

LiDAR 반사강도와 DSM을 이용한 토지피복 분류 가능성 평가

Assing the Possibility of Land-clover Classification Using LiDAR Intensity and DSM Data

한수희¹⁾ · 송정현²⁾ · 김용일³⁾ · 유기윤⁴⁾

Han, Soo Hee · Song, Jeong Heon, Kim, Yong Il · Yoo, Ki Yun

1. 서 론

최근 높은 수직위치정확도를 갖는 LiDAR 기술을 이용한 DSM 제작, 건물추출, 3차원 도시모델 구축 등의 다양한 연구가 활발하게 수행되고 있다. LiDAR는 대상물의 고도뿐만 아니라 반사강도(intensity)라는 부가적인 자료를 제공한다. 반사강도는 주로 대상물의 반사도에 의하여 그 값이 결정되며, 반사도는 반사체의 대상물의 물질적 특성에 따라 서로 다른 값을 갖는다. 본 연구에서는, LiDAR 반사강도와 정규화된 고도 자료를 이용하여 아스팔트 도로, 잔디, 건물의 지붕, 나무의 네 가지 항목에 대한 분리도를 측정하여 LiDAR의 분류 자료로서의 활용 가능성을 확인하였다.

2. LiDAR 시스템

2.1 LiDAR 시스템의 개요

LiDAR(Light Detection and Ranging) 시스템은 주로 항공기에 장비를 탑재하여 측량을 수행하므로 ALS(Airborne Laser Scanner)라고 하며 레이저를 사용하므로 LADAR(Laser Detection and Ranging)라고도 한다. ALS는 레이저 스캐너, GPS (Global Positioning System), IMU(Initial Measurement Unit)로 구성된다. ALS는 자체적으로 레이저를 발사하여 반사광을 측정하는 능동센서이므로 일광을 필요로 하지 않는다. 사용되는 레이저는 투과력과 직진성이 강하고 IFOV(Instantaneous Field of View)가 작아 대기의 영향을 적게 받으며, 주로 사용되는 레이저는 0.9 μ m 파장의 적외선 레이저이다. ALS 측량은 일반적으로 수직정확도 15cm, 수평정확도 30cm의 우수한 정확도를 갖는다.

2.2 LiDAR 반사강도

반사강도는 '반사체에 반사되어 스캐너에 도달한 레이저 강도 대 발사된 레이저 강도의 비율'로서 주로 반사체의 반사도에 의해 그 값이 결정된다. 반사체는 물질적 특성과 사용된 광원에 의해 고유한 반사도를 가지므로 반사체에 따라 반사강도 값이 상이하게 나타난다.

표 1은 0.9 μ m 파장의 레이저에 대한 여러 물질의 반사도이다. 이 파장대의 레이저는 적외선이므로 그림 1의 0.9 μ m 파장 적외선과 비슷한 경향의 반사도를 나타낸다. 따라서 표 1에 나와 있지 않은 분류 항목의 반사도는 그림 1을 참고하였다. 본 연구의 네 가지 분류 항목의 반사도를 살펴보면 '아스팔트' : 10%~20%, '잔디' : 50% 내외, '건물의 지붕' : 20%(shingle)~30%(콘크리트), '나무' : 30~60%로서, 항목들 간에 분리도가 형성될 것으로 예상할 수 있다.

1 비회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정, 02-880-7371, scivile@hanmail.net

2 비회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 석사과정, 02-880-7371, ssong-jh@hosanna.net

3 정회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 부교수, 02-880-7364, yik@snu.ac.kr

4 정회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 전임강사, 02-880-1355, kiyun@plaza.snu.ac.kr

표 1 0.9 μ m 레이저의 반사도 (Riegl 社)

물질	반사도
White paper	up to 100%
Dimension lumber	94%
Snow	80~90%
Beer foam	88%
White masonry	85%
Limestone, clay	Up to 75%
Newspaper with print	69%
Tissue paper, with ply	60%
Deciduous trees	Typ. 60%
Carbonate sand(dry)	57%
Beach sands	Typ. 50%
Carbonate sand(wet)	41%
Coniferous trees	Typ. 30%
Rough wood pallet (clean)	25%
Concrete, smooth	24%
Asphalt with pebbles	17%
Lava	8%
Black neoprene	5%
Black rubber tire wall	2%

