

우천 시 라이다 성능 향상을 위한 방안

Measures to improve LIDAR performance in case of rain

카트라이다 팀 : 신진규, 김남수, 양채은, 권영수, 송수빈, 서희승
INU X Kanavi-mobility

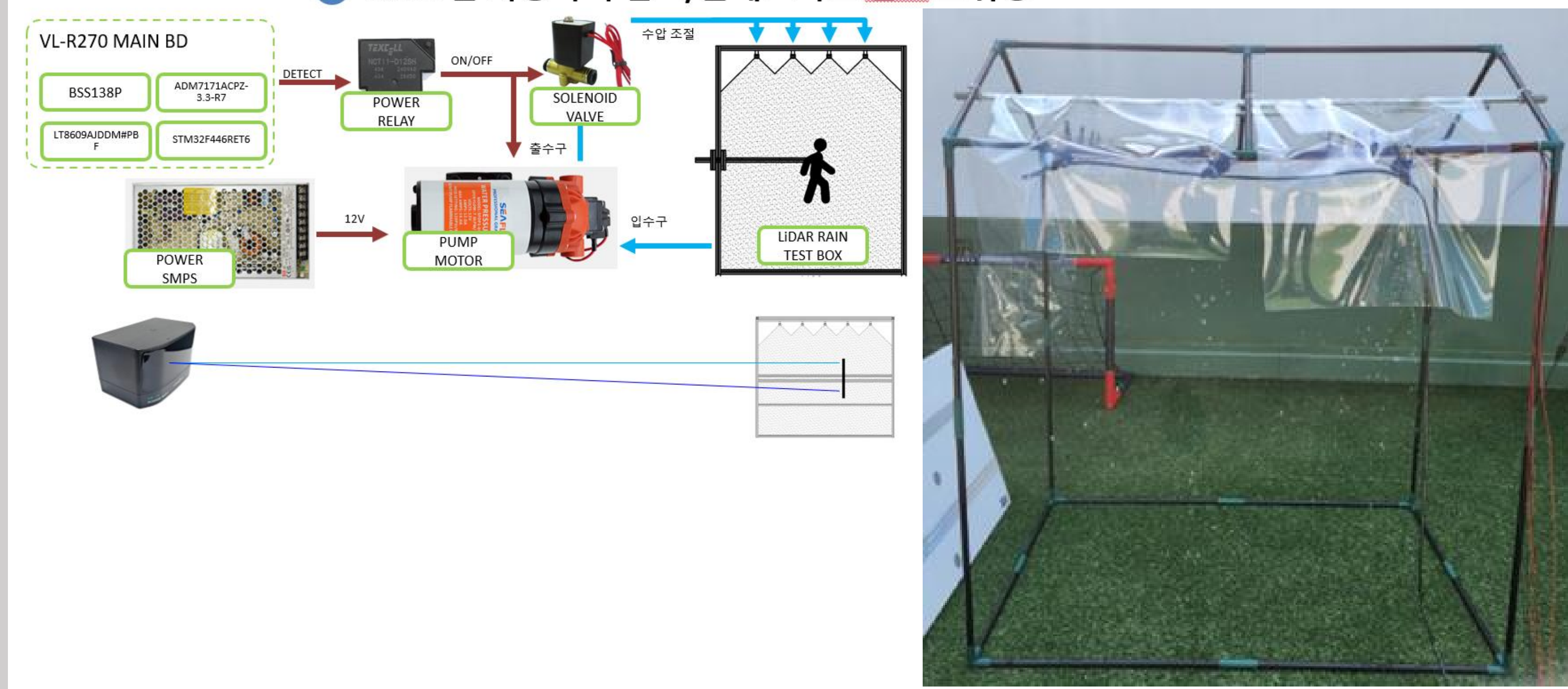
Introduction

LiDAR 센서는 레이저를 발사해 대상물에 맞고 반사되는 빛이 수광부에 도달하는 시간을 이용해 거리를 구하는 센서이다. 그렇기 때문에 공기 중에 장애물이 있다면 레이저가 장애물에 산란되거나 난반사가 발생하여 노이즈가 발생하게 된다. 특히 우천 시 빗방울에 의해 LiDAR의 노이즈가 심하게 생기는데, 이 경우 자율주행 차량에서 라이다 센서의 노이즈는 큰 사고로 이어질 수 있다. 따라서 우천 시 알고리즘을 적용하여 LiDAR의 성능향상을 위한 방안을 생각해보게 되었다.

