

## 망막 영상 조절 장치에 관한 연구

이숙희\*(원광대 대학원), 이영춘\*\*(원광대, 의과학연구소), 양연식\*\*\*(원광대, 원광대학병원)

### A Study of the Retina Image Controllability using a Sledge

Suk-Hee Lee\*(Dept. of Medical School, Wonkwang Univ.), Young-Choon Lee\*\*(Wonkwang Univ., Medical Science Research Center), Yeon-Sik Yang \*\*\*(Wonkwang Univ.)

#### ABSTRACT

Seeing is an intelligent act. Retina is the most important part among the components of eye which is comprised of iris, pupil, lens, optic disk, and so forth. Because retina acts like a photo receiver to detect light from every object, if damaged, animals have a severe problem to live along with themselves and sometimes they lose their sight. In the ophthalmology, doctors use special instrument to see exact retina image of object and operate the surgery by rotating focus control knob. In this study, a basic test is done to achieve the auto focus control instrument. Specially made sledge and attenuator are installed on the optic bed to change the distance and laser power between the first reflective mirror and the second one. Control panel which is compiled by Visual C++ to control stepping motors, laser power and photodiode are implemented with ADA-board.

**Key Words :** Retina(망막), Attenuator(광량 감쇄기), Sledge(설매), ECU(전자제어유닛), Laser(레이저), Three dimension image(3차원영상), Auto focus control(자동초점조절)

#### 1. 서 론

인체의 안구는 사물의 정보를 대뇌 시피질에 전달하여 생각과 판단 그리고 인체 운동을 결정하는 가장 근본적인 1차 감지기이다. 시력의 약화는 생활의 제약을 받게되고, 많은 정보와의 연락을 단절시켜 기초 생활 자체를 마비시킨다. 안구는 외막, 중막, 내막 및 안내용물로 이루어진다. 외막 outer coat은 앞쪽 1/6을 차지하는 투명한 각막과 뒤쪽 5/6을 차지하는 흰색의 공막으로 구성된다. 중막 middle coat은 외막의 내면에 있는 혈관성 조직으로서 포도막이라고 하며 홍채, 모양체, 맥락막으로 구성된다. 내막 inner coat은 안구의 가장 안쪽에 있는 막으로 망막이라 하며 이망막은 시각 visual sense에 가장 중요한 구실을 하는 투명한 신경조직이다. 안내용물에는 수정체 렌즈, 유리체, vitreous body, 방수 aqueous humor가 있다.

안과 실명 질환의 가장 많은 부분을 차지하는 부분은 망막의 손실에서 발생한다. 망막의 주요 기능

은 동공을 통하여 들어온 빛을 망막의 각층을 통하여 전기적인 신호로 변환하여 시신경으로 전달하는 것이다. 이렇듯, 망막의 손상은 시력에 직접적인 영향을 미친다.

영상을 평면화<sup>(1-5)</sup> 및 3차원화<sup>(6-7)</sup>하는 연구는 지속적으로 진행되고 있으며, 레이저 프린터 및 영상 프로젝터 등에 이용되고 있다. 본 논문은 이러한 영상 장치의 구조 외에, 망막의 영상을 측정하여 보다 정확하고 개선된 시술을 하고자, 망막측정 시의 근시 및 원시 환자에 대한 자동 초점조절 장치에 관하여 연구하였다. 인체에 해롭지 않은 레이저 광량과 안구의 조건에 맞는 최적의 초점거리유지에 관한 기초 결과들을 제시하여, 다양한 안구의 조건에 최적의 초점조절 제어가 가능할 것으로 사료된다.

#### 2. 실험 장치 구성

그림 1과 그림 2는 본 실험을 위하여 구성한 시스템이며, 그림 3에서는 시스템의 구성도를 보이고

있다. 실험용 광원으로는 He-Ne 레이저를 사용하였으며, 최대 광량이 1mW이다. 이는 인체의 안구에 치명적인 손상을 줄 수 있는 광량으로서, 최종적으로 인체에 조사되는 광량을 170 $\mu$ W로 조정하기 위한 광량 감쇠기(attenuator)를 설치하였다. 광량감쇠기의 동작은 스테핑 모터로 제어를 하였으며, 스테핑 모터는 48스텝에 한 회전을 하는 사양을 선택하였다.

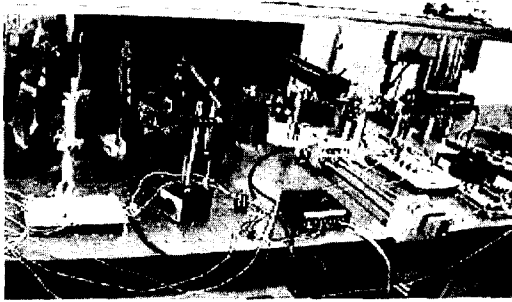


그림 1. System configuration of retina image processing.

