Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography 2007 / Cheju / Korea

라이다 포인트 클라우드에서 수목 및 건물의 외부 수직벽 포인트의 인식과 제거에 관한 연구

A study on detecting trees and discriminating vertical building wall points from LIDAR point cloud

한수희[1]·이정호[2]·유기윤[3]·김용일[4]
Han, Soo Hee·Lee, Jeong Ho·Yu, Kiun·Kim, Yongil

[1] 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정(scivile2@snu.ac.kr)
[2] 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정(ilome79@snu.ac.kr)
[3] 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 부교수(kiyun@snu.ac.kr)
[4] 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 정교수(yik@snu.ac.kr)

Abstract

In this study, we proposed a way to detect trees using virtual grid and to discriminate vertical wall points from building tops based on effective segmentation of LIDAR point cloud utilizing scan line characteristics. Trees were detected by their surface roughness value calculated based on virtual grid and vertical building wall points were discriminated from building tops with one dimensional filtering of scan line during segmenting point cloud. In results, we could distinguish trees from buildings and bind virtical wall points to prevent them from faltly acting on point segmentation process.

1. 서 론

최근 항공레이저 측량자료를 이용한 도심 지역의 3차원 모델링에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일반적으로 도심 지역의 모델링 대상은 건물과 지면 및 일부 인공 구조물 등이나, 항공레이저 측량자료에는 수목 등의 자연물이 포함되어 있으며 건물의 수직벽과 같이 불필요하거나 오차 요인이 되는 포인트들이 포함되어 있다. 따라서 본 연구에서는 건물 위주의 도심 지역 3차원 모델링을 위하여 수목을 인식하고 건물의 수직벽 포인트를 제거하고자 하였다. 이를 위하여 선행 연구인 "스캔라인을 이용한 LIDAR 포인트 cloud의 효율적인 분리"를 기반으로, 분리의 결과로 얻어지는 각 개체의 포인트 군집에 대하여 표면 거칠기를 산출하여 수목을 건물과 구분하였으며 스캔라인의 1차원 필터링을 통하여 건물의 수직벽 포인트를 지면이나 건물 지붕으로부터 고립시켜 제거하였다. 본 논문은 포인트 군집의 표면 거칠기 산출 방식과 적용 사례, 건물의 수직벽 포인트 구분 방식 및 적용 사례, 결론 등으로 구성되었다.

2. 수목의 인식과 제거

수목의 제거는 크게 두 가지 과정으로 구성된다. 첫 번째 과정으로, 일반적으로 개별 수목은 건물에 비해 수평 면적이 작다는 특성을 이용하여 분리된 포인트 군집 중 일정 수 이하의 포인트를 포함하는 군소 군집을 제거한다. 물론 이 과정에서는 수목뿐만이 아니고 자동차와 소형 구조물, 기타 물체들도 함께 제거된다. 예를 들어, 1.5 point/㎡의 점밀도를 갖는 LIDAR 단일 스트립 포인트 자료의 경우 10개 이하의 포인트를 포함하는 군집은 약 6~7㎡의 면적을 차지하므로 추출하고자 하는 건물 구성 요소와 구분될 수 있다. 약 35,000개의 포인트를 분리하였을 경우 10개 이하의 포인트를 포함하는 군집이 전체 군집의 80%정도를 차지하였으며 포함된 총 포인트 수는 5%이하였다(표 1).

포함된 포인트 개수	포인트 군집 수	총 포인트 수
1~10	773	1661
11~	196	33979
합계	969	35640

표 1 분리된 포인트 군집에 포함된 포인트 수

두 번째 과정으로, 앞에서 제거되지 않는 비교적 큰 수목이나 수목 집단은 표면 거칠기를 이용하여 인식하고 제거하였다. 수목의 경우 가지나 나뭇잎 등으로 구성되어 상부 표면 고도가 일정치 않은 반면 건물 요소의 경우 표면 고도가 비교적 일정하다. 여기서 표면 거칠기는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Roughness = average(\Sigma|z_p(x,y) - f(x,y)|)$$

여기서, $z_p(x,y)$: 포인트 $p(x,y)$의 고도값, $f(x,y)$: 군집의 최소제곱 평면상 좌표 (x,y)의 고도값

그러나 경사진 지붕으로 구성된 건물 요소의 경우 수목과 마찬가지로 표면 거칠기가 크게 나올 수 있다. 따라서 본 연구에서는 가상격자과 moving window를 이용한 국소 표면 거칠기 평균을 이용하였으며(그림 1) 대상에 따른 그 값의 양상은 (그림 2)와 같다.

