

스마트 팩토리 가상환경 기반 라이다 데이터 생성방법

LiDAR Dataset Generation in Virtual Smart Factory Environment

송형석
Song Hyeong Seok
한동대학교
Handong Global
University
shs@handong.ac.kr

안창민
Chang Min An
한동대학교
Handong Global
University
ckdals915@gmail.com

이성주
Sung Joo Lee
한동대학교
Handong Global
University
sungjoo1013@gmail.com

김영근*
Young Keun Kim
한동대학교
Handong Global
University
ykkim@handong.edu

요약문

본 논문은 스마트 팩토리 가상 환경에서 센서 시뮬레이션을 통해 라이다 데이터셋을 생성하는 연구이다. 라이다는 스마트 팩토리 시스템에서 딥러닝 모델을 사용하여 3 차원 물체를 감지하는 목적으로 많이 사용된다. 그러나 실제 공장 환경에서 3 차원 객체의 학습 데이터셋을 충분히 확보하는 데는 한계가 존재한다. 따라서 본 논문에서는 스마트 팩토리 환경과 감지 객체를 라이다를 통해 스캔하여 가상 3 차원 환경 및 3 차원 객체를 생성한다. 이후 생성한 가상 환경에 센서 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 통해 라이다 딥 러닝 모델의 학습에 필요한 데이터셋을 생성하는 방법을 제안한다.

주제어

스마트 팩토리, 라이다, 가상환경, 3 차원 객체 탐지, 센서 시뮬레이션

1. 서론

최근 센서 기술과 인공지능 감지 기술의 발전으로 스마트 팩토리 시스템에 라이다를 사용하여 3 차원 객체 탐지에 응용하기 시작했다. 부품과 같은 객체를 인식하여 조립 및 분류 공정의 자동화에 라이다가 사용되기도 하며, 인체 출입을 감지하지 못하고 공정이 동작하면 인명사고가 일어나는 곳에서 안전 감시를 위해 라이다 센서가 사용되기도 한다.

이러한 3 차원 객체 탐지 정확성을 확보하기 위해서는 3 차원 객체 딥러닝 모델의 사용이 필요하다. 하지만 현재 제공되어지는 대부분의 라이다 오픈 데이터셋은 자율주행을 위한 것으로 스마트 팩토리 산업현장에 맞지 않다. 또한 산업 현장 각각의 환경에 맞는 데이터셋으로 3 차원 객체 탐지 딥러닝 모델을 학습시키는 것이 학습 모델의 성능을 위해 필수적이다.

스마트 팩토리 산업 현장에 맞는 라이다 데이터셋 취득하기 위해서는 해당 공정에 라이다를 설치하여 데이터를 취득하는 과정이 필요하다. 하지만 공정에 라이다를 설치 및 해제하는 과정에서 자동화 공정의 경우 생산의 멈춤으로 인한 경제적 손실이 발생할 수 있으며 매번 새로운 데이터셋을 획득하기 위해서 설치 작업을 반복해야 하는 번거로움이 존재한다.

스마트 팩토리 산업 현장에 맞는 라이다 데이터셋 부족과 공정 환경에 라이다 설치 시 일어나는 문제점을 극복하기 위해 본 논문은 가상 환경에서 공정 환경에 맞는 라이다 데이터셋을 가공하는 방법을 제안하려 한다.

라이다 데이터셋 가공을 위한 전략은 다음과 같은 2 가지 방향으로 제시된다. 먼저 1)가상환경 구축으로, 라이다를 통해 해당 공정과 탐지하고자 하는 객체를 스캔하여 3 차원 모델을 생성하는 것이다. 다음으로 2) 가상환경 라이다 데이터 시뮬레이션으로, 센서 시뮬레이션 소프트웨어에서 앞서 구축한 가상 공정에 객체를 배치, 임의의 라이다를 선정해 해당 공정을 스캔하여 라이다 데이터를 생성한다.

2. 본론

스마트 팩토리 가상환경 기반 라이다 데이터셋 생성은 1) 가상환경 구축, 2) 가상환경 라이다 데이터 시뮬레이션의 과정을 통해 생성된다.

2.1 가상환경 구축

본 연구에서는 한동대학교 전력설비 실습 환경을 가상 스마트 팩토리 환경으로 선택하여 연구를 진행하였다.

Intel RealSense L515 센서를 이용하여 공정 환경을 스캔하였고 Dot3D 소프트웨어[1]를 사용하여 포인트 클라우드 데이터를 취득하였다(그림 1).

