

포인트 클라우드 유클리디안 군집화를 통한 3차원 영상기반 장애물 탐지

정성구*, 조성욱, 이한섭, 심현철

한국과학기술원 항공우주공학과

3D Vision Based Obstacle Detection by Euclidean Clustering of Point Cloud

Sunggoo Jung*, Sungwook Cho, Hanseob Lee, David Hyunchul Shim

Key Words : Point Cloud(포인트 클라우드), 유클리디안 군집화(Euclidean Clustering), 장애물 탐지(Obstacle Detection)

서론

드론이라 일컫는 쿼드로터 형태의 소형 무인 비행체가 일상생활에 까지 보급됨에 따라 이를 특별한 비행훈련을 하지 않은 일반인들도 안정적으로 이용하게 하기 위한 비행 기술의 발전이 급속도로 이루어 지고 있다. 이러한 소형 무인 비행체가 안전하게 비행하기 위해서는 강력한 비행제어 컴퓨터의 능력도 중요하지만, 비행경로상에 놓여있는 장애물을 적절하게 탐지 및 회피하는 능력의 보유가 필수적이다. 이를 위해 초음파, 라이다 등을 이용한 많은 연구가 이루어졌으나, 초음파의 경우 정밀하게 주변환경을 표현하기 어려운 단점이 있고, 라이다의 경우 정밀한 주변환경 표현은 가능하나 그 센서가 크고 가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 이 둘의 단점을 적절히 보완한 스테레오 카메라를 이용한 연구가 활발히 진행중에 있다.

스테레오 카메라는 거리를 파악하기 힘든 단안카메라의 단점을 보완한 것으로서 평행하게 놓인 두대 카메라의 시점 차이를 통해 물체까지의 거리를 나타낼 수 있다. 이를 통해 주변환경을 깊이 지도(Depth map)로 나타낼 수 있고 이를 이용한 점군(Point cloud)을 통해 3차원 재건된 형태의 주변환경 표현이 가능하다.

본 연구에서는 점군 정보를 이용한 장애물 탐지 알고리즘에 대해 설명한다. 이때 하나의 point cloud는 위치와 RGB색상정보의 총 6개 정보를 4byte씩 가지고 있기 때문에 point cloud의 수가 많을수록 정보량이 매우 높게 되고 이를 모두 활용하게 되면 알고리즘의 수행속도가 10Hz이하로 내려갈 수 밖에 없다. 따라서 이러한 정보를 보다 압축하여 표현하기 위해 Voxel Grid filter를 사용하였으며, 장애물 탐지를 위한 군집화 알고리즘으로 Euclidean Clustering 기법을 사용하였다.



Fig 1. Flight Test Vehicle



Fig 2 Experiment Setup

Point cloud 데이터 처리

본 연구에서는 주변환경을 중간 수준(medium-level)로 표현하기 위해 계산된 depth map을 격자 형태의 환경 하에서 point cloud로 변환하여 사용한다. 이것은 수식 (1) ~ (5)와 같이 픽셀 단위의 계산을

통해 구현할 수 있으며, 각 결과는 정렬된 영상의 색상 정보를 포함하기 때문에 주변환경에 대한 정보가 밀집되어 표현된다.

$$Z_{pixel} = \frac{(baseline, b) \times (focal\ length, f)}{(disparity, d) \times (pixel\ size)} \quad (1)$$

$$FOV = 2 \times \tan^{-1} \left[\frac{(size\ of\ sensor)}{2 \times (focal\ length, f)} \right] \quad (2)$$

$$(actual\ distance\ covered\ by\ image) = 2 \times \sin \left(\frac{FOV}{2} \right) \times Z_{pixel} \quad (3)$$

$$X_{pixel} = \frac{(actual\ distance\ covered\ by\ image)}{(image\ width)} \times (u - X_{cam}) \quad (4)$$

$$Y_{pixel} = \frac{(actual\ distance\ covered\ by\ image)}{(image\ length)} \times (v - Y_{cam}) \quad (5)$$

전체 영상의 Point cloud를 Voxel Grid Filtering을 통해 실제 영역에서 2.5cm마다 하나의 voxel로 나타내었으며 이를 다시 Outlier Filtering하여 잡음을 제거하였다. 잡음이 제거된 Point cloud 데이터를 이용해 Euclidean Clustering을 수행하였으며 그 결과를 그림 3에 나타내었다.