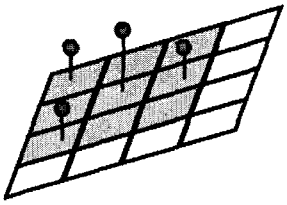

그림 1 가상격자

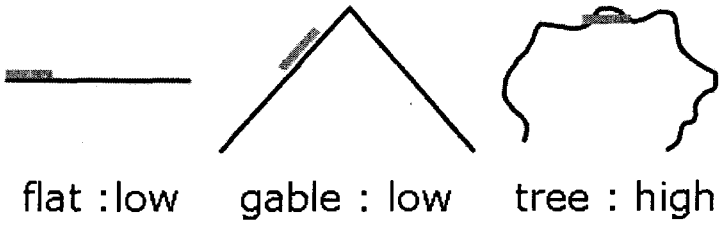

그림 2 대상별 국소 표면 거칠기 값 비교

$$Roughness = average(r(u,v))$$
$$r(u,v) = average(\Sigma|S(u,v) - z_{pt}|)$$

여기서, $r(u,v)$: 가상격자상 좌표 (u,v)의 국소 표면 거칠기, $S(u,v)$: 중심좌표 (u,v)에서의 n by n 가상격자 셀에 속한 포인트들의 최소제곱 평면 방정식, z_{pt} : 가상격자 (u,v)에 포함된 포인트의 고도값

실제로 일부 수목과 건물요소에 대하여 국소 표면 거칠기를 구한 결과는 보면 수목이 건물요소에 비해 큰 값을 나타냄을 알 수 있다(표 2). 적용된 moving window의 크기는 3 by 3이다.

군집 ID	표면거칠기	구분	군집 ID	표면거칠기	구분	군집 ID	표면거칠기	구분
297	0.455659	수목	525	0.25538	수목	209	0.094917	건물요소
239	0.382147	수목	621	0.241899	수목	202	0.093935	건물요소
166	0.376214	수목	530	0.23571	수목	234	0.079238	건물요소
715	0.37095	수목	272	0.204181	수목	325	0.071115	건물요소
107	0.336539	수목	524	0.197469	수목	353	0.068078	건물요소
691	0.289248	수목	517	0.111563	건물요소	491	0.06646	건물요소
350	0.287679	수목	489	0.109938	건물요소	377	0.053273	건물요소
620	0.276903	수목	540	0.106392	건물요소	359	0.052375	건물요소
571	0.267593	수목	190	0.105951	건물요소	291	0.051433	건물요소
388	0.266176	수목	232	0.103147	건물요소	200	0.040241	건물요소

표 2 수목과 건물요소의 국소 표면 거칠기 비교

3. 건물 수직벽 포인트의 제거

레이저 스캐너가 연직 방향으로부터 큰 각도를 이루며 측정할 때에 건물의 수직벽이 관측될 수 있으며 이러한 경우 취득된 수직벽 포인트는 건물의 지붕 경계를 모호하게 하고 건물의 분리를 어렵게 만드는 작용을 할 수 있다. 선행 연구의 포인트 분리 과정에서도 스트립의 가장자리 부분에서는 수직벽 포인트로 인해 지면과 건물의 지붕이 이어지는 형상이 발생하였다(그림 3). 즉, 건물과 지면의 분리를 위한 고도차이 임계치를 어느 수준 이하로 낮추게 되면 아파트와 같은 고층 건물의 경우에도 지면으로 인식되는 경우가 있었다. 이와 같이 오차 요인으로 작용하는 수직벽 포인트를 제거하기 위하여, 선행 연구의 포인트 분리 과정 중에 1차원 필터링을 추가하였다.

구체적으로, 스캔라인을 따라 입력되는 신규 포인트와 이전 포인트가 이루는 직선이 x-y 평면에 대하여 일정 각도 이상을 이루면 신규 포인트를 수직벽 포인트 후보로 삼고 강제로 새로운 군집에 할당한다. 이러한 수직벽 후보 포인트들은 지면이나 건물 포인트와 구분되어 소수의 포인트를 갖는 군집에 고립되며 결국 군소 군집 제거시에 함께 제거된다(그림 3).

