

칼라영상을 이용한 3차원 점군데이터 윤곽선 자동 검출

김남운*, 노이주*, 정희석*, 정중연**, 정경훈*, 강동욱*, 김기두*
 국민대학교 전자공학부*, (주)이오시스템**

Automatic Boundary Detection from 3D Cloud Points Using Color Image

Nam-Woon Kim*, Yi-Ju Roh*, Hee-Seok Jeong*, Joog-Yeun Jeong**,
 Kyeong-Hoon Jung*, Dong-Wook Kang*, Ki-Doo Kim*

Dept. Electronics Engineering, Kookmin University*, Eosystem Company Ltd**

Abstract - 본 논문은 텍스처된 3차원 점군데이터를 효율적으로 모델링 하는 방법을 제안한다. 지상라이다로부터 획득한 3차원 점군데이터는 많은 노이즈를 가지고 있으며 이로 인해 자동적인 모델링이 어렵다. 3차원 모델링에 있어서 메쉬를 생성해야 3차원 렌더링이 가능하지만 3차원 메쉬 생성은 노이즈에 취약하기 때문에 디자이너들이 수작업으로 노이즈를 제거해야만 한다. 하지만 노이즈 자체가 지상 라이다로부터 들어온 데이터이기 때문에 자동적인 노이즈 제거가 어렵다.
 본 논문에서는 텍스처된 지상 라이다 데이터로부터 칼라 영상의 정보를 이용한 윤곽선 정보 검출 방법을 제안한다. 대부분의 건물과 같은 구조물에서 최 외곽은 같은 색의 정보를 가지고 있다. 최 외곽 칼라의 정보를 이용하여 칼라 정보의 변화를 제한하고, 유사 칼라 정보를 가지고 있는 픽셀만 얻어냄으로써 최외곽 정보를 얻어낸다. 칼라 이미지를 이용한 필터링된 점군데이터는 xy, xz, yz 각각의 평면에서 윤곽선 데이터를 가지며, 이는 구조물에 대한 모델링의 속도를 빠르게 해준다.

1. 서 론

3차원 레이저 스캐닝 센서 기술의 발달로 실제 공간상에 존재하는 다양한 물체의 기하학적 정보를 쉽게 취득할 수 있다. 레이저 스캐닝은 매우 정확한 3차원 영상 정보를 제공하며, 제공된 점군데이터를 처리함으로써 실제와 같은 세계를 구현할 수 있게 된다. 또한 3차원 지리 정보 체계를 구현하는 연구가 활발히 진행 중이며 3차원 도시 모델링에서 지상 라이다는 중요한 역할을 하고 있다.

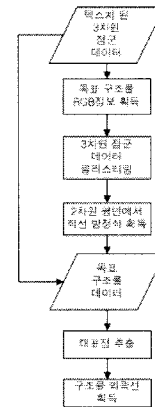
지상 라이다는 지상 기반 능동적 3차원 모델링 기법으로서 라이다의 위치를 바꾸어 가면서 여러 방향에서 거리 영상을 얻고 이를 3차원 공간상에서 정합함으로써 전역적인 3차원 모델을 얻는 방법이다. 라이다 데이터는 고도, 반사강도 등의 정보를 포함하는 점군데이터로서 건물, 수목, 기타 여러 구조물의 정보를 가진다. 스캐닝 되는 모든 정보를 가지는 지상라이다 데이터의 신뢰도는 높지만 특정 구조물의 모델링을 원할 경우 주변 건물, 수목 등의 여러 정보는 모델링에 있어서 자동적 알고리즘 구현을 어렵게 하고 이는 모델링 전 노이즈를 제거하는 필터링을 필요하게 한다. 3차원 데이터를 필터링하기 위한 대표적인 방법으로는 Morphological filtering, Local Maxima filtering 등이 있다. Morphological filtering은 필터의 크기가 대상체의 크기보다 커야 하기 때문에 대상체에 따라 필터의 크기를 조절해야 하는 단점이 있으며, Local Maxima filtering은 경사도가 큰 곳에서 적용하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 텍스처된 3차원 점군데이터에서 R,G,B 정보를 이용한 필터링 기법으로 목표 구조물의 외곽선 데이터를 얻는 방법을 제안한다. 본 논문의 데이터 처리 과정은 그림 1과 같다.

