

3D 포인트 클라우드 기반의 분류 알고리즘 검증을 위한 LIDAR 데이터셋 생성 기법

이성조*, 강다현*, 조성재*, 심성대**, 박용운**, 엄기현*, 조경은*

*동국대학교 멀티미디어공학과

**국방과학연구소

e-mail : cke@dongguk.edu (교신저자)

LIDAR Dataset Generation Method for Validation of Classification Algorithms using 3D Point Cloud

Seongjo Lee*, Dahyeon Kang*, Seoungjae Cho*, Sungdae Sim**, Yong Woon Park**, Kyhyun Um*, Kyungeun Cho*

*Department of Multimedia Engineering, Dongguk University-Seoul

**Agency of Defense Development

요약

최근 자율 주행 분야의 연구에서 LIDAR 를 활용한 분류 기법들이 연구되고 있다. 그러나 2D 영상 처리와 비교하여, 대량의 3D 포인트를 사용하는 분류 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 지상 검증자료를 쉽게 획득하기 어렵다. 본 연구는 LIDAR 를 가상 공간에서 시뮬레이션 함으로써 감지한 물체의 정보를 기록함으로써 3D 포인트 클라우드를 사용하는 다양한 분류 알고리즘의 검증을 위한 지상검증자료를 생성하는 기법을 설명한다. 본 기법은 실제 LIDAR 를 사용하는 것보다 적은 비용으로 다양한 환경에서의 분류 알고리즘 성능 검증을 가능하게 한다.

1. 서론

최근 무인 주행 자동차에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 운전자의 안전한 주행 또는 무인 자율 주행을 위해 자동차의 주변 환경을 장애물과 도로 등으로 분류(classify)하는 알고리즘들이 연구되고 있다. 이러한 알고리즘들은 LIDAR(Light Detection And Ranging) 기술이 발전함에 따라 2D 영상뿐만 아니라 3D 공간 정보를 사용하는 기법으로 연구되고 있다. LIDAR 데이터를 사용하는 분류 연구 결과의 품질을 완전하게 검증하기 위해서는 알고리즘의 수행 결과를 비교하기 위한 기준이 되는 지상검증자료(ground truth dataset)가 필요하다. 그러나 LIDAR 를 통해 획득하는 데이터는 3D 데이터이므로 일반적인 카메라로 촬영하는 2D 영상에 비해 지상검증자료를 생성하기 어렵다. 또한 이러한 데이터는 고가의 LIDAR 장비를 구매하여 차량에 고정시킨 후 운행해야 하므로 상당한 시간적, 금전적 비용이 발생한다. 본 연구에서는 실제 실험 환경의 LIDAR 와 이동형 플랫폼을 가상의 공간에 재현하는 LIDAR 시뮬레이션 기법을 제안한다.

2. 관련 연구

기존의 연구는 주로 실제 차량에 LIDAR 를 탑재하여 지상검증자료를 획득하였다. Douillard 는 여러 종류의 LIDAR 를 사용하여 실제 환경에서의 데이터셋을 획득한 후 3D 포인트 클라우드를 물체 별로 분할

(segment)하였다 [1]. Behley 는 다양한 LIDAR 로부터 3D 포인트 클라우드를 획득한 후 이들에게 범용적으로 적용 가능한 분류 알고리즘을 제안하였다 [2].

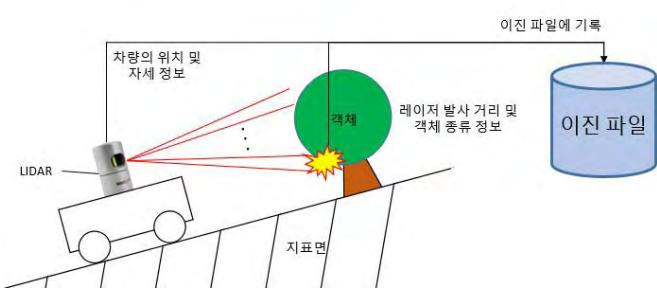
Geiger 는 관련 분야 연구의 활성화를 위해 실제 환경에서 스테레오 카메라, LIDAR, INS(Inertial Navigation System) 등의 데이터셋을 획득하여 인터넷에 공개하였다 [3]. Behley 는 Geiger 의 데이터셋을 사용하여 LIDAR 데이터를 몇 가지 객체의 종류로 분류하는 알고리즘의 성능을 검증하였다 [4]. 이러한 dataset 은 LIDAR 데이터를 사용하는 연구자들의 연구를 도울 수 있지만, 특수한 환경에서의 데이터셋을 원하는 경우 별도의 데이터셋획득 과정이 필요하다.