Euclidean Clustering 결과 군집된 정보를 효과적으로 나타낼 수 있음을 확인하였으며, SVD를 통해 평면 정보를 효과적으로 제거하고 있음을 확인하였다. 비행 시험에서도 clustering 결과를 이용해 효과적으로 장애물을 탐지할 수 있음을 확인하였다.

후 기

본 논문은 산업통상자원부 산업기술혁신사업의 지원을 받아 수행된 연구임. (과제번호 : 10067202)

참고문헌

- 1) RUSU, Radu Bogdan, et al. "Semantic 3D Object Maps for Everyday Manipulation in Human Living Environments." 2009. PhD Thesis. Technische Universität München.
- 2) Rusu, Radu Bogdan, and Steve Cousins. "3d is here: Point cloud library (pcl)." Robotics and Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011.
- 3) Darken, Christian, and John Moody. "Fast adaptive k-means clustering: some empirical results." Neural Networks, 1990., 1990 IJCNN International Joint Conference on. IEEE, 1990.

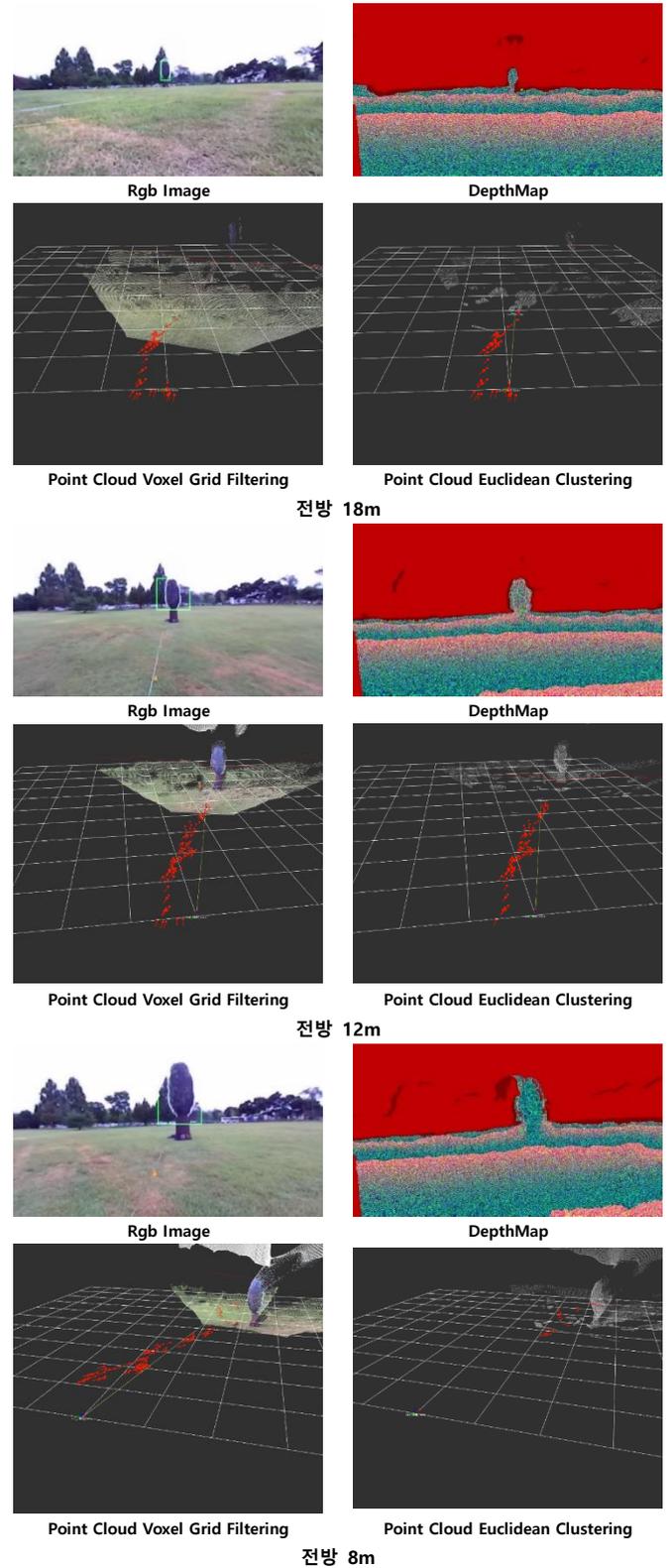


Fig 3. Point Cloud based Obstacle Detection Algorithm Flight Test