

안과 진단 및 치료기기의 원격조정 표적 추적장치 개발에 관한 연구

*어윤기, 박호창, 이석록, **양연식, 정동명
원광대학교 공과대학 전자공학과
**원광대학교 의과대학 안과학교실

A Study on the Development of a Target Tracing Equipment by Remote Control for a Medical Therapy and Diagnosis of an Ophthalmology

*Y. K. Eo, H. C. Park, S. R. Lee, Y. S. Yang, *D. M. Jeong

Dept. of Electronic Eng., Wonkwang Univ.

**Dept. of Ophthalmology, Wonkwang Univ.

요 약

기존의 안과 진단 및 치료 기기의 안구 고정장치는 진단 및 치료에 있어서 피검사자와 검사자 사이에 충분한 협조가 되지 않을 경우 진단의 비효율성과 치료의 안정성등의 문제가 발생하고 있다. 따라서 이러한 문제를 보완하기 위하여 SLO의 전면 세극등을 소형의 반사경으로 대체하고 표시등을 후면의 먼 거리에 수직으로 배열시켜서 피검사자에게 적당한 높이의 고정등을 선택하게하여 수직방향의 안구 위치를 고정시키고 SLO(Scanning Laser Ophthalmoscope)의 좌우 회전기능으로 표적의 수평방향을 근접시킨 후에 검사자의 조작으로 원격조정되는 서보장치를 이용하여 다시 반사경을 전방향으로 미세하게 회전되게하여 정확한 위치로 안구를 이동시키게 하는 원격조정 표적 추적장치를 개발하였다. 이에 따라 피검사자는 거울에 비친 먼거리의 허상을 보게 되어 세극등을 이용한 근접주사방식의 단점인 안구의 축동, 폭주등으로 인한 환자의 눈의 피로를 최소화 하면서 피검사자의 안구를 검사자가 원하는 위치로 고정시킬 수 있게 함으로써 임상실험에서 안과 진단의 정확성과 편리도를 높이고 치료의 효율성과 안전성을 증가시킬 수 있는 원격조정 추적장치로써의 성능을 확인하였다.

1. 서 론

안과용 진단 치료기기에 있어서 정확한 위치로 안구를 고정하는 것은 진단과 치료과정에서 가장 필수적인 기본조건이다. 그러나 현재까지 모든 안과장비는 안구의 추적후에 치료를 위해서 기계적으로 안구를 강제 고정시키는 방법은 연구되고 있으나 진단을

위하여 안구를 계속 전방향으로 탐색하는 경우, 촬영등을 위하여 병변 부위를 화면의 중심으로 정확하게 유도 고정시키기 위해서는 검사자와 피검사자 사이에 충분한 협조가 되지 않을 경우 진단의 비효율성과 치료의 안전성등에서 문제가 발생되고 있다.

기존의 단순고정등은 환자의 안구와의 거리가 3cm 이내이기 때문에 환자가 근거리를 주시해야 하고 이로 인하여 환자의 눈이 쉽게 피로해지며 눈의 근접 반사인 축동, 조절, 폭주의 요인이 되어 특히 어린이와 같은 경우 더욱 어려워 진다. 따라서 거의 모든 안과 장비에는 고정등이 설치되는 되어 있으나 활용하지 못하고 있는 실정이다. 단지 고정등 내에 쫓점 거리를 조정할 수 있는 원이 보이는 고정등이 개발되어 있으나 이는 눈앞에 1~2cm정도로 가깝게 설치해야 하고 검사자가 임의로 조절할 수 없으며 환자 자신이 맞추어야 하기 때문에 고도의 필요하여 피검사자에게 교육을 시킨 후라야만 사용 가능하다. 이 고정등도 거의 사용하고있지 않으며 다만 안과 장비중 비접촉성 안압계나 초음파 A Scan은 검사하는 눈이 중심을 주시하기 때문에 장비내에 고정등이 내장되어 있다.

이러한 문제를 개선하기 위하여 연구팀은 사람의 두눈이 Hering's Law에 따라 같은 방향으로 일정하게 움직인다는 사실에 근거하여, 검사인의 반대쪽 눈 앞에 단순 고정등인 세극등을 거울 반사경으로 대체하고 표시등은 환자의 후면 45도 정도의 방향으로 3~4미터 거리에 수직으로 배열시켜서 피검사자에게 적당한 높이의 고정등을 선택하게 함으로써 수직방향의 안구 위치를 고정시키고 SLO의 좌우회전 기능으로 표적의 수평방향을 추적하는 방법을 고안하여 1995년 제 75회 대한 안과 학회와 국제학회에 발표하였다.

