

위성영상을 이용한 산림형태 변화추적시스템 구축

Development of Change Detection System for Forests Type Using Satellite Image

이종출¹⁾ · 강인준²⁾ · 서동주³⁾ · 김성호⁴⁾

Lee, Jong Chool · Kang, In Joon · S대, Dong Ju, · Kim, Sung Ho

¹⁾부경대학교 공과대학 건설공학부 교수, jclee@pknu.ac.kr

²⁾부산대학교 토목공학과 교수, ijkang@pusan.ac.kr

³⁾부경대학교 대학원 토목공학과 공학박사, dpsdj@pknu.ac.kr

⁴⁾부경대학교 대학원 토목공학과 석사과정, gisrs@pknu.ac.kr

Abstract

국토가 좁은 반면 산지가 많은 우리나라에서는 국가지리정보체계 관리 또는 산림자원의 개발과 보전에 대한 중요성이 매우 크다. 따라서 최근에는 산림지역을 대상으로 한 인공위성 영상의 활용 연구가 소개되고 있다. 위성영상은 지구자원의 탐사와 환경감시를 비롯하여 지형정보의 수집 및 분석 등 다양한 분야에서 높은 활용도를 보이고 있으며, 특히 직접 접근이 불가능하거나 까다로운 지역의 지형지물에 대한 다양한 정보의 취득이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 광범위한 지역의 주기적인 정보획득이 가능한 인공위성 영상은 환경탐사분야에서 새로운 대안으로 받아들여지고 있으며, 산림분석에도 활용될 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 식생분류에 유리한 다중분광센서를 가진 Landsat TM 위성영상을 이용하여 산림형태의 변화를 분석하였으며, 이를 주기적으로 모니터링 할 수 있도록 Web 상에 구축하였다. 이를 통하여 누구나 쉽게 넓은 대상지역 산림형태의 주기적 변화를 모니터링 할 수 있으며, 또한 현장조사 자료의 보완에도 효율적으로 사용될 수 있으리라 판단된다.

1. 서론

국토가 좁은 반면 산지가 많은 우리나라에서는 국가지리정보체계 관리 또는 산림자원의 개발과 보전에 대한 중요성이 매우 크다. 이와 같은 산지가 많은 국토의 특성상 광범위한 산림지역으로 구성되어 있으며, 이러한 산림지역을 지속적으로 모니터링 하기 위해서는 다양한 시기의 자료가 필요하다.

또한 체계적인 현장조사를 통한 자료의 축적이 필수적이나, 산림과 같은 넓은 지역을 일시에 현장조사를 통하여 관리하는 것은 비효율적이며, 많은 시간적 비용을

요구한다. 따라서 최근에는 산림지역을 대상으로 한 인공위성 영상의 활용 연구가 소개되고 있다. 위성영상은 지구자원의 탐사와 환경감시를 비롯하여 지형정보의 수집 및 분석 등 다양한 분야에서 높은 활용도를 보이고 있으며, 특히 직접 접근이 불가능하거나 까다로운 지역의 지형지물에 대한 다양한 정보의 취득이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 광범위한 지역의 주기적인 정보획득이 가능한 인공위성 영상은 환경탐사분야에서 새로운 대안으로 받아들여지고 있으며, 산림분석에도 활용

될 수 있다. 하지만, 아직까지 우리나라의 산림식생을 고려한 활용방법에 관한 연구와 산림형태 구분을 통한 지속적인 관리 시스템에 관한 연구가 매우 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 식생분류에 유리한 다중분광센서를 가진 Landsat TM 위성영상을 이용하여 산림형태의 변화를 분석하였으며, 이를 주기적으로 모니터링 할 수 있도록 Web 상에서의 변화추적시스템을 구축하였다. 이를 통하여 누구나 쉽게 넓은 대상지역 산림형태의 주기적 변화를 모니터링 할 수 있으며, 또한 현장조사 자료의 보완에도 효율적으로 사용될 수 있으리라 판단된다.

2. 위성영상의 이론적 배경

2.1 위성영상의 분류기법

영상분류는 원격탐사에서 가장 중요한 분석 기법으로써 영상을 구성하는 각각의 화소들 중 비슷한 분광 특성을 갖는 것끼리 집단화시켜 주는 방법이다. 각각의 분광 특성에 의해 형성되는 집단을 분광 집단이라고 하는데, 여러 가지의 분광집단이 합쳐져서 결국 하나의 정보 집단을 형성하게 되는 것이다.