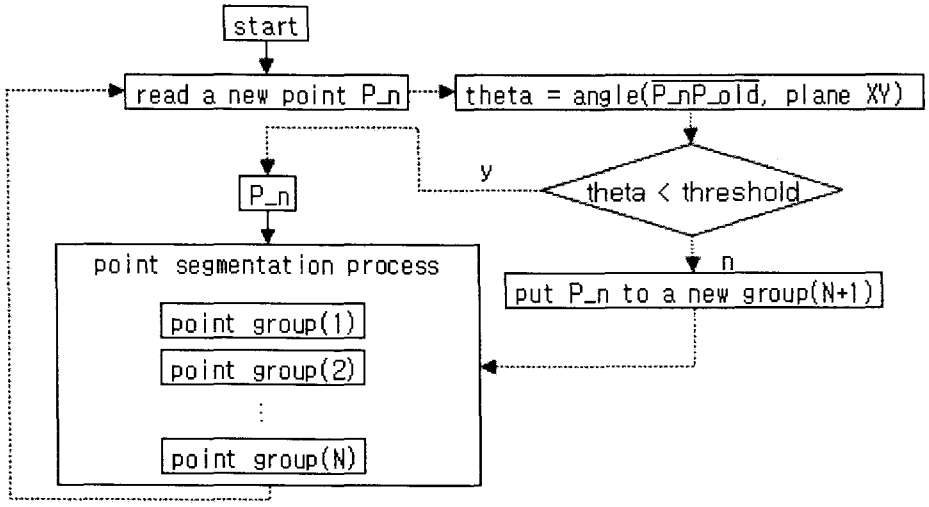

그림 3 수직벽 포인트 구분을 위한 포인트 분리 과정의 보완

실제로 (그림 3)에서 신규 포인트와 이전 포인트가 이루는 각도가 80도 이상인 경우 신규 포인트를 수직벽 포인트 후보로 삼아 새로운 군집에 할당하여 나머지 분리 과정을 수행하였을 때, 수직벽 포인트가 제거된 결과는 (그림 4)와 같다.

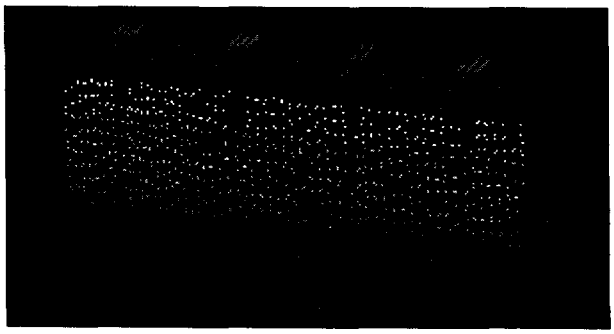

그림 4 수직벽 포인트로 연결된 건물과 지면

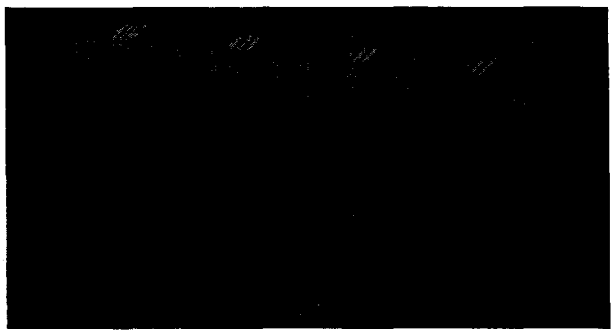

그림 5 수직벽 포인트가 제거된 건물

4. 결론

본 연구에서는 LIDAR 자료를 이용한 도심지 3차원 모델링시 불필요한 대상으로서 수목과 건물의 수직벽 포인트를 인식하고 제거하기 위한 방법을 제시하였다. 개별 수목은 건물에 비하여 수평 면적이 작으며 수목 집단의 경우에도 표면 거칠기가 일반적인 건물 지붕보다 그 값이 크다는 성질을 이용하여 인식할 수 있었다. 지면과 건물의 분리시 오차 요인으로 작용하는 건물의 수직벽 포인트도 항공 레이저 스캐너의 스캔라인에 1차원 필터링을 적용함으로써 구분해낼 수 있었다. 따라서 도심지 3차원 모델링에서 가장 중요한 구성요소인 건물의 정확한 추출을 위한 장애 요소를 제거하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한수희, 이정호, 유기윤, 2005, 항공레이저측량 자료의 스캔라인 특성을 활용한 건물 포인트 분리에 관한 연구, 한국지형공간정보학회논문집, 제 13권, 4호, pp. 33~38

2. 한수희, 이정호, 유기윤, 2006, ALS의 스캔라인 특성을 이용한 효율적인 포인트 클라우드의 분리, 공동춘계학술대회, 2006

3. Sithole, G., 2005. Segmentation and classification of airborne laser scanner data, Delft, Netherlands.