

## SRTM과 NED를 이용한 식생수고 및 수령 추정

### Vegetation Height and Age Estimation using Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets

김진우\* · 허준\*\* · 손홍규\*\*\*  
Kim, Jin-Woo · Heo, Joon · Sohn,  
Hong-Gyoo

\* 연세대학교 사회환경시스템공학부 석사  
과정

\*\* 연세대학교 사회환경시스템공학부 조  
교수

\*\*\* 연세대학교 사회환경시스템공학부 부  
교수

#### 요지

SRTM 데이터와 USGS의 NED (National Elevation Datasets) 데이터를 사용하였으며 두 데이터를 차분함으로써 식생수고도(vegetation height map)를 얻었다. 또한 차분값과 shape 파일에 포함된 식수년도의 비교를 통해 상관관계여부를 판단하고자 했다. 회귀분석을 통해 차분데이터와 식수년도 사이의 큰 상관관계가 존재함을 확인할 수 있었으며 결국 수령추정과 수령정보의 맵핑이 가능함을 보였다. 추가적으로 지역별 지형특성, 숲의 균일도 등에 의해 선형성이 영향을 받는지 관찰하였다.

#### 1. 서론

최근 지구 온난화, 사막화 등의 환경문제와 삼림지역의 지가평가 등의 경제적인 목적으로 식생의 수고를 추정하고 수령을 파악하는 것은 중요한 이슈가 되었다. SAR는 밤낮과 날씨의 영향을 받지 않고 직접 가지 않고도 대상물의 특성을 파악할 수 있고 위상차 분석통해 대상 지역의 높이값을 구할 수 있다. SAR의 이러한 이점을 활용하여 지형정보를 얻고자 미국에서 실행되었던 미션이 SRTM이고, USGS DEM을 통해 축적된 NED 데이터를 활용하여 식생의 수고 및 수령을 추정하고자 했다. 본 연구에서는 USGS에서 제공하는 미국 루이지애나주 Natchitoches 일대의 SRTM과 NED데이터를 활용하여 영상처리를 거쳐서 상대 식생수고도를 얻었다. 그리고 기존에 보유하고 있던 대상지역의 식수 연도와 식생수고도 사이의 상관관계 평가를 통해 식생수령 추정모델의 유용성과 정확성을 평가한다.

SRTM은 단경로 InSAR로 영상간의 상관관계가 높다는 장점이 있으며 상대적으로 짧은 파장인 C 밴드를 이용하여 수관층의 투과깊이를 줄여 식생수고 추정치의 정확도를 향상시킬 수 있다. 이러한 SRTM의 장점을 활용하는 연구가 Brown(2003)과 Kelldorfer(2004) 등에 의해 활발히 이루어졌다.

NED는 USGS에서 제공하는 미국 전역의 DEM 데이터이다. NED의 원형은 항공사진과 실측을 바탕으로 얻은 USGS DEM으로서 접합과정에서 일어나는 오차를 최대한으로 줄여 균질한 데이터를 얻었다. 해상도는 1 arc sec, 1/3 arc sec, 1/9 arc sec를 제공하고 있고 다양한 단위와 지도투영, 기준면(datum)을 가진 데이터를 제공하고 있다.