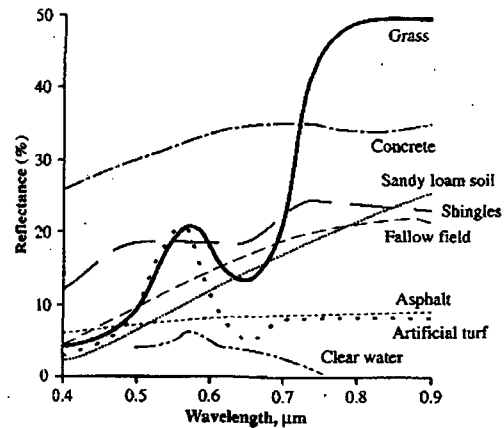


그림 1 적외선 파장대에 따른 반사도 (Jensen, 1989)

3. 반사강도와 DSM을 이용한 분리도 측정

3.1 격자변환과 자료처리

일반적으로 LiDAR 자료는 포인트 형식으로 제공되므로 격자변환을 필요로 한다. 본 연구에서는 IDW(Inverse Distance Weight) 방식을 사용하여 1m 해상도로 반사강도와 DSM 격자를 생성하였다.

3.2 반사강도 격자의 처리

LiDAR 반사강도 격자는 '소금과 후추'와 같은 노이즈를 포함하거나 한 대상물이 여러 가지 값으로 구성되는 부분이 많다. 본 연구에서는 median 필터를 이용하여 반사강도 격자의 노이즈를 완화시켰다. Median 필터는 mean 필터에 비해 원 영상의 화소들의 경계를 비교적 잘 보존하면서 거친 면을 부드럽게 하는 효과를 낸다. 반사강도 격자의 경우 '소금과 후추'와 같은 노이즈도 제거해야 하지만, 다양한 값으로 구성된 동일 대상물의 표면을 균질하게 만들어 주어야 한다. 반사강도 격자가 보다 정확한 반사강도 값을 나타내기 위해서는 레이저의 반사각과 산란에 의한 영향을 제거해 주는 작업이 필요하다. 그러나 그에 필요한 정보가 부족하여 본 연구에서는 작업을 수행할 수 없었다.

3.3 DSM의 처리

같은 항목으로 분류되어야 할 대상물들이 지표기복으로 인해 서로 다른 고도값을 가질 경우 각 분류항목에 대한 고도값 분포는 매우 고르지 못하여 MLC와 같은 감독분류의 전제조건인 화소값의 정규분포 가정을 만족시키지 못한다. 그러므로 DSM은 일반적으로 MLC의 자료로서 사용할 수 없다.

본 연구에서는 DSM의 문제점을 극복하기 위하여 지표기복의 영향을 제거하는 정규화 작업을 수행하였다. DSM에 local minimum 필터를 적용하여 기복과 지물이 제거된 DEM을 생성하고 DSM으로부터 차감하여, 기복은 제거되었으나 건물과 나무와 같은 지물이 남아있는 고도 자료를 생성하였다. Local minimum 필터는 윈도우 내의 가장 작은 화소값을 찾아서 해당 화소에 부여하는 필터로서, 윈도우는 제거할 대상물을 완전히 포함할 수 있을 정도의 크기여야 하며 구멍과 같은 지표의 작은 굴곡이 제거되지 않도록 너무 크지 않게 설정해야 한다.

3.4 분리도 측정 방식

분리도는 분류자료의 분류능력을 살펴보는데 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 분리도 측정 방식으로 변환 발산 방식을 채택하였다. 변환 발산 방식은 발산 방식의 변형으로서, 발산 방식으로 구한 분리도를 사용자가 쉽게 판단할 수 있는 수치로 변환시키는 방식이다. 변환 발산 방식은 분리도를 0~2000의 수치로 나타내며 그 값에 따라 표 2와 같은 판단을 내릴 수 있다. (Jensen, 1996)

표 2 분리도 해석 기준

분리도 값	분리도 수준
1900 이상	우수
1700~1900	양호
1700 이하	불량

4. 적용 및 평가

4.1 연구 자료의 제원

본 연구에서 사용한 LiDAR 자료의 제원은 표 3과 같다.

표 3 LiDAR 자료의 제원

자료구성	x좌표, y좌표, 고도, range, 반사강도
포인트 수	660,425개
평균 포인트 간격	0.602m
반사강도 평균	44.736
반사강도 표준편차	11.216
좌표체계	UTM WGS84 north zone 11
대상지역	Point Firmin, CA, USA

트레이닝 영역을 추출하기 위하여 해당 지역의 항공사진을 정사 보정하여 사용하였다. 항공사진은 흑백 영상이며 해상도는 약 0.07m이다.

