

착수 보고서



전기컴퓨터공학부 정보컴퓨터공학전공

201646104 기태욱

201733111 서준오

201924549 이해성

팀명 : 점쟁이들

과제명 : 포인트 클라우드를 이용한 3D 공간 생성/복원

지도교수 : 이 명 호

목차

1. 과제 배경 및 목표

1.1 과제배경

1.2 과제 목표

2. 기존 사항 분석

3. 제한사항

3.1 제약사항

3.2 대책

4. 설계 문서

4.1 개발 환경

4.2 목표 기능

4.3 시스템 구성

5. 개발 일정 및 분담

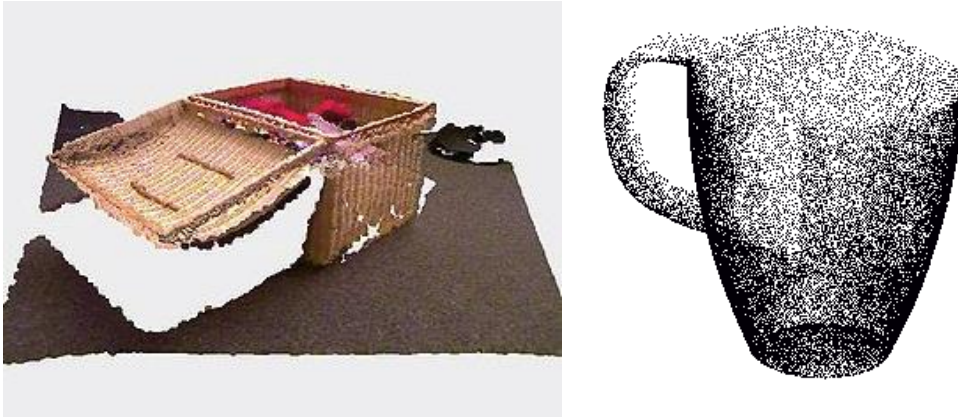
5.1 개발일정

5.2 역할 분담

1. 과제 배경 및 목표

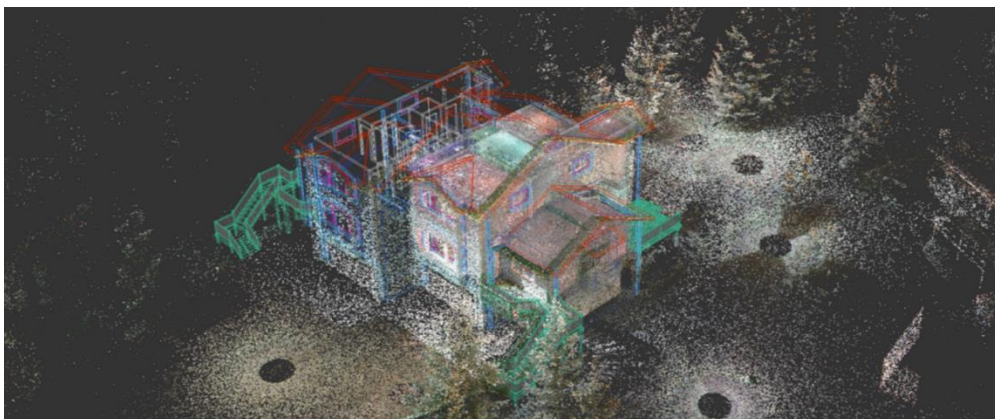
1.1 과제배경

PointCloud란 Lidar 센서, RGB-D센서 등으로 수집되는 3차원 공간상에 퍼져 있는 여러 포인트(Point)의 집합(set cloud)를 의미한다. 센서들은 물체에 빛/신호를 보내서 돌아오는 시간을 기록하여 각 빛/신호 당 거리 정보를 계산하고, 하나의 포인트(점)를 생성한다. 그렇게 수집된 데이터는 각각 아래 그림과 같이 나타내어진다.



<그림1> - LiDAR센서로 수집된 Point Cloud(좌), RGB-D센서로 수집된 Point Cloud(우)

<그림1>과 같이 측정 장비에서 얻어진 PointCloud는 제조 부품, 계측/품질 검사 및 시각화, 애니메이션, 렌더링 및 3D CAD 모델을 만드는 등 다양한 목적으로 사용된다. 특히 LiDAR 센서를 사용하는 자율주행과, 건축물의 3차원 가상 건설 환경 데이터인 BIM(Building Information Modeling)에서 그 활용이 두각 되고 있다.