## 2. SRTM과 NED를 활용한 식생 수고도 제작 및 식생 수령분석 이론

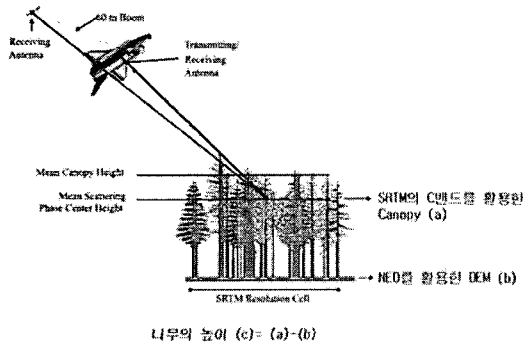


그림 1. SRTM과 NED를 통한 식생수고도 제작 원리

과장이 짧을수록 전파의 투과깊이는 작아지게 된다. SRTM의 C 밴드는 SAR에서 활용하는 다른 밴드에 비해 상대적으로 과장이 짧으므로(약 5 cm) 나무의 일정깊이 이하로는 전파가 투과하지 못한다. 이 SRTM C 밴드를 활용하여 수관층을 구할수 있다. 식수년도에 따른 SRTM-NED 값의 산점도를 작성하고 이의 회귀분석을 통해서 회귀분석 결정계수를 산출하고 그 크기에 따라 이 데이터의 분포가 선형에 가깝게 분포되어 있는지를 판별한다. 일반적으로 식생수령에 따른 나무의 성장이 선형에 가깝다고 할 수 있으므로, 결정계수가 클수록 식생수고도와 선형회귀식을 이용한 식생수령 추정 모델의 정확성이 높다고 할 수 있다. 식생수고도 제작과 식생수령 분석 절차를 요약하면 그림 2와 같다.

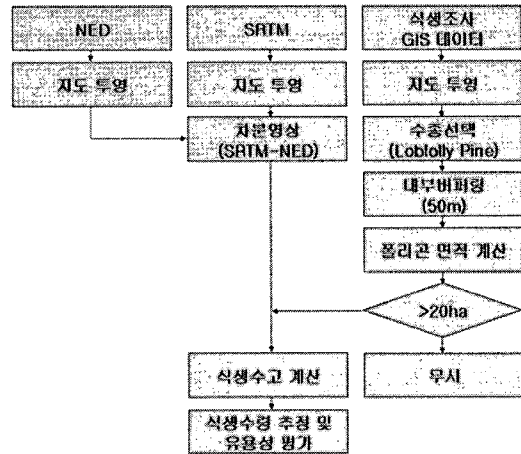


그림 2. 데이터 처리절차 순서도

## 3. 자료처리 및 데이터 분석 결과

### 3.1 데이터의 획득

연구자 하는 대상 연구 지역은 미국 루이지애나주 Natchitoches 일대이다. 대상 지역에 해당하는 SRTM과 NED 데이터를 <http://seamless.usgs.gov> 사이트를 통해서 다운로드한다. 다운로드한 SRTM 데이터는 2005년 5월 27일 제공된 방사보정 (Radiometric calibration)을 마친 'Finished' 데이터이다. SRTM과 NED는 모두 동일한 지역의, 동일한 해상도 1 arc sec (약 30m)인 데이터이다. 또한 루이지애나 지역의 지역명, 수종, 식수년도를 포함하고 있는 식생조사 GIS 데이터를 활용한다.

### 3.2 식생수고도 제작 및 식생 수령 분석

SRTM과 NED 데이터의 좌표계를 UTM Zone 15, WGS84으로 동일하게 변환하였다. 이 동일한 좌표계의 SRTM과 NED 데이터를 단순히 영상과의 차분 즉 뺄셈 (SRTM-NED)을 통해서 차분영상을 얻는다. 그림 3은 SRTM 영상, NED 영

상, SRTM-NED의 연산을 통해 얻은 차분영상을 보여준다.



그림 3. SRTM 영상, NED 영상, 차분영상(SRTM-NED)

차분영상은 이 자체가 식생수고도 (vegetation height map)로 각 픽셀값은 그 좌표에 해당하는 높이값 (단위 m)을 의미한다.

### 3.3 식생수고도를 활용한 식생수령 데이터 분석 및 수령추정모델의 정확성 평가

#### 3.3.1 전체 데이터에 대한 선형회귀 분석

중첩 분석을 통해 얻은 폴리곤의 평균 식생수고값 데이터를 분석하였다. SRTM-NED 수치와 식수년도 사이의 회귀분석 결과로 그림 4와 같은 산점도 그래프와 표 1과 같은 회귀분석 결과를 얻을 수 있었다.

