

고해상도 위성영상과 항공레이저 측량 자료를 이용한 토지피복 분류

우현욱*, 김광은* 송영수** 류성곤***

* : (주)픽소니어

** : 전북대학교

*** : 석탄산업합리화사업단

1. 서 론

토지피복 분류는 국토의 효율적인 활용을 위한 기초 자료로 그 활용범위가 넓다. 특히 우리나라와 같이 활용가능한 국토의 면적이 제한적일 경우에는 정확한 분석자료의 활용이 필수적이다. 토지피복분류를 위해서는 광학 영상의 분광반사 특성을 활용하게 되는데, 일반적으로 중저 해상도의 위성영상을 활용하여 분류를 수행하였다. 국토의 활용이 점차 도시화, 산업화 되어가면서 좀더 세밀한 분류가 필요하게 되었지만, 이를 위하여 고해상도 위성영상을 활용할 경우 동일 대상체에서도 여러 가지의 분광 특성을 가지고 있기 때문에 지표 대상체를 식별하기에는 좋은 자료이지만 실질적으로 토지피복 분류에서는 많은 오류가 발생하였다. 따라서 본 연구에서는 정확한 위치와 고도자료를 제공하지만 지표면의 기하학적인 형태에 대한 정보가 부족한 LiDAR 자료와 지표 대상체의 정확한 분광반사 특성으로 기하학적인 형태에 대한 정확한 정보를 제공하지만 토지피복 분류를 수행하기에 부적합한 IKONOS 위성영상을 이용하여 LiDAR 자료의 고도자료와 IKONOS 위성영상의 분광반사 자료를 하나의 자료로 통합하여 기존의 감독분류기법에 의한 대상체 분류를 수행함으로써 토지피복 분류의 정확도를 향상시키고자 한다.

2. 자료 취득 및 자료의 전처리

본 연구의 대상 지역은 농경지와 산림 및 고층 건물과 저층 건물이 공존하는 경기도 여주군 일대로, 동일 지역에 대해 LiDAR 자료는 2002년 7월에, IKONOS 위성영상은 2002년 3월에 각각 촬영한 자료를 사용하였다.

① 재배열 : LiDAR 자료의 경우 점(Point)자료로 되어 있어 획득된 자료를 격자자료로만 들기 위하여 보간 과정과 필터링 과정을 거치게 되는데 보간과 필터링 과정은 주변값들에 의해 많은 영향을 받기 때문에 원 자료 상태에서 원하는 지역을 재배열 하는 것이 자료에

의한 오차를 최소한으로 줄이는 방법이다. 또한 불규칙하게 배열된 자료를 일정한 격자 크기로 재배열하게 된다. 본 연구에서는 자료의 점밀도를 고려하여 0.1m 간격으로 자료를 재배열 하였다.

② 보간 : LiDAR 자료는 점 자료이기 때문에 격자형태로의 변환이 필요하다. 자료의 정확도와 처리과정에서의 오차를 최소한으로 하기 위해서는 적절한 보간 방식을 선택하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 IDW 보간법을 활용하였다.

③ 필터링 : LiDAR 전처리 과정 중에서 필터링 과정은 크게 두 가지 목적을 가지고 사용하게 된다. 첫 번째는 자료의 노이즈를 제거하기 위해서이고, 두 번째는 DSM의 정규화를 위해서 자연 및 인공 지물이 제외된 DEM이 필요한데, 바로 이때 DSM으로부터 인공 및 자연 지물을 제거하기 위하여 필터링 과정을 수행하게 된다. 본 연구에서는 노이즈 제거를 위하여 median 필터를 이용하였고, DSM 정규화를 위하여 필요한 DEM 작성을 위하여 영역 최소값 필터(Local minimum Filter)를 이용하였다.

④ DSM 정규화(Normalization) : LiDAR 자료에서 건물과 나무 등의 대상체를 구분하기 위해서는 대상체의 고도정보를 이용하게 된다. 하지만 대상체의 고도는 지형에 의해 실제로 같은 고도라고 하더라도 분류 결과는 차이가 나타나게 된다. 이러한 이유로 LiDAR 자료로부터 획득되는 DSM과 필터링 과정을 통하여 획득된 DEM을 이용하여 지형에 의한 토지피복 분류의 결과값 오차를 줄일 수 있다. DSM은 자연지물과 인공지물을 포함하는 지형으로 이루어지며, DEM은 자연지물과 인공지물을 제외한 순수한 지형만으로 표현된다. LiDAR 자료는 보간과 필터링 과정을 통하여 DSM을 생성한다. 이렇게 생성된 DSM에 각각의 자연지물과 인공지물이 포함될 정도의 면적 크기로 필터 윈도우를 결정하고, 영역 최소 필터를 사용하면 자연지물과 인공지물이 제거된 순수한 지형만으로 이루어진 DEM을 생성할 수 있다. 이렇게 생성된 DEM 지형 고도값을 이용하여 DSM에서 지형 고도값을 제거하여 주변 실제로 자연지물과 인공지물들이 평평한 지표면에 있는 것처럼 표현되는데 이것을 DSM의 정규화라고 한다. 하지만 필터의 크기가 너무 크거나 작으면 실제 지형에 영향을 미치기 때문에 적용 필터의 크기를 결정하는 것 또한 자료처리의 오차를 최소화하는 중요한 요소 중 하나이다.