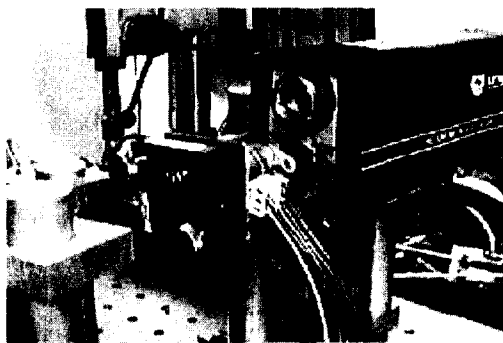


그림 2. Attenuator installed in retina image processing.

감쇠기를 거친 레이저는 빔 스플리터를 통하면서 광원이 2개로 나누어진다. 제1반사경을 통하여 전달된 레이저광원은 슬레지(sledge)를 통하여 다시 제4반사경에 조사되는데, 슬레지의 목적은 근시와 원시 환자에 대한 초점조절을 하기 위한 것이다. 슬레지의 몸체 위에는 제2반사경과 제3반사경이 설치되었으며, 슬레지의 측면에 부착된 스테핑 모터(200pulse/rev)에 의하여 리드 스크류(lead screw)를 움직여 몸체를 구동할 수 있도록 하였다. 리드스크류는 볼스크류에 비하여 소음이 적어 의료장비로 적절한 것으로 판단되며, 1피치(pitch)가 6mm이다. 한편, 슬레지 상의 반사경의 요동을 방지하기 위하여 가이드를 2개 설치하였으며, 리드스크류는 백래쉬(back

lash)제거형을 선택하여 엔코더의 슬립이 발생하지 않도록 하였다.

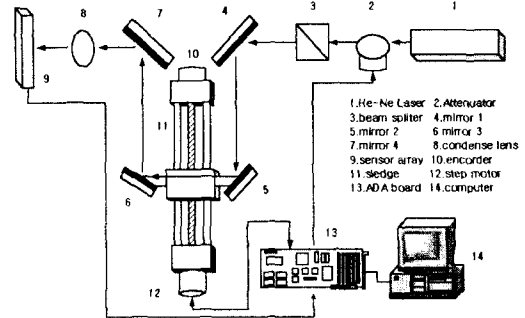


그림 3 Diagram of experiment system

제 4반사경을 통과한 레이저 광선은 집광 렌즈를 통하여 센서어레이(SD219-51-03-301, Advanced Photonix Inc.)에 입사되도록 설계를 하였다. 입사되어진 광량은 센서를 통하여 전류의 양으로 나오며, 전류-전압 증폭기로 증폭하여 -10~+10 Volts의 전압값을 유지하도록 하였다. 광량 변환값은 컴퓨터의 PCI 보드에 내장된 ADA-board(E6024, NI)를 통하여 획득되어지며, 본 실험에서 사용되어진 2개의 스테핑모터와 그리고 엔코더를 통한 슬레지의 위치검출량도 함께 얻어진다.

### 3. 제어 패널 설계

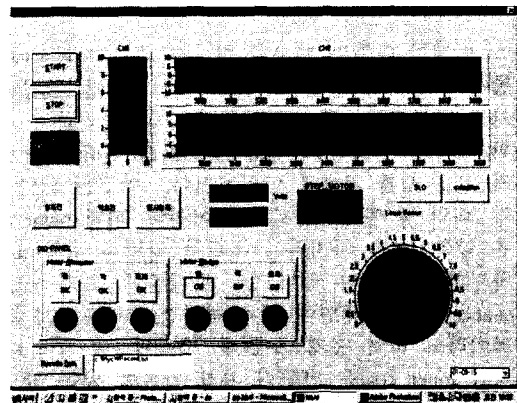


그림 4. Control panel operating the attenuator and sledge

그림 4는 슬레지의 이동과 광감쇠기의 정역회전을 제어하기 위한 제어패널로써, 비주얼 C++를 사용하여 프로그램을 구성하였다. 그림에서 알 수 있듯이 광량의 변화를 쉽게 알 수 있도록 차트(chart)그래

픽을 구성하여, 샘플링 데이터(1000data/sec)를 실시간으로 시간축의 변환에 의하여 볼 수 있다. 또한, 광량 게이지를 추가하여 보다 인식을 빠르게 하였으며, 디지털 스코프를 추가하여 디지털량의 레이저 광량과 슬레지의 위치량을 감지한다. 정회전과 역회전시의 상황을 쉽게 사용자가 알 수 있도록 다양한 색상을 추가하였으며, 실험데이터의 취득을 위하여 데이터 저장 버튼과 파일이름을 직접 작성할 수 있도록 하여, 실험중 원하는 데이터를 샘플링하여 직접 얻을 수 있다.