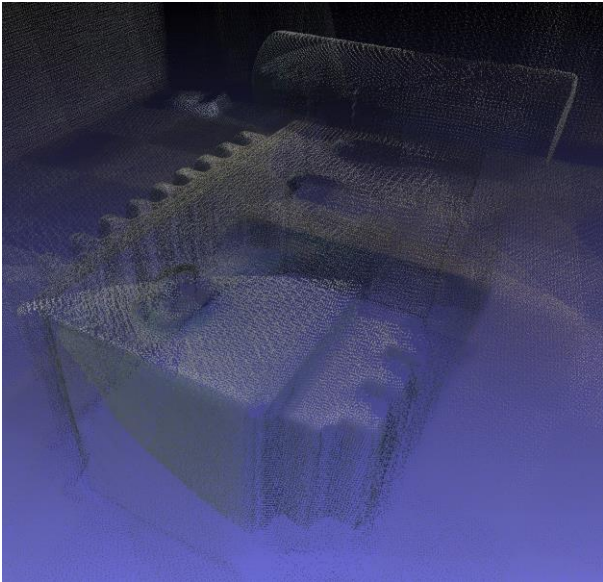


그림 1. 공정 환경 및 객체 스캔 데이터

그림 1 을 통해 확인할 수 있듯이 포인트 클라우드 데이터는 포인트 사이에 빈 여백이 있으며, 또한 관측 노이즈 성분을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 또한 각각의 점 데이터로 이루어져 있어 데이터의 크기 또한 매우 크다. 따라서 노이즈 처리 및 점으로 이루어진 포인트 클라우드 데이터를 면으로 재구성하는 과정이 필요하다.

먼저, Ball pivoting algorithm(BPA)보간 기법[2]을 적용하여 포인트 클라우드 일정 영역의 근접 포인트를 연결하여 점 데이터 사이를 연결하였다. 하지만 BPA 는 포인트 클라우드 데이터 크기가 커짐에 따라 연산이 많아지는 단점이 있기에 데이터의 10%만을 추출하여 진행하였다. 이후 필터링 등 데이터 후처리를 통해 관측 노이즈를 제거하여 더욱 부드럽게 가공하였다[3]. 가상 객체 및 공장 환경의 결과는 그림 2 및 그림 3 와 같다.

2.2 가상환경 라이다 데이터 시뮬레이션

가상 공정 환경에서 LiDAR 시뮬레이션을 수행하여 포인트 클라우드 데이터셋을 생성하였다. 본 논문에서는 Blender[4] 소프트웨어를 사용하였으며 지정된 32-CH LiDAR 센서 사양 및 위치를 설정하여 다양한 상황과 공간에서 센서의 성능을 분석할 수 있었다.

해당 시뮬레이션 결과는 그림 4 에서 찍힌 주황색 라이다 빔을 통해 가상 객체들의 포인트 클라우드 데이터셋을 취득할 수 있음을 확인하였다.



그림 2. 가상 탐지 객체 생성 결과



그림 3. 가상 공정 환경 생성 결과

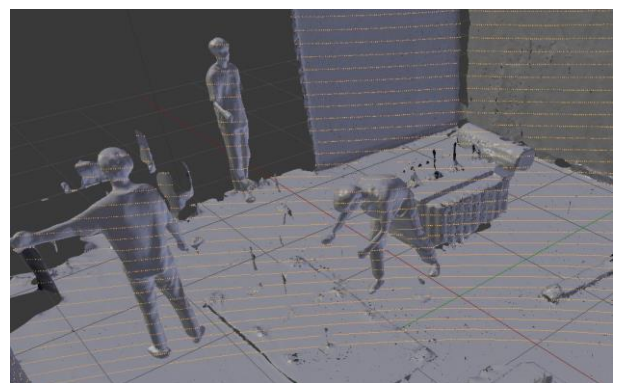


그림 4. Blensor 소프트웨어를 활용한 시뮬레이션 구현

3. 결론

본 논문에서는 스마트 팩토리 가상환경을 기반으로 산업 현장에 맞는 라이다 데이터셋을 생성하는 방법을 제안한다.

먼저 공정 환경과 감지 객체를 라이다 센서로 스캔하여 포인트 클라우드 데이터를 취득하고 BPA 보간 기법을 적용하여 점 데이터를 면으로 변경하여 3 차원 모델을 생성하였다. 그후 필터링과 후처리를 통해 3 차원 모델을 가공하여 실제 산업 현장과 유사한 가상환경을 구축하였다.

앞선 과정을 통해 생성된 가상 공정의 3 차원 모델을 라이다 시뮬레이션 소프트웨어를 통해 해당 스마트 팩토리 환경의 라이다 데이터셋 취득하였다.

이를 통해 본 논문은 직접 공장환경에 라이다를 설치하여 데이터를 취득하지 않고도 가상 공장환경을 생성, 시뮬레이션을 통해 스마트 팩토리 공정에 맞는 라이다 데이터를 생성할 수 있음을 확인하였다.

참고 문헌

1. DotProduct LLC. Dot3D platform. <https://www.dotproduct3d.com/subscribe.html>. Nov. 2, 2022.
2. Bernardini, F., Mittleman, J., Rushmeler, H., Silva, C. and Taubin, G. The ball-pivoting algorithm for surface reconstruction. IEEE. TVCG. 1999
3. Olga, S. Laplacian Mesh Processing. EUROGRAPHICS. 2005.
4. Michael, G. Roland, K. Andreas, U. and Wolfgang, P. Blensor: Blender Sensor Simulation Toolbox. ISVC. 2011. <https://www.blensor.org/>.