먼저 실험을 위한 TEST BENCH를 제작하였고, LiDAR 센서는 Kanavi사의 VL-R2 LiDAR를 사용하였다. 이후 평상시와 우천시의 LiDAR 데이터를 추출해 데이터를 분석하고 노이즈 제거 알고리즘을 사용하여 우천시 노이즈를 제거하였다.

Building TEST BENCH

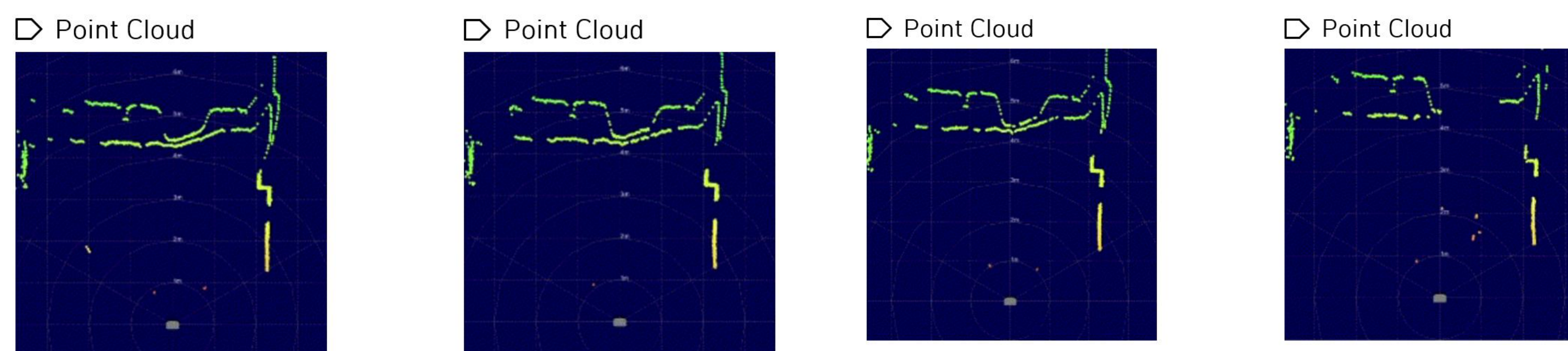
RELAY를 사용하여 펌프/솔레노이드 밸브 스위칭



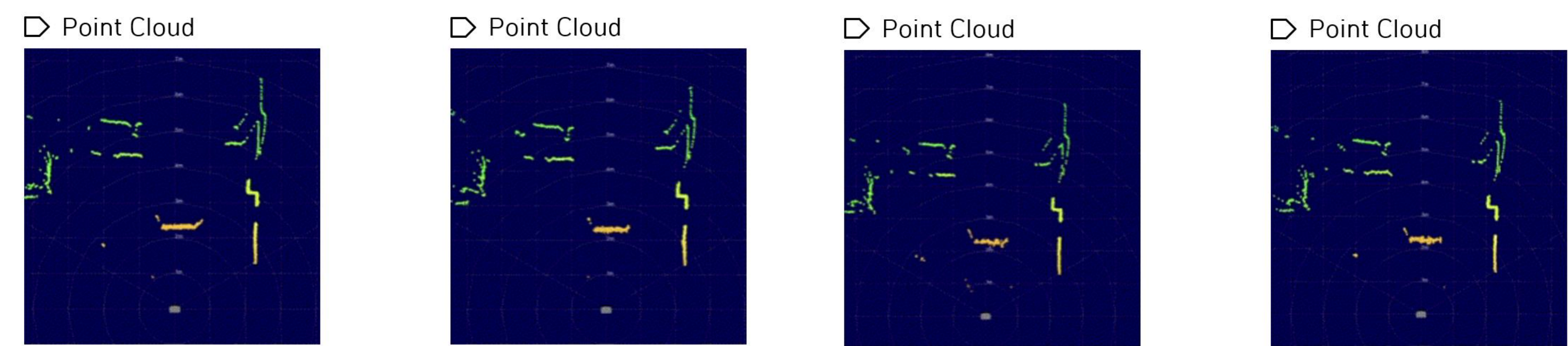
위 이미지는 TEST BENCH의 BLOCK DIAGRAM과 완성된 TEST BENCH사진이다. 먼저 프레임에 조립한 뒤 프레임에 호스를 3열로 연결해 한열씩 제어하여 강수량이 구분되게 하였다. R270 Board로 솔레노이드 밸브와 파워릴레이를 제어하여 강수량을 조절하였다. LiDAR센서로 객체가 있을 때와 없을 때를 각각 강수량 0, 1, 2, 3단계로 나누어 총 8가지 Case를 측정하였다.

