

Lidar 센서를 활용한 최적 경로 안내 알고리즘

최승진 · 김도훈 · 임지후 · 박상현*

한국전자기술연구원

Optimal Route Guidance Algorithm using Lidar Sensor

Seungjin Choi · Dohun Kim · Jihu Lim · Sanghyun Park*

Korea Electornics Technolohy Institute

E-mail : csj3684@keti.re.kr / dohun@keti.re.kr / jihu1034@keti.re.kr / shpark@keti.re.kr

요 약

최근 자율주행 기술의 발전과 더불어 차량의 최적 경로를 예측하기위한 알고리즘이 활발하게 연구되고 있다. 기존 국내에서는 SK, Kakao, Naver등과 같은 기업들에서 차량의 최적 경로를 알려주는 서비스를 시행하고 있다. 언급된 기업들에서 사용하는 기술은 해당 어플리케이션 사용자들의 정보를 실시간으로 입력받아 최적 경로를 예측해준다. 하지만 이러한 방법은 최적 경로를 예측할 수는 있으나 최적 차선경로 까지는 예측할 수 없다. 본 논문에서는 최근 자율주행 차량에 부착된 Lidar 센서를 활용하여 주변 차량의 좌표를 취득 후 최적 차선 경로를 안내하는 시스템을 제안한다. 제안된 방법은 Lidar기반 object detection 방법을 수행한 후 차량의 시계열 좌표 데이터를 취득하여 원활한 차선을 안내하는 시스템이다. 제안하는 방법은 실험결과에서 실제 취득된 데이터를 사용하여 제안하는 방법의 성능을 입증한다.

ABSTRACT

Algorithms for predicting the optimal route of vehicles are being actively studied with the recent development of autonomous driving technology. Companies such as SK, Kakao, and Naver provide services that navigate the optimal route. They predicts the optimal path with information from the users in real time. However, they can predict the optimal route, but not optimal lane route. We proposes a system that navigates the optimal lane path with coordinates data from vehicles using Lidar sensor. The proposed method is a system that guides smooth lanes by acquiring time series coordinate data of a vehicle after performing the Lidar-based object detection method. we demonstrates the performance using actual acquired data from the experimental results.

키워드

Lidar, Object detection, Local path, Navigation

1. 서 론

최근 딥러닝의 발전과 함께 컴퓨터 비전 기술이 다양한 분야에서 응용되고 있다. 최근 자율주행 분야에서는 카메라와 각종 센서를 융합한 컴퓨터 비전 기술들이 연구되고 있다. 자율주행에 사용되는 센서중 주변 객체들의 위치를 효율적으로 취득할 수 있는 라이다 센서를 주로 사용하는데, 라이다 센서는 주변의 객체를 인식하기 위해 레이저 신호를 이용한 기술이다. 라이다에서 방출된 레이저 신호를 다시 받아들인 후 주변객체의 운동 방향, 속

도 등을 확인하는 기술이다. 라이다 센서는 2D 정보밖에 알 수 없는 카메라의 단점을 보완할 수 있기에 최근 컴퓨터 비전 기술에서 많이 사용되고 있는 센서이다.

본 논문에서는 라이다 센서를 활용하여 주변 객체들의 위치를 인지한 후, 최적 경로를 예측하는 시스템을 제안한다. 기존의 경로 예측 알고리즘에서는 카카오, SK, Naver와 같이 네비게이션 사용자들의 정보를 받아서 예측하는 시스템을 사용한다. 이 방법은 GPS를 통하여 객체의 위치를 받아들이는 시스템이기 때문에 객체 좌표의 오차가 크다는 단점이 있고, 지형에 따라서도 오차가 존재한다. 따라서 언급한 기존의 경로 예측 알고리즘은

* corresponding author

Global Path에서는 좋은 결과를 보여주나, Local Path에 대해서는 취약하다는 문제가 존재한다.

제안하는 방법은 라이다 센서를 활용하여 Local Path에서 최적의 경로를 예측할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안한 방법은 OpenPCDet 네트워크[1]를 사용하여, 주변 차량의 좌표를 추출하여, 추출된 좌표는 최적 경로 예측을 위한 Local Path Map으로 변환된다. 변환된 Map에서 차선별 밀도와, 교통량의 계산을 통해 최적 경로를 위한 차선을 검출한다. 제안하는 시스템의 성능은 사내 자율주행 데이터 취득 차량을 사용하여 취득된 데이터를 활용하여 성능평가를 수행한다.

