

# 차량환경에서의 객체 추적을 위한 라이다 및 카메라 센서 융합에 관한 연구

임장혁, 최동호, 이상선\*

한양대학교, 한양대학교, \*한양대학교

jhyim@hanyang.ac.kr, cdh5375@hanyang.ac.kr, \*ssnlee@hanyang.ac.kr

## A Study on the Object Tracking System based on LiDAR and Camera sensor fusion

Yim Janghyuk, Choi Dongho, Lee Sangsun\*

Hanyang Univ., Hanyang Univ., \*Hanyang Univ.

### 요 약

자율주행차량은 인지, 판단, 제어의 프로세스로 구현된다. 주변 객체를 인식하고 해당 객체의 이동을 추적함으로써 상황을 적절하게 판단하는 기능이 안전한 자율주행의 핵심적 요소라고 할 수 있다. 본 연구는 카메라 및 라이다 센서를 활용한 주변차량 경로추적 시스템 개발에 관하여 소개한다. 본 시스템은 카메라 센서를 활용하여 객체의 추적 필요성과 대략적 상대위치를 추출하여 라이다센서 원시데이터 처리과정에 활용하였다. 라이다 센서에서 수집된 방대한 데이터 중 카메라 센서에서 검출된 객체 주변의 정보를 선택적으로 가공(군집화 및 추적)함으로써 적은 연산부하로 실차환경에 적용 가능한 시스템을 개발하였다. 라이다 데이터 처리에 있어 유클리디언 거리 기반의 군집화 기법을 선택하였으며, 칼만필터를 활용한 객체추적을 수행하였다. 개발된 시스템은 한양대학교 교내에서 실차, 실시간 데이터 처리환경에서 성능을 확인하였다.

## I. 서 론

운전자의 개입 없이 목적지까지 스스로 주행하는 차량을 의미하는 자율주행자동차의 개발을 위한 다양한 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. SAE J3016에 따르면 자율주행 기술은 0~5의 6단계로 분류된다. 기술 수준의 분류는 차량주행에서의 주요 권한 및 주도권이 운전자와 차량시스템에 어떠한 수준으로 분배되어 있는지에 따라 분류된다.

현재 양산 가능한 기술수준은 환경인식은 운전자와 차량이 모두 수행하지만 차량시스템이 판단 및 제어의 주도권 및 권한이 운전자에게 있는 3단계인 것으로 파악되며, 차량주행의 주도권이 차량에 있는 4단계 자율주행을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1]

차량 주행은 크게 3가지 부문으로 분류되며, 인지·판단·제어가 이에 해당한다. 인지부문은 차량이 주행하고 있는 환경에 대한 인식기능을 담당하는데, 객체를 검출하고 검출된 객체의 종류를 분류하는 기술, 검출된 객체의 상태를 추론하고 객체를 추적하는 기술 등이 이 부문에 해당한다. 판단부문은 인지한 정보를 바탕으로 주변 객체의 향후 상태 및 위치, 경로 등을 예측하고, 이에 따른 자차의 경로 계획 등 대응방안을 수립하는 기술이 이 부문에 해당한다. 제어부문은 탑승자의 편의 및 차체 안정성을 고려하여 인지·판단부문을 통해 계획한 전략대로 차량을 조향 및 가·감속하여 구동하는 기술이 해당한다.

본 연구에서는 자율주행 관련 기술 중 인지부문에 대해서 다룬다. 주변 환경을 인식하기 위한 카메라 및 라이다(LiDAR) 센서 융합 객체 인식 및 추적 알고리즘을 소개한다. 이 시스템은 자차와 주변 객체가 모두 이동하고 있는 차량 주행 환경에 적합하도록 연산량을 줄여 실시간성 확보에 중점을 두었으며, 알고리즘의 동작은 실차 주행 실험을 통하여 검증하였다.

