

# 산림지역의 LiDAR자료의 특성

## Prospects for Understanding Forest Structure using LiDAR

윤 정숙, 이 규성

Jong-suk Yoon and Kyu-sung Lee

[yjs91@hanmail.net](mailto:yjs91@hanmail.net)

인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 지리정보공학과

### 요약

LiDAR(Light Detection and Ranging)는 레이저 광선을 주사하여 목표물에 도달하는 시간측정을 바탕으로 x, y, z 좌표의 고밀도의 정밀한 점 자료를 획득하며, 도시 지역의 형상 추출, 수치고도모델 제작 및 산림 지역에서 수고 측정 등의 생태학적인 분야에 이르기까지 그 활용 분야가 점차로 증대되고 있다. 이 연구에서는 LiDAR 시스템이 목표물에서 반사되어 들어오는 신호(return)를 여러 번에 걸쳐 나누어 기록하는 자료를 이용하여 수목의 수관층 및 하층 식생 등으로 복잡한 구조를 보이는 산림지역에서 LiDAR 신호가 투과되는 특성을 이용한 지수를 계산하였다. 수관점유율과 관련성을 보이는 지수는 향후 엽면적지수(LAI)와의 객관적인 관계를 규명하게 될 것이다.

### 서론

LiDAR(Light Detection And Ranging)는 LADAR(Laser Detection And Ranging)라는 용어로도 사용되며 지표면 관측에 사용되는 LiDAR 시스템은 주로 항공기에 부착하여 사용하므로 ALS (Airborne Laser Scanning)라는 용어로도 쓰인다. 고도의 정밀한 점 자료를 획득하는 LiDAR는 CCD 디지털 영상이 동시에 촬영되거나 인공위성에 LiDAR 시스템을 장착하는 등의 기술 발달과 함께 건물 외곽선이나 도로와 같은 인공물의 추출이나 지형고도모델 제작과 같은 분야에서 그 이용 가치가 점점 증대되고 있다.

특히 산림분야에서 지형고도모델을 제작하

는데 LiDAR를 이용하는 것은 LiDAR가 산림 지역에 수직으로 입사될 때, 침엽수와 활엽수 지역은 20-40%를 투과시키고, 겨울철 활엽수 지역에서는 70%가 투과하여 지면에서 반사되므로 산림 지역의 수치고도모델을 제작하는데 용이하다는 점 때문이다 (Ackermann, 1999). 산림지역에서 정밀한 수치표고자료를 얻으려면 임목의 영향을 고려해야 한다는 접근 방법을 거꾸로 이용하여, 표고정보보다는 수고(tree height)나 개개목의 수관직경 (crown diameter) 등 임목의 특성인자와 관련된 정보를 획득하는 방법이 고안되었다. 즉, 레이저펄스의 초기 반사와 말기 반사의 시간차를 이용하여 임목의 수고를 추출하는 방법이 많이 적용 (Cowen et al., 2000)되고 있다. Lim et al.

(2003)는 여러 연구에서 LiDAR에서 측정되어진 침엽수의 수고가 실제 수고보다 적게 나온다는 것을 원뿔형 수관 형태의 특성으로 설명한다. 국외의 연구는 LiDAR를 이용하여 산림지역의 개체목이나 임분 등의 수고 측정 및 생태학적 정보를 파악하는 연구가 많이 진행되고 있으나, 국내에서는 산림분야에서의 접근은 아직 미흡한 상태라고 할 수 있다.

이 연구의 목적은 LiDAR를 이용하여 접근성의 어려움으로 인해 실측 자료를 측정하기 힘든 산림에 대해서 LiDAR의 자료와 수관점유율에 대한 관계를 살펴보고자 한다. 즉, LiDAR의 특성 중에서 산림이나 수목과 같은 대상물에 대해서는 일반적으로 20~40%의 투과율을 보인다는 점을 이용하여 수관점유율과 관계가 있는 흉고직경과의 관계를 살펴본다.

#### 연구자료

이 연구의 대상지역은 경기도 가평군 및 양평군 일대의 유명산을 포함하는 지역으로 지역의 대표적인 산림은 잣나무림과 낙엽송림이고, 활엽수가 혼재하는 혼효림이 일부 존재한다. 이 지역의 LiDAR 자료는 한진정보통신에서 Optech사의 ALTM 3070을 이용하여 2004년 4월 28일 촬영되었으며, ALTM 4K02 디지털항공 CCD영상을 함께 촬영하였다. LiDAR 자료의 촬영 고도는 약 1800m이고 점밀도는 2.55~2.5 point/m<sup>2</sup>이다.