Data Acquisition

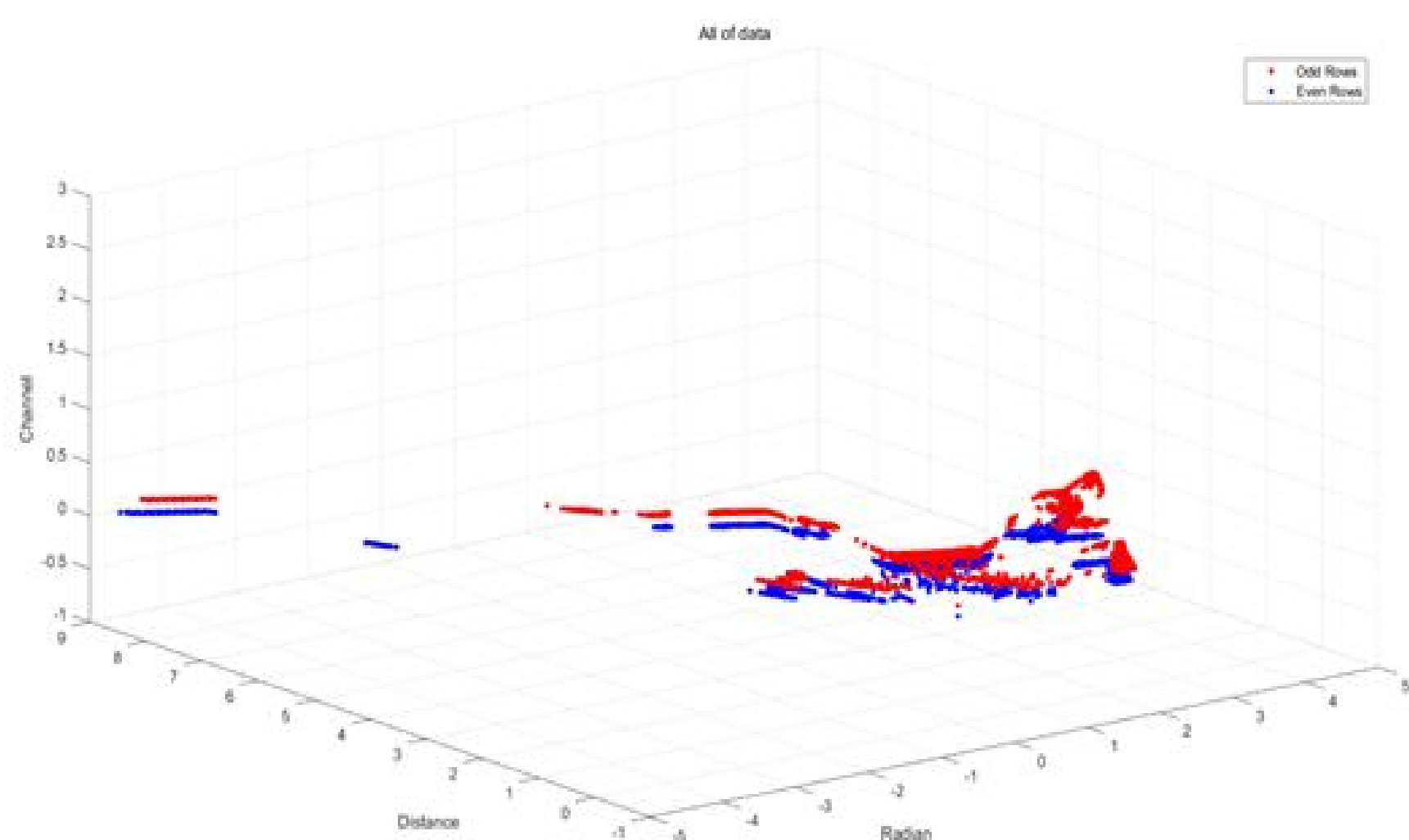
Case 1 - 객체 X 비 X Case 2 - 객체 X 비 0 강수량 1 Case 3 - 객체 X 비 0 강수량 2 Case 4 - 객체 X 비 0 강수량 3