이와 같은 영상분류 기법은 토지이용도나 식생형태, 토양수분 함유량 등 여러 가지 분석에서 필수적으로 사용되어 지며, 분류 주체에 따라 감독분류와 무감독분류의 두 가지로 크게 나눌 수 있다. 이 구분은 위성영상 분류기법을 말하는 데에 대표적인 구분법이다.

2.2 식물의 반사특성

원격탐사 영상에서 지표물질의 인식은 물체에서 반사하는 고유의 파장별 스펙트럼의 차이에 기인한다. 센서에 의해 감지

되는 데이터는 식물의 잎으로부터 얻어지므로 잎의 구조와 특성에 따른 분광특성을 이해함으로써 인공위성 영상자료를 식생조사에 활용할 수 있는 방법을 찾을 수 있다.

식물의 반사특성은 식생 피복상태의 다양한 요소들뿐만 아니라, 각각의 식물종류의 독특한 특성이 반사된 에너지의 반응에 영향을 미친다. 식물 잎의 구조적 특성과 잎의 구성요소에 의한 반사특성은 다른 물체들과 구분된다. 가시광선 파장대에는 식물체내의 색소에 의한 반사특성이 크게 나타난다.

색소를 이루는 엽록소는 0.45 μm 와 0.65 μm 부근에서 대부분의 에너지를 흡수하며, 특히 0.54 μm 의 녹색파장 영역에서의 반사값이 가장 크다. 근적외선 파장대에서는 잎의 세포배열과 구조적 특성이 반사특성을 지배하는데 활엽수종은 반사량이 큰 반면 침엽수종은 작다. 이 밖에 인공위성 영상자료에서 나타나는 산림지역의 특징은 왕성하게 성장하고 있는 녹색식물의 경우 근적외선 입사량의 40~50%를 반사하고 이때 식물체 내의 엽록소는 가시광선의 80~90%를 흡수한다. 그러나 활력이 저하되었거나 고사한 식물체는 가시광선의 20~30%를 반사하여 왕성하게 성장하는 식물보다 반사량이 많은 반면 근적외선 반사량이 상대적으로 적게 나타난다.

3. 위성영상의 처리 및 분류

3.1 영상의 전처리

본 연구의 대상지는 부산시 가운데 침엽수림과 활엽수림, 그리고 혼효림이 넓게 분포하는 산지대를 연구대상지역으로 선정하였다. 또한 대상지역인 구월산 지대에서는 두 영상의 시기 사이에 큰 산불이 두 차례 정도 발생하였기에 산림형태 변

화를 분석하기 위하여 선정하였다.

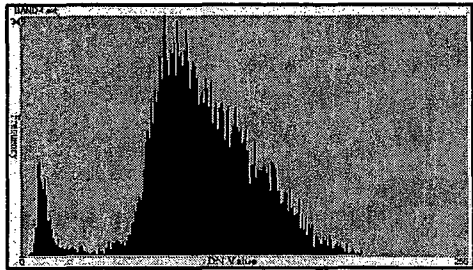


그림 1. DN값의 히스토그램 (Band 4)

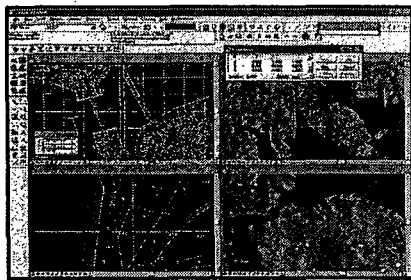


그림 2. 기하보정처리모습

영상분석에 사용된 인공위성 영상자료는 1997년 5월 17일 영상과 2000년 4월 23일의 Landsat TM 영상이다. 식물의 분광특성은 시계열에 따라 다르기 때문에 비슷한 시기의 두 영상을 사용하였다. 또한 인공위성 영상자료의 분석프로그램으로는 Intergraph Z/I Imaging 사의 Image Analyst를 사용하였다.

