

고명삼 (서울대학교 공과대학 제어계측공학과)

송진일* (서울대학교 공과대학 제어계측공학과)

1. 서론

산업용 로봇의 동작에서 가장 중요한 기본요소는 매니플레이터의 end-effector의 외계 환경에 대한 상대적 위치에 관한 정보이며, 공간내의 어느 주어진 위치에 정확히 이동시키는 기능을 의미한다. 이와 같은 동작을 매니플레이터로 하여금 수행시키기 위하여는 외계 환경에 관한 정보가 필요하다. [1]

근접 센서는 매니플레이터의 end-effector와 물체 사이의 거리 정보 및 센서의 감지 영역안에서 물체의 존재 여부를 판단하는데 사용된다. [2,3,4,5,6]

근접 센서를 만드는 방법으로는 electro-optical technique, electro-magnetic technique, acoustic-technique등이 있으며 최근의 electro-optical 소자의 발달로 electro-optical technique 이 일반적으로 사용되고 있다. [3,5]

Electro-optical technique을 사용하는 경우 외부 광원에 의하여 센서가 오동작하는 문제점이 발생한다. 이를 해결하는 방법 (7)으로는

- (1) 적외선의 이용 : 적외선 잠음 레벨이 가시광선 보다 매우 낮은 값인 것을 이용하는 방법.
- (2) 렌즈의 이용 : 수광 소자에 렌즈를 붙여 빔의 지향성을 예리하게 하여 감도를 향상시키는 방법.
- (3) 변조광의 이용 : 광원으로 부터 적당한 주기의 펄스광을 발진시켜 수광부에서 그 주기의 성분만을 뽑아내는 방법.
- (4) 외부 광원의 차폐 : 수광소자에 광 필터를 사용하여 일정한 파장의 빛만 통과시키는 방법

등이 있다.

본 논문에서는 위의 (1),(2),(3) 방법을 이용하여 광학식 근접 센서를 설계하는 방법을 제시한다.

2. 본론

2.1 렌즈 및 프리즘

광학식 근접 센서는 렌즈(2개), 프리즘, 전자회로 photo-LED(적외선), photo-transistor 로 구성되어 전자회로의 photo-LED 구동부에서 Duty-ratio가 50%이며 일정한 주파수를 가지는 구형파로 photo-LED를 구동한다.

LED에서 주사된 빛은 렌즈 및 프리즘을 통하여 물체의 표면에 주사되며, 물체의 표면으로부터 반사된 빛은 다시 프리즘과 렌즈를 통하여 전자회로의 수광부에서 감지되어 센서의 출력이 된다.

이때 센서의 출력은 렌즈, 프리즘, photo-LED, photo-transistor 에 의해 결정되는 초점거리에 의해 결정된다. 즉 센서의 출력은 물체로부터 반사된 빛의 양에 따라 변하게 되는데 초점 거리에서 최대 출력을 가지며 초점 거리 전후로 출력이 작아지게 된다.

본 연구에서 개발한 광학식 근접 센서의 초점거리는 62mm로 하였으며, 렌즈, 프리즘, photo-LED, photo-transistor 를 고정시키기 위해서 알루미늄을 사용하였으며 센서의 크기는 가로, 세로, 높이가 각각 41mm, 26.7mm, 15mm 이다.

그림 1은 센서 시스템의 구성을 나타내며 그림 2는 실제로 제작된 센서 시스템의 구성도이다.

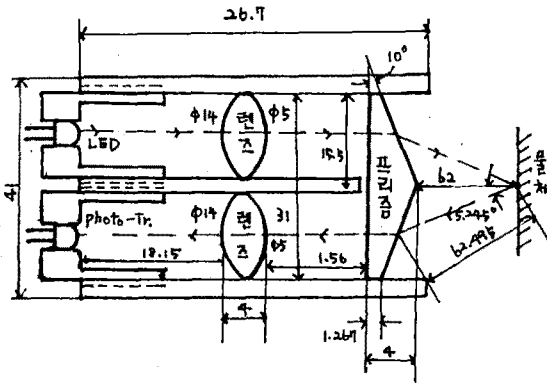


그림1. 렌즈 시스템의 구성도 (단위:mm)

