

위성영상을 이용한 안성지역의 불투수도 추정 Impervious Surface Estimation Using Satellite Image in An-sung Area

김성훈, 허준, 이영무, 김진우

Sung-Hoon Kim, Joon Heo, Young-Moo Lee, Jin-Woo Kim

연세대학교 사회환경시스템공학부

{kimsunghoon, jheo, oasis200}@yonsei.ac.kr, chowoon97@gmail.com

요약

불투수도는 도시화, 환경변화를 추정하기 위한 중요한 지수로서 도시 기후 변화, 홍수 기철 도시 범람의 증가, 홍수 모델링에 영향 등 도시의 홍수 기상학과 수문학적인 변화와 매우 밀접한 관계가 있다. 본 연구에서는 안성지역 일대를 대상으로 하여 Landsat ETM+ 영상을 이용한 불투수도 작성을 시도하였다. 학습자료 및 검수자료 구축은 고해상도 영상인 IKONOS 영상을 이용하였으며, Landsat ETM+ 영상에 대한 위성반사율을 이용하여 tasseled cap 과 NDVI로 전환하고 다양한 변수들이 불투수도에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고 Regression Tree 알고리즘에 따라 불투수도 추정식을 개발하여 지도화하였다.

1. 서론

일반적으로 불투수층은 아스팔트 포장, 콘크리트를 위주로 건축물, 도로, 다리, 주차장 등과 같이 자연적인 침투를 허용하지 않는 인위적인 구조로 이루어진 토지피복 상태를 말한다(Vikhamar 등, 2005). 이와 같은 불투수층의 분포정도는 예전부터 도시화의 정도를 파악하는데 사용되거나 도시 및 국지적인 지역의 환경변화를 추정할 수 있는 척도로 사용되어 왔다. 최근 급격한 지역적 변화에 따른 불투수층의 증가로 인해 홍수피해가 빈번히 발생하고 있어 불투수도 추정에 관한 연구가 더욱 필요하게 되었다. 본 연구에서는 Landsat-7 ETM+ 영상과 IKONOS 영상에 대해 Regression tree 알고리즘을 적용하여 지표의 불투수도를 추정하고자 한다.

2. Regression tree 알고리즘을 이용한 불투수도의 추정

2.1 불투수도의 추정과정

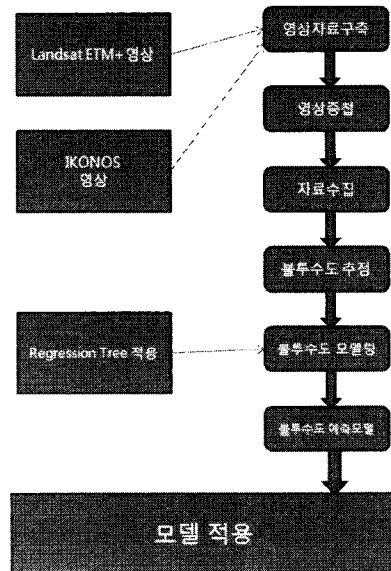


그림 1 불투수도 추정과정

그림1.과 같이 불투수도의 추정을 위하여 ETM+ 영상과 IKONOS 영상을 중첩하여 학습자료를 수집하고, 수집된 자료에 Regression tree 알고리즘을 적용하여 모델링을 실시한다. 불투수도의 추정을 위한 예측모델에서 사용되는 독립변수는 ETM+ 영상의 1, 2, 3, 4, 5, 7번 band와 tasselled cap 변환 영상의 Greenness (TC2), Wetness(TC3), 그리고 NDVI이며 종속변수는 불투수도(%)이다.

2.2 연구 대상지역

안성은 경기도 최남단에 위치하고 있으며 서쪽으로는 평택과 북동쪽으로는 이천시, 남쪽으로는 천안시, 북쪽으로는 용인시와 경계를 이루고 있으며, 면적은 553.46km² 이고 인구는 16만명의 도시로서 대체로 도심지를 제외하고 안성천 수계지역을 중심으로 넓은 평야지대가 발달해있다.