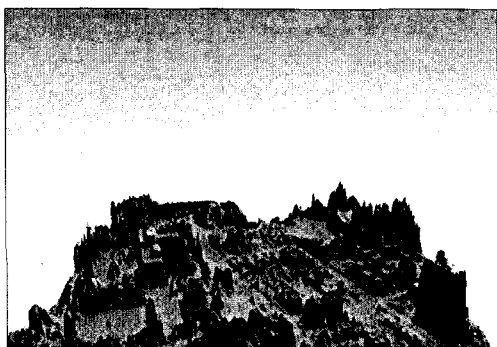


Fig 1. LiDAR DSM



Fig 2. LiDAR Normalized DSM

⑤ 정사보정(Orthorectification) : 일반적인 위성영상의 보정작업인 기하보정의 경우 비교적 평탄한 지형에 대한 영상의 보정에 적용될 수 있으나 고층 빌딩과 같이 매우 심한 고저 차이를 가지는 지역에 대한 영상은 지형에 의한 왜곡이 무시할 수 없는 크기로 나타나며, 이는 위성 영상인 항공사진이 기본적으로 Perspective View의 성격을 가지기 때문이다. 즉, 센서의 직하부를 제외한 모든 지역은 사실상 대상체의 직상부가 아닌, 약간 측면에서 보이는 영상이 된다. 이에 따라 대상체의 고도 차이는 2차원 영상에서는 평면 위치의 차이로서 나타나게 된다. 영상내의 기하학적 왜곡을 보정하는 과정을 정사보정(Orthorectification)이라하며, 보정된 영상은 정사영상(Orthorectified Image)이라고 한다.

RPC를 이용한 정사보정만을 수행할 경우 잔여오차가 남아있게 된다. 이에 본 연구에서는 수치지도를 이용하여 영상 내에서 지상 기준점(GCP : Ground Control Point)을 선정하여 잔여오차를 최소화하고자 하였다. 지상기준점으로는 식별이 가능한 도로의 교차점, 비행장, 수면과 지표면의 경계 부분 등이 이용된다. 이러한 지상기준점을 통해 보정 전 영상에서의 좌표값과 보정 후 계산되는 좌표값 사이의 관계식을 만들어 영상 내의 좌표를 변환시키게 된다.

3. 연구결과 및 고찰

위성영상을 이용한 토지피복 분류는 주로 대상체의 분광특성을 이용해서 이루어진다. 하지만 분광특성만을 이용하여 대상체를 분류할 경우 콘크리트 건물과 콘크리트 도로 또는 아스팔트 성글을 사용한 지붕의 건물과 아스팔트 도로, 목초지와 산림의 경우와 같이 분광특성이 유사한 대상체의 분류는 불가능 하였다. 건물과 도로의 경우나 초지와 산림의 가장 큰 차이점은 고도의 차이이고, 위성영상과 LiDAR 자료를 활용할 경우 위성영상의 대상체 분광특성과 함께 대상체의 정확한 고도정보를 활용하여 분광특성만으로 구분이 불가능하였던 대상체의 분류가 가능하게 된다.

이에 본 연구에서는

첫째, IKONOS 위성영상의 Red, Green, Blue, Near Infrared 밴드의 4개의 밴드(band)를 활용하여 건물, 도로, 나무, 나지, 초지의 5가지 대상체에 대한 토지피복 분류를 수행하였다.

둘째, 첫 번째 수행한 분류와 모든 조건이 동일한 상태에 단지 IKONOS 위성영상의 Red, Green, Blue, Near Infrared 밴드에 LiDAR 자료의 고도 정보 자료를 결합하여 총 5개의 밴드를 가지는 자료를 생성하여 건물, 도로, 나무, 나지, 초지의 5가지 대상체에 대한 토지피복 분류를 수행하였다. 분류의 방법으로는 감독분류기법 중 신경망(Neural Network) 분류 기법을 활용하였다. 분류 후 두 가지 분류 결과를 비교하여 LiDAR 자료 사용에 의한 분류의 정확도를 평가하고자 하였다.

IKONOS 위성영상만을 활용하여 신경망 분류를 수행한 결과 전체 정확도는 81.8%이며, KHAT(Kappa 계수값)는 0.77이다. KHAT는 분류 정확도와 임의 분류 결과의 정확도의 차이를 표현하는 척도로서 0에 가까울수록 분류자(classifier)가 임의 분류자(random classifier)에 가까움을 나타낸다. 분류결과 대상체별 정확도가 높고, 전체 정확도 역시 높게 나왔지만 실제 분류 결과를 보면, 분광특성이 유사한 건물과 도로의 경우에는 분류의 정확도가 많이 떨어졌으며, 나무와 초지의 분류 정확도 역시 만족할만한 결과를 얻지 못하였다.



