

Lidar 데이터를 이용한 건물 추출

허민(인하대학교 지리정보공학과 대학원)

김형태(서울대학교 도시공학과 대학원)

김병국(인하대학교 지리정보공학과 교수)

김용일(서울대학교 도시공학과 교수)

1. 서론

수치표고모델(Digital Elevation Model)은 지형분석의 근간이 되는 요소로서 철도나 도로 등의 노선계획, 택지조성, 댐의 계획이나 설계, 방재계획, 환경설계 등 다양한 분야에서 응용되고 있다. 정확한 지형분석을 위하여 대축척의 자료를 요구하는 GIS의 최근 추세는 고해상도의 DEM을 필연적으로 요구하지만, 기존의 DEM의 제작 방법은 정확도와 효율성에 있어서 문제를 가지고 있다.

기존의 지형도를 이용한 DEM의 제작은 도면준비, 변환 등에 많은 노력이 필요하며 등고선이 적절히 분포되어 있지 않고, 특히 경사 변화를 표현하지 못한다. 인공위성 데이터를 이용한 DEM 제작은 넓은 지역을 저렴한 비용으로 처리할 수 있는 장점이 있으나 정밀도가 수 m로 낮으며, 지상측량을 이용한 방법은 고정밀도를 보장하나 속도가 늦고 많은 비용을 필요로 한다. 현재로서는 항공사진측량을 이용한 DEM제작이 가장 현실적인 방법이지만, 자동화가 곤란하고, 요구 정밀도에 비해 비용이 많이 든다.

고해상도의 DEM을 효율적으로 제작하기 위한 많은 노력과 연구가 있었으며 최근에는 Radar를 이용한 방법과 Laser를 이용한 방법이 실용화되고 있다. Radar와 Laser의 경우 특히 해상도에 비해 수직정확도가 높은 이점이 있으며, 대략 Radar를 이용할 경우 1-2m의 정밀도, Laser를 이용할 경우 15cm의 정밀도를 보장한다. 위성, Radar, 사진측량을 이용한 DEM 제작의 경우 수목이 우거진 지역이나 대도시의 건물이 밀집한 지역에서는 사용하기가 곤란한 단점이 있다. Laser를 이용한 방법은 그림자효과가 거의 없기 때문에 수목이나 건물이 밀집한 지역에서 효율적인 DEM 제작이 가능하다.

Lidar를 이용한 고해상도 DEM은 이미 미국이나 유럽에서 3차원 도시모델, 도시계획, 무선통신, GPS기 지국 등의 응용에 사용되고 있으며, 앞으로 더 활용범위가 넓어질 것으로 기대된다.

본 연구에서는 Laser Scanning System이라고도 불리는 Lidar(Light Detection And Ranging) System의 특성을 살펴보고 Lidar 데이터로부터 건물을 추출하는 예를 보이고자 한다.

2. Lidar System의 특성

Laser의 원리는 1917년 Einstein에 의해 이론적으로 처음 발표되었다. 1960년 Theodore Mainman가 최초 Ruby Laser를 개발하였고, 1961년 최초의 Gas Laser가 개발된 이래 안정성이 높은 상품이 생산되기 시작하여, 1970년대 초반부터 물리적 가공, 정렬, 거리측정 등 다양한 산업분야에서 응용되기 시작하였다. LASER(Light Amplification by Stimulated Emission of Radar)는 고준위에 있던 물질에 적당한 파장을 가진 빛이 입사되면 그 원자는 자극을 받아 저준위로 떨어지면서 발생하는 빛을 말한다.

위치를 알고 있는 공간상의 한 점으로부터 Laser를 투과하여 지상으로부터 반사된 시간을 알 수 있다면 지상의 높이를 결정할 수 있다는 간단한 원리를 이용하여 Laser로부터 지상의 높이를 재기 위한 시도는 이미 1970년대 초 아폴로 15, 16, 17호 등에서 있었다. 1980년대 초에는 미국에서 기존의 Laser Altimeter를 지상에 응용하기 위한 시도가 있었으며, 독일에서는 1987년부터 Laser Profiler 실험을 실시하였다. 1980년대 초에는 항공기의 위치를 결정하기 위한 보조장비가 INS 정도로서 정확한 위치 결정이 불가능하여 상업적으로 성공할 수 없었으며, 1980년대 말 GPS가 도입되기 시작하면서 Laser Profile에 대한 본격적인 연구가 시작되었다. 1990년대 중반부터 Laser Scanner가 개발되기 시작하면서 다양한 상용제품이 등장하였다. 현재 캐나다, 미국, 유럽, 중국 등에서 10여종에 달하는 제품이 선보이고 있으며, Laser 센서와 함께 Digital Camera, Multi-spectral Scanner 등을 장착한 복합 시스템도 등장하고 있다.