#### 4. 실험 결과

안구에 조사된 레이저선은 광량센서에 의하여 감지되어 컴퓨터에 영상의 값을 나타낸다. 각 대상물의 안구내 수정체의 두께에 의하여 근시와 원시의 구분이 이루어지며, 이에 따른 영상의 초점조절이 필요하다. 기존의 수동식 초점 조절 장치를 대체하기 위한 자동식 초점 조절 장치 개발을 위해 각각 다른 광량이 주어졌을 경우, 슬레지의 이동에 의한 광량 변화값을 상호 비교하는 실험을 하였다. 이러한 값들은 실제 망막영상 장비에서 서로 다른 광량의 조건에 대한 대상물의 검사에서 유용한 자료로써 활용된다.

그림 5 - 그림 8은 주어진 다른 광량에 대한 슬레지의 이동에 따른 광량의 변환치를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 슬레지의 이동거리는 0-350mm이며 변위가 커질수록 제 1반사경과 슬레지사의 제 2반사경의 거리가 가까워진다. 그림 5의 0.3  $\mu\text{W}$ 의 광량에서는 0.8V를 보인후 슬레지가 250mm근방에 접근함에 따라 서서히 광량의 증가를 보이기 시작한 후, 350mm의 이송시에 최고 광량치인 0.9  $\mu\text{W}$ 를 보인다.

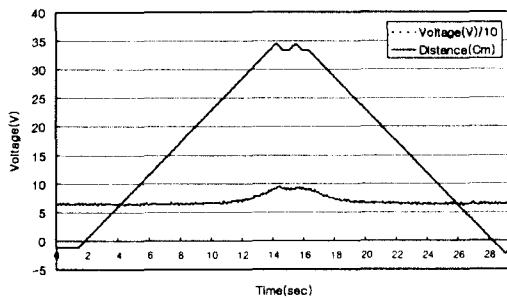


그림 5. Voltage of photodiode array moving sledge (light power of He-Ne laser : 0.3  $\mu\text{W}$ )

그림 6 - 그림 8에서와 같이 광량 1.77  $\mu\text{W}$  및 광량

2.42  $\mu\text{W}$ , 9.89  $\mu\text{W}$ 의 경우와 같이 슬레지의 이송이 시작됨에 따라, 광량의 변환시점이 광량의 증가량과 비례하여 빨라졌으며, 최고 광량치도 높음을 알 수 있다. 그림 8은 슬레지의 이송거리가 300mm부근에서 포화상태를 보이고 있으며, 이는 연산증폭기의 최대 이득값이다.

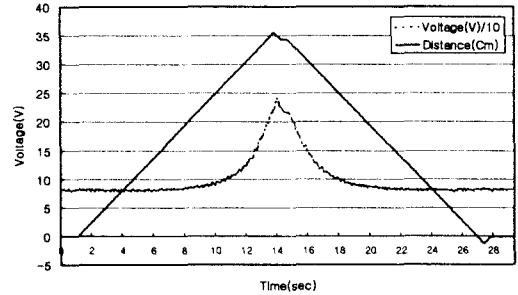


그림 6 . Voltage of photodiode array moving sledge (light power of He-Ne laser : 1.77  $\mu\text{W}$ )

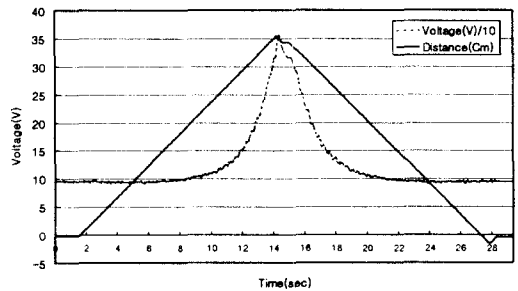


그림 7 Voltage of photodiode array moving sledge (light power of He-Ne laser : 2.42  $\mu\text{W}$ )

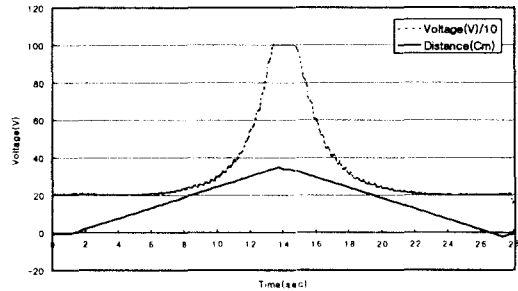


그림 8 Voltage of photodiode array moving sledge (light power of He-Ne laser : 9.89  $\mu\text{W}$ )

그림 9 - 그림 11은 슬레지의 거리를 일정하게 유지한 상태에서 광량 감쇠기에 일정한 속도를 주어 변환시켰을 경우의 실험 결과이다. 그림 9에서와 같이 광량값이 감쇠기의 회전에 따라 최상위값 10V를

주기적으로 보이는 시간이 4.6sec 정도 걸리며, 슬레지를 이송하여 제1반사경과의 거리를 더욱 좁힌 그림 10과 11의 경우에서 알 수 있듯이, 슬레지의 이송 거리가 각각 170mm, 301mm에서 주기가 4.1sec, 3.5sec를 보여, 반사경과의 거리가 짧아짐에 따라 광량 변화가 더욱 심하게 나타남을 알 수 있다.

