

식생밀도분포 및 등고선의 단계별 필터링에 관한 연구

A Study for Vegetation Points Density and LiDAR Contour Filtering

김은영* (Eun-Young Kim, 연구원, 한진정보통신(주), eykim00@hist.co.kr)

한성만 (Seong-Man Han, 교수, 안산공과대학, han6079@act.ac.kr)

요 지

최근 측량기술이 발전함에 따라 다양한 지형공간정보를 획득할 수 있게 되었다. 특히 레이저스캐닝 기술의 도입은 정밀한 지형과 식생 및 인공지물 등에 대한 정보를 신속하게 획득하여 원하는 최신 정보를 가공할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 라이다의 식생 데이터에서 점의 밀도 분포를 통하여 정량적인 식생분포 분석을 실시하였다. 또한, 정밀한 지형 모델에 대하여 생성되는 라이다 등고선의 효율적인 활용을 위하여 단계별로 필터링을 실시하여 정확성은 유지하면서 저용량의 등고선을 생성하고 도로 및 엔지니어링 분야의 활용을 높일 수 있도록 하였다. 이러한 기능적이고 과학적인 연구는 국내 라이다데이터의 적극적인 활용성을 높이고 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 하는데 목적이 있으며, 건설 분야뿐만 아니라 생태지도 및 주제도, 재해 환경 분야, 홍수지도, 도시모델링 등 다양한 분야의 활용성을 가능하도록 한다.

keyword : vegetation, density, contour, filtering

1. 서 론

도로 및 철도 등의 엔지니어링 사업에서 정밀한 지형의 높이 값과 식생의 높이 값은 설계에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소이다. 항공레이저측량의 높은 레이저 주사율은 식생의 덮개(Canopy)부분과 식생 하단의 정밀한 지형의 높이 값을 획득할 수 있다. 식생에 주사되어 획득된 데이터는 각각 식생의 종(種)과 밀집도에 따라 점 밀도가 달라진다. 식생의 잎이 많으면 점의 밀도가 높고, 적으면 밀도가 낮게 된다. 또한 숲의 밀집도에 따라 식생이 많이 밀집되면 점 밀도가 높게, 식생이 적으면 점 밀도가 낮게 데이터가 획득된다. 이러한 영향으로 식생은 밀도에 따라서 분포도를 작성하고 면적을 산출하였다. 또한 복잡한 산지의 등고선 표현에 있어서 항공사진측량에서는 정확한 지형의 높이 값 추출이 어려웠지만, 항공레이저측량에 의해 획득된 지형데이터는 너무 많은 점에 의해 등고선의 버텍스(vertex) 양이 증가

하고 등고선 용량이 증가하였다. 이에 등고선의 정확성은 유지하면서 단계적으로 필터링을 적용하여 현행 프로그램에서 가볍게 활용할 수 있고, 기술적으로 효과를 극대화 시키고자한다.

2. 식생데이터의 밀도에 의한 분석

항공레이저측량에서 획득된 식생데이터는 비격자의 점 형태로 이루어져있다. 식생의 덮개(Canopy)에서 지형까지 총 4개의 pulse가 주사되고 3차원 좌표가 획득된다. 초당 70kHz ~ 100kHz 까지 레이저가 주사되며 덮개부분의 데이터가 대부분 획득된다. 따라서 식생의 밀집도에 의해 점의 수가 좌우된다. 본 연구를 위해 사용된 데이터는 항공레이저측량 시 비행 경로 간 50%의 중복을 허용하고 전체 점 밀도는 5~6points/m를 유지한 산지 지역이다. 숲의 밀집도가 높은 산지와 밀집도가 낮은 산지를 선정하여 점의 통계를 산출하고 점의 밀도를 단위면적에 대하여

계산한 후, 이미지화 하였다.

연구지역의 면적은 산지 1kmX1km와 평지 1kmX1km를 선택하고, 디지털영상을 통하여 육안확인도 할 수 있도록 하였다.