Case 5 - 객체 0 비 X Case 6 - 객체 0 비 0 강수량 1 Case 7 - 객체 0 비 0 강수량 2 Case 8 - 객체 0 비 0 강수량 3



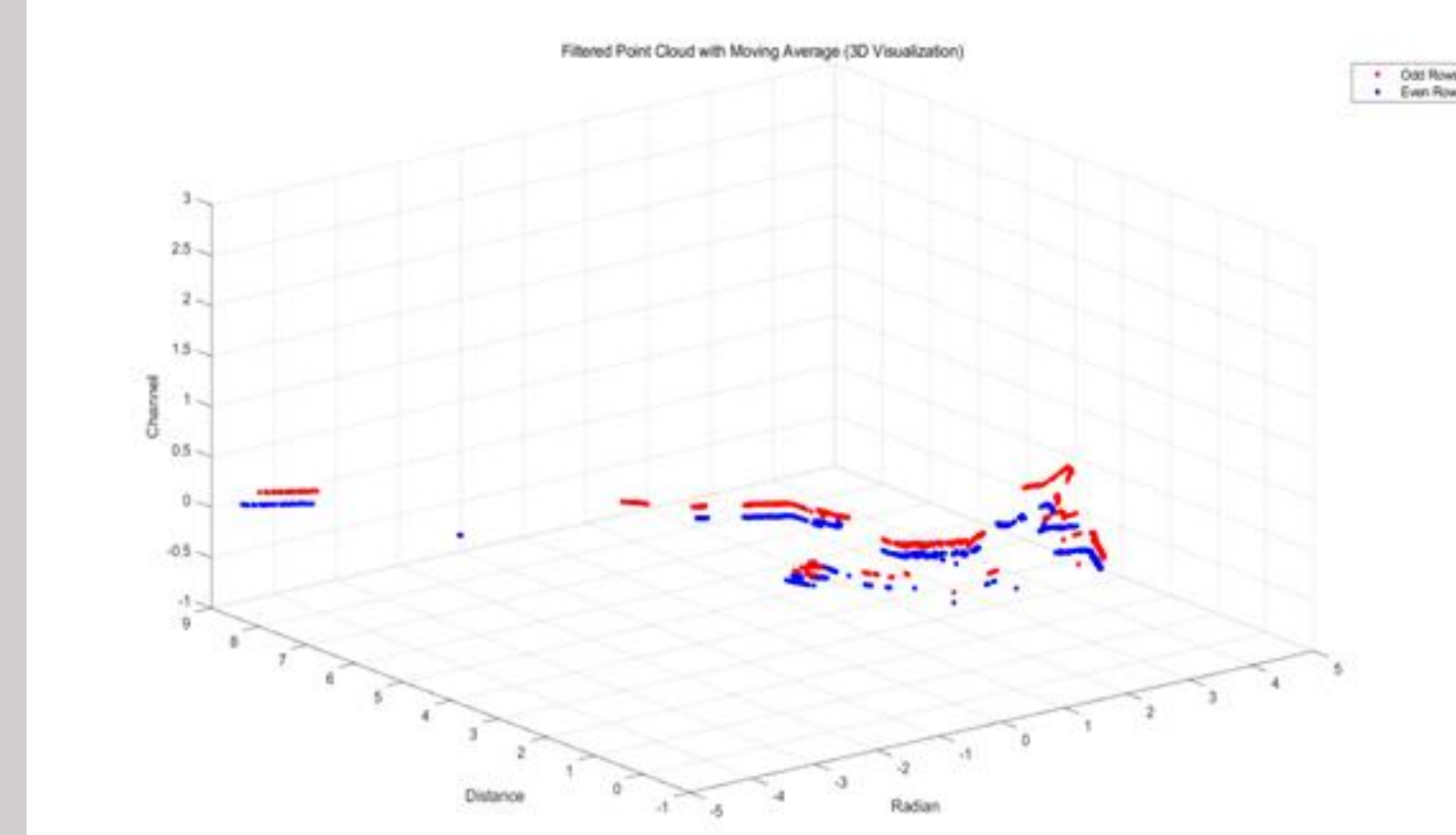
위 이미지는 8개의 Case에서 Kanavi사의 Software를 이용하여 확인한 Point Cloud이다. 객체가 있는 경우와 없는 경우 모두 강수량이 많아짐에 따라 노이즈가 심해지는 경향을 확인할 수 있다.



