

# DSM으로부터 DEM을 추출하기 위한 모폴로지 필터의 적용

## The Application of Morphology Filter for Extraction of DEM from DSM

양성철\* · 한동엽\*\* · 이효성\*\*\* · 김용일\*\*\*\*

Yang, Sung Chul · Han, Dong Yeob · Lee, Hyo Sung · Kim, Yong Il

### 1. 서 론

지형정보, 특히 정확하고 조밀한 위치정보에 대한 요구가 커져가고 있는 현대사회에서 Airborne LIDAR(Light Detection And Ranging) 또는 LADAR(LASer Detection And Ranging)은 전통적인 측량기법이나 사진측량에서 취득되던 높은 정확도의 DSMs(Digital Surface Models)을 자동 획득할 수 있다는 점에서 많은 관심을 받고 있다. 정확한 데이터 생성을 위하여 LIDAR 시스템은 레이저 센서, GPS(Global Positioning System) 수신기, INS (Inertial Navigation System)로 구성되며, 이들을 제어하는 제어부에 의해 통합 운영되며, 수신된 데이터(반사지점의 위치, 표고, 반사강도)의 처리를 위한 소프트웨어와 기준국용 데이터 취득을 위한 작업이 필요하다. LIDAR에서 사용되는 레이저는 투과성이 강하여 일부 지상물질을 통과하며, 이로 인하여 다수의 반사광이 시간차를 두고 관측되는 멀티에코(multi-echo) 현상이 나타나며, 발사된 레이저 강도와 반사되어 스캐너에 도달한 레이저 강도의 비율 나타내는 반사강도는 반사체의 특성에 따라 다른 값을 갖는다. 따라서 LIDAR 데이터의 위치정보뿐만 아니라 표고, 멀티에코, 반사강도를 결합하여 지상물을 구분할 수 있으며, 응용목적에 따라 흑백 영상, 다중분광 영상, 기존의 GIS 데이터를 부가적으로 사용하여 사용되고 있다. 많은 분야에서 응용되는 있는 LIDAR 데이터는 특히 높은 정확도와 점밀도를 이용한 도시의 3차원 모델링이나 해안선이나 높이 변화가 거의 없는 지역의 표고 측정, 식생 파라미터의 생성, 변화 탐지에 적용되고 있다.

LIDAR 시스템은 이미 기술적으로 확립되어 있지만, 여러 목적에 적용될 수 있는 최적의 처리 기법은 아직 개발되어 있지 않다. 또한 방대한 데이터의 양을 효율적으로 다룰 수 있는 압축기법이나 샘플링 기법에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있으며, 기존에 개발된 처리 기법도 수작업을 많이 필요로 하거나, 많은 파라미터를 최적화시켜야 하며, 처리 과정에서 데이터의 손실이 큰 경우가 많다. 이에 본 논문에서는 전처리 또는 최종 결과물로서 많이 사용되는 수치표고모형(DEM)을 생성하기 위하여 사용되는 모폴로지 필터링 기법을 살펴보고 지형에 따른 입력파라미터의 영향을 알아보고자 한다.

### 2. DSM에서 DEM 추출

LIDAR의 표고점 데이터와 반사강도 데이터를 처리하기 위하여 6가지의 주요 기법이 사용되고 있다. 우선 DSM에서 식생이나 건물을 제거하여 DEM을 생성하는 것과 같이 원하지 않은 데이터를 제거하는 필터링(filtering)이 있으며, 균일한 대상물에 포함되어 있는 임의의 노이즈를 제거하는 평활화(smoothing), 불규칙한 점데이터를 일정한 격자의 래스터 포맷으로 변환하는 보간(interpolation), 기하나 통계적 속성을 이용하여 유사한 그룹으로 분리하거나 나누는 분할(segmentation), LIDAR 데이터를 빌딩, 나무, 초지, 도로 등으로 구분하는 분류(classification), 물체의 기하적 속성을 근거로 물체를 각각의 구성요소로 표현하고 벡터정보를 추출하는 모델링(modeling)이 있다. 임의의 프로세싱을 위하여 위의 기법중 하나만을 사용하는 경우는 많지 않

\* 비회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 석사과정·공학사·02-880-7371 (E-mail: scyang@gong.snu.ac.kr)

\*\* 비회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정·공학석사·02-880-7371 (E-mail: hkyon2@snu.ac.kr)

\*\*\* 정회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 박사후과정·공학박사·02-880-7371 (E-mail: hyosunglee@hanmail.net)

\*\*\*\* 정회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 부교수·공학박사·02-880-7364 (E-mail: yik@snu.ac.kr)

고 대개 3~4개의 기법이 연속적으로 또는 반복적으로 사용된다.