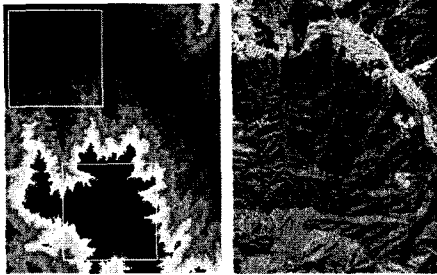


그림1. 연구대상지역

각각 평지와 산지에 대하여 지면(ground)으로부터 2m 높이 이상의 식생데이터를 분류하였다. 2m 이하의 낮은 식생은 고려하지 않았으며, 높은 식생에 대한 분포 면적과 밀도를 산출하였다. 아래의 표와 같이 산지는 전체면적의 92%, 평지는 68%가 식생의 분포를 보였다.

표1. 산지와 평지의 통계

	산지	평지
점의 수	270,609	151,705
최고 높이값	544.16	323.87
최저 높이값	288.97	120.30
식생면적	921,038	684,550
식생분포율	92%	68%

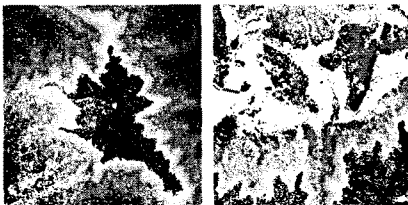
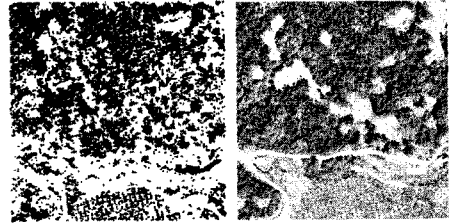


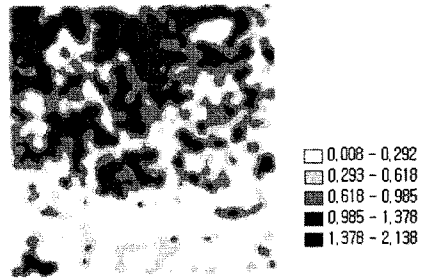
그림 2. 2m 이상의 식생데이터

식생데이터에 포함되어 있는 점 형태의 정보들은 비격자로 불규칙하게 구성되어 있다. 이에 각각의 식생에 레이저가 반사되어 오는 밀도에 따라 분포도를 작성할 수 있다. 일정한 검색윈도우에서 점의 수

를 계산하고 단위면적당 점의 수를 산출하고 레스터의 셀 크기를 결정한 후, 색상 에 따라 분포밀도를 나타낸다.

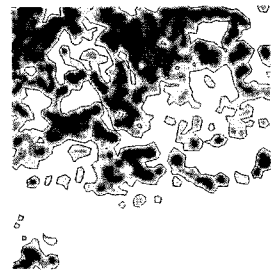


a. 식생 점 데이터 b. 영상 데이터



(단위:points/m²)

c. 식생 밀도 분포도



d. 식생 면적 산출(5~10m 높이의 식생면적)

그림3. 식생데이터의 밀도분포와 면적산출

위의 그림3과 같이 식생에 대한 밀도 분포를 작성하고 폴리곤을 추출한 후, 면적을 알 수 있었다. 그 결과 점의 개수는 25,078개이며, 점의 밀도는 단위면적(m²)당 0.01~2.14개였다.

또한, 산출된 5~10m 높이의 식생면적은 18,116.6m²이고 전체의 45% 비율을 나타내었다. 이와 같이 분류된 식생데이터의

밀도분포도와 면적을 산출함으로써, 상세한 식생의 분포도를 파악하여 산림의 현황 및 보존 상태를 현장에 직접 가지 않고 확인할 수 있다.