4.2 분리도 측정

Median 필터로 처리를 한 사강도와 DSM을 두 밴드로 하는 영상을 구성하고 아스팔트 도로, 건물의 지붕, 잔디, 나무의 네 항목에 대하여 변환발산 방식으로 분리도를 측정하였다. 반사강도만에 의한 분리도와 반사강도와 원 DSM를 이용한 분리도, 반사강도와 정규화된 DSM을 이용한 분리도를 측정하여 비교 평가하였다. 사용한 소프트웨어는 Erdas Imagine 8.4이다.

표 4 반사강도에 의한 분리도

	아스팔트	잔디	건물지붕	나무
아스팔트	0	1972.7	794.368	1996.55
잔디	1972.7	0	1009.79	155.511
건물지붕	794.368	1009.79	0	1277.7
나무	1996.55	155.511	1277.7	0

표 4와 같이 반사강도만을 이용하여 분리도를 측정하면 잔디와 나무의 분리도가 매우 낮게 나오며 아스팔트 도로와 건물의 지붕도 마찬가지로 알 수 있다. 이는 잔디와 나무가 비슷한 물질적 특성을 가지고 있다는 사실과 부합되며, 최근 아스팔트 성글과 같은 지붕재 사용으로 인하여 아스팔트 도로와 건물의 지붕이 비슷한 물질적 특성을 나타내고 있음을 반영한다고 할 수 있다(그림 2, 3). 반면에 '아스팔트 도로, 건물의 지붕' 항목과 '잔디, 나무' 항목 간에는 상이한 물질적 특성으로 인해 분리도가 비교적 높게 나타남을 알 수 있다.



그림 2 아스팔트 싱글 지붕



그림 3 대상지역의 항공사진

표 5 반사강도+DSM

	아스팔트	잔디	건물지붕	나무
아스팔트	0	1989.36	1885.08	1999.97
잔디	1989.36	0	1996.62	1999.98
건물지붕	1885.08	1996.62	0	1851.04
나무	1999.97	1999.98	1851.04	0

표 6 반사강도+정규화 DSM

	아스팔트	잔디	건물지붕	나무
아스팔트	0	1981.15	2000	2000
잔디	1981.15	0	2000	2000
건물지붕	2000	2000	0	1999.87
나무	2000	2000	1999.87	0

표 5와 같이 반사강도와 DSM을 이용하여 분리도를 측정하면, 비슷한 물질적 특성으로 인해 낮은 분리도를 형성하던 아스팔트 도로와 건물의 지붕이 고도차이에 의해 높은 분리도를 형성하게 되며, 잔디와 나무의 경우도 유사한 현상이 발생하게 된다. 표 6과 같이 정규화된 DSM을 사용하면 기복에 의한 영향이 제거되어 같은 항목 간에 비슷한 고도를 갖게 분리도가 더욱 향상됨을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 LiDAR로부터 추출한 반사강도와 DSM을 이용한 토지피복 분류의 가능성을 평가하였다. 이를 위하여 아스팔트 도로, 잔디, 건물의 지붕, 나무의 네 항목에 대한 분리도를 측정하였으며 결과적으로 높은 분리도가 측정되었다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, LiDAR 반사강도가 물질적 특성을 반영하여 토지피복 분류 자료로 활용될 수 있다.

둘째, 정규화를 통해 지면의 기복변위에 의한 영향을 극복하여 DSM을 분류 자료로 사용할 수 있으며, 비슷한 물질적 특성을 나타내지만 다른 높이를 갖는 대상물을 분류하는데 유용한 자료이다.

셋째, LiDAR는 대상점의 위치를 측량함과 동시에 반사강도를 측정할 수 있으므로 정확하고 비용 효율적이라 할 수 있다.

참고문헌

1. Norbert Haala, Claus Brenner, 1999, "Extraction of Building and Trees in Urban Environments", ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, Vol. 54, 1999, pp. 130-137.
2. Hans-Gerd Maas, 1999, "The Potential of Height Texture Measures for the Segmentation of Airborne Laserscanner Data", Fourth International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition.
3. Aloysius Wehr, Uwe Lohr, 1999, "Airborne Laser Scanning - an Introduction and Overview", ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, Vol. 54, 1999, pp. 68-82.
4. 이병길, 2001, "대축척 DSM 제작을 위한 항공레이저측량 데이터의 보정에 관한 연구", 서울대학교 공학박사 학위논문, 2001.
5. G. Priestnall, J. Jaafar, A. Duncan, 2000, "Extraction Urban Features from LiDAR Digital Surface Models", Computers, Environment and Urban Systems, Vol 24, 2000, pp. 65-78.