#### LiDAR 수신 신호의 특성

산림지역은 개개목 자체의 복잡한 수관구조 이외에도 하층식생, 초본 지표류 등의 복잡한 수직 구조로 이루어진다. 두 번의 수신신

호를 기록한 LiDAR 자료는 산림지역에서 그림 1과 같이 초기 수신신호와 말기 수신신호가 혼재함을 확인할 수 있다. 이 그림에서 중요한 점은 초기 수신신호와 말기 수신신호가 동일하게 표시된 자료로 초기 수신신호와 말기 수신신호가 같은 곳에서 반사, 기록된 것을 말한다. 이를 "single amplitude" singular return라고 일컫는다 (Moffiet et al., 2005).

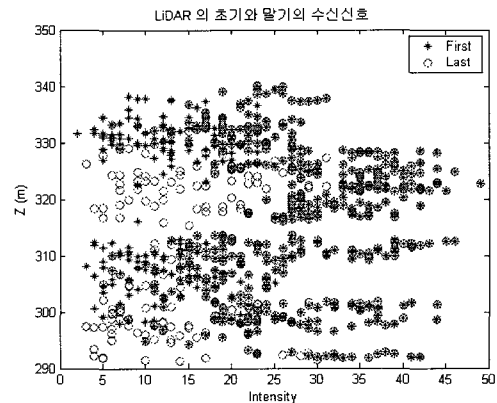


그림 1. LiDAR의 초기 및 말기 수신신호

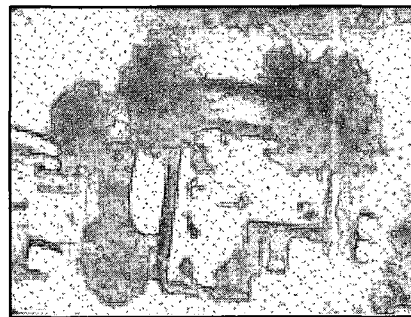


그림 2. 인공구조물과 수목에서 반사되는 초기 수신(red)과 말기 수신신호(blue)

그림 2는 주택과 수목 위에서 반사, 기록된 LiDAR 자료의 초기 수신과 말기 수신을 함께 보여주는데 주택과 같은 높이가 일정한 구조물에서는 초기 수신과 말기 수신에 정확하게 일치하나, 수목과 같은 투과되는 성질을 가진 대상물이나 높이에 대한 변동이

있는 지점에서는 초기 수신과 말기 수신 평면적 위치가 달라지는 현상을 볼 수 있다. 일반적으로 초기 수신신호와 말기 수신신호는 도로와 같은 고도가 동일한 지역을 쉽게 생각할 수 있지만 산림과 같은 지역에서도 두 신호가 동일하게 기록되는 singular return이 상당수 존재한다는 것을 볼 수 있다.

이 연구에서는 동일 수신신호를 이용하여 다음과 같은 지수(식 1)를 통해서 개체목 및 임분의 수관점유율을 살펴보고자 한다. 식 1에서 분모에 해당하는 것은 지표면에서 초기신호와 말기신호가 동일하게 기록되는 LiDAR 자료의 수를 말하며 분자는 지표면에서 반사되는 singular return을 제외한 말기 수신신호, 즉 수관을 투과한 말기 신호를 뜻한다. 그러므로 이 지수가 크면 수관점유율이 크다는 것을 의미하며 지수가 작다는 것은 지표면 면적이 크고 수관이 차지하는 면적이 작다는 것을 의미한다. 이 지수의 계산을 위해서는 수신신호의 수관층 및 지표면의 분리 작업이 선행되어야 한다.

$$\text{지수} = \frac{\# \text{ of last return in Ground}}{\# \text{ of singular in Ground}} \quad (\text{식 1})$$

#### 침엽수 및 활엽수의 지수와 수관점유율

대상지역의 산림 중에서 동일한 임상을 구성하는 50mx50m 크기의 잣나무림 plot을 수관점유율을 고려하여 선정하였다. 첫번째 잣나무림 plot은 수관점유율이 상당히 높은 지역이며 두번째 잣나무림은 CCD 영상에서 지표면이 드러나 보이는 수관점유율이 낮은 지역이다. 수관점유율이 높은 잣나무림과 같은 경우 3.313으로 지수가 계산되었

으며, 수관점유율이 낮은 지역에서는 0.936의 수치를 보여준다. 이 지수와 수관이 차지하는 면적과의 관계를 바탕으로 침엽수와 활엽수의 개체목에서 나타나는 특성을 다음에서 살펴보았다.