## II. 본론

### 1. 센서 구성

제안하는 알고리즘은 카메라와 라이다 센서로부터 수집되는 정보를 활용한다. 카메라 센서는 RGB 정보를 받아 윤곽선을 검출 등 이미지프로세싱 등을 통하여 객체를 인식한다. 객체를 인식하고 난 뒤 Bounding box 생성, 객체 분류, 거리추정 등의 어플리케이션으로 활용되며, 본 연구에서는 Mobileye사의 Mobileye 630 카메라센서를 활용한다. 해당 센서는 CMOS 단안 카메라센서로 이미지프로세서, 위험 경고용 디스플레이를 포함한다. 해당 센서는 차량 내 통신인 CAN프로토콜을 통해 약 66 내지 100 ms마다 검출된 객체에 대한 정보를 제공한다. 본 연구에서는 Mobileye 자체 프로토콜에 따라 CAN 통신으로 제공하는 0x739 ~ 0x73C의 ID로 제공되는 정보를 활용하는데, 자체 알고리즘을 통하여 검출된 객체 분류(차량, 보행자, 이륜차, 그 외) 및 상대위치 추정값이 이 데이터에 해당한다. 잘 알려진 바와 같이 단안 카메라를 통한 상대위치 추정은 렌즈왜곡에 의한 3차원 위치결정에서 정확도가 낮은 한계점을 갖는다.[2] 이에 본 시스템에서는 카메라 센서를 통하여 수집된 객체의 분류를 적극적으로 활용하고, 위치 추정 데이터는 라이다 센서 처리에서의 보조로 역할을 수행한다.

라이다 센서는 레이저 광원의 직진성을 활용하여 센서로부터 발사된 광원이 물체에 반사되어 돌아오는 시간 및 세기를 이용하여 객체의 매질과 상대위치를 측정하는 장비이다. 직진성이 강한 빛을 활용한 기술로, 매 측정이 점으로 표현되며, 그 결과를 점군(Point cloud)로 시각화된다. 한편, 수집된 점군데이터는 객체의 윤곽을 잘 표현하며 상대위치가 정확한 장점을 갖는다. 반면 원시데이터가 발행하는 정보량이 방대하여 높은 연산 부하를 야기한다는 점과 원시데이터 자체로는 물체의 경계선을 특정할 수

없이 다양한 전처리과정이 필요하다는 단점을 보인다. 이에 군집화(Clustering), 관심영역(Region of interest) 설정 등 구현하고자 하는 시스템에서 불필요한 데이터의 양을 줄이고, 객체를 검출하기 위한 다양한 전처리 알고리즘을 활용한다. 본 시스템은 관심영역을 실험차량의 전고로 제한하고, 카메라로부터 수집된 정확도가 비교적 떨어지는 객체의 위치를 중심으로 유클리디언 거리 기반의 군집화 알고리즘을 수행하여 해당 점 근처에서 검출된 라이다 점군을 하나의 객체로 인식하도록 구성하였다. 이로써 본 시스템에서는 비교적 적은 연산부하로 관심을 두는 객체(차량, 보행자, 이륜차)에 해당하는 점군 및 군집의 형태를 추출할 수 있다. 본 연구에서는 Velodyne사의 VLP-16, 16채널 라이다를 사용하였다.

## 2. 객체 추적 알고리즘

앞서 설명한 센서 구성을 이용하여 객체의 대표점을 추출할 수 있는 시스템이 구성되었으며, 본 연구에서 목표로 하는 해당 객체의 이동에 따른 경로 이력을 추적하는 시스템 개발을 위해서는 객체 추적을 위한 알고리즘의 적용이 필요하다. 대표적으로 칼만 필터를 활용한 알고리즘을 사용하였다. 칼만 필터는 과거 측정값을 바탕으로 상태변수를 예측하여 현재 측정치를 추정하고, 예측된 현재 측정치와 실제 현재 측정치의 차이를 반영하여 상태변수를 다시 갱신하는 재귀적 필터이다. 상태변수 예측을 위하여 객체의 동역학 모델을 가정할 필요가 있으며, 가장 기본적인 역학 모델은 등속 운동 모델(Constant velocity model)로 구현하였다.

## 3. 실험 수행 및 결과

본 연구는 실차 환경에서 실시간 데이터 처리 조건에서 실험을 수행하였다. Mobileye 630 카메라 센서와 VLP-16 라이다 센서가 장착된 자차와 추적 대상으로 역할을 할 차량을 구축하여 한양대학교 교내 지하주차장에서 실험이 수행되었다. 그림1은 아무런 데이터 처리가 처리되지 않은 상태에서 카메라 센서를 통하여 측정된 차량의 위치값과 포인트클라우드 원시데이터를 보여준다. 관심객체(차량 등)가 아닌 객체가 함께 검출되며 추적이 필요한 객체를 판별하지 못한다. 그림2는 포인트클라우드 데이터에 대한 군집화 알고리즘이 작동한 모습으로, 군집화를 통하여 지하주차장 내 기둥 등이 검출되지만, 구현하고자 하는 시스템에서는 무의미한 객체가 대다수 존재하여, 군집화 및 이후 객체추적 알고리즘의 동작속도를 저하시킨다. 그림3은 카메라의 지원을 받아 카메라센서에서 검지된 객체 주변의 포인트클라우드 데이터에 대해서만 군집화 및 추적을 수행한 그림으로 데이터의 실시간 처리 및 객체 추적에서 유의미한 성능을 보임을 확인하였다.