이는 환자가 눈앞에 있는 작은 표시등을 보지 않고 후면의 먼거리에 있는 표시등을 거울을 통하여 허상으로 보기 때문에 마치 먼거리를 주시하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있어서 임상 실험 결과 단순 고정등에 비하여 많은 단점이 개선되었다. 그러나 SLO의 회전각도는 45도로 제한되어 있어서 안구의 전구간 안저영상을 얻을 수 없고 촬영시에 표시등의 상하간격 사이에 있는 병변부위의 안저영상을 정확하게 모니터 중심에 위치할 수 없는 경우가 발생하였다.

이와같은 결과에 의하여 본연구에서는 안구추적시에 일단 SLO를 회전시켜 안구의 병변부위 중심으로 근접시킨 후에 검사자의 조작으로 원격조정되는 소형의 서보장치를 고안하여 다시 반사경을 전방향으로 미세하게 회전시켜서 정확한 위치로 안구를 이동시킬 수 있게하는 원격조정 표적 추적장치를 개발하였다.

2. 표적 추적장치의 설계

표적추적장치는 검사자가 SLO 등을 이용한 안과 진단이나 레이저 치료시에 환자의 안구를 관찰, 촬영 및 처치하고자 하는 정확한 위치로 쉽게 유도하여 고정하기 위한 것이다. 따라서 검사자는 환자에 접근하지 않고 장비의 조작위치에서 거울 반사경을 원격으로 제어할수 있어야 하며 망막의 중심을 기준으로 상하 좌우 전방향을 균형있게 탐색할 수 있어야 한다. 또한 여러 환자를 연속하여 검사하기 위해서는 검사 완료 후에 거울 반사경을 초기화시켜서 원점으로 회복시키는 기능이 있어야 폭 넓은 안저영상을 얻을 수 있게 된다. 이러한 요건을 만족시키기 위해서는 안과장비에 쉽게 거치하여 임의의 위치에 정지시킬수 있는 플렉시블형의 기구부와 반사경을 지지하고 전방향(U축 30· V축 45· 범위)으로 구좌표를 이동할수 있는 극소형의 서보장치, 이를 구동시키기 위하여 마이크로 모터와 감속기, 반사경의 회전각도를 감시하는 위치센서, 모터를 정역 구동시키는 제어 회로와 조이스틱으로 이루어진 원격조정장치 등의 구성요소가 구비되어야 한다.

특히 SLO의 좌우 회전여유를 제외한 안구와 거울 반사경 사이의 간격이 3cm 정도여서 반사경을 상하 30도 좌우 45도 정도 회전시키기 위해서는 기구부의 부품을 마이크로 타입으로 사용하여도 여유공간이 절대적으로 부족하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 연구팀은 수차의 개선을 거쳐 시작품을 완성하여 병원의 외래환자에게 직접 임상실험을 실시하였으며 원격제어를 위한 서보장치와 제어장치의 전기적 구성도 및 제어 회로도들 그림 1과 2에 각각 도시하였다.

제어회로는 크게 원점 복귀회로와 반사경의 위치 결정회로로 구성되어 있으며 여기에 보턴스위치와 포텐손미터를 이용한 원점세트 기능과 위치비교 기능, 모터구동을 위한 전력증폭 기능, 반사경의 미세조정을 위한 PWM 방식의 속도조절 기능 등을 부가하여 조이스틱과 보턴스위치의 조작만으로 연속검사와 광범위한 안저의 추적을 가능하게 하였다.

거울각도를 변화시키는 직접적인 메카니즘인 기구부의 구성은 서보모터에 의해서 작동되는 거울부착판과 각각 U축과 V축의 안내파이프를 두어 서보모터의 운동이 거울에 전달될 수 있도록 유도하였다. 이때 서보모터의 운동을 직선운동으로 변환하기 위하여 커넥팅 로드, 로드 가이드, 디스크 크랭크등을 사용하였다. 또한 거울의 위치를 조절하기 위하여 길이 조정봉을 두었으며 표적추적장치를 검사자가 필요한 각도로 조절할 수 있도록 관절로 구성하였다. 거울의 위치를 이동시킬 수 있는 동력을 제공하는 서보모터는 조이스틱을 이용하여 조절하도록 구성하였으며 이를 감속 제어하도록 설계하여 사용의 편리성과 함께 세밀한 각도 이동이 가능하도록 설계하였다. 사진 1은 시작품으로 설계한 기구부이다.

