

산업용 레이저 거리 계측기 개발

배영철

전남대학교 공학대학 전기·전자통신·컴퓨터공학부

The development of Industrial Laser ranger Finder

Youngchul Bae

Chonnam National University

Abstract - 본 논문에서는 빛의 세기에 크게 영향을 받지 않고 정밀한 거리 계측과 측정 속도를 대폭 개선할 수 있는 산업용 레이저 거리 계측기를 개발하였다. 이를 위해 5m 단위의 거리 계측에는 비행 펄스 시간 방법을 사용하고, 1mm 단위의 계측에는 헤테로다인 방법을 적용하여, 장거리 계측이 가능하게 함과 동시에 측정 오차 1mm 이내, 측정 거리 1km 이내의 고정밀 거리 계측기를 제안하였다.

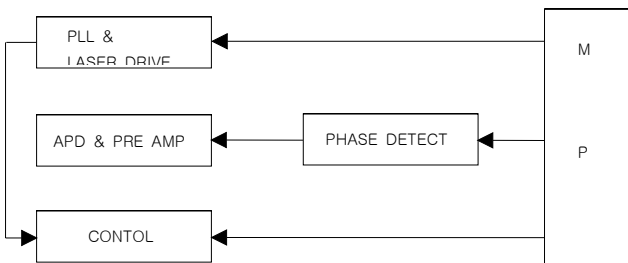
1. 서 론

레이저 거리 측정 기술은 레이저를 이용하여 레이저를 발생한 장소에서 레이저를 발생 시킨 후 목표물에서 되돌아 오는 레이저의 파장을 측정하여 목표물까지의 거리를 원격으로 측정하는 기술을 말한다. 과거에는 주로 이 레이저 거리 측정 기술이 레이저 및 부품 등의 가격이 비싸고 기술적인 난이도 때문에 주로 군사용 사용되어 헬기나 전차에 탑재하여 발사체와 목표물과의 거리를 측정하는데 주로 사용하였다. 따라서 주로 군사용으로 사용되었기 때문에 측정 거리도 수 km에서 수십 km 정도이고 측정 오차도 5-10m 정도였다. 군사용의 경우 5-10m의 오차라도 매우 정밀한 급에 속한다. 최근에는 이 레이저 거리 계측기를 군사용에서 산업용에 적용하고자 하는 노력을 계속하고 있다. 본 연구에서는 또한 빛의 세기에 크게 영향을 받지 않고 정밀한 거리계측과 측정 속도를 대폭 개선할 수 있는 기술로서 5m 단위의 거리 계측에는 비행 펄스 시간(pulsed time of flight) 방법을 사용하고, 1mm 단위의 계측에는 헤테로다인 방법을 적용하여, 장거리 계측이 가능하게 함과 동시에 측정오차 1mm 이내, 측정 거리 1km 이내의 고정밀의 거리 계측이 가능한 방법을 개발하였다.

2. 레이저 거리 계측기

2.1 레이저 거리 계측기 구성

본 연구에서 개발한 산업용 레이저 거리 계측기는 PLL, 레이저 구동부, APD와 전치 증폭부, 위상 출부, 제어부와 이를 연결하는 마이크로프로세서로 구성되며 이를 그림 1에 나타내었다.



<그림 1> 레이저 거리 계측기 구조

2.2 헤테로다인 방식

레이저 빛을 최대 측정 거리에 비례하는 주파수 신호로 변조하여 반사되어 돌아오는 빛을 복조한 후 원래의 변조 신호와의 위상차를 검출하여 거리를 측정할 수 있다. 구조는 다소 펄스 비행 시간 방법보다 복잡하지만 1 mm 단위의 거리 오차를 갖는 정밀

한 계측을 할 수 있는 장점이 있다. 거리에 비례하는 변조 주파수는 식(1)과 같다.

$$f_m = \frac{c}{2d} \text{ [Hz]} \quad (1)$$

여기서 c 는 3×10^8 [m/s], d 는 최대 측정 거리이다.

원래의 변조 신호와 복조된 신호간의 위상차를 직접 검출하면 오차 범위가 확대 되므로 두 신호의 주파수를 위상 측정이 용이한 낮은 주파수로 변환할 필요가 있다. 이 낮은 주파수를 중간 주파수라 하면 식(2)와 같이 나타낸다.

$$f_i = f_l \pm f_m \quad (2)$$

식(2)에서 국부 발진 주파수(f_l)를 구하여 복조회로에서 원하는 중간 주파수를 얻을 수 있다. 변조 주파수를 f_i 와 동일한 주파수로 변환하여 기준 신호로 사용한다. 이 기준 신호를 f_{ref} 라 하면 주파수 분배비 N 는 식(3)과 같이 정리된다.

