

# 잡음이 있는 3차원 점군 정보에서의 밸브 모형 추출

오기원\*, 최강선\*

\*한국기술교육대학교 창의융합공학협동과정

e-mail:o6789@koreatech.ac.kr, ks.choi.koreatech.ac.kr

## Valve Model Extraction from Noisy 3-D Point Cloud Data

Ki-Won Oh\*, Kang-Sun Choi\*

\*Interdisciplinary Program in Creative Engineering, KOREATECH

### 요 약

Laser Range Finder를 이용하여 생성한 3차원 점군 정보는 단면적인 부분만 볼 수 있으며, 잡음이 포함되어 작은 물체를 추출하는데 많은 영향이 생긴다. 이러한 잡음이 있는 3차원 점군 정보 사이에서 밸브의 중심의 위치에 대한 추가적인 입력을 받아 원환체, 원통, 평면의 정보를 복합적으로 포함하고 있는 밸브의 모델을 추출한다.

### 1. 서론

Laser Range Finder(LRF)는 레이저를 반사시켜 되돌아오는 시간을 측정해 깊이 정보로 바꾸는 장치로, 이를 이용해 3차원 점군 정보를 생성할 수 있다. 물체의 전체적인 표면에 대한 점군 정보가 있으면 물체를 추출할 수 있다. [1]은 물체 표면의 모든 점군 정보를 이용하여 구, 원통 등의 기본적인 도형을 추출했다. 그러나 LRF는 물체의 표면에 닿아 되돌아오는 레이저의 정보를 이용하기 때문에 수집한 정보는 LRF를 정면으로 보고 있는 면에 대한 정보만 얻을 수 있다. 다시 말해서, 물체의 뒷면이나, 다른 물체에 의해 가려진 부분에 대한 정보는 얻을 수 없다. 또한 이상적인 하드웨어가 아니기 때문에 수집하는 정보에 잡음이 섞이기 마련이다. 이는 작은 물체를 추출하는데 더욱 많은 영향을 끼치며, 본 논문에서 다루어 질 밸브는 작은 물체이기 때문에 정보 수집 시 많은 잡음이 포함된다. (그림 1)의 (a)를 보면 손잡이는 원환체로 되어있지만, 이를 점군 정보로 바꿔서 확대하여 보면 (그림 1)의 (d)처럼 손잡이의 앞면에만 점이 있으며, 약간의 잡음도 보인다.

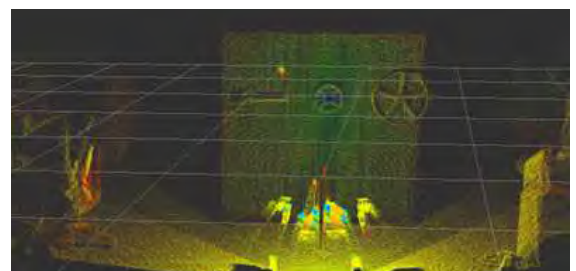
정보 수집 시 잡음이 많은 경우에는 모델을 찾기가 쉽지 않다. 밸브의 손잡이에 해당하는 원환체는 원을 겹치지 않는 직선을 축으로 회전하였을 때 나오는 도넛 모양의 물체로, 접평면이 회전축과 수직인 부분을 제외한 모든 점에서 접평면에 수직인 선을 그으면 모든 선이 원환체의 회전축을 지나는 특성을 지니고 있어 [2]는 이 특성을 이용해 4개의 점과 그의 접평면에 수직인 벡터로 원환체를 추출했다. 하지만 잡음이 섞인 정보는 잡음 때문에 원환체의 매끄러운 표면을 얻어내기 힘들며 접평면에 수직인 선이 원환체의 회전축을 지나기가 힘들어서 앞서 말한 원환체의 특성을 이용한 추출은 할 수 없게 된다.