Rohmer 는 범용성 있는 로봇 시뮬레이션 프레임워크를 개발하였다 [5]. 이를 통해 사용자는 임의의 가상 환경에서의 센서 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 그러나 이 프레임워크는 실시간성을 위해 일부 가상 LIDAR(Velodyne HDL-32E)의 시뮬레이션 방법의 오차가 높으므로 해당 LIDAR 를 사용하는 알고리즘의 성능을 정확히 파악하기 어렵다.

3. LIDAR 시뮬레이션 시스템 구조

본 연구에서는 지상검증자료를 생성하기 위한 가상의 3D 공간을 구성하고 가상의 LIDAR 를 탑재한 차량을 배치한다. 가상의 3D 공간은 다양한 객체를 포함하여 실제 환경과 유사하게 구성된다. 각 객체는

객체의 종류에 따른 고유의 ID 가 할당된다. 가상의 차량에 탑재된 LIDAR 는 레이저를 지속적으로 발사 한다. 이 때 각 레이저가 객체 또는 지면의 표면에 충돌하면 해당 레이저와 충돌 지점 간의 거리를 계산 한다. 또한 각 레이저와 충돌한 객체의 ID 를 파악한다. 그 후 각 레이저 발사 거리와 충돌 객체 ID 를 묶은 쌍과 함께 현재 가상의 차량의 위치 및 자세 정보를 파일에 기록한다. 본 시스템에서는 3D 포인트 클라우드를 감지하는 센서 중 하나인 Velodyne HDL-32E 를 시뮬레이션한다. (그림 1)은 LIDAR 시뮬레이션 시스템의 구조도를 나타낸 것이다.



(그림 1) LIDAR 데이터셋 생성 시스템 구조도

4. 구현 결과

본 연구에서는 Unity3D 엔진을 사용하여 LIDAR 데이터셋 생성 시스템을 구현하였다. 지상검증자료를 획득하고자 하는 연구자는 본 시스템을 실행하여 키보드로 가상의 차량을 조종함으로써 실제 환경에서의 주행 상황을 시뮬레이션할 수 있다. 가상의 차량이 이동하는 동안 LIDAR 는 지속적으로 레이저를 발사하면서 레이저별 발사 거리, 충돌 객체 종류, 차량 위치 및 자세 등의 정보를 이진 파일에 기록한다. (그림 2)는 본 시스템을 실행하여 발사되는 레이저를 가시화한 것이다.



(그림 2) 레이저 발사 시뮬레이션 가시화

5. 결론

본 연구에서는 가상의 3D 공간에서 LIDAR 를 시뮬레이션함으로써 분류 알고리즘의 성능을 검증하기 위한 지상검증자료를 적은 비용으로 생성할 수 있는 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 가상 공간에서 LIDAR 의 레이저를 발사시킨 후 각 레이저가 충돌한 객체의 종류, 발사 거리 등의 정보를 이진 파일에 기록하였다. 이러한 지상검증자료를 사용할 경우, 분류 알고리즘 연구자들이 자신의 알고리즘의 성능을 정확히 검증할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 국방과학연구소의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Douillard, B., Underwood, J., Kuntz, N., Vlaskine, V., Quadros, A., Morton, P., Frenkel, A., "On the segmentation of 3D LIDAR point clouds," in Robotics and Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference on (2011) 2798-2805
- [2] Behley, J., Steinhage, V., Cremers, A.B., "Performance of histogram descriptors for the classification of 3D laser range data in urban environments," in Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International Conference on (2012) 4391-4398
- [3] Geiger, A., Lenz, P., Stiller, C., Urtasun, R., "Vision meets robotics: The KITTI dataset," International Journal of Robotics Research, 32(11) (2013) 1231-1237
- [4] Behley, J., Steinhage, V., Cremers, A.B., "Laser-based segment classification using a mixture of bag-of-words," in Intelligent Robots and Systems (IROS), 2013 IEEE/RSJ International Conference on (2013) 4195-4200
- [5] Rohmer, E., Singh, S.P.N., Freese, M., "V-REP: A versatile and scalable robot simulation framework," in Intelligent Robots and Systems (IROS), 2013 IEEE/RSJ International Conference on (2013) 1321-1326