

Labeling과 RANSAC알고리즘을 이용한 Lidar 데이터의 필터링 Filtering of Lidar Data using Labeling and RANSAC Algorithm

이정호¹⁾ · 김용일²⁾

Lee, Jeong Ho · Kim, Yong Il

¹⁾ 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 박사과정(E-mail:ilome79@snu.ac.kr)

²⁾ 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부(E-mail:yik@snu.ac.kr)

Abstract

In filtering of urban lidar data, low outliers or opening underground areas may cause errors that some ground points are labelled as non-ground objects. To solve such a problem, this paper proposes an automated method which consists of RANSAC algorithm, one-dimensional labeling, and morphology filter. All processes are conducted along the lidar scan line profile for efficient computation. Lidar data over Dajeon, Korea is used and the final results are evaluated visually. It is shown that the proposed method is quite promising in urban dem generation.

▶ Keywords : LIDAR, Filtering, DEM, Labeling

1. 서 론

3차원 점 데이터로 구성되는 항공 LIDAR 데이터는 순수한 지면을 이루는 점과 건물, 수목, 자동차 등과 같은 개체를 나타내는 점이 공존하기 때문에 다양한 분야에 응용하기 위해서는 지면점과 비지면점을 분리하는 과정이 선행되어야 한다. DEM을 생성하기 위해서 원 데이터로부터 지면점만을 추출하는 과정을 필터링이라고 한다. Kilian et al.(1996)은 opening 연산을 통하여 건물, 수목 등을 제거하는 Morphological operation filtering 을 제안하였고, Vosselman (2000)은 점과 점 사이의 경사를 구하여 급격한 경사값을 갖는 점을 제거하는 Slope-based Filtering을 제안하였다. Axelsson (2000)은 효율성을 높이기 위하여 TIN 모델을 이용하였고, Han et. al.(2007)은 스캔라인 특성을 이용하여 효율적인 세그멘테이션 기법을 제안하였다. 한편 다양한 크기의 개체를 효과적으로 제거하기 위하여 Zhang et al.(2003)은 모폴로지 필터의 크기를 늘려가면서 반복적으로 적용하였고, 이정호 등(2005)은 모폴로지 필터와 높이값의 대체 기법을 사용하였다. 최연웅과 조기성(2005)은 경계검출 알고리즘을 적용하고 보간법을 적용하여 DEM을 제작하는 기법을 제안하였고, Shan 과 Sampath(2005)는 스캔라인을 따라 양방향으로 일차원 레이블링을 수행하고 선형회귀를 통해 도심지역의 DEM을 효율적으로 생성하는 방법을 연구하였다.

일반적으로 지면점과 비지면점의 구분을 위해서는 그 둘의 경계에서 표고값의 불연속적인 분포로 인하여 경사가 크다는 특징과 개체들은 그 주변에 자신보다 표고값이 더 낮은 지면점을 가진다는 특성을 이용한다. 따라서 낮은과대오차(low outlier)가 포함되어있거나 지하주차장입구와 같이 지면보다 낮은 표고값을 갖는 부분이 있을 경우 지면점이 과도하게 제거되는 오류가 발생할 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 Shan 과 Sampath (2005)

는 가능한 건물 최대 크기를 이용하여 연속된 비지면점 개수를 제한하였는데 이러한 방법은 건물의 최대크기에 대한 사전지식이 필요하며 함몰점 부근에 다른 함몰점이 있을 경우에는 적용하기가 어렵다. Masaharu 와 Ohtsubo (2002)는 지하터널입구가 포함된 복잡한 도심지역의 DEM을 생성하기 위하여 데이터를 일정크기의 패치로 분할한 후 평균과 표준편차와 같은 통계값을 이용하여 지하터널 입구를 탐지하였는데, 이 기법은 2차원의 패치와 버퍼를 기반으로 많은 반복 연산을 필요로 한다.

본 연구에서는 낮은과대오차나 지하주차장입구 등으로 인한 오류를 방지하기 위하여 RANSAC알고리즘을 이용하여 1차 지면점을 추출한 후, 인접 점들간의 비교 연산을 통한 레이블링 알고리즘과 1D 모폴로지 연산을 통해 최종 지면점을 추출하는 기법을 제안하였으며 효율적인 계산을 위해 모든 단계는 원데이터를 스캔라인 단위로 접근 및 처리하였다.