2. 목표 데이터의 필터링

2.1 칼라 정보를 이용한 데이터 클러스터링 파라미터

본 논문에서는 먼저 3차원 점군 데이터에서 필터링에 이용 될 파라미터를 2차원 이미지로부터 얻어 낸다. 2차원 이미지에서 목표 구조물의 외곽에 위치한 칼라 정보를 얻어내고 R,G,B 값을 기준 값으로 정하고 다른 픽셀의 R,G,B 값과의 유클리드 거리(Edis)를 구한다. 그림 2는 원영상이며 다리의 데이터가 목표 구조물이다. 원 영상에서 목표 구조물의 영상 정보만 남을 수 있는 Edis 값을 구하여 그 값을 제한 파라미터로 한다. 목표 구조물의 R,G,B 기준값은 각 <127,185,145>이며 그림3과 4는 각 제한 파라미터가 50, 20 으로 적용된 영상이다. 제한 파라미터는 텍스처된 3차원 데이터의 필터링 파라미터로 이용된다. 유클리디안 거리 식은 다음과 같다.

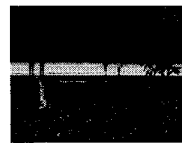
$$E_{dis} = \sqrt{(Rr - Rx)^2 + (Gr - Gx)^2 + (Br - Bx)^2} \quad (1)$$



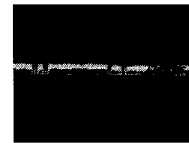
<그림 1> 외곽선 추출 과정도



<그림 2> 원영상



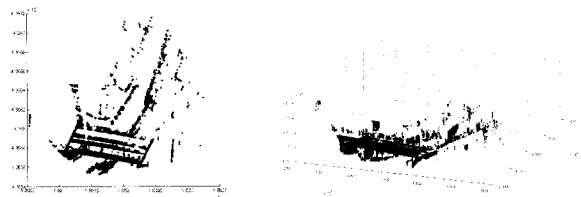
<그림 3> 50



<그림 4> 20

2.2 3차원 데이터 클러스터링

그림 5는 실험에 사용된 필드데이터이며, 정합과 텍스처가 완료된 데이터를 나타낸다. 데이터는 x,y,z 좌표와 반사강도, R,G,B 정보를 가지고 있으며, 해상도는 30점/m²이다. 그림 6은 3차원 데이터 획득과 동시에 얻어진 각각의 칼라영상을 파노라마 영상으로 정합한 것이다. 그림 7은 그림 4에 적용된 파라미터를 이용하여 클러스터링 한 결과이다. 그림 6에서 나타난 하늘색 영역은 3차원 데이터에서 값을 갖지 않기 때문에 하늘영역에 대한 클러스터링의 고려가 필요 없다.



<그림 5> 실험에 사용된 필드데이터

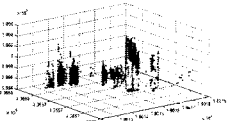


〈그림 6〉 파노라마 영상



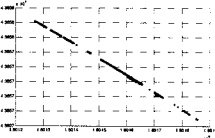
〈그림 7〉클러스터링 된 파노라마 영상

하지만 그림 7에서 나무는 거의 제거되었지만 필드데이터를 클러스터링 한 결과에서는 나무의 3차원 데이터가 남았다. RGB값이 다리의 RGB값으로 텍스처 되었기 때문이다. 그래서 RGB정보를 이용해 필터링으로 제거되지 않은 수목의 제거하고자 RGB 기준값 획득 시에 얻은 반사강도 데이터를 이용하여 수목과 구조물간의 클러스터링을 하였다. 이때 발생한 3차원 데이터의 손실은 그림 8과 같이 구조물을 알아 볼 수 없을 정도로 크다. 따라서 정확한 필터링을 위한 마스크를 클러스터링 한 데이터를 이용하여 얻어낸다.