3. 등고선의 단계별 필터링

산지의 등고선은 현행 항공사진측량에서 사진 상의 판단으로 사용자의 요구 정확도를 확보하지 못하는 한계가 있다. 우수한 투과율의 항공레이저측량에서 획득된 지형은 최근 많은 연구와 논문을 통하여 그 정확성이 검증되었다. 그러나 정밀한 지형에 대한 등고선의 용량이 비효율적으로 증가함에 따라 그 활용성은 기대에 미치지 못하고 있다. 이에 정확성은 유지하면서 등고선의 용량은 최소화하는 필터링을 연구하게 되었다.

라이다에 의한 등고선의 용량이 증가하는 원인 중 하나는 불필요한 버텍스(vertex)의 증가에 있다. 정밀한 지형을 표현하기 위해서는 효과적이거나 등고선 제작을 위해서는 과도한 점들에 의해 도형의 버텍스가 증가한다. 또한, 등고선을 제작하기 전 지형에 대한 면 모델(Surface model)을 생성하는 방법 중 TIN model(Triangle Irregular Network model) 기법을 사용하기 때문에 점의 수는 직접적으로 영향을 미친다. TIN은 점들을 연결하여 불규칙한 삼각망으로 구성하는 방법으로 DEM(Digital Elevation Model)제작에도 이용된다. 일정한 격자 단위의 DEM보다 TIN model이 정확도와 제작효율성이 용이하여 본 연구에서는 TIN으로 사용하였다. 필터링은 점의 감소와 선의 단순화에 있다.

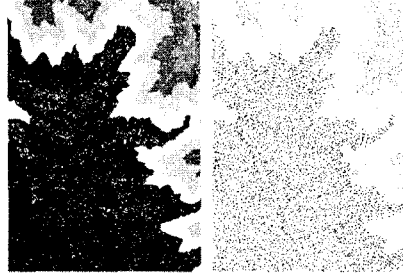


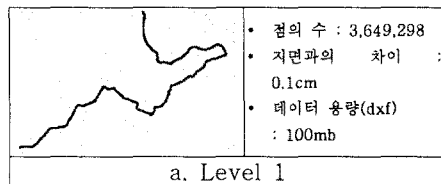
그림 4. 지형의 필터링 전과 후(points) 점의 필터링에서 기복이 없는 평지는 비슷한 높이의 버텍스를 제거하고, 기복이 심한 산지는 지형을 표현하는 최소한의 버텍스만 남긴다. 지형의 경사를 고려하고 단계별로 선형의 단순화를 적용한 결과 용량이 현저히 감소하였다.



a. 원 지형 데이터 b. 필터링 된 지형데이터

그림 5. 지형의 필터링 전과 후(TIN model)

필터링 되기 전과 후의 TIN model에서 볼 수 있듯이 지형의 모양은 크게 변화가 없고, 대부분의 지형을 표현하고 있다. 이는 등고선을 제작하기에 무리가 없으며, 등고선 도형의 단순화를 가능케 한다.



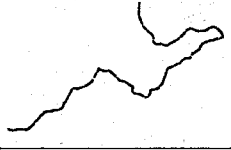
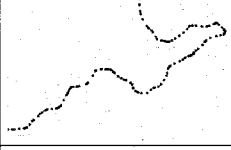
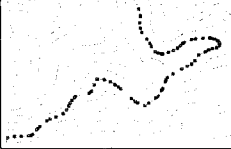
	<ul style="list-style-type: none"> • 점의 수 : 598,410 • 지면과의 차이 : 3.0cm • 데이터 용량(dx) : 40mb
b. Level 2	
	<ul style="list-style-type: none"> • 점의 수 : 71,407 • 지면과의 차이 : 11cm • 데이터 용량(dx) : 14mb
c. Level 3	
	<ul style="list-style-type: none"> • 점의 수 : 25,484 • 지면과의 차이 : 16cm • 데이터 용량(dx) : 8mb <p>(현행수치지도와 가장 유사)</p>
d. Level 4	

그림 6. 등고선의 단계별 필터링

등고선은 1:5,000 한 도엽을 기준으로 작성하였으며, Auto-CAD 데이터 형식으로 용량을 비교하였다. 점의 수가 감소함에 따라 선의 모양도 단순화되는 것을 확인하였다. 총 4개의 Level 1에서 Level 4까지로 단계를 구분하였으며, 지형데이터와는 0.1cm에서 최대 16cm까지 차이를 보였다. 이는 높이 차이를 비교한 것이며 선의 단순화 결과에 따르는 결과로는 크지 않다고 판단되며 지도정확도 허용오차를 포함한다.