<그림2> - Point cloud to BIM(Building Information Modeling)

1.2 과제 목표

일반적으로 PointCloud는 직접 사용할 수 없다. 그래서, 대개 다각형 메쉬 또는 삼각형 메쉬 모델, NURBS 표면 모델, CAD 모델로 변환해야 한다. 본 졸업 과제에서는 한 가구의 실내 3차원 PointCloud 데이터에서 천장, 벽, 바닥을 탐색하여 메쉬로 변환하는 작업을 진행한다. 그리고 실내의 작은 물체, 노이즈 등 복원이 필요 없는 물체들을 검출하여 제거하고 제거된 영역을 다시 채우는 방법을 연구는 데에 목표를 둔다.

2. 기존 사항 분석

PointCloud의 각 점은 3 개의 위치 정보를 가지고 있으며 이 점들이 모여 하나의 형태를 형성하게 된다. PointCloud는 3차원 데이터 형태 중 가장 원본 센서 데이터와 부합한다는 특성을 가지고 있으며, 3개의 축성만을 지닌 점들의 집합이기 때문에 효율적인 저장 공간 사용을 가능하게 하며 재질이나 색과 같은 객체가 지닌 특징을 부분 단위로 추가하기 쉽다는 장점을 가지고 있다. 또, PointCloud는 아래와 같은 특징을 가진다.

1) 순서가 존재하지 않음

PointCloud 데이터는 이미지와 같은 픽셀 배열과 다르게 세 개의 축에 대한 위치만을 포함하기 때문에 순서가 존재하지 않는다.

2) 각 점들의 관계

PointCloud 상에 있는 점들은 격리(isolate) 된 상태가 아닌 서로 간의 측정 가능한 거리를 지닌 이웃들을 구성하며 존재한다. 이는 이웃들과의 관계를 학습 과정에서 로컬 구조를 파악하는 과정에서 유의미하게 활용할 수 있음을 의미한다.

3) 변환에 강한 특징

회전과 같은 변환을 하였을 때 이웃 점과의 거리나 전체적인 구조가 변경되는 것이 아니기 때문에 PointCloud가 지닌 구조적인 특징을 그대로 보존할 수 있다. 정리하면 PointCloud는 3D 센서와 같은 3차원 데이터 생성 과정에서 가장 낮은 단계(low level)의 원본과 유사한 데이터를 제공해 준다. 각 점은 각 축에서 점의 위치를 표현하는 3개의 수치로 표현되며 추가로 속성을 부여할 수 있다. 각 점들의 관계가 거리 측정이 가능한 형태로 존재하며 변환에 강하나 순서가 존재하지 않는다.

3. 제한사항

3.1 제약사항

3.1.1 작은 물체와 노이즈 구분의 어려움

PointCloud 데이터를 측정할 때, 작은 물체가 놓여져 있는 경우 이를 수집된 PointCloud 데이터에서 물체의 노이즈와 구분하는 것이 어렵기 때문에 노이즈와 물체를 구분하는 알고리즘이 필요하다.

3.1.2 노이즈가 제거된 PointCloud 데이터의 빈공간

어떤 PointCloud 데이터들을 노이즈로 판별하고 제거했다면 그 데이터가 차지하고 있던 공간은 구멍이 생기게 된다. 만약 가구의 일부를 노이즈로 판별하고 지워버렸다면, mesh로 만들었을 때 가구의 원래 형태와는 달라지게 될 것이다. 때문에 해당 빈 공간을 메우는 방법이나, 형태가 일그러진 가구의 데이터를 완전히 지우는 알고리즘이 필요하다.

3.2 대책

3.2.1 DBSCAN을 통한 물체의 분류

수집된 PointCloud 데이터에서 유사한 성질을 가진 PointCloud 데이터들을 DBSCAN 알고리즘을 통해 구분하여 벽과 천장, 바닥, 가구 등을 구분 해 볼 것이다.

3.2.2 노이즈가 제거된 빈 공간 복구

노이즈가 제거 된 경우, 물체의 원래 형태가 훼손되어 원래의 형태로 복구하는 과정에서 문제가 생길 수 있다. 때문에 RANSAC 알고리즘을 통한 Shape detection을 사용하여 복구를 해 볼 것이다.