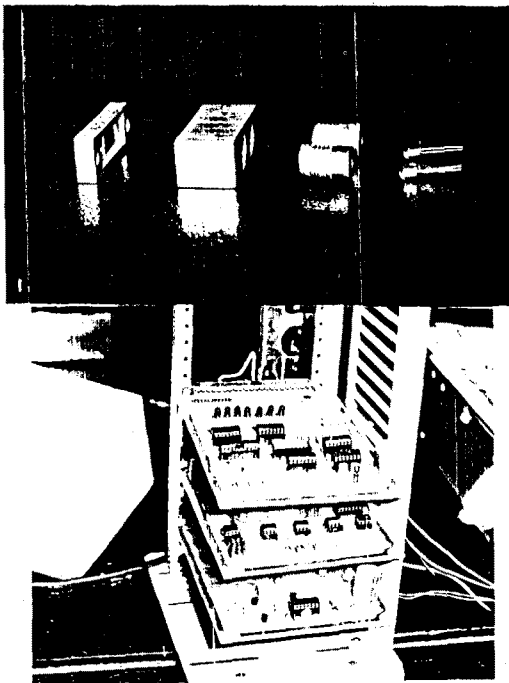


그림2. 실제로 제작한 센서 시스템의 구성도

2.2 발광부 및 수광부

발광 소자는 적외선(0.94 μ) Gallium Arsenide LED를 사용하였으며 수광 소자는 Silicon Photo-transistor를 사용하였다.

발광부에서 Duty-ratio 가 50%이고 주파수가 1000 Hz인 구형파로 LED 를 구동한다. LED 에 의해 물체에 주사된 빛이 반사되어 photo-transistor에 의해 직류 바이어스가 걸린 정현파 형태의 신호가 검출된다.

High Pass Filter 로 직류 바이어스를 제거하고

이 신호를 증폭하여 원하는 주파수[1000Hz]의 신호를 얻기 위해 Band Pass Filter 를 통한다. 이 신호를 검파하여 증폭율이 가변인 증폭기로 증폭한다. 직류 평균값을 얻기 위해 Low Pass Filter 를 통하면 센서 출력이 얻어진다. 이 출력을 앰플리레이터의 제어에 이용할 때 컴퓨터와 인터페이스가 용이하도록 A/D 변환기를 통해 센서 출력을 디지털화하였다.

그림3은 발광부 및 수광부의 블럭선도를 나타내며 그림4는 발광부 및 수광부의 회로도이다.

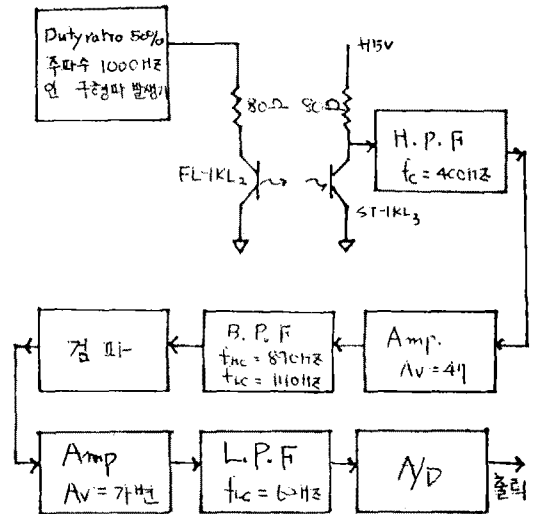


그림3. 발광부 및 수광부의 블럭선도

3. 실험 및 검토

빨강, 노랑, 파랑색의 물체 표면에 대해 물체의 거리에 따른 센서의 출력을 A/D 변환기의 출력으로 측정하였다.

검출 범위는 빨강, 노랑, 파랑색의 표면에 대하여 각각 3.84cm-10.95cm, 3.900cm-11.165cm, 4.05cm - 10.725cm로서 물체의 색깔에 따라 약간의 차이가 있으며 최대 출력은 각각 초점 거리에서 8.88 V, 9.08V, .8.50V로 얻어진다.