Lidar 시스템의 장점은 다음과 같다.

- 지상기준점이 필요가 없어 해변, 습지 등의 측량이 용이하다.
- 완전 자동처리가 가능하여 처리속도가 빠르다.
- Active Sensor이므로 날씨에 구애를 받지 않고 측량할 수 있으며, 산림, 도심 지역에서 그림자에 의한 방해가 받지 않는다.
- 정밀도(수직정밀도 15cm, 수평정밀도 30cm)가 높다.

Lidar 시스템의 등장으로 이전에는 할 수 없었던 GIS의 다양한 응용이 가능해 졌다. 정확한 DEM을 이용한 3차원 도시 모델이 가능해져 도시계획이나 조경 분야에서 활용되고 있으며, 무선통신 분야의 기지국 설치 및 전파확산모델 분석 등에 응용되고 있다. 또한 홍수피해예측, 해안선관리, 산림관리, 수목량추출, 송전탑 위치분석, 전선위치 모델링, 철도 및 도로의 관리, 군사전략사업, 환경분석 및 계획 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

3. Lidar 데이터를 이용한 건물의 추출

상세한 3차원 도시모델을 제작하기 위한 3차원 건물 추출의 연구가 활발히 진행되고 있다. 모폴로지(morphology :수리형태학)를 이용하는 방법, 빌딩 모델의 parameter를 추출하여 빌딩을 재구성하는 방법, 2-D 지도를 활용하는 방법, Laser의 반사 특성을 활용하는 방법, Invariant Moment를 활용하는 방법, TIN으로 평면을 추출한 후 교차선을 추출하는 방법 등 다양한 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 모폴로지를 고해상도 DSM(Digital Surface Model)에 2중 적용하여 건물 및 수목을 분리하는 방법을 적용하였다. 사용한 데이터는 캐나다 Optech사에서 제작한 Florida 주립대학교의 Campus 지역으로 DEM의 해상도는 50cm 이다.

본 연구에서 건물을 추출하기 위하여 먼저 건물의 평균 크기를 20m × 20m로 하여 1차 모폴로지 필터링을 적용하였다. 모폴로지 필터링은 컴퓨터비전(Computer Vision)분야에서 널리 사용되고 있으며, DSM에서 건물을 추출하기 위한 가장 일반적이며 손쉬운 방법이다. DSM으로부터 DEM을 추출하기 위해서는 Opening연산이 필요한데, 본 연구에서는 정사각형 윈도우 연산으로 처리하였다.

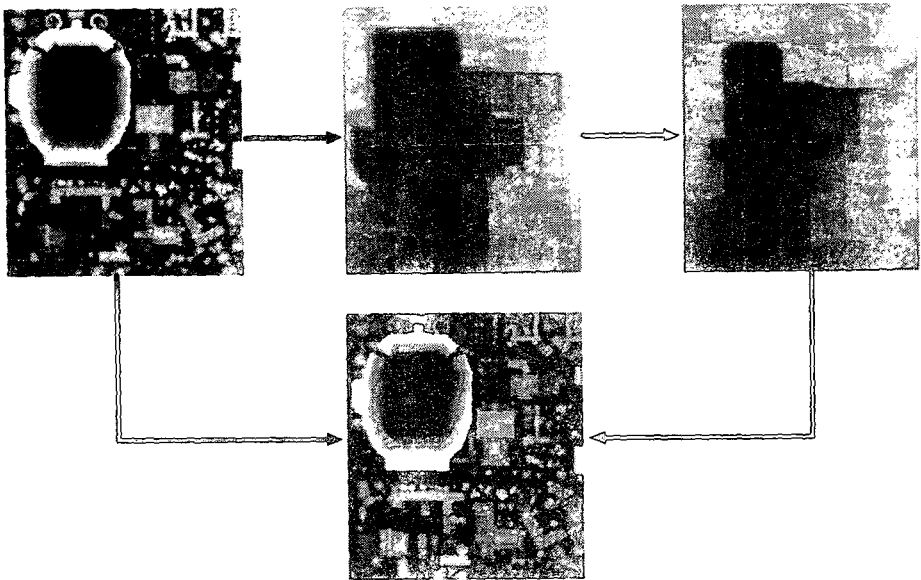
먼저 Arc/Info Grid 모듈에서 이용데이터를 20m × 20m로 minimum 필터링을 하였으며, 그 결과를 다시 maximum 필터링 하여 건물과 수목을 제거한 지표면의 DEM을 제작하였다. 원 DEM에서 모폴로지 필터링 하여 제작된 지표면의 DEM의 차를 구하면 건물과 수목을 추출할 수 있다<그림 1>.