근적외선밴드인 4번 밴드를 이용하여 밝기값을 분석한 결과 그림 1과 같이 수역의 밝기값이 0에 가깝게 나타났으며, 따라서 대기에 의한 영향은 거의 없었다. 그림 2는 수치지도와 위성영상간의 기하보정처리 모습을 나타내고 있으며, RMSE 평균 10.19m(약 0.34화소)의 양호한 결과값을 얻었다.

3.2 영상의 분류 및 정확도 검증

본 연구에서는 파장대 특성을 고려하여

활엽수림, 침엽수림, 혼효림으로 구분하고 나머지는 기타로 분류하였다. 식생분류에 주로 사용되는 Landat 4, 2, 3번 밴드 (RGB 432)를 조합한 적외선 컬러사진 즉, 위색(False-color)합성을 실시하였다.

수종별로 Training Sample을 선정한 후 최대우도분류(Maximum Likelihood Classification) 방법을 사용하여 감독분류를 실시한 다음, 산림지대의 수종별 항목 및 수역 등을 포함한 클래스의 수를 고려하여 ISODATA 기법의 무감독 분류를 실시하였다.

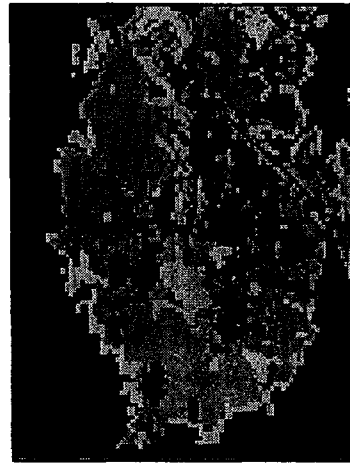


그림 3. 감독분류 결과영상 (2000년)



그림 4. 무감독분류 결과영상 (2000년)

감독분류의 결과와 무감독분류의 결과값을 비교하여 더 정확도가 높은 결과값을 나타낸 감독분류결과를 Web상의 데이터베이스로 사용하기로 하였다. 그림 3은 감독분류 결과영상을 나타내고 있으며, 그림 4는 무감독분류 결과영상을 나타내고 있다. 또한 표 1과 표 2는 각각 감독분류와 무감독분류 결과 정확도를 나타내고 있다.

표 1. 감독분류의 정확도 분석

항 목	총 화소수 (reference data)	분류된 화소수 (image data)	정확도 (%)
활엽수림	349	184	52.72
침엽수림	2,393	1,517	63.39
혼효림	2,759	1,722	62.41
기 타	210	149	70.95
합 계	5,711	3,572	62.55

표 2. 무감독분류의 정확도 분석

항 목	총 화소수 (reference data)	분류된 화소수 (image data)	정확도 (%)
활엽수림	349	221	63.32
침엽수림	2,393	1,193	49.85
혼효림	2,759	739	26.79
기 타	210	164	78.10
합 계	5,711	2,317	40.57

4. Web상의 모니터링 시스템 구축

4.1 결과분석

분류된 결과 영상에서 분류항목별 면적을 산출하기 위해 Raster 형식의 영상이미지를 Vector 형식인 SHP(shape)파일로 변환하였다. 그리고, ArcView를 이용하여 속성데이터에 각 분류항목별 면적을 합산하여 속성을 부여하였다.

표 3은 감독분류된 1997년과 2000년 영

상에서의 해당 항목 면적차이를 나타내고 있다. 침엽수림과 혼효림의 면적차이가 두드러진 이유는 본 연구에 사용된 두 영상의 시기가 서로 비슷한 4월 23일과 5월 17일이지만, 약 20여일 이상의 차이가 나며 이 시기에는 활엽수림의 식생활력 성장이 짧은 시간에 비하여 많이 증가되는 시기이므로, 이러한 기간동안의 식생활력 차이 때문에 나타난 반사특성으로 보인다. 그 밖에 병해충으로 인한 피해목 제거와 산림경관 개선계획, 그리고 해상도가 낮은 Landsat 위성영상의 영향 역시 크다고 볼 수 있다.

또한, 분류항목 중 기타 항목의 증가가 두드러지게 나타남을 알 수 있다. 조사에 따르면, 연구 대상지역 산지 남쪽부근에서 두 차례 이상의 산불로 인하여 약 5.2ha 이상이 유실된 것으로 나타났다. 따라서 산불피해 산림지역 면적에서 산림의 분광특성이 감소되어 기타 항목으로 추가 분류된 것으로 판단된다.

