화소 수에도 제한이 있다. 볼록 렌즈로 빛을 모으는 방법은 렌즈의 구경이 너무 커져 제작상의 무리가 있다. 광섬유를 이용하는 방법은 여러가지 이론적인 장점을 갖지만 역시 제작상의 어려움이 따른다. 본 시스템에서 사용한 방법은 그림 2와 같은 산란 실린더를 이용하여 빛이 어느 위치로 들어오더라도, 산란 실린더 내부는 같은 밝기로 빛이 산란되어 하나, 혹은 몇 개의 포인트 센서로 영상을 만드는 방법이다. 즉 원통형의 산란 실린더 내에 산란이 일어날 수 있도록 내부 표면을 코팅하여 얇은 선형 슬릿을 만든다. 필름의 가로 한 줄의 데이터가 스캔되어 슬릿을 통과하면 각 점을 통과할 때마다, 실린더 내부는 어느 한 순간에는 필름에 의해 감쇄된 빛으로 위치에 관계없이 일정한 밝기가 된다.

그러나 산란 실린더 내부가 완벽히 같은 밝기로 산란되지는 못하므로 위치에 따른 왜곡이 생긴다. 이러한 점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 7개의 센서(Photo Tr.)를 적당한 간격으로 배치하여 각 센서에서 나오는 전기 신호를 가중치를 두어 평균값을 구하였다. 이러한 방법을 사용하면 실린더 내의 불 균일한 밝기를 보정 할 수 있을 뿐 아니라 열에 의한 잡음 등 랜덤 노이즈의 성분을 줄이는 효과도 얻을 수 있다.

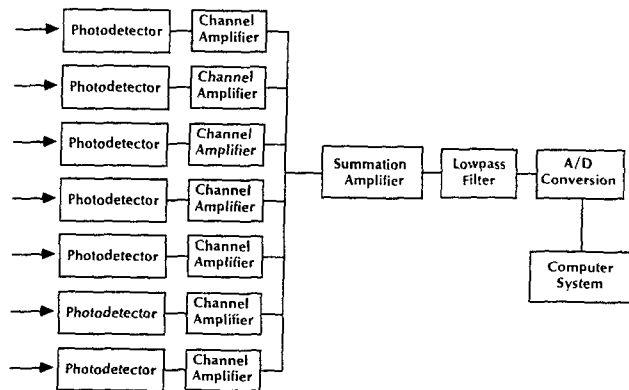
[그림 2] 산란 실린더와 포토 트랜지스터



## 2.3 기타 제어부와 인터페이스

광신호 검출부에서 검출된 신호는 다음의 그림 3과 같은 신호 처리 및 인터페이스의 과정을 거쳐 컴퓨터에 입력되도록 하였다.

[그림 3] 광신호 처리 및 접속부의 구성도

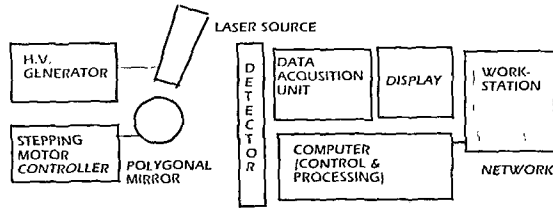


각 채널별로 증폭된 신호는 12 bit로 A/D되어 PC의 메모리로 저장된다. 샘플링 주파수는 필름의 진행 속도, 스캐닝 화소의 수, 등에 따라 결정된다. 이 외에도 레이저가 필름위를 지나가는 시간과

## 레이저를 이용한 필름 스캐너의 개발

필름이 스캐닝 지역을 통과하는 지를 검출하기 위하여 포토 다이오드(photo diode) 한 쌍과 포토 인터럽터(photo interrupter) 한 쌍을 사용하였다.

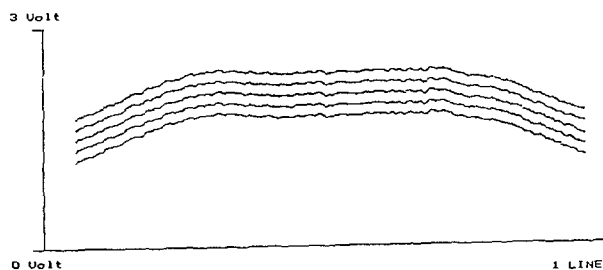
[그림 4] 시스템 구성도



### 4. 결과

이상과 같은 시스템으로 아무런 정보가 없는 투명한 필름을 넣고 5 줄을 측정한 신호를 아래의 그림 5에 나타내었다. 그림에서 보면 가운데 부분은 비교적 일정한 수준의 밝기를 잘 유지하였으나 양 쪽 끝에는 다소 어두워지는 경향을 볼 수 있었다. 이러한 문제는 산란 박스를 필름의 크기보다 더 크게 하거나, 양 쪽 끝 부분의 센서를 다시 이용하여 보완하거나, 모든 줄에서 그렇게 나오는 것으로 보이 소프트웨어적으로 위치에 따른 가중치를 부여 평활화 할 수 있다.

[그림 5] 투명한 필름을 이용하여 측정한 5 줄의 데이터

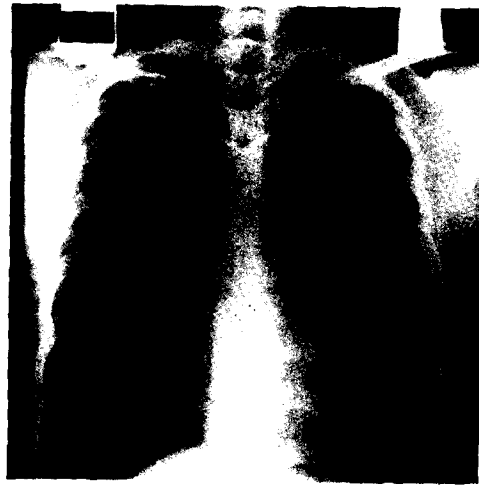


한 편 한 장의 필름을 스캔하여 획득한 영상을 그림 6에 나타내었다. 샘플링은 12 bit로 했으나 이를 화면에 표시할 수는 없어 8 bit x 1024 x 1024 의 해상도를 갖는 흉부 영상이다. 사진에서 보듯이 한 장의 영상이 나름대로 정보를 유지하면서 스캐닝 되었다. 광학적 정밀 기술의 부족으로 광원의 스팟 크기를 더 이상 줄일 수 없어 2048 x

2048로 스캐닝 했을 때에도 별다른 향상을 보지 못했다. 또 필름에 의한 레이저의 감쇄율도 지수 함수로 줄어드므로 다시 log 함수를 사용하여 보정하였더니, 콘트라스트가 훨씬 좋아졌다.

이상과 같이 특별히 고가의 부품없이 스캐너를 제작하였다. 추후로는 2048의 해상도를 가질 수 있도록 하는 과제와 스캐닝 타임을 줄이는 방법을 연구할 계획이다.

[그림 6] 스캔한 영상(1024 x 1024)



### 참고 문헌

- [1] Gerald Marshall, {Laser Scanning} New York, Marcel Decker, 1985, ch2, pp63-124
- [2] Monte Ross, {Laser Application}, New York, Academic Press, 1974
- [3] J.C. Urbach et. al. "Laser Scanning for Electronic Printing", Proc. of IEEE, Vol.70, No.6, pp597-618, June 1982.
- [4] Optics Guide 4, Milles Griot, 1988
- [5] E. Hecht. {Optics}, USA, Addison-Wesley Publishing, 1987