본 연구에서 사용하는 필터링 기법은 다양한 목적으로 변형될 수 있으며 일반적으로, DEM (또는 DTM)의 추출과 건물 추출, 수목의 추출 등에서 많이 연구되고 있다. DEM 추출을 위한 기법은 보통 3~4가지 방법이 사용되며, 이렇게 생성된 DEM과 DSM과의 차이를 이용하여 건물 또는 수목을 추출할 수 있다.

## 2.1 연구 동향

Lohmann에 의하면 DSM 필터링 방법은 spline 근사, shift invariant 필터, moving minimum, convex hull 등이 있으며, IPI(Institut für Photogrammetrie und GeoInformation)에서는 자체 개발한 Linear prediction 기법, Delft 대학의 Vosselman이 제안한 대상 점 주변의 점을 profiling slope 필터를 이용하여 나누는 Point Neighbour 분류 방법, 마지막으로 모폴로지 기법을 테스트하였다. Vosselman의 방법에서는 점 간의 경사를 구하여 급격한 경사값을 갖는 픽셀은 제거하는 방법이며 건물이나 나무와 같이 급격한 경사변화를 갖는 경우 화소를 이동시킨 후 인접화소의 경사를 마찬가지로 검사하여 높은 경사를 갖는다는 것을 확인할 수 있다. 모폴로지 필터를 이용하는 방법은 erosion과 dilation을 수행하는 것으로 테스트에서는 높이값에 ranking operator를 사용하여 단지 최저값 또는 최고값만을 사용하였을 때 생기는 오류를 제거하는 robust erosion과 dilation을 수행할 수 있도록 하였다. Pfeifer는 robust interpolation 또는 robust linear prediction이라 불리는 DSM 필터링 기법을 개발하였으며 위의 Lohmann이 언급한 spline 근사법과 비교하여 가중치 함수를 달리하여 더 나은 결과를 낳았다.

## 2.2 모폴로지 필터

LIDAR DSM에서 지면과 건물을 구분하기 위하여 많이 사용되는 래스터 필터링 기법으로 속도와 효율성이 뛰어나다고 알려져 있다. 제거해야 하는 개체의 크기가 큰 경우 사용되는 필터가 개체보다 커야 하므로 연산속도가 떨어지고 다양한 종류의 개체가 뒤섞여 있는 경우 정확성이 떨어지는 단점이 있다. 특히 도시와 산림과 같이 구성요소의 크기가 다양한 경우 일정한 필터 파라미터를 적용할 수 없다.

사용되는 필터 파라미터는 구조 요소의 반경( $r$ )과 최적 높이 임계치가 있으며, 임계값에 따라 제거 또는 추출할 대상물이 달라진다. 구조 요소의 반경은 다음 식을 통하여 결정할 수 있다.

$$r = 0.5 \times \sqrt{\frac{k \times [\text{건물의 예상최소면적}]}{[\text{격자DTM간격}]}} , k = 5, \dots, 10$$

## 3. 연구 방법

모폴로지 필터의 파라미터의 크기와 대상지역(도시, 산악지대)과의 실험을 통하여 DEM 생성 정확도를 알아보고자 한다. 우선 대상지역의 LIDAR 점데이터의 오류점을 제거한 후 Natural Neighbour 보간기법을 이용하여 대상지역을 50cm 간격의 격자형 데이터로 변환하였다. 구조 요소의 반경( $r$ )을 변화시키며 생성된 데이터와 원 데이터를 비교하여 지상개체를 추출하고 이를 통하여 DEM의 정성적 평가를 수행하였다. 본 연구에 대한 흐름도는 아래 그림 2와 같다.