Fig 3. Set ROI

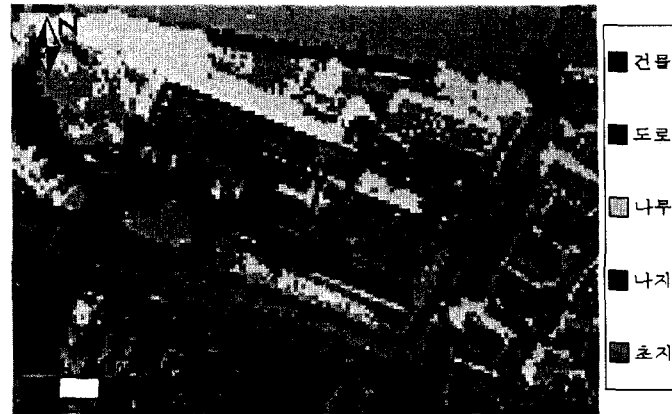


Fig 4. Result of Classification using IKONOS



Fig 5. Result of Classification using IKONOS and LiDAR

IKONOS 위성영상과 LiDAR 자료를 함께 활용하여 신경망 분류를 수행한 결과 전체 정확도는 87.6%이며, KHAT(Kappa 계수값)은 0.84이다.

분류결과 대상체별 정확도와 전체 정확도 결과가 IKONOS 위성영상만을 분류한 결과보다 높은 값으로 나왔으며, IKONOS 위성영상만을 분류한 결과보다 대상체의 구분이 명확하게 나타남을 확인할 수 있다. 특히 고도정보로 구분이 확실한 건물과 나무의 분류 결과가 명확하게 나타났다.

4. 결론

본 연구는 정확한 대상체 정보를 제공하는 고해상도 위성영상인 IKONOS 위성영상과 정확한 위치와 고도 정보를 제공하는 LiDAR 자료를 활용하여 토지피복 분류의 정확도를 향상시키는데 연구의 목적이 있다. 정확한 토지피복 분류는 좁은 국토를 가진 우리나라의 특성상 국토의 효율적인 이용을 위하여 중요한 정보이다. 또한 정확한 수치지도의 갱신 자료로의 활용이 가능하다.

그 결론은 다음과 같다.

첫째, 고해상도 IKONOS 위성영상을 이용하여 토지피복 분류를 수행할 경우 ROI에 의한 분리도가 높다고 하여도 실제 분류 결과 분광반사특성이 유사한 건물과 도로, 그리고 나무와 초지의 경우 토지피복 분류 결과 이미지를 실제 위성영상과 비교할 경우 각각의 대상체 분류가 불가능 하였다.

둘째, 고해상도 IKONOS 위성영상과 LiDAR 자료의 고도 정보를 결합한 자료를 활용하여 토지피복 분류를 수행할 경우 대상체의 분광특성만으로 분류가 불가능한 건물과 도로, 나무와 초지가 고도차에 의하여 분류됨을 볼 수 있었다.

기존 고해상도 위성영상을 이용한 토지피복 분류의 경우 단지 피복 대상체의 분광 특성만으로 분류를 수행하여야 하기 때문에 아스팔트 도로와 아스팔트 형글 지붕의 건물, 콘크리트 도로와 콘크리트 건물, 나무와 초지와 같이 유사한 분광 특성을 가지는 대상체의 분류가 부정확하였다. 본 연구에서 수행한 고해상도 위성영상과 항공레이저 측량 자료를 활용할 토지피복 분류의 경우 피복 대상체의 분광 특성뿐만 아니라 대상체의 고도 자료를 이용함으로써 유사한 분광 특성을 가진 대상체라고 하더라도 고도차에 의한 분류가 가능하다. LiDAR 자료의 보간, 필터링, 정규화 과정의 정확도를 향상시키는 연구를 통하여 좀 더 정확한 토지피복 분류가 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

- 심용운, 2001, LIDAR 데이터를 이용한 도시지역의 수치정사투영영상 제작, 서울대학교 공학 석사 학위논문.
- 한수희, 2002, LiDAR 반사강도와 고도 자료를 이용한 토지피복 분류에 관한 연구, 서울대학교 공학석사 학위논문.
- Guo Tao, Yoshifumi Yasulka., 2002, Combining High Resolution Satellite Imagery and Airborne Laser Scanning Data for Generation Bareland Dem in Urban Areas,

ISPRS Commission V, WG V/6

- G. Priestnall, J. Jaafar, A. Duncan., 2000, Extracting urban features from Lidar digital surface model, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 24, pp 65-78.
- Hans-Gerd Maas, George Vosselman., Bischoft, H., 1999, Two algorithms for extracting building models from raw laser altimetry data, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 54, pp 153-163.
- E. P. Baltsavias., 1999, Airborne laser scanning: existing systems and firms and other resources, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 54, pp 164-198.
- Norbert Haala, Claus Brenner, 1999, Extraction of buildings and trees in urban environments, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 54, pp 130-137.