센서의 출력은 물체에 의해 반사되는 빛의 양에 따라 달라지므로 물체의 빛에 대한 반사율에 따라 달라지게 된다. 이 문제는 수광부의 증폭율을 조정함으로써 반사율에 관계없이 일정한 출력을 얻을 수 있다.

센서 출력을 앰플리레이터의 서어보(servo) 시스템

과 직접 연결하여 매니플레이터를 제어할 경우 좀 더 정확한 데이터를 얻기 위하여 A/D 변환기의 레졸루션(40mV)상 측정할 수 없는 범위의 출력에 대해서는 센서의 감지 영역안에서 0.25mm마다 Lagrange interpolation을 써서 출력을 얻었다.

그림5는 빨강, 노랑, 파랑색 표면에 대하여 측정된 센서 출력을 나타내며 그림6,7,8은 각각 빨강, 노랑, 파랑색 표면에 대한 Lagrange interpolation 결과와 측정된 데이터와의 관계를 나타낸다.

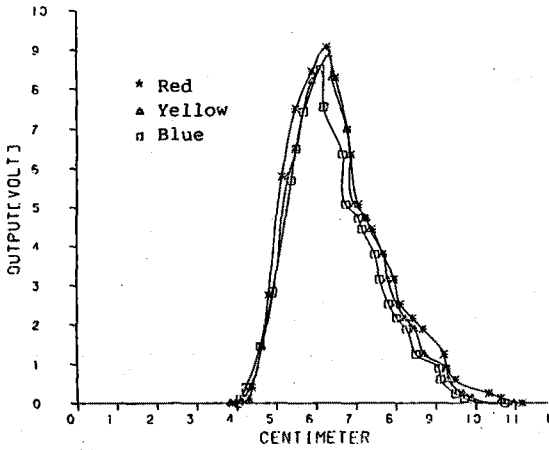


그림5. 빨강, 노랑, 파랑색 물체 표면에 대한 센서 출력

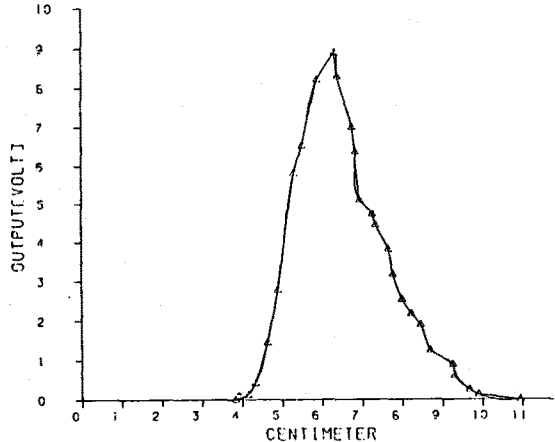


그림7. 노랑색 물체 표면의 경우 측정된 데이터와 Lagrange interpolation한 결과의 비교

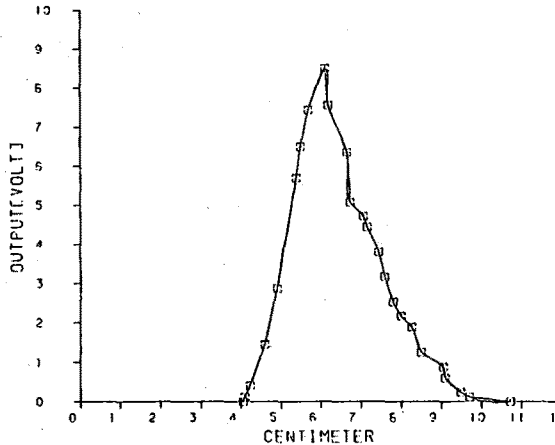


그림8. 파랑색 물체 표면의 경우 측정된 데이터와 Lagrange interpolation한 결과와의 비교

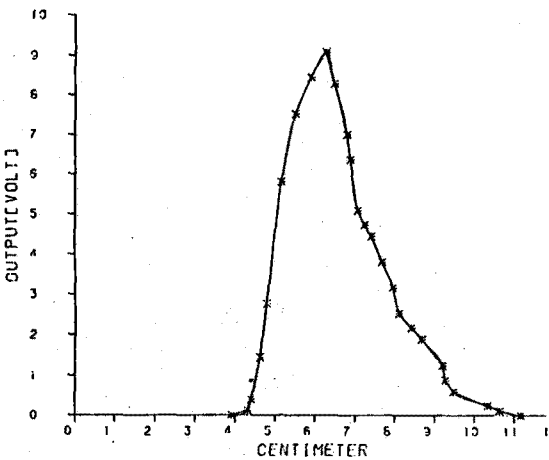


그림6. 빨강색 물체 표면의 경우 측정된 데이터와 Lagrange interpolation한 결과와의 비교

4. 결론

이상에서와 같이 렌즈 및 프리즘을 사용하여 광학식 근접 센서를 제작하였다.

A/D 변환기의 레졸루션에 따른 제약 때문에 측정할 수 없는 출력은 Lagrange interpolation을 써서 보상하였으며 센서의 출력은 Bell 모양으로 초점거리 전후로 같은 출력이 나오게 되어 거리 구별을 할 수 없는 문제점이 발생한다. 그러나 이 문제는 매니플레이터 제어시 소프트웨어로 해결할 수 있을 것이다. 즉 초점거리 뒤에서 매니플레이터가 물체에 접근하는 경우 센서 출력은 증가하다가 초점거리에서 최대 출력을 가지며, 다시 감소하게 되고 물체에서 멀어지는 경우 출력은 감소하게 되고, 초점