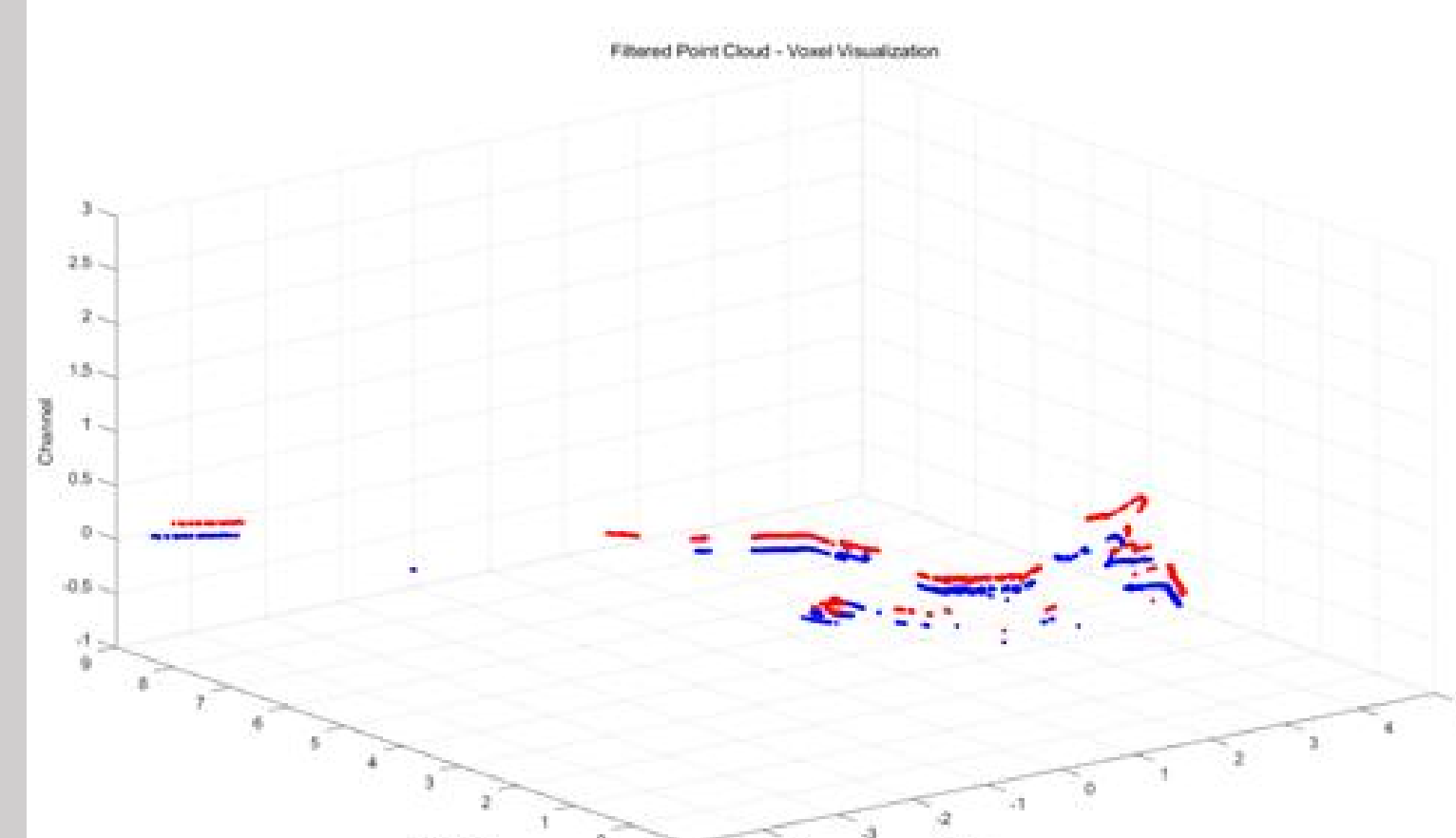
왼쪽 그래프는 객체가 있고 강수량이 3단계인 경우의 Point Cloud를 시간에 따라 누적하여 표시한 3차원 그래프이다.

