

원추형레이자와 레이자거리계에 의한 물체의 크기측정

한용하, 박혜란

비접촉레이자3각측량법은 복잡한 부분품들의 기하학적파라미터들에 대한 측정방법으로 널리 이용되고있을뿐아니라 그 연구[1-3]가 심화되고있다.

논문에서는 프리즘을 이용하여 높은 정밀도로 2차원주사를 진행할수 있는 원리를 밝히고 그에 기초하여 물체의 크기를 측정할수 있는 장치를 구성하였다.

1. 2차원주사원리

정각이 A 인 직3각형프리즘의 직각변에 빛이 수직으로 입사하는 경우 빛은 빗변에서만 굴절되는데 이때 편각은 다음과 같이 표시된다.

$$\delta = \sin^{-1} \left[\frac{n}{n_0} \sin A \right] - A \quad (1)$$

여기서 n 은 프리즘의 굴절률, n_0 은 공기의 굴절률이다.

식 (1)에서 보는바와 같이 편각은 프리즘의 정각과 굴절률에만 관계된다.

빛이 수직입사할 때 직3각형프리즘의 굴절률이 주어진 경우 정각에 따르는 편각의 변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 편각은 굴절률이 주어진 경우 정각이 커지는데 따라 비선형적으로 커진다.

프리즘으로부터 거리 L 만큼 떨어져 비침판 S 를 수직으로 설치하고(그림 2) 레이자빔을 입사시키면 빛은 굴절되어 프리즘을 놓지 않았을 때 빛이 비침판과 사귀는 점 O 로부터 R 만큼 떨어진 점 C 에 맺힌다.

$$R = \tan \delta \cdot L$$

(2)

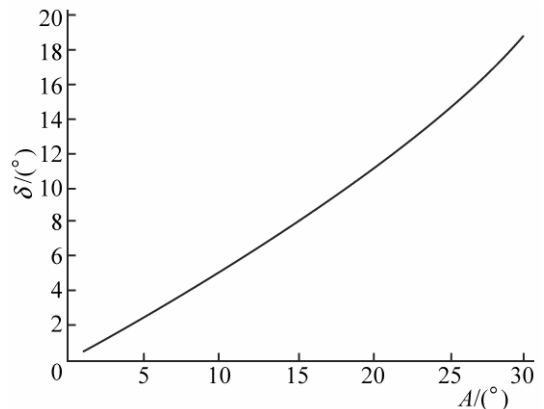


그림 1. 직3각형프리즘에서 정각에 따르는 편각의 변화

식 (1)을 식 (2)에 넣으면 다음의 식을 얻는다.

$$R = \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{n}{n_0} \sin A \right) - A \right] \cdot L \quad (3)$$

이제 프리즘을 광축에 대하여 회전시키면 비침판에서 점 C 는 원자리길을 따라 이동한다. 이때 비침판에 그려지는 원의 직경 D 는 다음

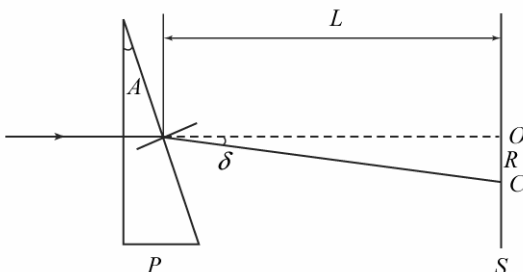


그림 2. 프리즘광학계

과 같다.

$$D = 2 \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{n}{n_0} \sin A \right) - A \right] \cdot L \quad (4)$$

식 (4)에서 보는바와 같이 원의 직경은 프리즘의 굴절률과 정각, 프리즘으로부터 비침판까지의 거리에 관계된다.

프리즘의 굴절률 $n_{\text{프}} = 1.5052$ 이고 프리즘으로부터 비침판까지의 거리 $L = 1\text{m}$ 일 때 프리즘의 정각에 따르는 원의 직경변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 프리즘의 정각이 25° 이하인 경우에는 정각이 커지는데 따라 원의 직경이 선형적으로 증가하지만 정각이 25° 이상인 경우에는 정각이 커지는데 따라 원의 직경이 급격히 커진다.

프리즘의 굴절률과 정각이 주어진 경우 식 (4)에서 탄젠스의 값은 일정한 값을 가지는 상수로 볼수 있다. 그러므로 프리즘의 굴절률과 정각이 주어졌을 때 원의 직경은 프리즘으로부터 비침판까지의 거리에 비례하게 된다.

$$k = 2 \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{n}{n_0} \sin A \right) - A \right] \quad (5)$$

$$D = k \cdot L \quad (6)$$

식 (6)으로부터 물체까지의 거리를 측정하면 물체의 크기를 2차원적으로 쉽게 결정할 수 있다는것을 알수 있다.

프리즘($n_{\text{프}} = 1.5052$ 이고 $A = 8^\circ$) 으로부터 비침판까지의 거리와 비침판에 그려지는 원의 직경사이의 관계는 그림 4와 같다. 이때 비례계수 $k = 0.1431$ 이다.