가구 PointCloud 데이터의 경우에는, Shape detection을 사용하거나, 아예 해당 가구 데이터를 완전히 지운 뒤 Unity3D엔진의 3D 가구 asset을 배치하는 식으로 노이즈가 제거된 공간을 복구해 볼 것이다.

4. 설계 문서

4.1 개발 환경

PointCloud 데이터는 수 많은 좌표와 normal을 값으로 가지고 있다. 이를 다루기 위해 numpy, open3D와 같은 라이브러리를 사용하기 위해 python을 사용할 것이다. Anaconda는 python, R언어의 패키지 관리를 쉽게 수행하는 오픈 소스 배포판이다. Conda를 통해 가상환경을 사용하기 위해 이를 선택하였다.

Open3D 라이브러리는 3차원 데이터를 다루며 Python, C++을 지원하며 오픈소스로 열려 있다. 이 라이브러리는 Mesh, Polygon, PointCloud와 같은 3차원 자료구조와 각종 가공 및 시각화 기능을 제공한다. 이번 과제에서 PointCloud에 대한 편집을 수행하기 위해 해당 라이브러리를 사용하게 되었다.

Unity 엔진은 C#언어를 지원하는 게임 개발환경이자 3D 시각화 콘텐츠를 제작하는 통합 제작 프로그램이다. 이 엔진은 프로젝트 내에서 사용가능한 3D 모델, 오디오 파일, 이미지 등을 제공하는 Unity Asset을 다운로드하는 스토어를 지원한다는 특징이 있다. 이번 과제에서는 PointCloud 데이터의 시각화하기 위해 사용할 것이다.

4.2 목표 기능

4.2.1 사물 및 공간 분류

주어진 실내 공간 PointCloud 데이터에서 open3D 라이브러리의 RANSAC을 사용한 plane 검출, DBSCAN등을 활용하여 벽, 바닥, 천장, 사물을 분류하여 작은 PointCloud 데이터로 표현하고자 한다.

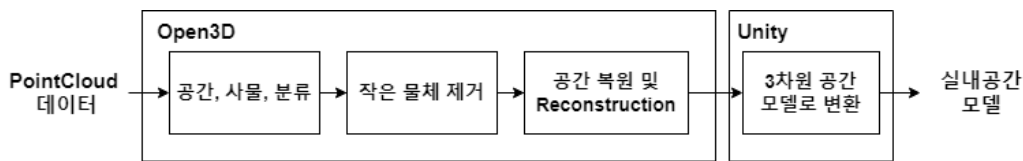
4.2.2 작은 사물 제거

나누어진 사물을 나타내는 PointCloud 데이터 중, 특정 크기 이하의 사물을 데이터에서 제거하는 기능을 구현하고자 한다.

4.2.3 Reconstruction

작은 사물이 제거된 PointCloud 데이터를 mesh화 하여 Unity를 사용해 표현한다. 추가로, 사물이 제거됨에 따라 발생하는 공백을 mesh로 복원하거나 해당 사물과 유사한 Unity Asset로 대체하는 방법을 구현하고자 한다.

4.3 시스템 구성



<그림3> - PointCloud 데이터를 가공하는 과정을 간략히 나타낸 흐름도

구현하고자 하는 시스템은 <그림3>와 같이 구성될 것이다. PointCloud 데이터를 받아 Open3D 및 3차원 데이터 처리 관련 라이브러리, 기술을 통해 공간, 사물을 분류한다. 다음, 작은 물체를 제거하고 빈 공간을 복원한 뒤 데이터를 mesh로 Reconstruction 한다. 이 과정을 통해 얻은 mesh 데이터를 Unity 엔진을 통해 3차원 공간 모델로 변환하여 실내공간 모델을 생성할 것이다.

5. 개발 일정 및 분담

5.1 개발일정

5월			6월				7월				8월				9월			
2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Point cloud 관련 스터디																		
			벽, 천장, 바닥, 사물 구별 기능 구현															
							사물 제거 기준 설정											
								중간보고서										
										사물 제거 구현								
											제거된 영역 메쉬화 연구							
																최종보고서		
																		발표

5.2 역할 분담

이름	역할 분담
기태욱	사물 검출 및 분류 크기값 설정 면과 사물 분리 및 바운딩
서준오	사물을 제거하는 기준 설정 벽, 천장, 면 매쉬화
이해성	사물을 제거하고 남은 영역 복원 모델 테스트 및 성능 평가