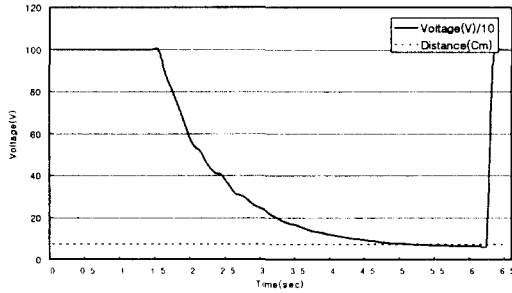


그림 9 Voltage of photodiode array moving attenuator(sledge position : 7.2cm)

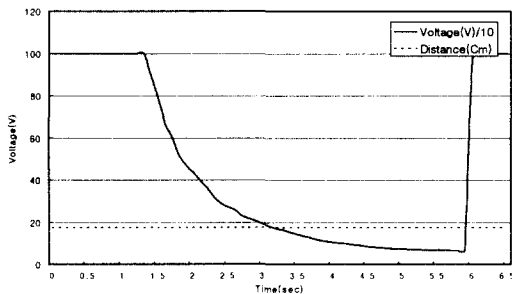


그림 10 Voltage of photodiode array moving attenuator(sledge position : 17.7cm)

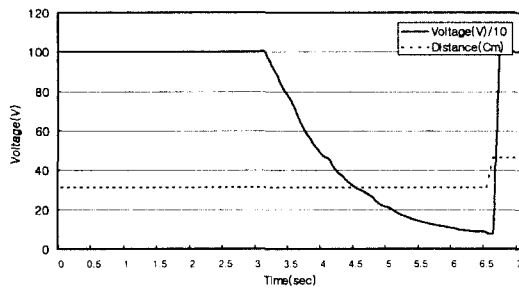


그림 11 Voltage of photodiode array moving attenuator(sledge position : 30.1cm)

## 5. 결 론

인체의 안구 내 망막을 측정하는 장비에서 각각의 근시 및 원시에 대한 자동 초점조절 장치를 개발하기 위한 기본 실험을 하였다. 각각의 광량센서를 설정하고 광원과 광 감쇄기를 설치하여 슬레지를 이동하면서 조사된 레이저선에 대한 광량 변화를 실험한 결론은 다음과 같다.

1. 고정된 광량에 대한 슬레지의 이송에 따른 광량의 변화는 낮은 광량에서는 변화가 서서히 일어났으며, 광량이 높아짐에 따라 급격히 발생함을 알았다.

2. 슬레지를 고정된 상태에서 광량을 일정한 속도로 변환시킴에 따라 광량의 변화 주기 기울기가 더욱 커졌으며, 주기가 짧아짐을 알 수 있었다.

3. 망막영상 측정 시에 초점조절을 간단한 시스템을 구축함으로써 기본 실험을 한 결과 만족할만한 결과를 얻었다.

## 참고문헌

1. 이수열, 우용제, 조민형, "적외선 체열촬영시스템을 위한 광학계의 구성", 의공학회지, 제 15권, 제 1호, pp. 97-104, 1994.
2. 김창우, 김현숙, 홍석민, 김재기, "열상장비용 직병렬주사광학계", 한국광학회, 제5권, pp 212-216, 1994.
3. 송인섭 외 4인, "직병렬 주사방식 열상장비의 신호처리기 설계 연구", 전자공학회논문집, 제 31권, pp 49-56, 1994.
4. 이수열, "적외선 체열촬영시스템을 위한 고속 광주사기의 구현", 의공학회지, 제16권, 제1호, pp 43-48, 1995.
5. 심상현, 박성중, 정창섭, "광선 교차점 평균과 최적초점", 한국광학회, 제 7권, pp 299-304, 1996.
6. Denis Laurin, J-A Beraldin, Francois Blais, Marc Rioux, Luc Courmoyer, "A three-dimensional tracking and imaging laser scanner for space operations", Part of the SPIE Conference on Laser Radar Technology and Applications IV, pp 278-289, 1999.
7. 정병오, 김형근, 고한석, "동영상으로부터 3차원 물체의 모양과 움직임 복원", 전자공학회논문집, 제35권, S편, 제3호, pp 480-488.