

# 실내 포인트 클라우드 데이터 Downsampling의 Trade-off 분석을 통한 기초 연구

## A Basic Study on Trade-off Analysis of Downsampling for Indoor Point Cloud Data

강 남 우\*                      오 상 민\*\*                      류 민 우\*                      정 용 일\*                      조 훈 희\*\*\*  
Kang, Nam-Woo                      Oh, Sang-Min                      Ryu, Min-Woo                      Jung, Yong-Gil                      Cho, Hun-hee

### Abstract

As the capacity of the 3d scanner developed, the reverse engineering using the 3d scanner is emphasized in the construction industry to obtain the 3d geometric representation of buildings. However, big size of the indoor point cloud data acquired by the 3d scanner restricts the efficient process in the reverse engineering. In order to solve this inefficiency, several pre-processing methods simplifying and denoising the raw point cloud data by the rough standard are developed, but these non-standard methods can cause the inaccurate recognition and removal the key-points. This paper analyzes the correlation between the accuracy of wall recognition and the density of the data, thus proposes the proper method for the raw point cloud data. The result of this study could improve the efficiency of the data processing phase in the reverse engineering for indoor point cloud data.

키 워 드 : 건축물 실내, 포인트 클라우드 데이터, downsampling, Trade-off 분석  
Keywords : indoor, point cloud data, downsampling, Trade-off analysis

### 1. 서 론

최근 건설업에서는 건축물 유지관리의 효율적인 시행을 위해 3차원 스캐닝 장비를 통한 역설계의 필요성이 논의되고 있다. 하지만 건축물 실내의 큰 규모로 인해 3차원 스캐닝 시 대용량의 포인트 클라우드 데이터가 획득되며, 이러한 대용량의 데이터를 효율적으로 처리하기 위해 데이터 압축 기법인 downsampling에 관한 많은 연구들이 표1과 같이 진행되었다. 하지만 downsampling의 기법 및 압축률에 따라 이미지 형상을 나타내는 주요 포인트 및 특징이 제거되며, 데이터의 정확도와 압축률간의 상관관계를 분석하여 건축물에 적합한 downsampling 기법 및 압축률을 제시가 필요하다. 본 연구에서는 데이터 downsampling기법 및 압축률에 따른 데이터의 정확도를 분석해 건축물에 적합한 포인트 클라우드 데이터 downsampling 기법 및 압축률에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

표 1. 실내 포인트 클라우드 downsampling 관련 연구

분류	연구자	연구내용	한계점
downsampling 기법 제시	Lin et al (2016)	Adaptive downsampling을 통한 평면 부분 포인트의 포인트 밀도 감소 방안 제시	적정 포인트 밀도 기준에 대한 이론적인 배경이 부족
	Yang et al (2019)	평면 부분의 포인트를 줄이고 모서리 부분의 포인트를 유지하는 Structured downsampling 기법 제안	모서리가 부족한 비정형의 형상에는 부적합
downsampling을 통한 효율적인 데이터 처리	Lv et al (2016)	voxel grid Downsampling과 평면 도출을 통한 빠르고 효율적인 포인트 클라우드 Registration 기법 제안	voxel grid downsampling의 적절한 grid size 제시가 부족
	Yue et al (2018)	Mean Shift Normal clustering 과 random Sample Consensus(RANSAC)을 활용한 새로운 평면 Segmentation기법 제시	voxel grid downsampling을 통해 효율적인 처리를 보였지만, 적정 grid size에 대한 이론적인 증명이 부족

\* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정  
\*\* 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정  
\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