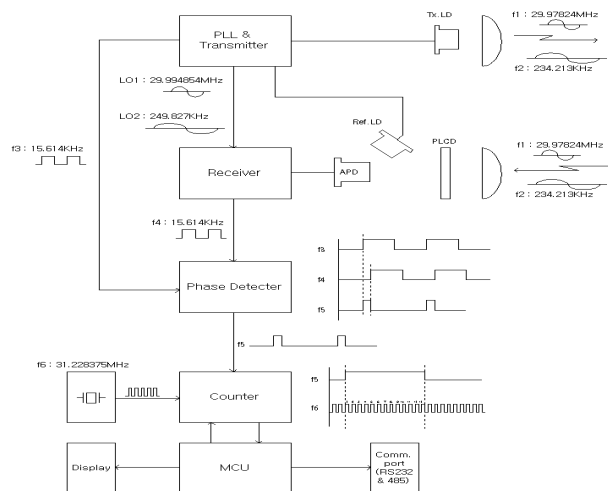
$$f_{ref} = f_i, \quad N = \frac{f_m}{f_i} \quad (3)$$

2.2. 고속카운터 구현

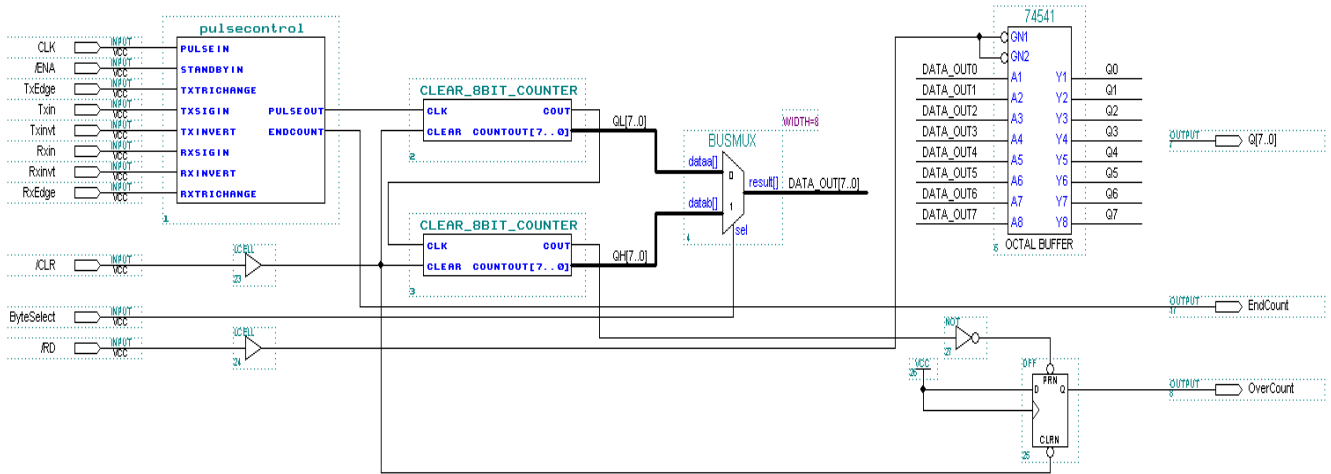
고정밀 레이저 거리 계측기의 거리 측정을 위해서는 고속의 정밀 카운터가 필요하며 이를 구성하여 그림 2에 나타내었다.

2.3. 레이저 거리 계측기 구현

고속 카운터 설계 기법을 가지고 고정밀 레이저 거리 계측기를 구성하면 그림 3와 같으며 실제 하드웨어 구현을 그림 4에 나타내었다.



<그림 3> 고정밀 레이저 거리 계측기의 구성도



<그림 2> 고속 카운터 구성도



<그림 4> 구현한 고정밀 레이저 거리 측정기

3. 결론

본 논문에서는 산업용에 적용 가능한 고정밀 레이저 거리 측정기를 구현하고 그 결과를 확인하였다. 제한한 레이저 거리 측정기는 비행 펄스 시간법과 헤테로다인 방식을 병용하여 640m 거리에서 측정 오차 1mm 이내의 범위를 가지는 고정밀 측기로서 앞으로 현장에 적용하여 잡음과 주변 온도 등의 영향을 받지 않고 고정밀의 특성을 가지는데 대한 실험이 계속되어야 할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업 및 TBI 사업의 연구결과로 수행되었음.

[참고 문헌]

- [1] 최영수, 박용찬, 강웅철, “펄스형 고반복 레이저를 이용한 거리측정,” The Journal of Optical Society of Korea (Korean Edition) Volume 6, Number1, 1995, 국방과학연구소
2. Erkki Ikonen, Viktor Krozer, “Pulsed time-of-flight laser range finder techniques for fast, high precision measurement application,” OULU university press, pp24-29, 2004.
3. Dukhyeon Kim, Hyungki Cha, Kyuseok Song, Kiho Yang, “Development of Time Counter for Range Finder Using Pulsed Diode Laser,” THE Journal of KASBIR Vol.3, No.1, pp205-211, 2003.
4. 구연덕, “Aerosol 투과특성에 따른 적외선 레이저 거리측정기의 최대 거리측정 능력분석.”Ungyong Muli, Vol.11, No.2,pp123-127,1997.
5. David Dupuy, Marc Lescure, Helene Tap-Beteille, “High frequency scanning response of an APD photocurrent for laser range finder,” ENSEEIHT Electronic Laboratory, 2003
6. Roman Ostrowski, M. Strzelec, “Eye-safe laser”, Military University of Technology(Poland), 2002.
7. John Nettleton, Dallas Barr, Brad Schilling, Jonathan Lei, “Micro-Laser Range Finder Development,” <http://www.repairfaq.org/sam/lr/>,1999.
8. 임민호, “비선형 광학 단결질 KNbO₃를 이용한 광 파라메트릭 진동자의 제작 및 특성,”2001.