II. 제안하는 방법

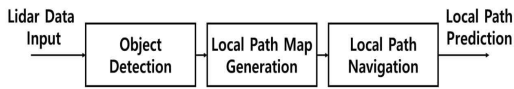


그림 1. 제안하는 방법의 흐름도

제안하는 방법의 흐름도는 그림 1과 같다. 데이터 수집차량에서 취득한 라이다 데이터를 입력으로 받아 3D Object detection을 수행한다. 취득된 주변 객체의 좌표를 활용하여, 3D Map을 Local path취득을 위한 2D Map으로 변환해 준다. 변환된 2D Map에서 차선별 정보를 기반으로 최종 최적 경로 예측을 수행한다. 데이터 취득에 사용된 차량은 한국전자기술연구원 보유 중인 자율주행 데이터취득 차량을 사용하였으며, 센서의 정보는 그림 2와 같다. Center, Right, Left로 구성된 Vlodine Lidar를 구축하여 데이터를 취득하였으며, 취득된 Lidar는 bag파일 형식으로 저장된다.



LIDAR (Velodyne)	Center LiDAR(32ch.)
	Right LiDAR(16ch.)
	Left LiDAR(16ch.)

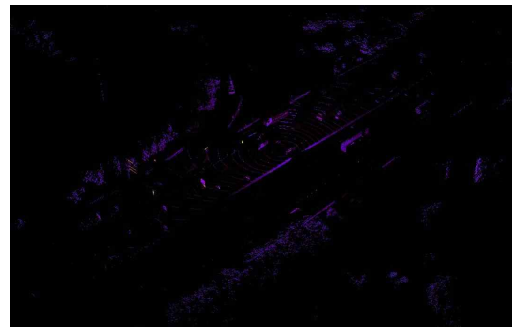
그림 2. 데이터 취득 차량

II. A 3D Object Detection

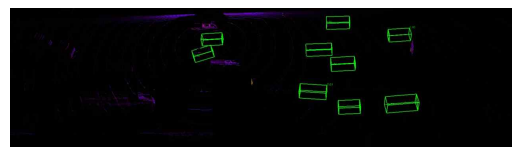
3D 검출 알고리즘은 OpenPCDet을 사용하였다. 해당 알고리즘은 포인트 클라우드에서 3D 객체 감지를 위한 일반적인 PyTorch 기반 방법이며, 1단계 및 2단계 3D 감지 프레임워크 전체에 대하여 고도화된 refactoring된 코드를 사용하여 3D object detection을 수행한다. OpenPCDet는 단일 라이다 기반 검출으로 Waymo Open Dataset [2]에서 가장 좋은 성능을 보여줌으로써 제안하는 방법으로 사용하였다. 사용된 네트워크의 학습 데이터셋으로는 자율주행 환경에 맞는 KITTI Datasets[3]을 사용하였다.

II. B Local Path Generation

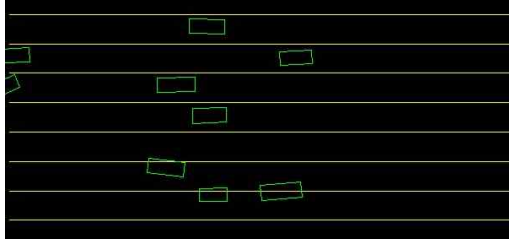
본 시스템에서는 Local Path를 추출하기 위해 차선 검출이 선행된다. 차선 검출은 Lidar 센서를 이용하여 검출되며, 검출하는 방법은 반사율이 다른 차선의 Intensity를 추출하여 검출하는 방법이다. Local Path Map을 위한 차선 검출은 그림 3과 같다. 그림3.(a)는 Lidar 센서를 통해 출력된 Lidar Map을 보여준다. 360도 회전형 라이다는 그림3.(a)의 표시된 부분과 같이 원점을 기반으로 차선의 Intensity가 출력되는 것을 볼수 있다. 제안하는 방법에서는 효율적인 차선 검출을 위해 Map에서 Intensity와 z축의 임계값을 통하여 차선의 좌표만 검출한다. 검출된 차선의 픽셀값은 그림 3.(b)와 같다. 그림2.(b)를 기반으로 제안하는 방법에서는 그림3.(c)와 같이 차선별 교통량을 알기위한 2D Local path map을 생성한다.