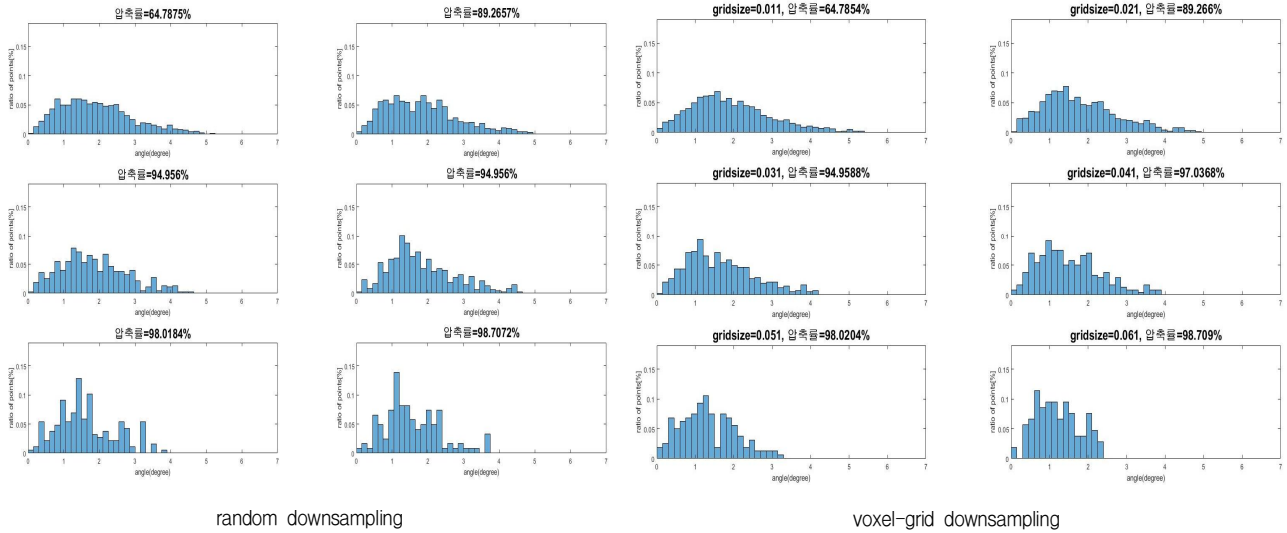


그림 1. downsamling 기법 및 압축률 별 데이터 정확도

## 2. Trade-off 분석

본 연구에서는 실내 벽면의 포인트 클라우드 중 일부 벽면을 대상으로 하였다. 포인트 클라우드를 각각 random downsampling, voxel grid downsampling 한 뒤 k-Nearest Neighbors (kNN) 알고리즘을 통해 각 포인트마다 이웃 포인트를 지정하였다. 그 후 포인트와 이웃 포인트를 각각 시작점, 끝점으로 가지는 벡터를 간의 외적을 한 뒤 평균치를 계산해 법선 벡터를 산정하였다. 압축률에 따른 법선 벡터와 기준 법선 벡터와의 사이각을 히스토그램으로 나타내었다(그림1). 히스토그램의 x축은 법선벡터와 기준 법선벡터간의 사이각을 나타내며, y축은 포인트의 비율을 나타낸다. 그림 1과 같이 voxel grid downsampling은 압축률이 커질수록 최대 사이각이 감소하며, 압축률이 커질수록 법선 벡터의 정확도가 증가하였다. 반면 random downsampling의 경우 같은 압축률일 때 voxel grid downsampling에 비하여 최대 사이각이 큰 것으로 나타났다.

## 3. 결 론

본 연구에서는 데이터의 정확도와 압축률간의 Trade-off 분석을 통해 건축물 실내 포인트 클라우드에 적합한 downsampling 기법 및 적정 압축률을 제시하였다. 특히, 건축물 실내 포인트 클라우드에 대한 voxel grid downsampling의 경우, random downsampling에 비해 압축률 증가에 의한 정확도 감소가 작은 것을 확인할 수 있었다. 하지만 본 연구는 모서리와 꼭지점을 고려하지 않아 전체적인 건축물 실내 포인트 클라우드에 대한 적용성이 떨어지는 문제점이 발생한다. 이에 추후연구에서는 모서리와 꼭지점의 데이터를 포함한 건축물 실내의 포인트 클라우드를 대상으로 실험을 진행하고자 한다.

## Acknowledgement

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R1816093).

## 참 고 문 헌

1. Yang, Y., Li, H., Yang, J., & Zhong, D., Structured Down-Sampling and Registration Method for 3D Point Cloud of Indoor Scene. In 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), pp.1596~1601, IEEE, 2019.10
2. Lin, Y. J., Benziger, R. R., & Habib, A., Planar-based adaptive down-sampling of point clouds. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.82, No.12, pp.955~966, 2016
3. Lv, Z., Zheng, J., & Liu, Y., Indoor robot 3D scene reconstruction optimization using planar features. In Eighth International Conference on Digital Image Processing (ICDIP 2016) (Vol. 10033, p. 100335V). International Society for Optics and Photonics, 2016. 8
4. Yue, W., Lu, J., Zhou, W., & Miao, Y., A new plane segmentation method of point cloud based on mean shift and RANSAC. In 2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC) (pp.1658~1663). IEEE, 2018.6