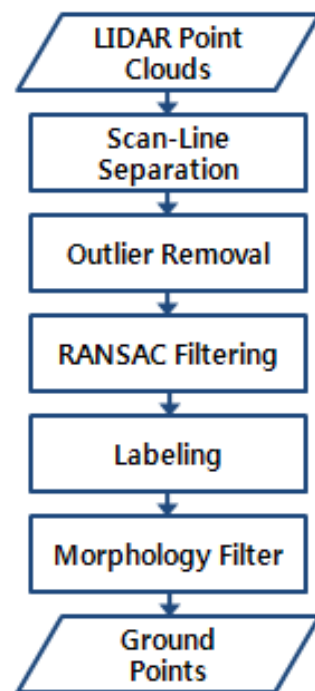
2. 연구방법

LIDAR 데이터는 스캐닝되는 순서대로 스캔라인을 따라서 획득 및 저장되므로 이를 이용하면 연산의 효율성을 높일 수 있고 원 데이터의 정확도를 보존할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 모든 처리과정이 스캔라인 단위로 이루어지므로 우선 원 데이터로부터 스캔라인 분리과정을 통해 스캔라인 단위로 데이터를 저장한다. 동일한 스트립 내에서 각각의 스캔라인은 평행하고 스캔라인이 변경되는 부분에서는 인접한 두 점을 연결한 방향벡터들이 180도에 가까운 각을 이루는 특성을 이용하여 스캔라인을 분리한다.

과대오차는 여러 가지 이유로 주변점들보다 지나치게 크거나 작은 높이값을 가지게 되며 일반적으로 1~2개의 점이 산개하여 분포하는 특징을 나타낸다. 따라서 동일한 스캔라인 상에 존재하는 일정 개수의 점들에 대한 통계치를 계산하면 과대오차를 제거할 수 있다. 지하차도나 지하주차장입구와 같은 부분들은 여러 점으로 구성되므로 과대오차로 인식되지 않기 때문에 별도 처리를 해주어야 한다.

RANSAC(RANdom SAMpling Consensus) 알고리즘은 아웃라이어에 포함된 데이터 셋으로부터 최적의 피팅 모델을 찾을 수 있는 반복적인 방법으로써, 어떤 데이터가 최적 모델에 의해 표현될 수 있는 인라이어와 모델을 만족시키지 않는 아웃라이어로 구성되어있다는 기본 가정을 바탕으로 한다. 본 연구에서는 각각의 스캔라인 상에 존재하는 점들에 대하여 지면예상점을 인라이어로 비지면점을 아웃라이어로 가정하고 RANSAC알고리즘을 적용한다. 스캔라인방향을 x축, 지면에 수직인 방향을 z축으로 두면 각각의 스캔라인에 대하여 최적모델은 2D 직선식이 되며, 직선식을 만족하는 점들(오차 이내의 점들)이 1차 지면점으로 추출된다.

동일한 스캔라인 상에 있는 대부분의 지면점들이 한 직선으로 표현되는 경우도 있지만 경사가 있는 지형에 대해서는 한 직선에 모든 지면점들이 포함되지 않기 때문에 추가 처리과정이 필요하다. 스캔라인을 따라 인접한 점들간의 연산을 통해 지면점과 비지면점으로 레이블링을 해나가는 Shan 과 Sampath(2005)의 알고리즘을 수정 적용하였다. 1차 지면점으로 추출된 점들에 대해서는 연산을



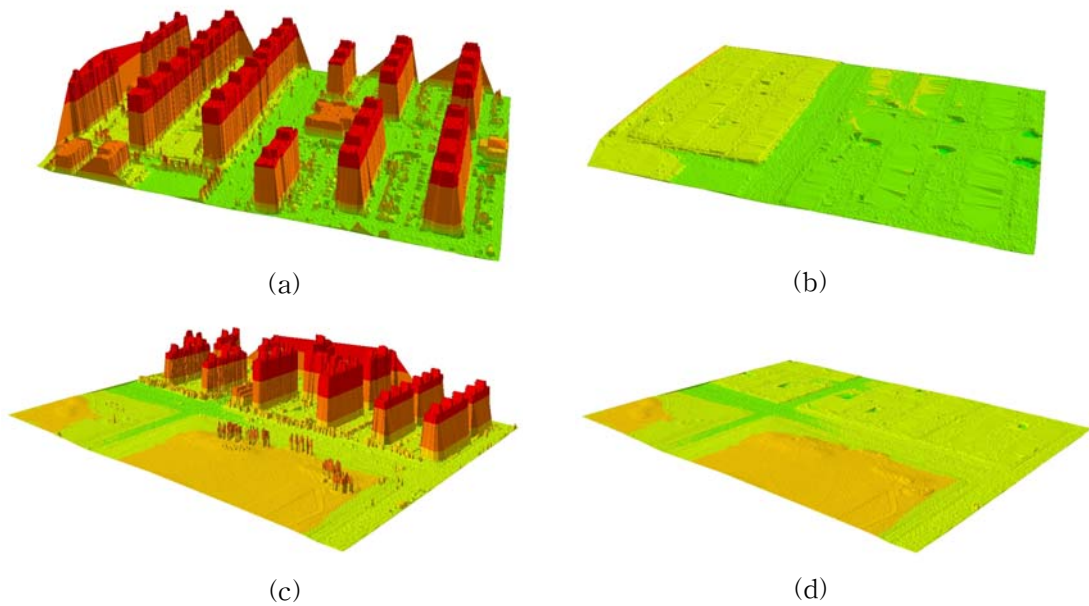
[그림 1] 지면점 추출 과정

하지 않고 지나가고 그렇지 않은 점들에 대해서만 인접점과의 경사를 이용하여 지면점과 비지면점을 구분하는 레이블링을 수행한다. 스캔라인의 첫 번째 1차 지면점과 마지막 1차 지면점을 각각 스캔방향과 그 역방향 연산의 seed point로 함으로써 레이블링 시작점이 지면점이 되도록 한다.