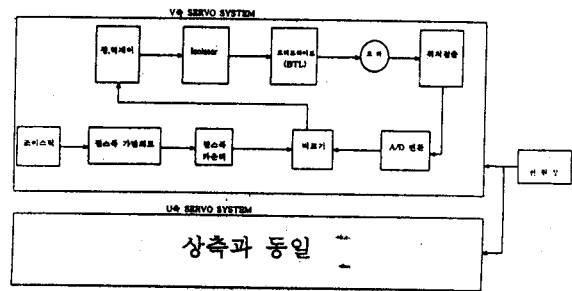


그림 1. 장치의 전기적 구성도

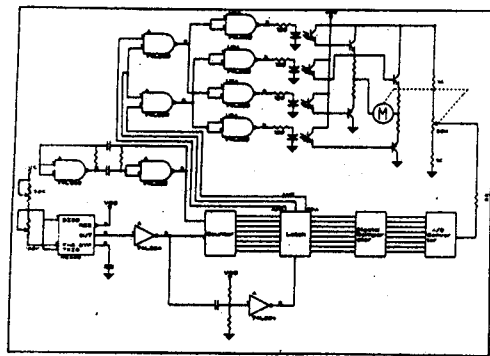


그림 2. 서보모터 제어 회로도

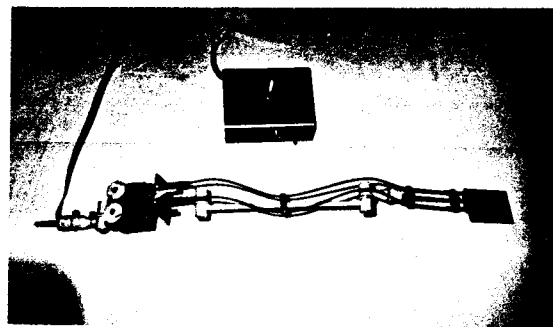


사진 1. 표적추적장치의 기구부

조이스틱을 설치한 SLO장비에 표적추적장치를 부착하여 검사자가 원하는 방향으로 조이스틱을 이동할 경우 원격으로 제어되는 서보장치에 의해 반사경의 각도가 변하게 되어 거울에 반사된 후면의 고정등을 주시하고 있는 피검사자는 거울의 각도에 비추인 고정등을 주시하려는 과정에 안구가 이동하게 되며 이는 안저의 측정범위를 확대시키는 효과를 가져오게 된다. 사진 2는 거울고정등과 조이스틱으로 구성된 표적추적장치를 SLO에 부착하고 검사를 위한 준비 상태이며, 거울에 비친 고정등을 주시하여 안저의 측정범위를 확인하는 임상실험 장면을 사진 3에 나타내었다.

또한 안저 측정방법인 기존의 안저측정방법인 안구의 근접 고정등에 의한 SLO의 제한된 이동각도에 의한 제한된 범위에서의 안저 측정방식에서 조이스틱의 조절에 의한 거울의 각도에 따라 측정되어지는 안저의 각도와 거울로 고정된 안구를 SLO의 이동각도에 따른 안저의 측정각도를 확장시키는 것으로 조이스틱을 좌우로 이동하였을 경우와 상하로 이동하였을 경우의 거울의 각도조절 과정과 이에 따른 안구의 이동과 안저검사방법을 기존의 SLO를 이용한 측정방법인 고정된 안구를 기준으로 SLO의 각도를 조절하여 검사하는 방법인 그림 3과 비교하여 그림 4와 그림 5에 각각 나타내었다.