표 3. 1997년과 2000년 영상의 면적차이 비교
(단위 : ha)

항 목	면적 (1997)	면적 (2000)	면적차이
활엽수림	36	31	- 5
침엽수림	257	219	- 38
혼효림	201	229	+ 28
기 타	39	47	+ 8
총 면적	533	526	- 7

4.2 Web상의 모니터링 시스템 구축

본 연구에서는 인공위성 영상을 이용한 산림형태의 수종별 분류에 그치지 않고, 지속적인 변화를 모니터링하기 위한 변화추적시스템을 Web상에서 구축하였다.

현재 부산시에서는 산림통계를 내고 있으나, 이는 침엽수림, 활엽수림, 혼효림 등에 대한 전체적인 면적 통계일 뿐, 특정지역에 대한 변화량을 시각적으로 제공하

지는 않고 있다. 산지녹화 및 산림보호의 목적으로 조림 및 병해충 방제, 그리고 산불발생현황 등의 자료를 해마다 제공하고 있으나, 시 전체에 대한 통계일 뿐, 특정 산지에 대한 수종별 증감 데이터는 제공하지 않고 있다. 따라서 특정 산지의 수종별 위치정보와 변화에 대한 관리 정보는 시민들에게 제공되지 못하고 있는 단점이 있다. 국가의 지리정보체계적 측면에서 뿐만 아니라, 산림의 보호 및 조림계획, 그리고 수종별 위치와 변화상태, 자연적 천이상태를 지속적으로 모니터링 관리하는 일은 매우 중요하다고 볼 수 있다. 따라서 누구나 쉽게 변화되는 산림정보를 볼 수 있게끔 Web상에 구축하였다.

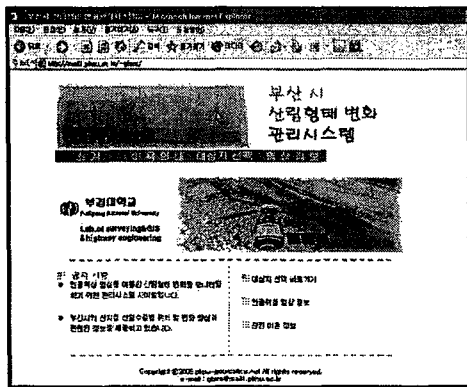


그림 5. Web 모니터링 메인 화면

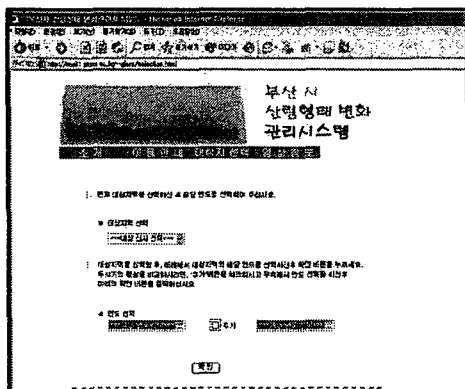


그림 6. 대상지역 선택 화면

그림 5는 본 Web 모니터링 시스템의 메인화면을 나타내고 있다. 원하는 대상지역 및 산지를 선택할 수 있도록 그림 6과 같이 구성하였다. 대상지역을 선택하고 나면, 화면 하단에서 해당 대상지역의 연도를 선택하게끔 되어있으며, 또한 대상지역의 두 개의 주제도정보를 비교하며 볼 수 있도록 구성하였다.