2.3 위성영상의 구축

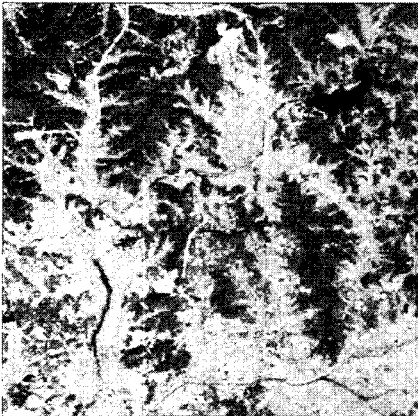


그림 2. Landsat-7 ETM 영상

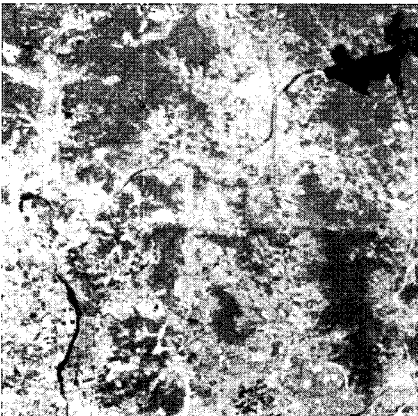


그림 3. IKONOS 영상

안성지역의 불투수도를 추정하기 위해 Landsat-7 ETM+ 영상과 IKONOS 위성영상을 구축하였다. ETM+ 영상은 15m 해상도의 전정색 밴드(panchromatic band)와 60m 공간해상도를 가지는 열적외선 밴드(thermal infrared band)에 의한 항공 방사보정 및 기하보정이 수행된 양질의 영상으로 그림 2와 같고, 이번 연구에서는 28.5m×28.5m의 영상을 사용하였다. 2001년 9월 23일에 관측된 영상으로 좌표계는 UTM 좌표계(WGS84 타원체)이다.

그림 3은 IKONOS 영상으로 2002년 2월에서 6월 사이에 관측된 것으로 해상도는 1m×1m이고 좌표계는 TM좌표계(Bessel 타원체)이며 기하보정, 색상보정, 정사보정이 이루어진 영상이다.

2.4 위성영상의 처리

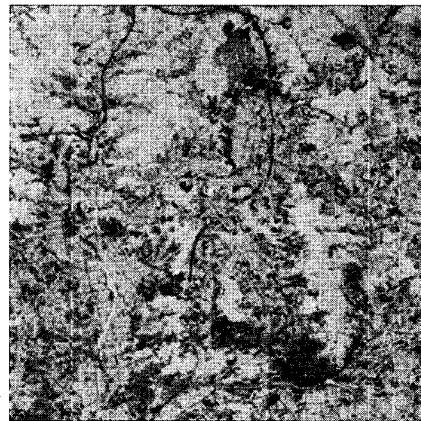


그림 4. Tasselled cap 변환

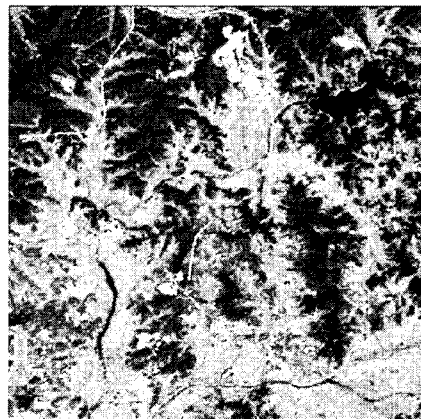


그림 5. NDVI 변환

본 연구에서 구축된 IKONOS 위성영상은 TM 좌표계(Bessel 타원체)로 UTM 좌표계

(WGS84 타원체)의 ETM+과 중첩했을 때 다른 좌표계로 인해 높은 정확성을 기대할 수 없으므로 IKONOS 영상의 좌표계를 UTM 좌표계(WGS84 타원체)로 변환하였다. 이와 함께 다양한 입력변수를 고려하기 위해 ETM+ 영상에 대해 표 1에 나타난 것과 같은 위성 반사율에 의해 결정된 계수를 이용하여 tasselled cap 변환(그림 4.)을 실시하고 (Huang 등, 2002), 식 (1)을 이용하여 Normalized Difference Vegetation Index(NDVI)(그림 5.)를 구성하였다.

$$NDVI = \frac{NearIR - Red}{NearIR + Red} \quad (1)$$

표 1. Tasselled cap 변환계수(Huang 등,2002)

Index	B1	B2	B3
Brightness	0.3561	0.3972	0.3904
Greenness	-0.3344	-0.3544	-0.4556
Wetness	0.2626	0.2141	0.0926
Fourth	0.0805	-0.0498	0.1950
Fifth	-0.7252	-0.0202	0.6683
Sixth	0.4000	-0.8172	0.3832
Index	B4	B5	B7
Brightness	0.6966	0.2286	0.1596
Greenness	0.6966	-0.0242	-0.2630
Wetness	0.0656	-0.7629	-0.5388
Fourth	-0.1327	0.5752	-0.7775
Fifth	0.0631	-0.1494	-0.0274
Sixth	0.0602	-0.1095	0.0985

2.5 Regression Tree 알고리즘

Regression tree 알고리즘은 선형회귀분석의 한계점을 보완하는 비선형 회귀분석(nonlinear regression)의 한 방법으로 이진 반복 배분과정(binary recursive partitioning process)을 수행하여 회귀를 실시한다. Regression tree는 각각의 모집합점(parent node)에서 조건에 따라 두 개의 자집합점(child nodes)로 분류(split)되는 과정을 반복하게 된다(Breiman 등, 1984). Regression tree 알고리즘은 불투수도 추정뿐만 아니라 원격탐사자료의 분석에 다방면으로 적용되고 있으며 본 연구에서는 Regression tree 알고리즘을 손쉽게 사용

할 수 있도록 개발된 Cubist라는 소프트웨어를 사용하였다 (<http://rulequest.com/cubist-info.html>).