(a) Lidar Map



(b) 3D Object Detection



(c) 2D Local Path Generation

그림 3. Local Path Generation 과정

II. C Local Path Navigation System

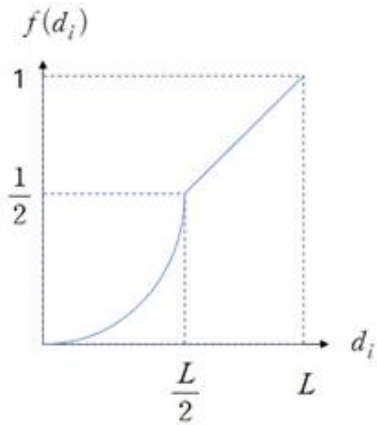


그림 6 .식 (1)의 그래프

II. B에서 생성된 Local Path Map은 차선별 차량의 포화도와 차간별 거리를 구하기 위해 사용된다. 제안하는 방법에서는 차선별 포화도와 차선별 거리를 참조하여, 최적 경로를 예측하기 위한 차선 변경 알고리즘을 제안한다. 최적 경로를 구하기 위한 식은 (1) 과 같으며, 그림 4는 (1)을 수식을 그래프화 한 그림이다.

$$f(d_i) \begin{cases} (2\log_L \frac{3}{2})^{d_i} - 1 & (0 \leq d_i < \frac{L}{2}) \\ \frac{d_i}{L} & (\frac{L}{2} < d_i < L) \end{cases} \quad (1)$$

$$score = \frac{\alpha}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} f(d_i) + \beta \frac{1}{n} + \gamma \frac{d}{L}$$

(1)의 수식에서 α, β, γ 의 값은 0과 1사이의 값으로 이루어져있으며, 변수 d 는 각 차선의 가상의 주행차량과 동일선상의 직선으로부터 최근접 전방 차량과의 거리, L 은 라이다 검출의 최대 거리, n 은

차선내 차량 대 수, d_i 는 차선 내 각 차량간의 간격이다. 최종적으로 우리는 차선 내 차량 수와 차량 간격의 분포를 통한 밀집도, 전방 차량과의 거리를 종합적으로 고려하여 추출된 포화도 계산을 통한 최적 경로 예측 알고리즘을 제안한다.

III. 실험 결과

본 논문의 성능 평가는 자체 구축된 데이터셋을 활용하여 수행된다. 본 연구에서는 3시간 분량의 주행데이터를 취득하였으며, Path accuracy와 Data accuracy 결과를 출력하였다. Path accuracy는 최적 경로를 찾기위한 알고리즘의 정확도를 산출하였으며, Data accuracy는 Lidar센서 거리 범위에서의 평균값으로 구한 도로정보와 도로공사에서 제공받은 정보를 매칭하여 정확도를 산출하였다.

표 1. Experimental Results

	Path accuracy	Data accuracy
Video1	98%	89%
Video2	98%	84%
Video3	96%	90%

실험은 시간축에 따른 bin파일을 네트워크로 입력받아 출력된 주변 객체의 좌표를 2D Local Path 맵으로 투영시킨다. 투영된 객체의 좌표정보들은 차선별 정보를 예측하기 위해 사용된다. 출력된 좌표정보들은 차선별로 포화도, 차간거리등을 계산할 수 있다. 표1에서는 차선별 포화도와 차간 거리를 기반으로 출력된 결과이며, 그림 x는 표 1에 맞는 실험 결과를 보여준다. 표와 그림을 대조해 보았을 때 실험 결과와 같이 가장 원활한 차선의 경로를 효율적으로 탐색하여, 안내해주는 결과를 볼 수가 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 라이다 센서를 사용한 객체 검출 기반의 최적 경로 예측 시스템을 제안하였다. 라이다 기반의 3D Object detection은 영상 기반의 객체 검출 방법보다 도로위의 주변 객체의 거리를 효율적으로 검출할 수 있어 많이 사용되는 방법이다. 본 논문에서는 자체 구축한 데이터셋을 통하여 최적 경로를 예측하는 알고리즘과 주변 도로상황의 정보를 평균화하여 도로 전체의 상황을 예측하는 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 방법은 자율주행 차량의 차선변경이나 최적경로 예측에 사용될 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 2020년도 중소벤처기업부의 기술개발 사업 지원에 의한 연구임 [S2948769]

References

- [1] Shi, Shaoshuai, et al. "Open-Mmlab/OpenPCDet." GitHub, 2019, github.com/open-mmlab/PCDet.
- [2] Data Description of Waymo Open Dataset. Available online: <https://waymo.com/open/data/> (accessed on 14 February 2020).
- [3] Geiger, Andreas, et al. "Vision meets robotics: The kitti dataset." *The International Journal of Robotics Research* 32.11 (2013): 1231-1237.