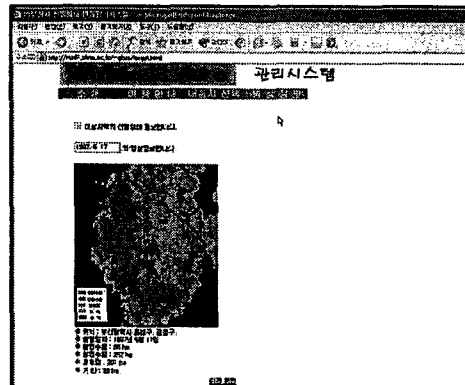


그림 7. 대상지역의 주제도 및 산림형태 정보

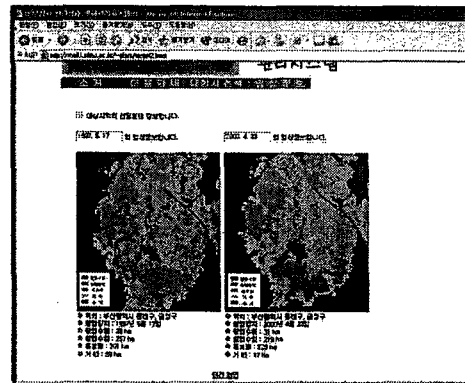


그림 8. 대상지역의 주기별 변화정보

그림 7은 대상지역의 하나의 주제도만 나타난 모습이며, 범례를 사용하여 수종별 위치와 면적을 파악할 수 있게 된다. 그리고, 그림 8은 주기별로 수종형태의 위치 및 면적 변화량 정보를 볼 수 있게끔 두 개의 주제도 영상을 비교할 수 있도록 구성된 모습이다. 따라서 대상지역의 수종별

면적 증감을 시각적으로 쉽게 파악할 수 있으며, 수치로도 분석할 수 있도록 하였다. 이 밖에도 Web 사이트의 소개메뉴와 이용안내 메뉴, Landsat 위성영상의 정보 내용이 담긴 메뉴 항목을 구성하여, 사용자가 쉽게 해당 정보를 이해할 수 있도록 하였다.

5. 결론

본 연구에서는 산림형태의 수종을 감독 분류기법으로 침엽수림, 활엽수림, 혼효림, 그리고 기타 항목으로 분류하여 시기별 형태 변화를 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 일반적으로 산림의 식생분류에 자주 사용되는 감독분류를 통해 산림 형태별 항목을 분류한 결과 대상지역 분류항목의 전체 정확도가 62.55%로 나타났으며, 무감독분류 결과 분류항목의 전체 정확도는 40.57%로 나타났다. 따라서, 본 연구에서의 데이터베이스로는 감독 분류된 영상을 사용하였다.
2. 연구대상지역 구월산 일대의 산림형태를 분류한 결과, 1997년과 2000년 사이에 활엽수림이 3년전에 비해 약 5ha, 침엽수림은 약 38ha 감소하였으며, 혼효림과 기타 항목은 각각 약 28ha와 약 8ha가 증가한 것으로 해석되어 위성영상을 이용하여 산림형태 변화를 정량적으로 해석할 수 있었다.
3. 본 연구에서는 주기별로 분포면적 변화 추이를 쉽게 알아보기 위하여 Web 상에서 산림형태의 변화를 모니터링 할 수 있도록 구축하였다. Web을 활용한 관리를 통하여 산림형태의 식생구조 변화 추세를 시각적으로 쉽게 지속적으로 모니터링 할 수 있으며, 임상도 등의 참조자료와 현장조사 자료보완에도 효

율적인 자료로 제공될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김철민 (1991), LANDSAT TM 데이터와 수치지형모델을 이용한 산림분포 해석에 관한 연구, 박사학위논문, 서울대학교.
2. 홍성태 (1993), 원격탐사자료를 이용한 산림식생분류에 관한 연구, 석사학위논문, 강원대학교.
3. 이병걸, 강인준 (1999), 원격탐사기법을 이용한 제주도와 주변해양 식생분류기법에 관한 연구, *제주대학교 해양연구 논문집*, Vol. 23, pp. 151-159.
4. 이승희 (2003), 인공위성 영상자료를 이용한 식생분류 정확도 검증, 석사학위논문, 서울시립대학교.
5. 연상호, 조명희, 이진택 (2001), 원격탐사입문, 구미서관.
6. 배준희 (2003), 인공위성영상을 이용한 난온대 지역의 식생분류기법 연구, 석사학위논문, 호남대학교.
7. 곽은주 (2004), Landsat 위성영상을 이용한 도심지확장 및 온도 변화탐지, 석사학위논문, 연세대학교.
8. Thomas M. Lillesand and Ralph W. Kiefer (2000), REMOTE SENSING AND IMAGE INTERPRETATION, 4th edition, John Wiley&Sons.
9. John R. Jensen (2000), Remote Sensing of the Environment, Prentice Hall.
10. Lucas L. F. Janssen and Gerrit C. Huurneman(eds.) (2001), Principles of Remote Sensing, ITC Education Textbook Series;2, 2nd edition, ITC Enschede.