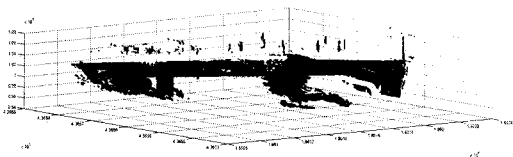


〈그림 8〉 클러스터링 된 3차원 데이터

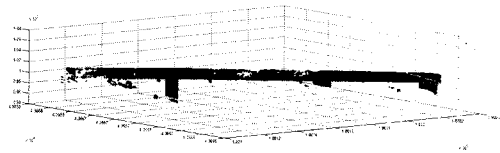
2.2 직선 방정식을 이용한 3차원 데이터 필터링



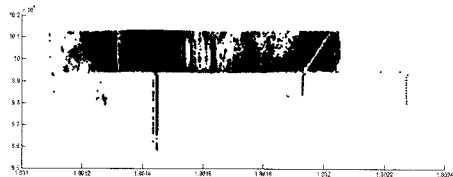
〈그림9〉 클러스터링 된 데이터의 xy좌표 값



〈그림 10〉 필터링 전 데이터



〈그림 11〉 필터링 후 데이터



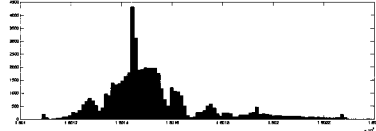
〈그림 12〉 직선을 이용한 필터링 후 데이터의 x,z좌표 값

필드데이터의 마스크는 구조물의 윤곽선은 직선을 이루고 있다는 가정을 하고 필터링 된 데이터를 x,y평면에서 표현한 후 직선방정식을 만든다. 새로이 얻은 직선 방정식을 이용, 〈그림5〉에서 보인 필드데이터에서 직선과 필드데이터의 거리가 일정 폭 안에 들어 온 데이터만을 획득한다. 필드데이터가 가지고 있는 좌표계는 10-4m 단위이며 본 논문에서는 제한 값을 10-3m로 하였다.

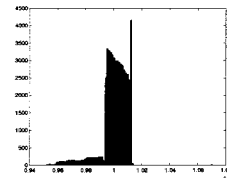
3. 필터링 된 데이터의 외곽선 추출

3.1 데이터의 대표점 추출과 외곽선 획득

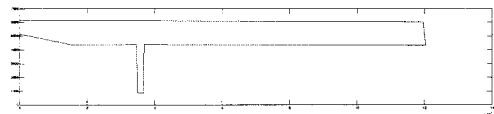
좌표 데이터 히스토그램의 변화가 큰 곳의 좌표는 구조물 데이터의 외곽 정보를 나타낸다는 가정을 하였다. 외곽선의 대표점을 추출하기 위하여 x,z좌표계에서의 분포를 계산 하였고 분포의 변화가 큰 지점에서 최대, 최소 좌표 값을 얻었다. 본 실험에서 획득한 좌표는 9개이다. 그림 13과 14는 각 x,z좌표계의 히스토그램이며 그림 15는 9개의 대표점으로 그려진 외곽선이다. 외곽선의 좌표계는 각 좌표를 각 좌표계에서 최소값을 뺀 후 표현 하였다.



〈그림 13〉 x좌표 히스토그램



〈그림 14〉 z좌표 히스토그램



〈그림 15〉 최종 획득한 외곽선

4. 결 론

본 연구에서는 칼라영상 정보와 반사강도를 이용하여 3차원 점군 데이터의 필터링기법을 통한 외곽선 추출 알고리즘을 제안하였다. 하지만 정확한 결과를 얻기 위해서는 3차원 데이터의 정확한 텍스처 과정이 필요하며, 사용자가 원하는 목표 구조물의 데이터에 대한 정보가 있어야 한다. 또한 다양한 색상을 가진 구조물에서 칼라 정보를 이용한 필터링과 복잡한 구조를 가진 건물에 대한 연구가 필요하다. 추후 연구에서는 앞서 언급한 연구와 더불어 이번 연구에 사용 한 각 파라미터 획득을 적용적으로 할 수 있는 알고리즘을 연구 할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업-저능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(과제번호07국토정보C02-2-2-03)에 의해 수행되었습니다.

[참고문헌]

- [1] 이인수, "지상라이다를 이용한 건축물의 3차원 경계 추출", The Journal of GIS Association of Korea Vol.15, No.1, pp.53~65, 2007
- [2] 류주연, 진성일, "영상의 채도 정보를 이용한 하늘 영역의 선포도 향상", 제 20회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, pp. 56, 2008.
- [3] 이정호,유기운, "LIDAR 데이터를 이용한 DEM 생성 기법에 관한 연구", 한국공간정보시스템학회 학술회의 논문집, pp.125~131, 2004.
- [4] 박정환, 손홍규, "컬러영상의 경계정보와 색상정보를 활용한 동일건물인식", 대한토목학회논문집, 26권, 3D호, pp.519~525, 2006
- [5] 안현식, "GIS와 실영상을 이용한 지리 모델링 시스템", 한국GIS학회지 제12권 제2호, 2004.
- [6] Andrew Johnson, Andrew Johnson, Sing Bing Kang, Sing Bing Kang, "Registration and integration of textured 3-d data" Image and Vision Computing 17, 135 - 147, 1999.