

TOF 센서 개발에서 감지 거리와 장착 위치

신성윤¹ · 조광현¹ · 조승표² · 신광성³.

¹군산대학교 · ²(주)에이치브레인 · ³원광대학교

Detection Distance and Mounting Location in TOF Sensor Development

Seong-Yoon Shin¹ · Gwang-Hyun Cho¹ · Seung-Pyo Cho² · Kwang-Seong Shin³

¹Kunsan National University · ²Hbrain Co. Ltd. · ³Wonkwang University

E-mail : {s3397220, gwanghyun}@kunsan.ac.kr / spcho@hbrain.co.kr / waver0984@wku.ac.kr

요 약

본 논문에서는 FoV(Field Of View)에 따른 감지거리 변화와 반사체에 따른 감지거리 고려하여 TOF (Time Of Flight) 센서의 장착 위치를 측면부 설치 시와 전/후면부 설치 시로 나누어 맞춘 개발을 수행하도록 한다.

ABSTRACT

In this paper, considering the change in the sensing distance according to FoV(Field Of View) and the sensing distance according to the reflector, the installation location of the TOF(Time Of Flight) sensor is divided into side part installation and front/rear part installation.

키워드

FOV, TOF sensor, sensing distance, reflector, installation location

I. 소개

TOF(Time of Flight)는 각종 신호(근적외선, 초음파, 레이저 등)를 이용하여 어떠한 사물의 일정 거리를 측정하는 기술을 말한다.

관련논문으로 불균일의 원인을 분석하고 체계적인 NUC(불균일 보정) 방법을 제안한 논문이 있다 [1]. 이 방법은 ToF 센서의 불균일 특성을 직접 반영할 수 있는 진폭 이미지를 사용하여 NUC를 수행한다. 확립된 NUC 시스템을 기반으로 제안된 NUC 방법의 유효성과 타당성을 검증한다.

Core IC는 Fig. 1과 같으며 Fig. 2는 사양을 나 타낸다.

- 16 elements로 구성
- 1 x 16핀의 포토 다이오드 어레이 구조
- Sequencing, over sampling, accumulation
- MCU : detection, distance measure algorithm

• SPI (configuration, acquisition)

• 파장 (730~920nm), 850nm에서 근적외선

• Dimension (15mm x 10mm x 3mm)

• 동작온도 (-40°C ~ 85°C)

II. TOF센서 신호처리 Core IC 사양 및 특징

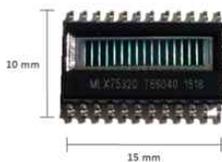


Fig. 1 Core IC

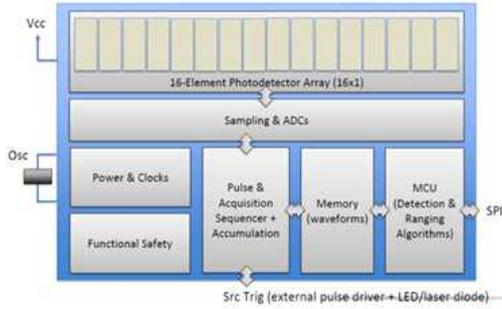


Fig. 2 Core IC Specification

III. Horizontal FoV에 의한 검지영역

- 전방감지용 : 차량 전방 본넷 중앙 설치
- 측면감지용 : 차량 뒷바퀴 후방 후미부 위치
 - 차량 방향전환시 회전방향과 센서 검지영역이 동일 이동
 - FoV가 48° 일 때 전장 5m인 차량의 검지폭은 약 4.5m
- 후방감지용 : 후방 번호판 위 설치
 - FoV가 100° 이상의 광각용 적합
- 전방 TOF 센서의 측면 사각영역을 좌우측 TOF 센서가 감지하도록 함

IV. 감지 거리

1. FoV에 따른 감지거리 변화
 - White reference에 대해 비교 검토
 - Vertical FoV가 작고 Horizontal FoV 작을수록 감지거리 증가 큼
 - Horizontal FoV가 20°에서 Vertical FoV가 3°에서 0.3°로 작아지면 감지거리가 34m에서 60m로 76% 증가
 - Horizontal FoV가 48°에서 Vertical FoV가 3°에서 0.3°로 작아지면 감지거리가 19m에서 31m로 63% 증가
 - Horizontal FoV가 100°에서 Vertical FoV가 3°에서 0.3°로 작아지면 감지거리가 9m에서 12m로 33% 증가
 - Horizontal FoV가 큰 경우 Vertical FoV의 영향을 적게 받음

Horizontal FoV	20°		48°		100°	
Vertical FoV	0.3°	3°	0.3°	3°	0.3°	3°
Range	Retro-Reflector ¹	215m	121m	118m	85m	34m
	White Target ²	60m	34m	31m	19m	9m
	Grey Target ³	38m	22m	18m	13m	7m

1. Retro-reflector 레퍼런스 타겟 : 5cm x 7cm retro-reflector 렌드
 2. White 레퍼런스 타겟 : 20cm x 25cm Kodak Geryard(90% 반사율)
 3. Grey 레퍼런스 타겟 : 20cm x 25cm Kodak Geryard(18% 반사율)

Fig. 3 Detectable distance according to TOF sensor FOV and object reflective material

2. 반사체에 따른 감지거리 고려

- 보행자, 자전거, 이륜차 및 차량에 대한 감지가 목적이기 때문에 retro-reflector의 기준은 거리 측정 기준에서 배제(신호표지판용)
 - 최대 50m 거리에 객체(보행자, 자전거, 이륜차)를 감지하기 위해서는 Horizontal FoV 48° / Vertical FoV 0.3°이 적합
 - Horizontal FoV 48°/Vertical FoV 0.3°IR Laser 광원의 TOF 센서로 거리측정 시험(그림)
 - 성인(175cm/65kg)의 25m거리에서의 Amplitude 값이 2.53임
 - 최대 26~27m 거리 측정이 가능하며 Horizontal FoV 48° / Vertical FoV 0.3° White 레퍼런스(31m)일 때의 85% 수준
 - Horizontal FoV 20°/ Vertical FoV 0.3°의 White 레퍼런스 측정값 60m를 환산하면 약 51m 임

V. TOF 센서의 장착 위치에 맞춘 개발

- 측면부 설치시 기구물의 외부 돌출을 최소화하기 위해 센서의 발광부와 수광부를 수직배치
- 전/후면부 설치시 기구물의 외부 돌출을 최소화하기 위해 센서의 발광부와 수광부를 수평배치
- FoV가 큰 센서의 경우 발광부와 수광부의 센서 높이를 최소화시킴
 - FoV의 범위에 수광부 기구물이 장애가 되는 문제와 융합센서 기구물 설계시 윈도우의 범위를 최소화 할 목적임

VI. 결론

본 논문에서는 FoV에 따른 감지거리 변화와 반사체에 따른 감지거리 고려한 센서 위치를 설계하였다. 그리하여 TOF 센서의 장착 위치를 측면부 설치 시와 전/후면부 설치 시로 나누어 맞춘 개발을 수행하였다.

References

- [1] X. Wang, P. Song, W. Zhang, Y. Bai, Z. Zheng, A systematic non-uniformity correction method for correlation-based ToF imaging, *Optics Express*, Vol. 30, Issue 2, pp. 1907-1924, 2022, DOI : <https://doi.org/10.1364/OE.448029>