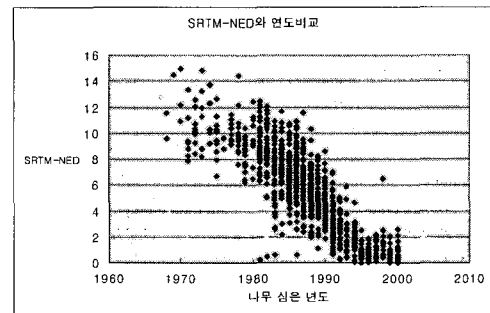


그림 4. SRTM-NED 식수년도 산점도  
표 1. 전체 데이터의 회귀분석결과

회귀 분석 결과	
Adjusted R <sup>2</sup>	0.695
RMSE	1.756
샘플의 갯수	1012

회귀분석 결과 0.695의 결정계수값을 얻을 수 있었다. 이는 과대오차 등을 제거하지 않은 원자료로 SRTM-NED와 식수년도는 높은 상관관계를 보인다고 할 수 있다. 선형회귀 식의 y절편은 877.98, 기울기는 -0.439였다. 이러한 두 수치사이의 상관관계를 이용하여서 추정된 선형회귀 식을 통해서 SRTM-NED의 수치를 통해서 대상지역 식생수고를 추정하는 것이 실용적일 수 있다는 것을 알 수 있다.

#### 3.3.2 지역별 구분에 따른 분석

전체 데이터 처리결과를 바탕으로 지역별 특성에 따라 선형성에 편차를 보이는

지 확인하였다. 분석을 실시한 대상지역은 루이지애나주 Natchitoches, Zwolle, Evans, Leesville, Fields, Elizabeth 지역이고 지역에 따른 분류를 통해 데이터 분석을 실시하였다. 대상지역에 따른 표 2의 결과에서 볼 수 있듯이 대상지역에 따라 회귀분석 결과는 차이를 보였다.

표 2. 지역별 회귀분석결과

대상지역	회귀분석 결정계수
Elizabeth	0.839
Evans	0.827
Fields	0.745
Leesville	0.776
Natchitoches	0.632
Zwolle	0.514

SAR 영상은 일반적으로 3가지 요인에 따라서 결과가 달라진다. 대상 지역의 유전율(dielectric constant), 지역 경사도(local slope), 지형의 기복(roughness)이 주요인이다. 이 중 대상지역 토양의 수분함유량 등의 유전율 정보는 취득하기 어려우므로 대상지역의 경사도와 지형의 기복을 고려하였다. 이 지역의 최고 고도는 180m로 전체적으로 평평한 지역이기 때문에 지역별 경사도는 큰 차등이 없으나 대상지역의 프로파일 분석을 통해 지형의 기복을 확인한 결과 지형의 기복이 큰 지역은 선형 상관관계가 낮은 결과를 얻었고 기복이 작은 지역은 전반적으로 높은 상관관계를 얻을 수 있었다. 이 결과를 통해서 지형의 기복은 식생의 수고 및 수령 추정모델에 영향을 미치는 인자임을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 SRTM과 NED를 통해서 얻은 상대적인 식생수고도와 식수년도와

의 상관관계 분석을 통해 식생추정모델의 데이터 분석을 실시하였고 약 0.7의 회귀 분석 결정계수를 얻을 수 있었다. 또한 지역별로 데이터 분석한 결과 식생수령추정 모델은 지형의 기복에 따라서 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다. 전체적으로 이 연구는 SRTM과 NED를 이용해 상대적인 식생수고와 수령의 추정이 가능함을 보였다. 추후의 연구과제로서는 한국의 식생 자료에 대한 분석시도를 통한 응용분야의 탐색과 선형으로 가정했던 식생수고와 수령간의 모델에 대한 좀더 정밀한 분석이 그 대상이라 하겠다.

#### 참고문헌

- 손흥규, 김원대, 이형기 (2001) ERS-1 InSAR를 이용한 지형정보추출, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp 1~4
- Brown, C. G. (2003) Tree height estimation using Shuttle Radar Topography Mission and ancillary data. PhD Thesis, Department of Electrical Engineering and Computer Science, The University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Curlander, J. C., and McDonough, R. N. (1991) Synthetic Aperture Radar Systems and Signal Processing, John Willey & Sons, INC., pp 4-66
- Kellndorfer, J., Walker, W., Pierce, L., Dobson, C., Fites, J. A., Hunsaker, C., Vona, J., and Clutter, M. (2004) Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets, *Remote Sensing of Environments*, Vol. 93/3, pp 339-358