이후 이 Point Cloud에 노이즈 제거 알고리즘을 적용한다.

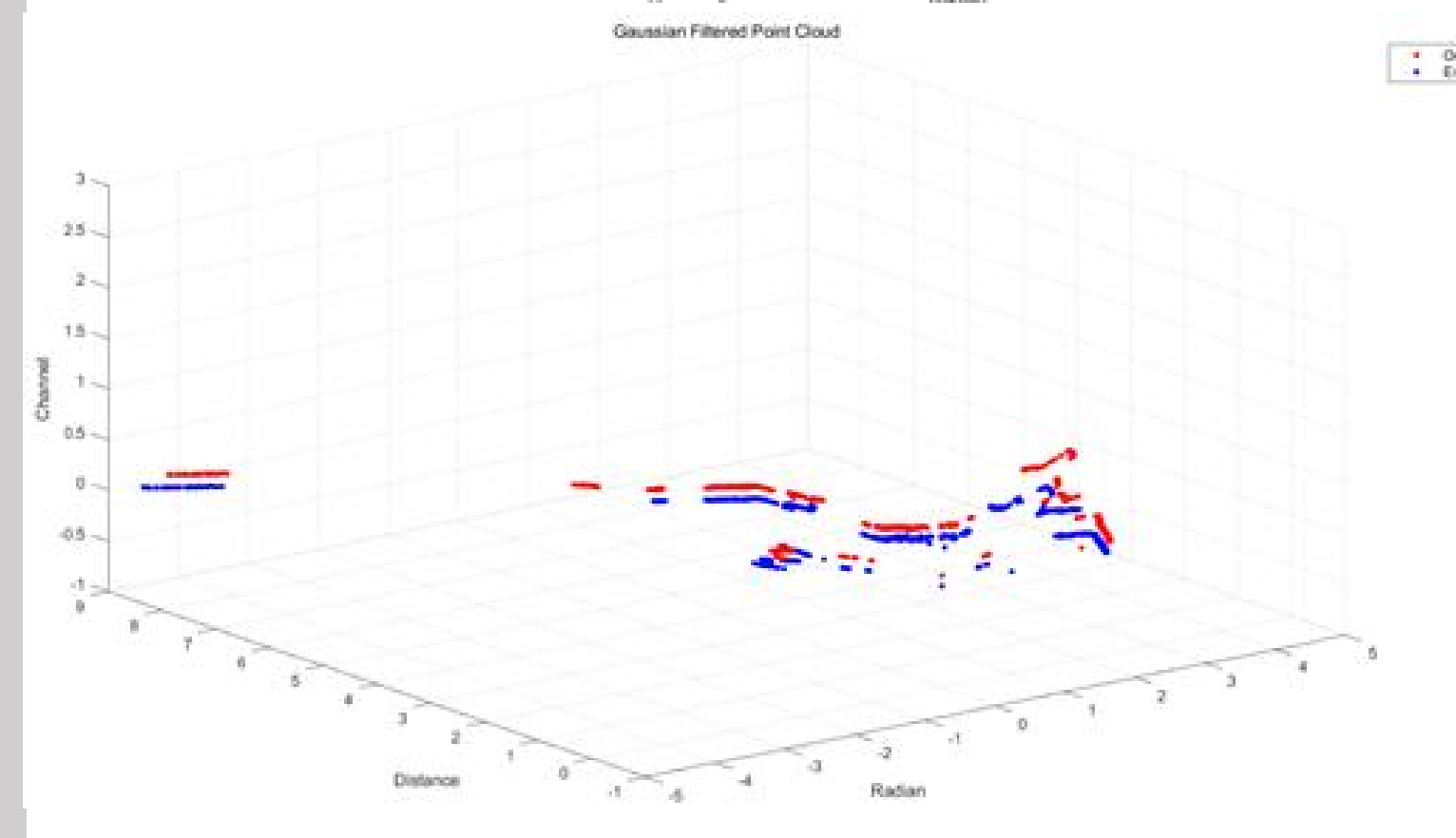
Apply Algorithms



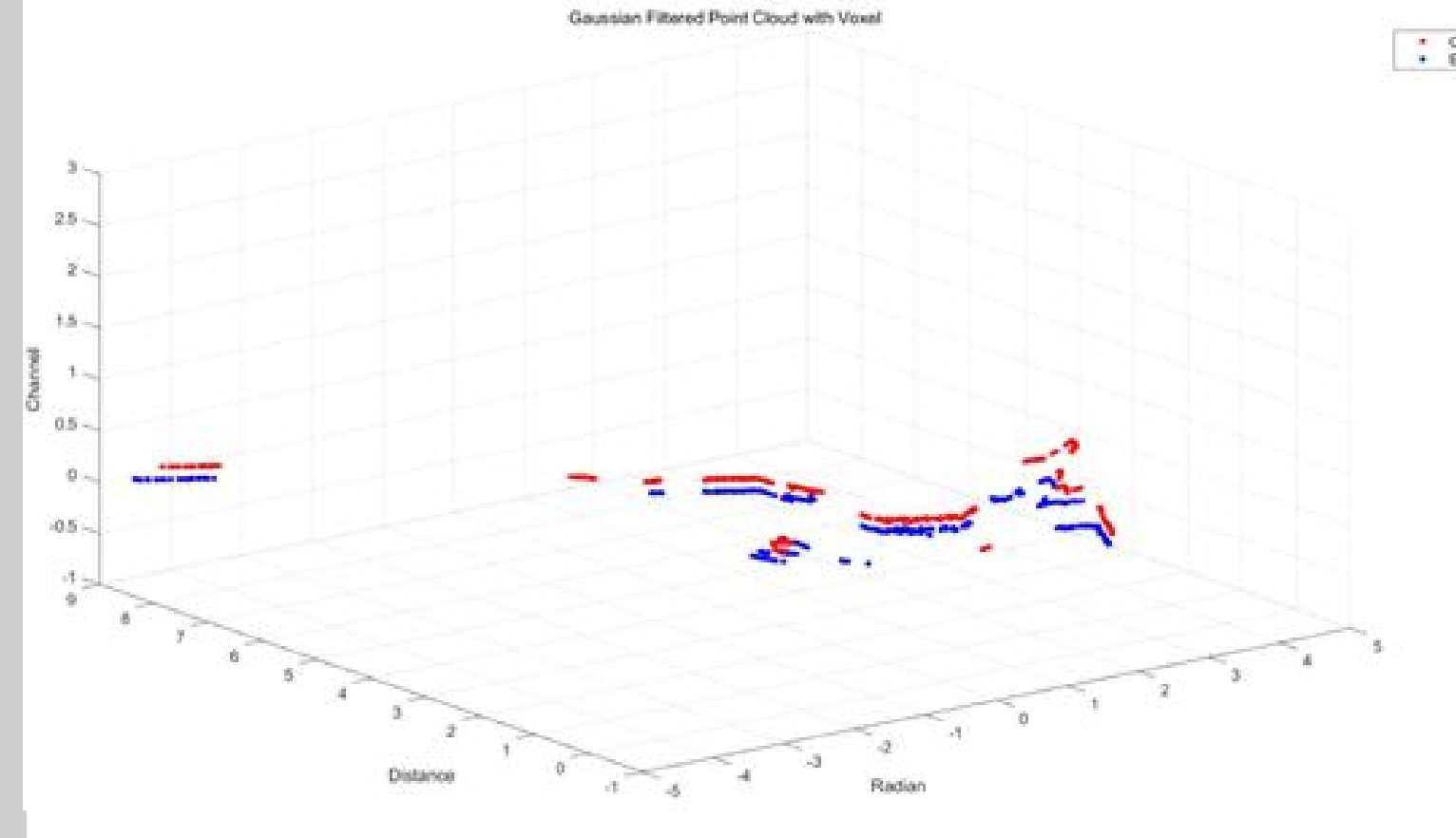
* Moving Average Filter : 이동 평균값을 계산해서 오차가 심한 값들을 제거
프레임마다 Moving Average Filter를 통해 노이즈를 제거, 급격한 값의 변화는 비일 확률이 높기 때문에 이를 완화
왼쪽 첫번째 그림은 원 데이터에 Moving Average Filter를 적용한 Point Cloud 그래프이다.