표 1. LIDAR 데이터 제원

설계항목	제원
측량고도	800m
표고점 점밀도	2.8점/m <sup>2</sup>
Scan Rate	18Hz
표고 정확도	±15cm

표 2. 대상지역 특성

구분	도시	산악지대
최소, 최대 고도(m)	64.161, 156.65	106.96, 341.36
평균 고도(m)	86.60	235.336
경사의 평균, 중앙값 (degree)	26.874, 17	44.141, 45
경사의 표준편차	25.30	22.294

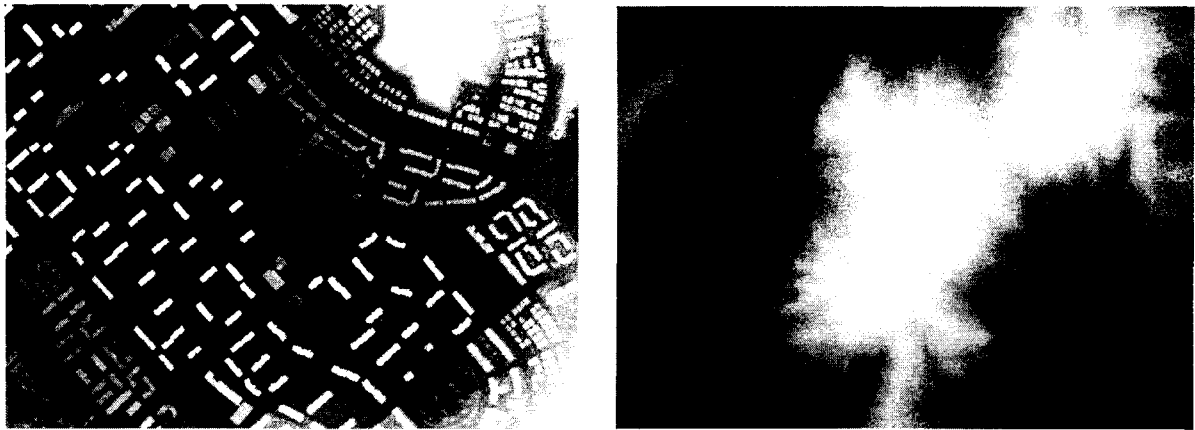


그림 1. 대상지역의 LIDAR DSM: (좌) 도심(분당), (우) 산악지대

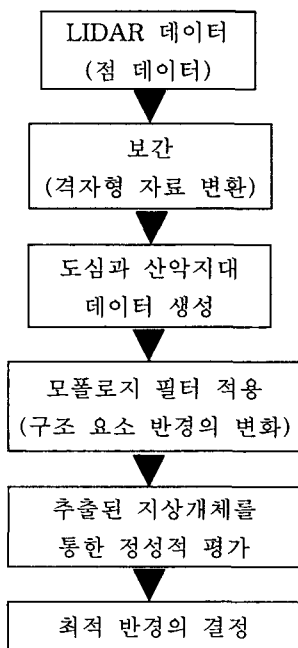


그림 2. 연구의 흐름도

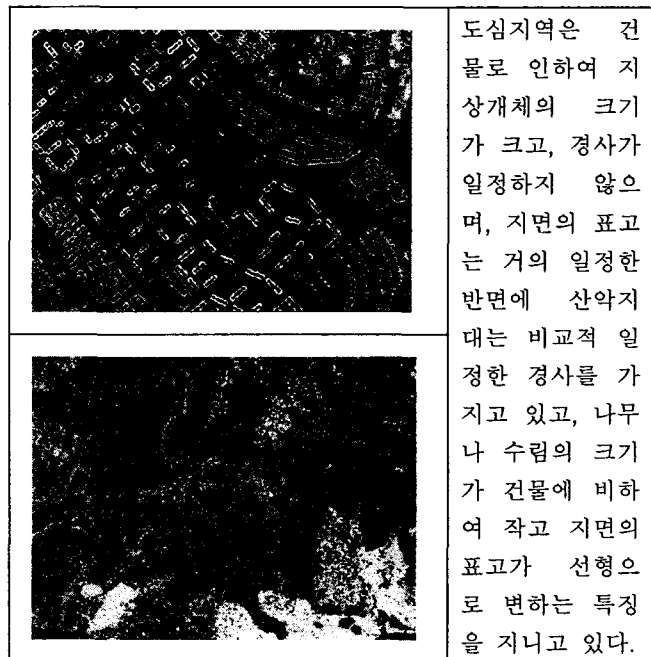


그림 3. 대상지역의 경사 영상

#### 4. 연구 결과

LIDAR 점 데이터를 격자형 자료로 변환시키고 대상영상에 모폴로지 필터를 적용한 결과는 다음 그림 4와 같다. 구조 요소의 반경은 도심지역에서 28m, 산악지역에서 3m로 적용하였으며 도심지역에서 6m의 표고차가 나는 개체, 산악지역에서 2m의 표고차가 나는 개체들을 추출한 것은 그림 5와 같다.

