35 라이다 센서 기반 연석 추출에 관한 연구

김정구, 김진욱, 김진형, 박영준, 정태형, 고윤호, 정 슬 (현대모비스/충남대학교)

Study on Extracting Curb Using a LiDAR Sensor

김정구*, 김진욱**, 김진형**, 박영준**, 정태형*, 고윤호**, 정 슬**
(Jeong Gu Kim, Jin Wook Kim, Jin hyung Kim, Young Jun Park, Tae Hyung Jung, Yun Ho Ko, and Seul Jung)

* 현대모비스 융합시스템연구팀
**Department of Mechatronics Engineering, Chungnam National University

Abstract : 본 연구는 차량에 장착된 다 채널 레이저 스캐너(LiDAR)를 이용하여 도로의 외각을 추출하여 차량이 이동할 수 있는 주행가능 공간을 실시간으로 추출하기 위한 것이다. 절대좌표계인 DGPS시스템과 차량의 위치 정보를 이용하여 전역좌표계에서 차량의 위치와 연석의 위치를 함께 맵핑하여 실시간으로 차량의 주행 공간을 판단하게 된다.

Keywords : Curb detection, Laser sensing, extraction algorithm, LiDAR

I. 서론

이동로봇의 꽃이라 할 수 있는 자율주행은 영역을 넓혀 무인자동차 시스템에 적용되고 있다. 최근에 이동로봇과 자동차의 경계선이 전기자동차의 출현으로 무너지면서 두 시스템이 하나로 합쳐지게 되는 현상이 나타나고 있다. 기존의 자동차 업계는 미래의 자동차 기술을 무인 자동차의 자율 주행에 초점을 맞추면서 여러 업체들이 경쟁적으로 무인 자율 주행기술을 개발하고 있다.

기존의 이동로봇에서의 자율주행기술은 상대적으로 느리고 좁은 공간에서 이루어지는 반면 무인 자동차의 자율주행은 빠르고 넓은 공간에서 이루어진다. 하지만 사용되는 기본 기술은 같다. 최근 미국에서 선보인 현대자동차의 복수 차량을 활용한 자율주행 기술은 주변에 차가 없는 상태의 고속도로에서 이루어졌지만 많은 사람들을 놀라게 하였다.

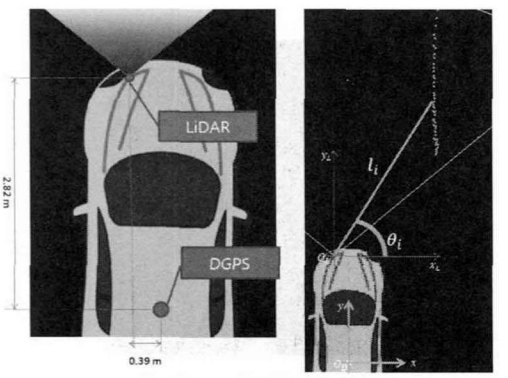
국내에서도 고속도로 환경에서 카메라를 이용하여 차선을 구별한 뒤에 앞차를 따라 주행하는 기술은 오래전에 선 보인 적이 있었다. 카메라만을 사용하면 낮에는 가능하지만 밤에 사용할 수 없고 차선이 희박하면 문제가 발생하는 단점이 있다. 또한 고속도로 주행보다는 일반도로 주행이 더 복잡하고 어려운 것을 알 수 있다.

결국 무인자동차의 자율주행은 한 가지 센서로만 될 것이 아니라 다양한 센서를 융합해야 된다는 것을 알 수 있다. GPS가 절대 센서로 사용되면 좋으나 상용 GPS의 정확도가 보장이 안 되어 GPS만을 사용하기는 어렵다[1,2]. 구글카 같은 경우에는 카메라 뿐만 아니라 전방에 radar 와 LiDAR 그리고 후방에 초음파 센서를 창작하여 주변을 인식하고 있다.

본 논문에서는 일반도로에서 자율주행을 할 경우에 있어 도로 연석을 기준으로 주행선을 정하는 연구를 수행하였다. 다채널 레이저 센서(LiDAR)를 통해 먼저 지형 정보를 획득하였고 이 정보를 이용하여 주행가능 공간을 파악하였다. 지형정보로는 도로의 연석을 검출해 사용하였으며, 센서 데이터를 바탕으로 차량이 주행할 공간을 판단하였다. 또한 DGPS와 차량정보를 이용하여 전역좌표계에서 실시간으로 차량의 위치와 주행방향을 추정하였다.

II. 추출 환경

1. 차량시스템



(a) 센서부착위치 (b) 센서 좌표

그림 1. 실제차량에서 센서의 위치와 좌표

그림 1은 실제 차량의 크기와 차량에서 LiDAR센서 위치와 DGPS 센서가 부착된 위치를 나타낸다. LiDAR센서는 전방 좌측에 부착이 되어 있다.

차량을 기준으로 하는 좌표는 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_i \cos(\theta_i) + x_l \\ l_i \sin(\theta_i) + y_l \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 θ_i는 i번째 ray의 각도이고, l_i는 ray에서 측정된 거리, x_l는 x축 오프셋 거리(-0.39m), y_l는 y축 오프셋 거리(2.82m)이다.

2. 주행가능한 공간 추출

LiDAR센서로 부터 8개의 데이터가 입력된다. 그림 2는 차량에 부착된 LiDAR 센서로부터 얻은 실제 데이터를 보여준다. 이 데이터를 이용하여 Ground filtering, curb extraction, contour extraction 과정을 거쳐 주행가능한 공간을 추출하게 된다.