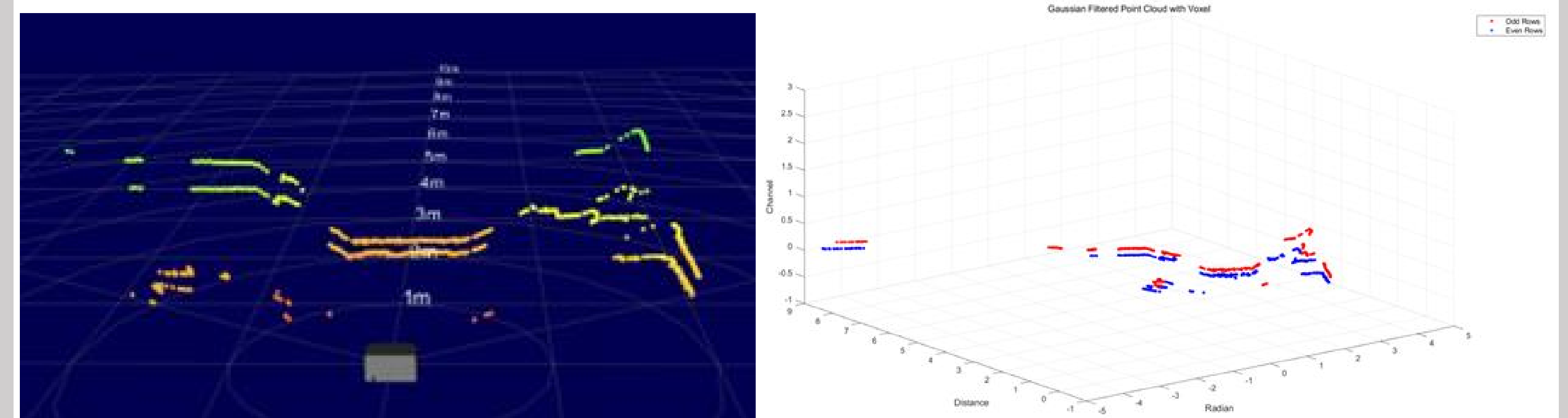
* Voxel : 체적 요소이며, 3차원 공간에서 정규 격자 단위의 값을 나타낸다.
* Voxelization : Point Cloud를 Voxel로 변환하는 작업
Voxelization은 다운 Sampling을 통한 연산속도 상승 및 간접적인 필터링 효과를 가진다.
왼쪽 두번째 그림은 원 데이터에 Voxelization을 적용한 Point Cloud 그래프이다.



* Gaussian filter : 가우시안 분포 함수를 근사하여 생성한 필터 마스크를 사용하는 필터링 기법
가우시안 분포 함수는 평균과 표준편차 값만 설정해주면 재구축이 가능하다는 장점이 있다.
왼쪽 세번째 그림은 원 데이터에 Gaussian Filter를 적용한 Point Cloud 그래프이다.



왼쪽 네번째 그림은 Moving Average Filter와 Voxelization과 Gaussian Filter를 모두 적용한 Point Cloud 그래프이다.
Voxel size는 0.01, Sigma size는 0.01로 적용하였다.



위 이미지는 비가 오지 않을 때의 Point Cloud와 강수량이 3단계일 때 노이즈를 제거한 Point Cloud 결과 그래프이다. 노이즈 제거 알고리즘을 적용한 결과 실제 데이터와 거의 동일한 값을 얻어 낼 수 있음을 확인할 수 있다.

Conclusion

빗방울에 의해 생긴 LiDAR 노이즈를 알고리즘을 통해 성공적으로 제거할 수 있었다. 이를 통해 하드웨어의 업그레이드가 아니더라도 LiDAR의 성능을 향상 시키는게 가능하다는 점을 알게 되었다.
하지만 이번 프로젝트에서는 객체가 정지해 있는 경우만 다뤘다는 한계점이 있다. 더 나아가 객체가 움직이는 경우에도 우천 노이즈를 제거하는 프로젝트를 진행할 기회가 생기길 바란다.
또한 비로 인한 노이즈 제거는 하였으나, 알고리즘을 적용한 이후 Point Cloud를 연속적으로 연결해주는 과정을 시간이 부족하여 진행하지 못한 점이 아쉬웠다.

본 일 경험 수련을 통해 LiDAR에 대한 흥미를 키웠으며, 다양한 팀원들과 프로젝트를 진행하면서 커뮤니케이션과 효율적인 협력의 중요성을 체험하는 기회가 되었다.