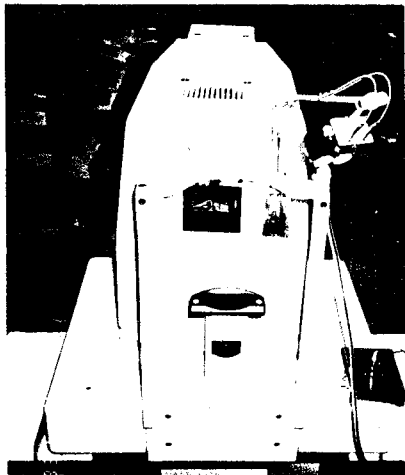


사진 2. 원격조정 표적 추적장치



사진 3. 표적추적장치를 이용한 안저검사

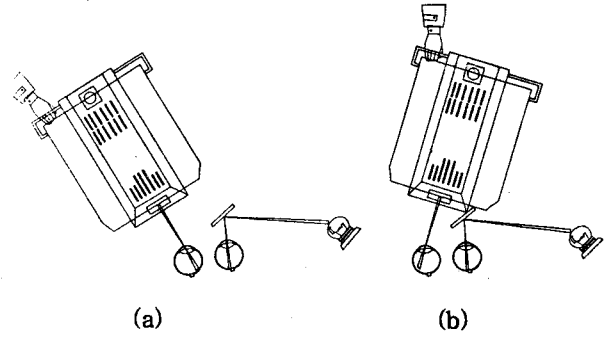


그림 3. SLO의 이동에 의한 안저검사법

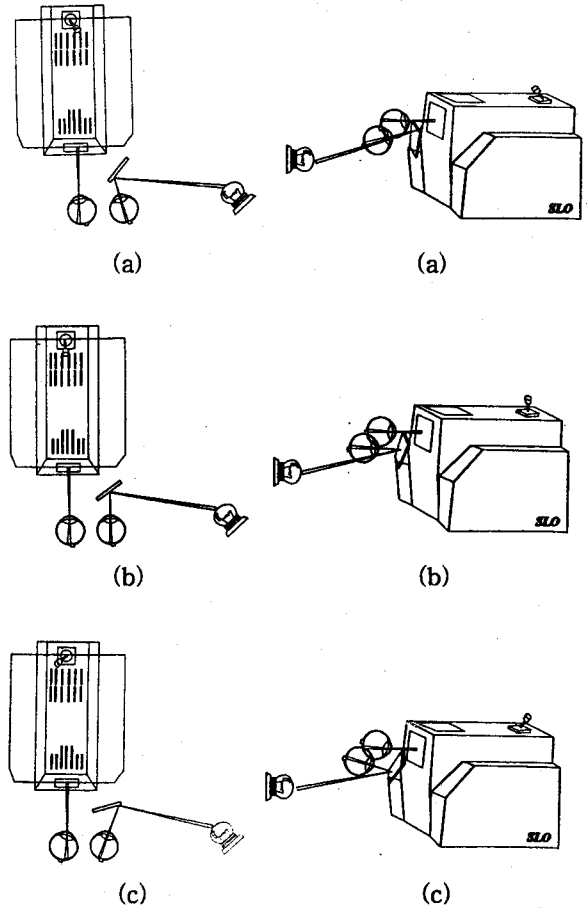


그림 4. 조이스틱의 좌우 이동에 의한 안저 검사법 그림 5. 조이스틱의 상하 이동에 의한 안저 검사법

SLO의 설치로는 감속모터가 달린 거울을 안과장비의 기존 고정등 자리의 반대편에 펴고 피검사 반대편 눈앞에 수직 방향이고 외측을 향하여 45도로 기울여 놓는다. 꼬마전등을 피검사의 옆방향에 수직으로 배열하여 거울에 비칠 수 있게 하고 거울의 기울기를 조절하는 조이스틱을 검사자의 손이 잘 닿고 편리한 곳에 부착시키거나 Foot Switch로 이용한다.

표적추적장치는 안저검사시 거울에 비추인 고정등에 안구를 고정하는 방법으로 기존의 검사시 제한되는 부작용과 정확도 그리고 안정성 문제를 보완하여 진단 및 치료의 효율과 정확도 및 안정성을 향상시킨다.

그림 6은 거울에 비추인 고정등의 위치를 이동시키므로써 거울을 주시하는 피검사자의 안구를 이동시켜 측정 각도를 검사자가 원하는 방향으로 고정시키는 방법을 도해한 그림으로 SLO를 이용한 안저측정의 방법과 거울 고정에 따른 측정범위의 확대과정을 나타낸다.

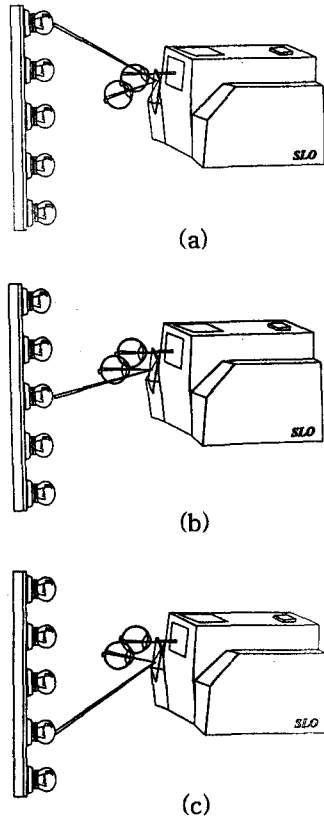


그림 6. 고정등의 이동에 따른 안저 측정범위

3. 실험 및 고찰

안과 장비중 외안부와 안저검사 및 레이저치료기 등에 본고안을 이용함으로써 피검자에게는 편하고 검사자에게는 시간을 단축시켜 주며, 검사나 레이저 치료를 위한 부위고정 등을 자유롭게 할수있어 보다 정확한 검사와 적절한 레이저치료를 행할 수 있도록 하였다. 이는 안저의 검사나 치료기에서 피검자에게 불편을 주지 않고 검사자가 자유자재로 환자네의 주시 방향을 결정하게하여 안구각도 조절에 따른 안저부위를 광범위하게 검사가 가능한 것으로 SLO를 이용한 환자진료에 도움이 될 수 있도록 하였다.