### 2. 잡음이 있는 데이터로부터의 밸브 추출

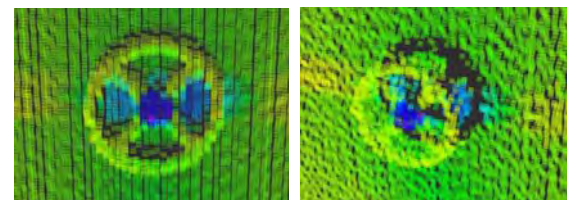
잡음이 심하게 섞여있는 경우에 자동으로 밸브를 찾는 것은 매우 어렵기 때문에 밸브의 중심의 위치에 대한 추가적인 정보를 받기로 한다. 그렇다면 입력받은 위치를 중심으로 손잡이, Rib, 중심 회전축이 존재한다. 또한 손잡이는 원환체, Rib는 원통형, 중심 평면은 평면으로 이루어져 있다고 가정한다.



(a)



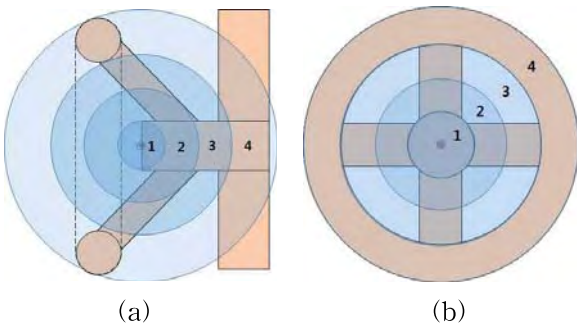
(b)



(c)

(d)

(그림 1) 실험 환경. (a) 밸브에 해당하는 카메라 사진, (b) 밸브가 있는 환경을 찍은 점군 정보, (c) (b)에서 밸브를 확대한 정보, (d) (c)에서 각도를 약간 틀어서 본 정보



(그림 2) 점 밀도의 히스토그램을 그리기 위한 거리 영역, (a) 밸브의 측면, (b) 밸브의 정면

우선, 손잡이를 추출하기 위하여 입력받은 위치로부터 거리별 점의 밀도에 대한 히스토그램을 그린다. 점의 밀도는 영역 내에 많은 점이 있는 곳이 높으며, 손잡이의 경우 중심축을 기준으로 원을 회전시킨 모양이기 때문에 모든 점이 같은 범위 내에 존재한다. (그림 2)를 보면 손잡이가 4번 영역에 모두 포함되어 밀도가 높은 것을 알 수 있다.

하지만, 3차원 영역에서 거리를 계산하기 때문에 (그림 2)의 (a)처럼 손잡이뿐만 아니라 밸브가 있는 벽면도 포함되기 때문에 이를 제거하는 것이 필요하다. 이는 점들의 공분산을 이용해 평면을 생성하여 제거할 수 있다. 벽면에 해당하는 점의 수는 손잡이에 해당하는 점에 비해서 적기 때문에 대표 벡터를 구해 대표 값이 가장 작은 부분의 벡터를 이용하여 평면을 생성하면 이는 손잡이에 가깝고 벽면과는 거리가 먼 평면이 생성된다. 생성된 평면은 벽면의 점도 포함하여 생성했기 때문에, 평면에 가까운 점들을 모아 평면을 재 생성한다.

공분산을 이용하여 계산한 대표 벡터를 이용하여 원환체의 중심점 및 방향을 설정했다면, 원환체의 큰 반지름과 작은 반지름도 계산해야 한다. 원환체를 중심축을 포함하는 평면으로 자르면 작은 원이 2개가 나타난다는 성질을 이용해서, 원환체에 속하는 점들에 대해 중심축을 포함하는 평면으로 나눈 후, 나뉜 2개의 영역간의 거리 및 영역 내의 평균 거리를 계산하여 큰 반지름 및 작은 반지름을 계산한다.