거리 앞에서 물체에 접근하는 경우 센서출력은 감소
 하며, 물체에서 멀어지는 경우 출력은 증가하다가
 초점거리에서 최대출력을 가지며 다시 감소하게
 되므로 물체와 매니퓰레이터의 end-effector와의
 거리정보를 알 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] Antal K. Bejczy, "Sensors, controls, and man-machine interface for advanced tele-operation," Science, -vol.208, 20 June, 1980.
- [2] Ryosuke Masuda, Kensuke Hasegawa, "Total sensory system for robot control and its design approach," 11th international symposium on industrial robots, pp.159-166, oct. 1981.
- [3] Antal K. Bejczy, "Intraduction robot mechanism, models, sensors, and control," robot workshop, San Diego. CA, June 1984.
- [4] Antal K. Bejczy, Alan R. Johnston, "New technique for terminal phase control of manipulator motion," JPL, Feb. 1974.
- [5] B. Espiau, J.Y Castors, "Use of optical proximity sensors in robotics applications," IEEE, S.M.C., Dec. 1980.
- [6] Antal K. Bejczy, "Smart hand-manipulator control through sensory feedback," JPL, Jan. 1983.
- [7] 金山裕/油田信一, "マイコンによるロボットの制御," CQ出版社, 1983.

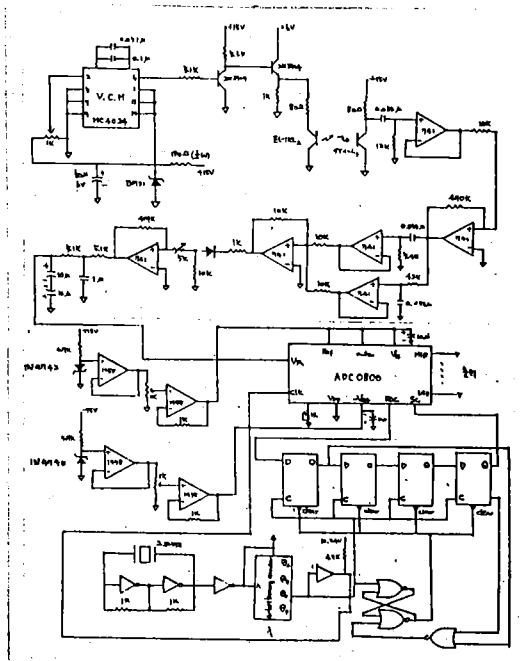


그림4. 발광부 및 수광부의 회로도