스캔라인을 따라 인접한 점들간의 경사를 이용하여 지면점과 비지면점을 구분하는 방식을 통해서는 상대적으로 낮은 높이를 갖는 작은 크기의 개체는 제거가 안되는 경우가 발생할 수 있는데, 이는 점밀도가 낮아질수록 발생할 가능성이 높아진다. 고정된 크기의 커널을 가지는 모폴로지 필터를 이용하여 작은 크기의 개체를 추가적으로 제거하며 연산의 효율성을 높이기 위하여 스캔라인을 따라서 1D 커널을 적용한다.

3. 연구내용 및 결과

제안한 기법의 성능을 검증하기 위하여 대전 지역의 항공 라이다 자료를 이용하였다. A 지역은 10도 내외의 완만한 경사를 갖으며 고층아파트 건물이 주로 분포하고 수목과 자동차 등이 혼재하는 지역이고, B 지역은 경사가 10도 내외이고 고층 건물과 다수의 수목이 존재한다.



[그림 2] 필터링 전, 후의 TIN: (a) A 지역 필터링 전 TIN (b) A지역 필터링 후 TIN
(c) B 지역 필터링 전 TIN (d) B 지역 필터링 후 TIN

A, B 두 데이터에는 몇 개의 과대오차가 포함되어 있었으나 제안한 기법에 의하여 모두 제거 되었다. A 지역에 존재하는 다양한 크기의 개체들이 대부분 잘 제거된 것을 확인할 있었고 지면점들 또한 대부분 보존된 것을 확인할 수 있었다. 이 지역에는 지하주차장 입구가 6개 존재하는데 이로 인하여 주변의 지면점들이 제거되는 오류가 발생하지 않았으며 지하주차장 입구가 모두 올바르게 추출되었다. B 지역에도 10개 이내의 underground 부분이 존재하지만 이로 인하여 주변 지면점들의 계산에서 오류가 발생하지 않았다. 한편 고층 아파트 건물뿐만 아니라 저층 건물과 다수의 수목들도 모두 잘 제거되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 도시지역에서 지하추자장 등과 같은 낮은 지형으로 인한 오류를 방지할 수 있는 LIDAR 데이터의 필터링 알고리즘을 제안하였고, 그 모든 과정은 LIDAR 원 데이터의 재구성없이 스캔라인 특성을 반영한 효율적인 1차원 연산을 통해 이루어진다. 대전 일부지역에 대한 실험결과 도시지역에서 우수한 필터링 성능을 보이는 것을 확인할 수 있었다. RANSAC을 이용한 1차 지면점 추출과정에서 좀 더 효율적인 계산이 되도록 반복종료 조건 등을 개선해야할 것이다.

참고문헌

- 이정호, 한수희, 유기윤, 김용일, 이병길 (2005), LiDAR 데이터를 이용한 DEM 자동 생성 기법, 한국지형공간정보학회지, 제 13권, 제 4호, pp. 27-32.
- 최연웅, 조기성 (2005), 도시지역 LiDAR DSM으로부터 DEM추출기법 연구, 한국지형공간정보학회지, 제 13권 1호, pp. 19-25
- Axelsson, P. (2000), DEM Generation from laser scanner data using TIN adaptive models, International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing, vol. 33, part B3, pp. 85-92.
- Han, S. H., Lee, J. H., Yu, K. Y., (2007), An Approach for Segmentation of Airborne Laser Point Clouds Utilizing Scan-Line Characteristics, ETRI Journal, Vol. 29, No. 5, pp. 641-648.
- Kilian, J., N. Haala, and M. Engligh (1996), Capture and evaluation of airborne laser scanner data, International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing. vol. 31, Part B3, pp. 383-388.
- Masaharu, H., and Ohtsubo, K., (2002), A Filtering Method of Airborne Laser Scanner Data for Complex Terrain, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV Part 3B, Commission III, 09 - 13, September, Graz, Austria, pp. 165 - 169.
- Vosselman, G. (2000), Slope Based Filtering of Laser Altimetry Data, International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing, vol. 33, part B4, pp. 958-964
- Zhang, K., et al. (2003), A Progressive Morphological Filter for Removing Nonground Measurements From Airbone LIDAR Data, IEEE Transaction on Geoscience and Remote sensing, Vol. 41, No. 4, pp. 872-882