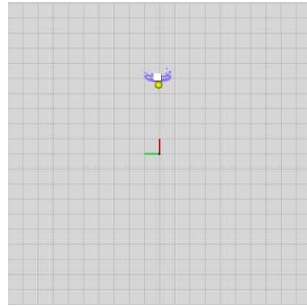


그림 3 카메라를 통해 수집된 대표점(노란 원)과 라이다, 카메라 융합 군집화 결과 및 추적 결과(흰 사각점)

## III. 결론

본 연구에서는 카메라 및 라이다 센서를 융합하여 이동하는 객체를 추적하는 알고리즘을 개발하였다. 비교적 저가의 센서를 융합하여 유의미한 객체 검출 및 추적을 실차, 실시간 환경에서 수행함에 있어 유의미한 결과를 도출했다는 데 의의를 갖는다. 또한 주변 객체의 이동경로 이력을 추출할 수 있는 시스템을 개발해 향후 경로예측 알고리즘 등의 자료수집이 가능한 시스템을 구현하였다는 의의를 갖는다. 한편 실험단계에서 다중 객체에 대한 추적 성능을 확인하지 못하였으며, 객체 추적 알고리즘에서의 동역학 모델이 단순하다는 점 등의 한계를 갖는다.

향후 다중 객체 추적을 위한 객체 인식 및 추적을 위한 알고리즘 고도화를 수행하여 자차 주변 객체의 인식 성능을 강화할 계획이다. 이에 V2X 통신시스템을 추가하여 상대위치 뿐만 아니라 주변 차량의 동적정보도 실차환경에서 수집하여, 주변 객체의 정보 수집을 강화하여 향후 기계학습 기법을 활용한 주변차량 경로예측 알고리즘의 개발로 후속 연구를 수행할 계획이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원에서 지원하는 자동차산업핵심기술개발사업(10062375, 환경인식센서 및 V2X 기반 주변 객체(차량, 보행자, 이륜차)의 경로예측 원천기술 개발)의 일환으로 수행되었음

## 참 고 문 헌

- [1] 최동호, 이상선. (2019). 주행의도 판단을 위해 Sequential Backward Selection을 이용한 최적의 특징값 선정 방법. 한국자동차공학회 추계 학술대회 및 전시회, 820-822
- [2] 김의명, 홍송표. (2018). 단일 카메라 캘리브레이션과 스테레오 카메라의 캘리브레이션의 비교. 한국측량학회지, 36(4), 295-303.
- [3] Shamir, A. "On the security of DES," Advances in Cryptology, Proc.Crypto '85, pp. 280-285, Aug. 1985.
- [4] NIST, "Announcing the Advanced Encryption Standard(AES),"FIPS PUB ZZZ, 2001, (<http://www.nist.gov/aes>).
- [5] Daemen, J., and Rijmen, V. "AES Proposal: Rijndael, Version2.," Submission to NIST, March 1999.

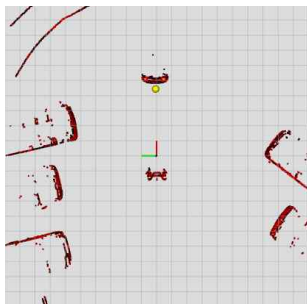


그림 1 카메라를 통해 수집된 대표점(노란 원)과 라이다 원시데이터

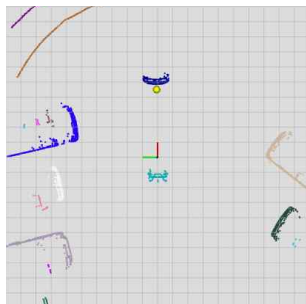


그림 2 카메라를 통해 수집된 대표점(노란 원)과 라이다 자체 군집화 결과