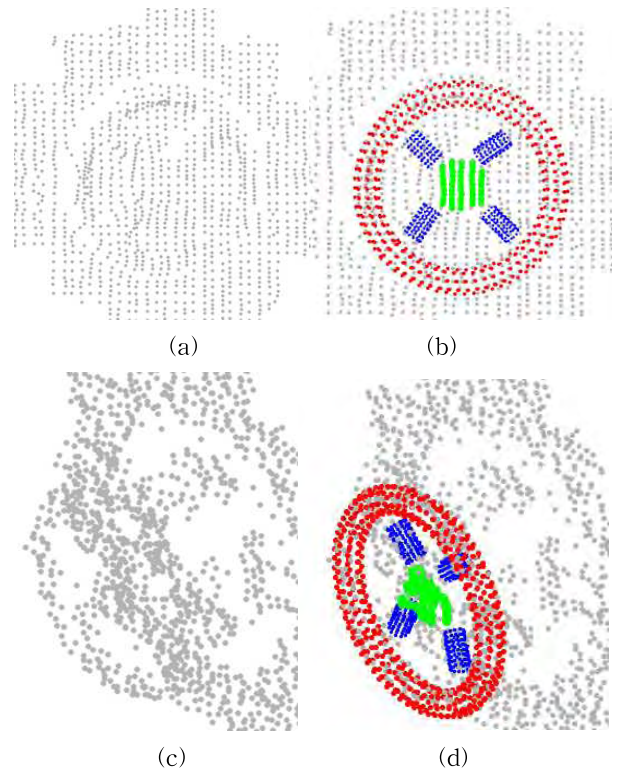
위에서 계산한 일정 범위의 점에 대한 밀도를 봤을 때, 손잡이에 해당하는 부분도 높지만, 또한 중심 평면에 해당하는 범위의 밀도도 높다. 그러므로 중심에서 가장 가까우면서도 높은 밀도를 갖는 부분을 밸브의 중심 평면으로 찾을 수 있다.

마지막으로, 밸브의 중심과 핸들을 이어주는 Rib는 핸들과 평면 사이에 존재하며, Rib가 없는 부분은 빈 공간이기 때문에, Rib의 점 밀도는 높지만, Rib의 사이는 점이 존재하지 않는다. 그러므로 밸브의 중심과 핸들의 사이에 해당하는 점들을 추출한 후 클러스터링 알고리즘을 적용하면 Rib의 개수를 얻을 수 있다. 또한 각 Rib의 위치와 방향을 추출하기 위해 밸브의 중심과 핸들 사이에 서로 다른 거리의 두 영역을 찾아 같은 Rib에 속해있는 영역의 점을

이용해서 방향을 찾는다.

### 3. 실험 결과 및 결론

(그림 3)은 기존의 점군 정보에 추출한 밸브의 파라미터를 이용하여 밸브의 모델을 그린 것이다.[2] 밸브가 원래 있어야 할 위치에 거의 비슷하게 나왔으며, 실측한 밸브의 작은 반지름과 큰 반지름과 거의 유사하게 나왔다. 하지만 밸브의 중심에 대한 추가적인 입력이 있었기 때문에 완전한 인공지능보다 원격으로 조종하는 시스템에서 사용할 수 있다.



(그림 3) 실험 결과. (a) 밸브 주변의 점군 정보, (b) 밸브의 모델을 추출해낸 사진, (c) (a)를 측면에서 본 사진, (d) (b)를 측면에서 본 사진

### 참고문헌

[1] J. Liu, Z.-k. Wu, "An adaptive approach for primitive shape extraction from point clouds", Optik, May. 2014.  
 [2] D. Marshall, G. Lukacs and R. Martin, "Robust Segmentation of Primitives from Range Data in the Presence of Geometric Degeneracy", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. March. 2001.  
 [3] R. Schnabel "Efficient Point-Cloud Processing with Primitive Shapes" Dissertation, Universitat Bonn, Dec. 2010.