1) Ground filtering

가속이나 감속상황 시 발생되는 차량의 Pitching 이나 차량 회전 중 발생하는 Rolling은 LiDAR센서가 지면에 대한 데이터를 획득하여 전방에 이동 가능한 도로임에도 불구하고 장애물로 인식하는 경우가 발생한다. 센서의 축과 IMU를 기준으로 한 차량의 축을 일치시켜 일정 높이 값 이하의 데이터를 필터링 하는 방식을 사용하여 지면에 해당하는 데이터를 처리한다. 하지만 요철이 심한 도로에서는 지면에 해당하는 데이터를 처리하기 힘든 것이 사실이다.

그림 2는 LiDAR센서로부터 얻은 raw 데이터이다. 이를 filtering 하여 그림 3 (a) 의 데이터를 얻게 되고 연석을 그림 3(b)처럼 추출하게 된다.

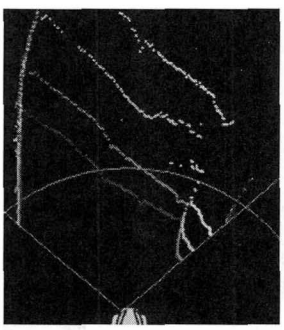
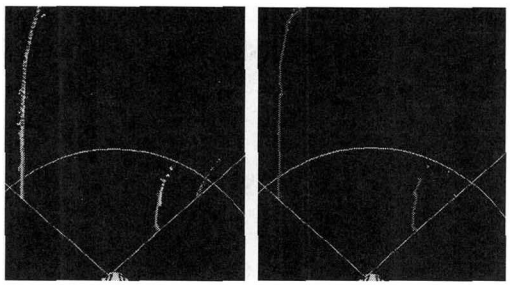


그림 2. 8개의 ray 데이터



(a) Ground filtering (b) Curb&contour Extraction

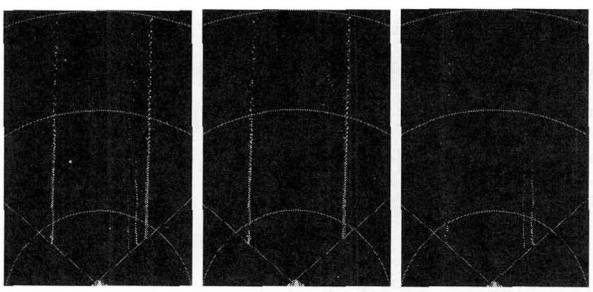
그림 3. 주행가능 공간 추출

2) Curb extraction

Ground filtering 알고리즘만으로는 도로의 연석을 검출하는 것이 불가능하므로 차량 주행 가능 공간을 추정하지 못하게 된다. 따라서 다음 과정을 거쳐 연석을 검출한다.

① Hough transform을 이용하여 벽의 기울기를 분석한다.
② 삭제된 데이터 중 벽과 유사한 직선을 연석 직선으로 추출한다.
③ 연석 직선에 인접한 데이터를 연석으로 판단하고 모두 복원한다.

그림 4는 연석 추출과정을 보여준다. 데이터를 ground filtering하게 되면 잃게 되는 그림 4(c)의 데이터를 제안된 알고리즘을 통해 복원할 수 있다.



(a) Raw data (b) Ground filtering (c) Erased data

그림 4. 연석추출과정

3. 지도구축

DGPS 센서와 차량정보를 이용하여 전역좌표를 추출하고 맵을 구성하였다. 그림 5는 실제 구현한 GUI 패널로 차량의 위치 및 연석의 위치를 통해 주행공간이 함께 나타나 있다.

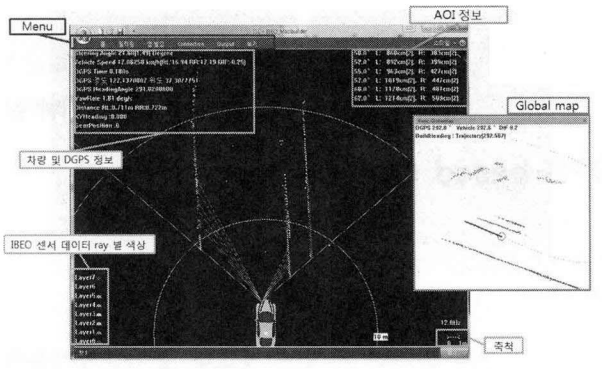


그림 5. 전역위치추정과 연석추출과정

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 일반도로에서 자율주행을 위한 차량의 주행공간을 판단하기 위해 LiDAR 센서를 사용하여 데이터를 분석하였다, DGPS와 차량정보와 통합으로 실시간 맵핑을 통하여 주행공간을 확인하였다.

감사의 글

본 논문은 2014년 현대모비스 산학과제의 지원을 받아 수행되었음을 알려드립니다.

Ⅳ. 참고 문헌

[1] 윤동진, 김재환, 김정하, "무인 자율주행 차량의 장애물 인식을 위한 LiDAR 의 포인트 클라우드 데이터 집단화 및 분류," 한국자동차공학회 학술대회 및 전시회, pp. 1339-1343, 2012

[2] 이국태, 정우진, 장효환, "차량형 이동로봇의 위치 추정 정밀도 향상 기법 및 자동 주차 제어", 로봇학회 논문지 Vol.3 No.1, 2008