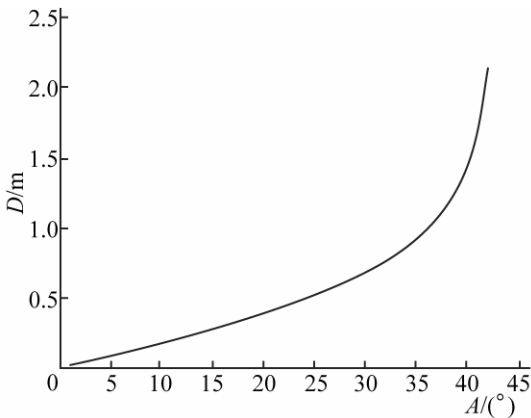


그림 3. 프리즘의 정각에 따르는 원의 직경변화

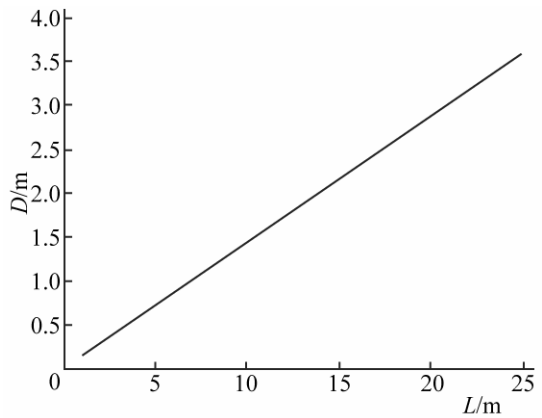


그림 4. 프리즘으로부터 비침판까지의 거리와 원의 직경사이의 관계

2. 레이저거리계를 리용한 물체의 크기측정장치

우리는 2차원주사원리에 기초하여 레이저를 리용한 물체의 크기측정장치를 새롭게 구성하였다.(그림 5)

그림 5에서 보는바와 같이 레이저거리계(《SK-30A》)는 한소편컴퓨터(《PIC18F258》)를 리용하여 조종한다. 이때 통신은 RS-422변환부를 리용하여 실현한다.

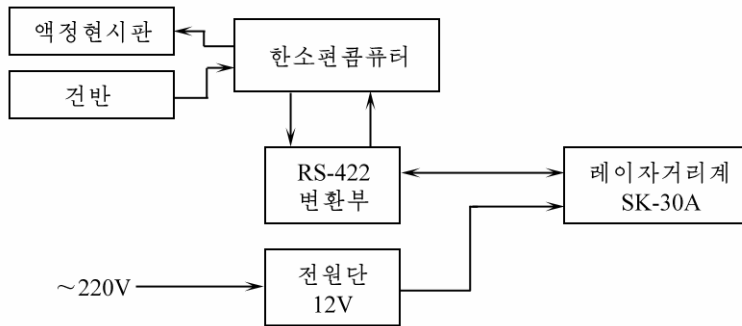


그림 5. 크기측정장치의 구성도

고성능RISC형CPU, FLASH프로그램기억기(32KB)와 자료기억기외에도 EPROM자료기억기(256B)가 내장되어있는 PIC18F258은 여러가지 주소화방식과 새치기처리능력, 프로그램적인 코드보호 등 PIC계렬소자의 기본적인 특성을 모두 가지고있다. 또한 주변조종기능으로서 4개 시계장치와 1개 CCP모듈(Capture/Compare/PWM), 10bit다통로A/D변환기, 직렬주변결합방식(SPI) 및 호상결합방식(I2C)으로 동작할수 있는 동기식직렬포트(《SSP》), 만능직렬동기/비동기수신기(《USART》) 등을 가지고있다.

한소편컴퓨터는 또한 건반이 눌리는데 따라 액정현시판에 그 결과가 현시되도록 할뿐 아니라 레이자거리계로부터 전송되는 자료에 기초하여 계산처리를 진행한다. 레이자거리계로부터 한소편컴퓨터에 전송되는 측정자료(5B)는 거리측정값으로서 단위는 m이며 거리측정정확도는 1mm이다.

새로 제작한 크기측정장치는 크게 레이자거리계, 레이자주사장치, 신호처리장치, 현시장치, 안정전원, 확대 및 축소광학계, 받침대로 구성되어있으며 측정교정과 측정결과해석을 위한 프로그램이 입력되어있다.

단조제품들의 온도가 800~1 200℃정도로써 붉은색을 띠므로 대조도를 높이기 위하여 원주사도형을 얻기 위한 레이자로 파장이 525nm이고 출력이 70mW인 록색레이자를 리용하였다. 록색레이자광속의 주사속도는 2 100r/min이다. 그리고 거리측정에는 파장이 650nm이고 출력이 2mW인 적색레이자를 리용하였다.

맺 는 말

프리즘을 리용하여 높은 정밀도의 2차원주사방법을 확립하고 그것을 레이자거리계와 결합시켜 물체의 크기를 측정할수 있는 한가지 방법을 제기하였다. 측정정확도는 $\pm 5\text{mm}$ 이다.

참 고 문 헌

- [1] V. N. Demkin et al.; Measurement Techniques, 50, 9, 34, 2007.
- [2] Arnulfo León Reyes et al.; Procedia Technology, 7, 223, 2013.
- [3] M. M. Klimanov; Measurement Techniques, 52, 7, 60, 2009.

Measurement of Object Dimension by Combination of Conical Laser Beam and Laser Range Finder

Han Yong Ha, Pak Hye Ran

We have described a new measurement method for object dimension using combination of conical laser beam and laser range finder.

Conical laser beam has been successfully scanned by rotating the rectangular triangle prism. The dimension of object has been determined by the relation of the diameter of conical laser beam and the distance from laser origin to object.

Key words: conical laser beam, laser range finder, rectangular triangle prism