Level 4의 등고선 도형이 현행 수치지도와 가장 유사하게 표현이 되었다. 정확성은 최대한 유지하면서 경량화된 등고선은 현행 설계 프로그램 등 다양하게 사용자를 위하여 제작할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다.

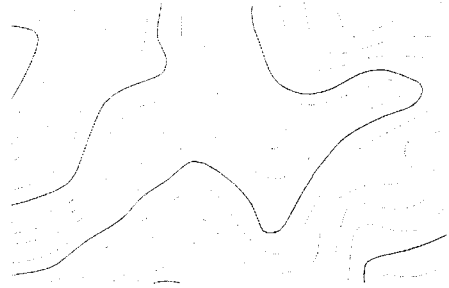


그림 7. 수치지도의 등고선

4. 결론 및 제시

본 연구에서는 항공라이다데이터를 활용하여 식생데이터 밀도분포도와 등고선의 필터링에 대해서 다양하게 분석하였다. 분류된 식생데이터는 비격자의 점으로써 단위면적에 대한 밀도 분포를 작성할 수 있었다. 이는 식생의 제거 및 조경에 환경적인 분석의 활용성을 기대할 수 있으며, 식생의 종 족, 침엽수와 활엽수에 대한 생태조사에 기초자료로 활용될 수 있을 거라 판단된다.

또한 정밀한 라이다의 지면데이터에서 생성되는 등고선은 정밀한 선형에 의해 용량이 커짐에 따라 활용이 적었으나, 본 연구의 단계별 필터링으로 인해 사용자 요구에 따라 활발하게 적용될 수 있을 거라 기대된다.

특히, 정확도는 유지하면서 현행 수치지도 가장 유사하게 저용량으로 필터링 된 Level 4의 활용도는 더욱 용이해질 것이다.

추후에는 식생의 종에 따른 밀도 분포를 현장 데이터와 비교함으로써, 그 가능성을 정량적으로 분석할 것이며, 필터링 된 등고선으로 설계에 사용할 경우 토공량 등 현행방법과 비교하여 미치는 영향이 연구되어질 것이다.

5. 참고문헌

1. 김은영, 김승용, 이강원 「항공 레이저 측량 데이터를 이용한 지반고 추출 기법에 관한 연구」, 한국도로학회 학술발표대회 논문집, 2006
2. CHEN Z. & GUEVARA J.A. 1987. Systematic selection of very important points (VIP) from digital terrain model for constructing triangular irregular networks. In: Eighth International Symposium on Computer-Assisted Cartography - Auto-Carto 8, Baltimore, Maryland, USA, *Proceedings*, p. 50-56.
3. H. Arefi, M. Hahn, A Morphological Reconstruction Algorithm for Separating Off-Terrain Points From Terrain Points in Laser Scanning Data, ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop
4. M.W.Straatsma, Quantitative mapping of hydrodynamic vegetation density of floodplain forests using airborne laser scanning, ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop "Laser scanning 2005"
5. Hannu Hyyppa, Factors affecting the quality of DTM generation in forested areas, ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop "Laser scanning 2005"
6. Sharon C. Glotzer, Time-dependent, four-point density correlation function description of dynamical heterogeneity and decoupling in supercooled liquids, JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS VOLUME 112, NUMBER 2
7. Xiaowei Yu, Applicability of first pulse derived digital terrain models for boreal forest studies, ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop "Laser scanning 2005"