또한 안저검사시 기존의 장비에 비하여 비교적 장시간 검사시에도 검사자의 안구가 불편함이 없이 고정되며 세극등이나 Eximer Laser, LASIK등에도 눈을 움직이지 않고 일정한 곳을 주시할 수 있게 하는 소형의 효율적인 표적장치를 설계하였다.

현재 수평방향 45도 정도의 안저 진단 각도를 수평, 수직 전방향으로 임의의 위치를 자유자재로 추적이 가능하고 진단과 치료에 사용되는 전 안과기에 응용이 가능하여 효율과 능률을 증가시킬 수 있다.

1차 시작품의 임상실험 결과에서 대두된 SLO와

피검사자간에 안면사이의 공간이 너무 좁아서 서보 장치의 부피를 극히 소형으로 설계해야할 문제와 또한 검사후 다음 환자의 안저를 진단할 경우 선행검사에서 이미 거울이 편위된 방향으로 다시 검색이 필요한 경우 거울의 회전 각도가 임계 각도를 넘어서 안구 추적이 불가능한 단점을 2차 시작품에서 보완개선함으로써 검사후 반사경의 원점회복이 가능하고 이 원점의 위치각도를 임의로 설정할 수 있을 뿐만 아니라 모터제어를 가변속도 방식으로 하여 병변 부위의 신속한 탐색과 의심이 가는 부위로의 미세한 위치 조정이 가능하게 되어 검사효율과 편리성이 향상되었다. 2차 임상실험에서 기존의 SLO 측정범위인 단지 수평방향 45도 정도의 안저진단 각도를 수평방향 137도 수직방향 129 범위내에서 검사자가 관찰하고자 하는 환자의 병변 부위나 임의의 위치를 환자에게 사전 교육과 특별한 협조요구 없이 검사가능하였다.

차후 다른 안과장비를 이용한 계속적인 임상실험으로 응용범위를 확대시키고 장치의 내구성과 성능을 개선하여 안과 진단과 치료기에 적용함으로써 의사에게는 편리성과 정확성을 확보하게하고 환자에게는 검사시 눈의 피로감과 불편을 해소하고 치료시에도 불확실한 안구의 고정으로 발생할 수 있는 위험을 방지할 수 있는 안과용의 원격 조정 표적 추적장치로 실용화 시키고자 한다.

4. 결 론

표적 추적장치는 거울고정등을 설계 제작하여 먼거리의 허상을 거울을 통하여 볼 수 있도록 임상 실험한 결과 환자가 기존의 표시램프 방식에서 짧은 초점거리로 인한 피로감을 줄이면서 검사자가 안구의 진단 각도 범위를 확장시킬 수 있는 것을 확인하였다. 또한 조이스틱을 이용하여 검사자가 피검사자의 거울에 고정된 안구를 원하는 안저를 범위를 측정하기 위하여 고정된 안구를 조이스틱을 이용하여 손쉽게 거울의 각도를 조절할수 있도록 설계하여 사용상의 편리성도 고려하였다.

차후 SLO를 이용한 계속적인 임상실험으로 검사자의 편리성과 피검사자의 안정성, 거울과 고정 등의 위치에 따른 하드웨어를 보완한다면 안과질환에 있어 SLO를 이용한 진단 및 치료에 검사자의 편리성과 효율성, 그리고 정확성을 높일 수 있으며 피검사자에게는 치료의 신뢰성과 안정성을 향상시킬 수 있는 진단 및 치료의 가치를 높일 수 있는 장비가 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 1) Wonn WH, Fitzke FW, Bird AC, Marshall J : confocal imaging of the fundus using scanning laser ophthalmoscopy. Br J Ophthalmology 76 : 470-474, 1992
- 2) Cioffi GA, Robin AL, Eastman RD, Perell HF, Sarfarazi FA, Kelman SE : Confocal laser scanning ophthalmoscope, ophthalmology 100 : 57-62, 1993.