대상 지역 내에서 침엽수의 10본, 활엽수 11본의 개체목을 선택하여 개체목에 해당하는 5mx5m 내에 포함되는 LiDAR 수신신호를 이용하여 식 1의 지수를 계산하였다. 표 1은 각 개체목에 해당하는 실제 측정된 수고 및 흉고직경을 보여주는데 수고와 흉고직경은 비례하는 것을 볼 수 있다. 잣나무의 경우 계산한 지수의 값은 이와 반비례하는 것을 볼 수 있고(그림 4), 활엽수는 DBH가 증가하면서 지수가 커진다(그림 5). 이는 잣나무의 경우 수고와 흉고직경은 수관점유율과 반비례한다는 것을 의미한다. 즉, 실제 측정된 잣나무를 살펴보면 수고가 커질수록 흉고직경도 커지나 수관 자체가 높고 길게 차지하게 되므로 지수에 나타나는 수관점유율은 작게 나오는 것을 알 수 있다.

표 1. 잣나무 및 활엽수의 수고, DBH, 지수

	침엽수 (잣나무)			활엽수		
	수고 (m)	DBH (cm)	지수	수고 (m)	DBH (cm)	지수
1	15	36.6	0.611	7.5	26.5	0.474
2	13.8	24.2	0.636	6.4	22.8	0.533
3	19.2	43.5	0.370	9.4	49	0.458
4	13.2	38	0.440	11.6	52	0.605
5	15.6	40	0.281	8.8	24	0.308
6	15.5	29.9	0.414	9.5	28	0.6
7	12.6	30.5	0.440	6.8	19.8	0.546
8	11.7	29.3	0.684	7	27	0.321
9	19.9	38.5	0.081	7.8	19.5	0.429
10	19.4	42.7	0.250	8.9	28	0.167
11				5.8	24	0.222

식 1을 이용하여 계산된 지수는 산림지역에 식재된 수목의 수관점유율을 파악하는데 지표가 될 수 있음을 개개목에 적용하였다.

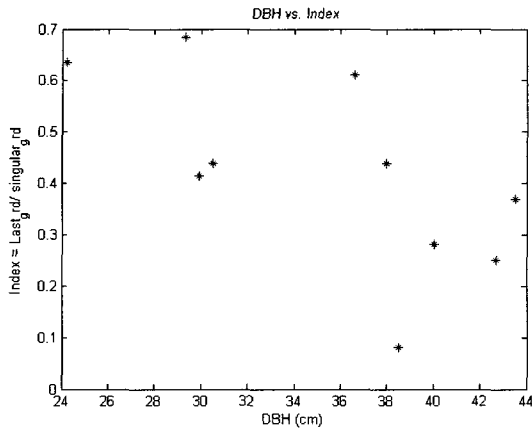


그림 4. 잣나무의 DBH와 계산된 지수

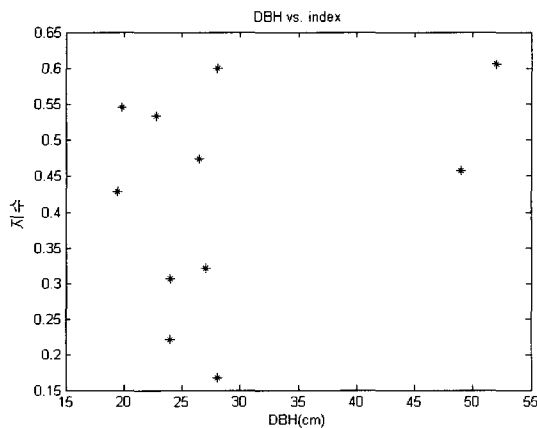


그림 5. 활엽수의 DBH와 계산된 지수

#### 결론 및 고찰

이 연구에서는 LiDAR 수신신호 중에서 초기수신과 말기수신의 값이 같은 singular return을 이용하여 산림지역의 수관점유율과 관계가 있는 지수를 계산하였다. 이 지수가 산림지역에서 산림의 수관부가 차지하는 비율과 관계가 있음을 수치로 확인 할 수 있었다. 이 관계성은 엽면적지수 (LAI)와 같은 생태학적 인자를 추정할 수 있는 가능성을

제시한다. 향후 연구 계획은 이 연구에서 이용한 LiDAR 자료가 촬영된 4월의 엽면적지수를 측정하여 계산된 지수와와의 객관적인 관계를 밝히고자 한다.

#### 참고 문헌

Ackermann, F. 1999, Airborne laser scanning - present status and future expectations. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing, vol. 54, pp. 64-67.

Cowen, D.J., Jensen, J.R., Hendrix, C., Hodgson, M.E. and Schill, S.R., 2000. A GIS assisted rail construction econometric model that incorporates LiDAR data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 66, 1323-1328.

Lim, K., Treitz, P., Baldwin, K., Morrison, I. and Green, J. 2003, Lidar remote sensing of biophysical properties of tolerant northern hardwood forests. Can. J. Remote Sensing, vol. 29, pp. 658-678.

Moffiet, T., Mengersen, K., Witte, C., King, R., and Denham, R., 2005. Airborne laser scanning: Exploratory data analysis indicates potential variables for classification of individual trees or forest stands according to species. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 59, 289-309.