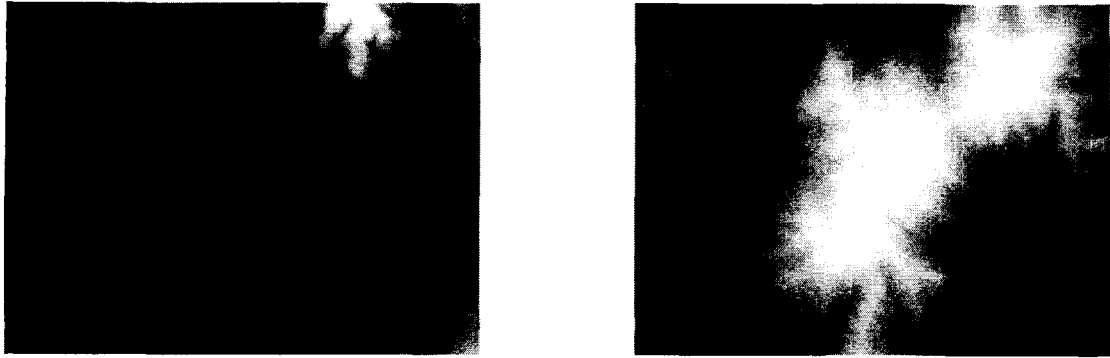


그림 4. 대상지역의 모폴로지 필터 적용 영상; (좌) 도심(분당), (우) 산악지대

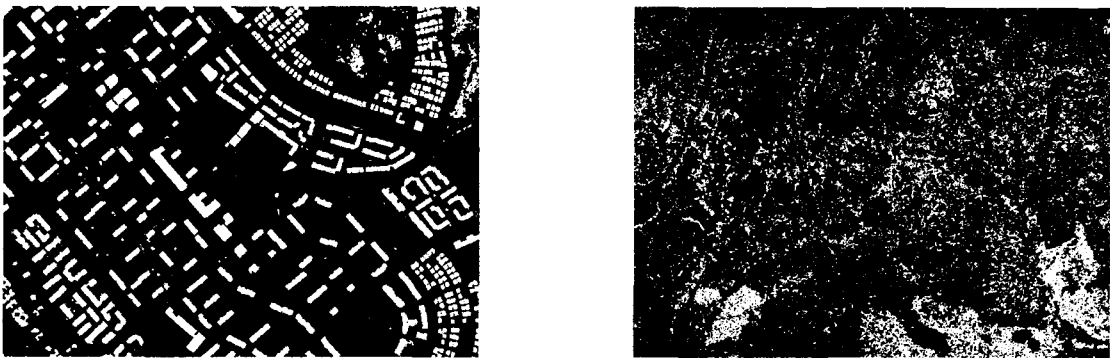


그림 5. 대상지역에서 추출된 지상 개체; (좌) 도심(분당), (우) 산악지대

## 5. 결 론

본 연구에서는 DEM을 생성하기 위해 사용되는 모폴로지 필터의 기법을 살펴보고 지형에 따른 입력 파라미터의 영향을 알아보기 위해 LIDAR 점 데이터를 50cm 간격의 격자형 데이터로 변환하고 모폴로지 필터를 적용하여 지상개체를 추출하고 DEM의 정성적 평가를 수행하였다. 도심지역에서는 구조요소의 반경을 28m로 하였을 때 적절하게 건물, 가로수 등이 추출되었으며, 산악지역에서는 구조요소의 반경을 3m로 하였을 때 적절하게 수목 등이 추출됨을 알 수 있었다. 모폴로지 필터 적용시 매개변수를 자동적으로 선정하기 위해서는 대상지역의 경사와 건물 등의 높이 자료와 매개변수 사이의 관계식을 추정하여 선정한다면 효율적으로 DSM에서 DEM을 추출할 수 있다.

## 참고문헌

1. Petzold, B., Reiss, P., Stossel, W. (1999). Laser scanning - surveying and mapping agencies are using a new technique for the derivation of digital terrain models. ISPRS JPRS, 54: 95-104.
2. Lohmann P., Koch A., Schaeffer M., Approaches to the Filtering of Laser Scanner Data, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (33), B3/1, 534-541.
3. Hug, C. (1997). Extracting artificial surface objects from airborne laser scanner data. In: Gruen, A., Baltsavias, E.P., Henricson, O. (1997). Automatic Extraction of Manmade Objects from Aerial and Space Images. Basel, pp. 203-212.
4. Kraus, K., Pfeifer, N. (1998). Determination of terrain models in wooded areas with ALS data. ISPRS JPRS, 53:193-203.