

액체 매질을 투과하는 레이저에 의한 거리 측정

정장훈, 백창인, 임종식, 손성호

순천향대학교

jhjeong@sch.ac.kr, hang309@sch.ac.kr, jslim@sch.ac.kr, son@sch.ac.kr(교신)

Distance measurement by a laser penetrating a liquid system

Jang Hoon Jeong, Chang In Baek, Jongsik Lim, Seong-Ho Son

Soonchunhyang Univ.

요약

본 논문은 레이저 거리측정 센서를 사용하여 측정하고자 하는 물체 사이에 액체 매질이 있을 때의 거리측정을 하여 특수한 환경에서도 정확한 거리측정을 하고자 한다. 액체는 공기와 굴절률이 달라 거리측정 시에 왜곡이 발생하여 정확한 거리가 나오지 않지만 이를 보정하여 정확한 거리를 측정하고 나아가 인체의 형상을 구현하는 것을 목표로 한다.

I. 서론

거리측정 센서는 환경을 인식하는 시스템 중에 하나다. 거리측정 센서는 주로 목표물과의 거리를 측정하는데 사용되며 주로 레이저, 초음파, 적외선 센서 등이 이용되고 있다. 그 중에서 레이저 거리측정 센서는 레이저 펄스를 발사한 후 빛의 속도로 목표물에 반사해 되돌아오는 시간을 측정하여 거리를 구하는 방법이다. 이 때문에 실시간으로 물체의 거리를 감지할 수 있는 장점이 있다. 하지만 측정하고자 하는 물체 사이에 물이나 기름 등의 액체 매질이 있을 경우에는 굴절률에 의하여 거리를 왜곡되게 측정하는 단점이 있다. 액체 매질이 있는 경우의 레이저 거리측정 센서의 거리측정 실험은 거의 실시되어지고 않고 있다. 액체 매질이 존재함에도 거리를 정확하게 측정하는 것은 의료, 산업 등에서 유용하게 사용될 수 있다. 본 논문에서는 물체 사이에 액체 물질이 존재할 경우의 거리를 레이저 거리측정 센서로 측정하여 특수한 상황에서도 물체의 위치를 정확하게 파악하고자 한다.

II. 본론

본 논문에서 사용한 레이저 거리 측정센서는 TOF10120으로 레이저 펄스를 발사하고 비행시간 t_{TOF} 를 직접 측정하여 거리를 측정한다.

$$d = \frac{c_0 t_{TOF}}{2} = \frac{c_0 \phi_{TOF}}{4\pi f_{MOD}} \quad (1)$$

c_0 는 빛의 속도, ϕ_{TOF} 는 위상 편이, f_{MOD} 는 변조 주파수를 뜻한다. TOF거리 측정에 대한 자세한 설명은 [2]에서 확인할 수 있다. TOF10120의 출력 신호는 디지털 신호이다. 디지털 신호의 출력을 보기 위하여 아두이노를 사용하여 시스템을 구성했다. 레이저 거리 측정 센서는 목표물에 도달할 때의 매질에 따라 반사되어 돌아오는 시간이 다르다. 이 사실을 증명하기 위해 공기 중에서 거리에 따른 측정과, 물을 담은 수조에 시편을 넣어 거리측정 실험을 실시하였다. 수조의 재질은 아크릴로 선정하였으며, 두께는 0.3cm로 적용하였고 이를 반영하여 실험을 진행하였다.

TOF10120의 사양은 전원전압 3 ~ 5V, 비트레이트 9600, 측정 범위는 100mm ~ 1800mm, 이다. 또한 TOF10120의 거리 측정 값의 오차 범위가 $\pm 5\%$ 로 일정하게 나오지 않는 문제가 발생하여 필터의 한 종류인 이동평균필터를 적용하였다. 이동평균 필터는 k번째 샘플된 값과 윈도우 차수에 따른 이전에 샘플된 신호의 평균을 산출하여 필터링을 하는 방법이다.

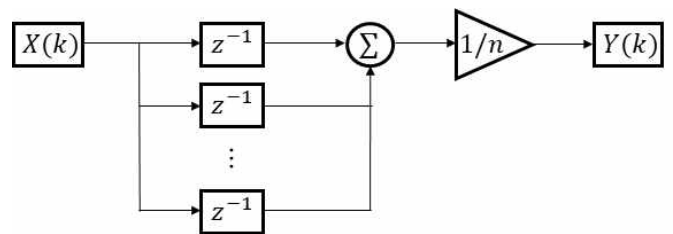


그림 1. 이동 평균 필터의 구조

이동 평균 필터의 장점은 잡음 제거, 간헐적인 동잡음의 제거에 유효하고 급작스런 변화를 줄일 수 있다. 거리를 측정할 때 평균 값은 20개로 설정하였으며, 100mm에서 거리 측정 시 매질이 공기 일 때는 101mm가 측정되었으며 매질이 물일 때는 129mm가 측정이 되었다.

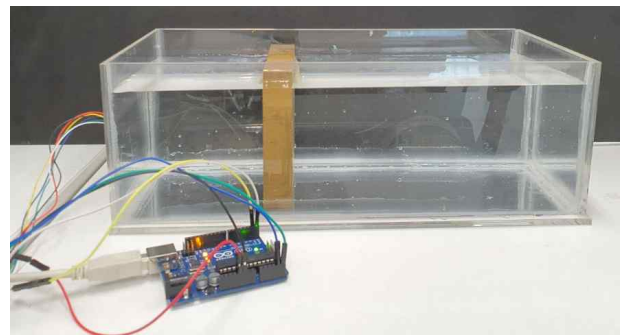


그림 2. TOF10120 시스템 구성 및 물속에서의 거리 측정

III. 결론

목표물에서 반사되어 돌아온 레이저의 비행시간이 공기에 있을 때보다 길어져 측정된 거리가 길어졌음을 알 수 있다. 액체와 측정거리 간의 관계를 분석하고 보정을 하게 되면 측정하고자 하는 대상 사이에 액체 물질이 있다 하더라도 정확하게 거리를 측정할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 물만 통과한 것이 아닌 아크릴판을 같이 통과했기 때문에 단순히 물만이 측정거리를 왜곡한 것이 아니다. 따라서 아크릴 뿐 아니라 다양한 투과 가능한 물체를 적용하여 실험할 필요가 있다. 본 연구를 기초로 하여 향후에는 인체와 물주머니 사이의 거리를 측정하고 여러 개의 거리측정 센서를 활용하여 인체의 형상을 구현하는 것을 목표로 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재4.0 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2021-2020-0-01832)

참 고 문 헌

- [1] Won-Yong Chae, Kyoung-Jun Lee, Hee-Je Kim "Distance Measurement System using the Infrared sensor for Mobile Robots," Korean Institute of Intelligent Systems '20(1), pp.376-379, April, 2010
- [2] M. Davidovic, M. Hofbauer, K. Schneider-Hornstein and H. Zimmermann, "High dynamic range background light suppression for a TOF distance measurement sensor in 180nm CMOS," SENSORS, 2011 IEEE, 2011' pp. 359-362, January, 2012
- [3] Jun-Yeon Lee, "The Motion Artifact Reduction using Periodic Moving Average Filter," Journal of the Korea Society of Computer and Information 17(4), pp.75-82, April, 2012