2.6 불투수도의 추정결과

본 연구에서는 180개의 학습자료를 추출하여 독립변수 조건과 불투수도를 모델링한 결과는 표 2와 같다. 이를 살펴보면 ETM+영상의 각 Band와 tasselled cap의 Wetness 변환(TC3) 영상을 사용할 경우 평균오차는 7.7, 상관계수는 0.92로 모델링 과정에서 사용된 조건들 중 가장 적합한 것으로 나타났다. 어두울수록 투수정도가 높은 것을 나타내고 있으며 밝을수록 불투수도가 높은 것을 알 수 있으며 실제 지형정보와 비교했을 때 통계적인 결과는 높지 않으나 불투수도를 추정함에 있어 어느 정도 유효함을 갖는다고 할 수 있다. 그림 5는 Cubist 프로그램을 통한 Regression Tree을 구현한 결과로 모델링 결과가 가장 적합한 테스트 5번에 대한 산포도를 표현한 그래프이다.

표 2. 불투수도의 추정조건과 결과

테스트	Band 1,2	Band 3,4,5,7	TC2	TC3	NDVI	평균 오차	상대 오차	상관 계수
1	○	○	○	○	○	8.0	0.35	0.92
2	○	○			○	8.6	0.37	0.90
3	○	○	○	○		7.9	0.34	0.92
4	○	○	○			8.5	0.37	0.91
5	○	○		○		7.7	0.33	0.92
6	○	○				8.5	0.37	0.91
7		○				10.3	0.45	0.84

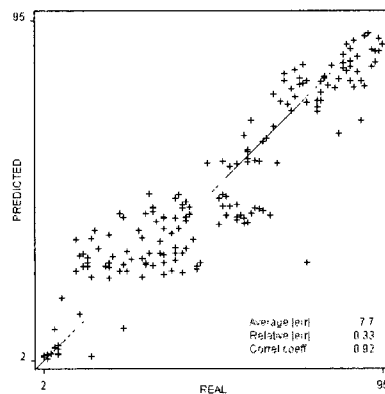


그림 5. 테스트 5번의 산포도

3. 결론

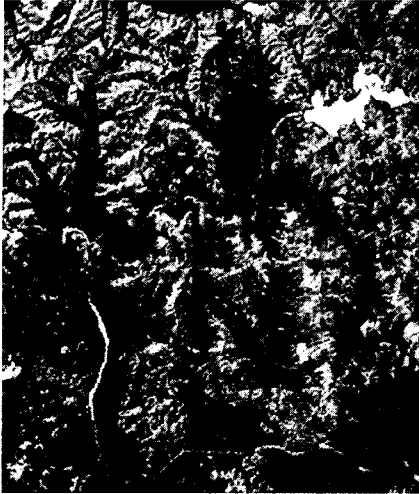


그림 6. 안성지역 불투수도

본 연구에서는 불투수도를 추정하기 위해 ETM+ 영상과 고해상도의 IKONOS 영상을 기반으로 180개의 학습자료를 구축하고 Regression tree 알고리즘을 적용하여 불투수도를 학습자료 조건과 독립변수 조건에 따라 모델링하였고 불투수도 추정식을 이용하여 그림 6.과 같이 지도화 하였으며 ETM+ 영상과 IKONOS 영상을 Regression tree 알고리즘을 적용하여 불투수도의 추정이 가능한 모델을 구성하였다.

이번 연구를 통하여 위성영상을 이용한 불투수도의 추정이 가능하며 독립변수와 종속변수 사이의 상관계수가 0.92로 높은 상관관계를 갖는다고 할 수 있다. 향후 다양한 위성영상과 충분한 데이터 확보를 통하여 더욱 신뢰성있는 결과 도출이 가능하다고 판단된다.

참고문헌

1. Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. and Stone, C.J. (1984). Classification and Regression trees, The Wadsworth Statistics/Probability Series. Wadsworth International group, California, USA.
2. Huang, C. and Townshend, J.R.G. (2002). "Derivation of a tasselled cap t

ransformation based on Landdat-7 at-satellite reflectance", International Journal of Remote Sensing, Vol.23, No.8, pp.1741-1748.

3. Vikhamar, D. and Kastdalen, L. (2005). "Impervious surface mapping in Southern Norway", 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment, St. Petersburg, Russia.