추출된 건물과 나무에서 다시 수목을 제거하기 위하여 나무의 최대 크기를 5m × 5m로 하여 2차 모폴로지 필터링을 적용하여 원 데이터로부터 수목만을 추출하고 <그림 2>, 건물과 수목이 함께 추출된 1차 모폴로지 필터링의 결과에 수목만 추출된 2차 모폴로지의 결과를 빼서 건물만을 추출하였다

<그림 3>.

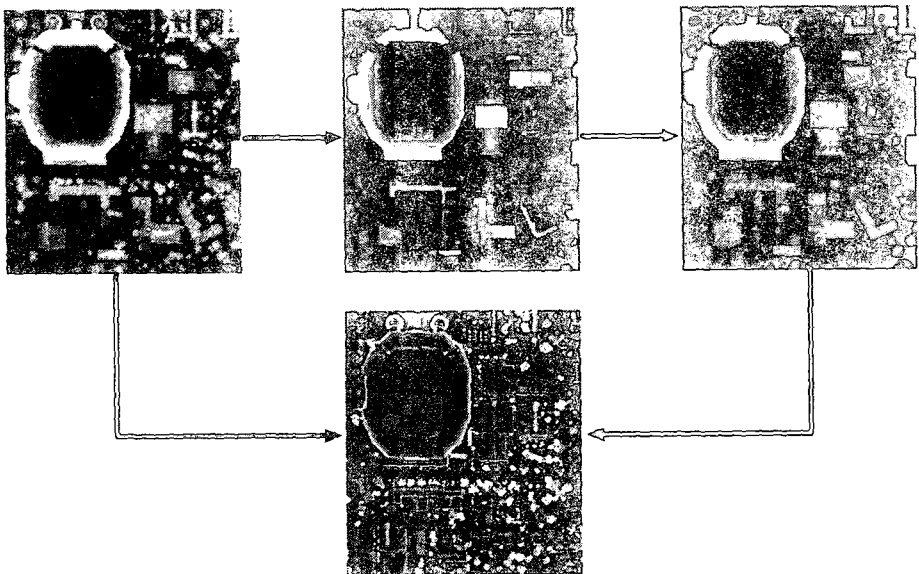
이와 같이 생성된 건물 영상을 백타화하기 위하여 지상높이 3m를 기준으로 Thresholding을 적용하였으며<그림 4>, 생성된 흑백 영상의 외곽선을 추출하여 건물을 생성하였다<그림5>. 마지막으로 <그림 6>은 건물의 최소 면적 기준을 적용하여 생성한 최종 건물 외곽선 및 이를 원 DSM과 중첩도시한 그림을 보여주고 있다.

㉔ 건물 및 수목 추출 (20m×20m 모폴로지 필터링)



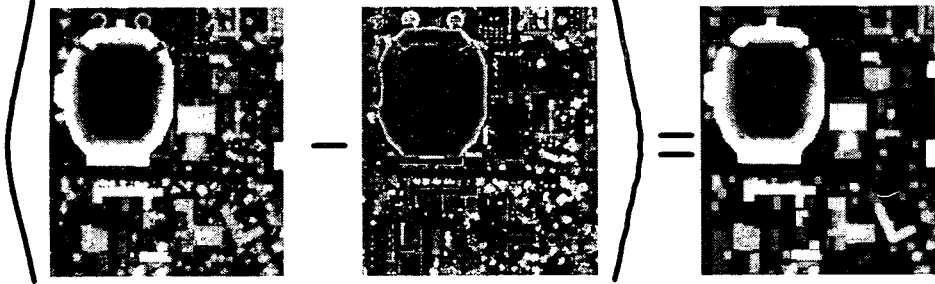
<그림 1>

㉕ 수목추출 (5m×5m)



<그림 2>

■ 건물 추출



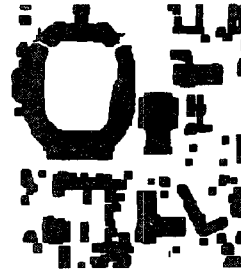
<그림 3>

● Thresholding 적용결과



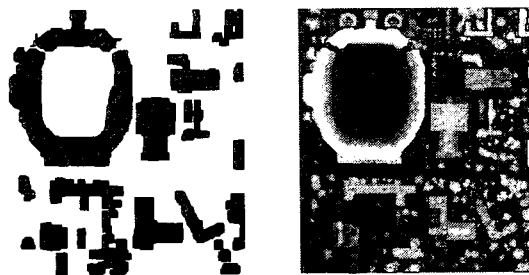
<그림 4>

● 건물 외곽선 추출



<그림 5>

● 최종 결과



<그림 6>

4. 결론

본 연구에서는 모폴로지 필터링을 2중 적용하여 Lidar 데이터로부터 건물을 추출을 시도하였다. <그림 6>에서 볼 수 있는 바와 같이 대체적으로 건물의 외곽선이 DSM에 포함된 건물과 일치하는 것을 볼 수 있다. 그러나 대상지역에 대한 Reference 데이터를 확보하지 못하여 정확도의 평가는 실시할 수 없었다. 본 연구에서는 건물의 외곽선만을 추출하였으나, 앞으로 건물의 높이, 형태 등의 요소를 추출하여 3-D CAD 형태의 건물 모형을 구축할 예정이다.

아직 국내에 Lidar System이 도입되지 않아 data를 취득하고 분석 연구하는데 많은 어려움이 있으나 머지 않아 국내에도 Lidar System이 도입될 것으로 예상되고 있으며, 향후 Lidar System에 대한 많은 연구가 계속 될 것이다. Lidar System은 미래의 GIS의 활용 및 분석에 많은 해결책을 제시하는 대안이 될 수 있을 것이다.

* 참고문헌

1. Ackermann, F., 1996, Airborne Laser Scanning for Elevation Models, (Feature 3), GIM International, vol. 10, no. 10, pp. 24-25, Oct
2. Axelsson, P., Sterner, H., 1999, Mapping Electrical Power Lines with Laser Scanning, GIM International 3, 70-73
3. Axelsson, P., 1999, Processing of Laser scanner data - algorithms and applications, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.54, pp.138-147
4. Blair J.B., Rabine, D.L., Hofton, M.A., 1999, The Laser vegetation Imaging Sensor (LVIS) : A medium-altitude, digitization-only, airborne altimeter for mapping vegetation and topography, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 54, pp. 115-122
5. Hug, C., 1994, The Scanning Laser Altitude and Reflectance Sensor - An Instrument for Efficient 3D Terrain Survey, IAPRS, Vol.30, Part 1, pp 100-107
6. Jaafar, J., Priestnall, G., Mather, P., 1999, Assessing the Effects of Grid Resolution in Laserscanning datasets towards the Creation of DSMs, DEMs and 3D Models, Proceedings of the 4th Intl. Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition/21st Canadian Symposium on Remote Sensing, Ottawa, pp. I-606-613
7. Kraus, K., Pfeifer, N., 1998, Determination of Terrain Models in Wooded Areas with Airborne Laser Scanner Data, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, Vol 53, No. 4, pp. 193-203
8. Samberg, A., Hyypä, J., 1999, Assessing tree attributes from the laser scanner data : the HIGH-SCAN case' Proceedings of the 4th Intl. Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition/21st Canadian Symposium on Remote Sensing, Ottawa, pp II-251-258
9. Weidner, U., Förstner, W., 1995, Towards automatic building extraction from high-resolution digital elevation models, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 50(4), pp.38-49
10. Weidner, U., 1996, An Approach to Building Extraction From Digital Surface Models, IAPRS, Vol. 31, Part B3, pp. 924- 929