

고해상도 위성영상과 SML을 이용한 남제주 지역의 임상분류 기법 개발 Developing the forest classification technique in Namjeju area using high resolution satellite images and SML (Spatial Modeling Language)

조명희* · 조윤원* · 김성재** · 송완영* · 정영교***

* Myung-Hee Jo, * Yun-Won Jo, ** Sung-Jae Kim, * Wan-Young Song,
*** Young-Kyo Chung

* 경일대학교 건설정보공학과 ** (주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소
*** 국립산림과학원 난대산림연구소

mhjo@kiu.ac.kr · ywjo@kiu.ac.kr · sjkim@geocni.com · it4korea@msn.com
· ygchung99@foa.go.kr

요 약

최근 GIS를 비롯한 공간정보기술의 눈부신 발전으로 국토전반에 대한 정보화와 과학적인 관리기법이 확산되고 있다. 이에 효율적인 산림관리를 위하여 위성영상과 지리정보시스템을 이용한 산림정보가 구축되고 있으나, 산림지역이라는 지리특성상 현장 출입이 제한적이고 위험하여 정보수집에 어려움이 있다.

본 연구에서는 효율적인 산림정보구축을 위하여 남제주군을 대상으로 고해상도 위성영상과 공간정보추출언어인 SML(Spatial Modeler Language)을 이용하여 다양한 모델별 산림지역의 임상정보를 추출, 임상분류를 위한 모델링 기법을 개발하였다.

또한 1/5,000도엽을 기준으로 표본점을 배치하고 임상, 하층식생, 입지 및 토양에 대한 현지조사를 수행하였으며, 추출자료와의 상관성 분석 및 검증을 통하여 공간정보기술을 이용한 산림정보 구축의 기반을 마련하고자 하였다.

주요용어 : 공간정보추출언어, SML(Spatial Modeler Language), 임상분류, 표본점

I. 머릿말

기존에는 산림정보를 추출하기 위해서 산림전문가의 현지산림조사를 이용한 현황조사와 항공사진 판독을 통하여 산림

정보를 추출하였다. 또한, 제작된 산림분야 주제 도면들은 제작 목적에 따라 조사내용과 표기내용이 상이하고 산림현황의 분석에 있어 비전문가들은 판독이 어려워 일반인들의 활용정도는 미비한 수준이었다.

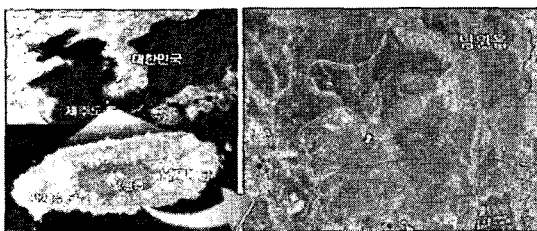
하지만, 최근 들어 과학의 발전으로 산림 분야에 있어서도 효율적인 산림 자원관리를 위해 산림입지, 산림식생, 토양형 등 다양한 산림 공간 정보의 분석요구는 날로 증가하는 추세이며 이러한 다양한 산림정보의 수요를 신속하고 과학적으로 분석하기 위하여 위성영상자료와 GIS분석기법의 활용이 부각되고 있는 실정이다.

국내 연구에서는 조명희(2005)등은 북제주군 공간정보기술을 이용한 정밀산림 지도제작 및 활용시스템을 연구하였으며 이승호(2003)등은 수치지형공사진과 고해상도 위성영상 자료를 이용한 소나무 재선충 피해목을 탐지한 바 있다.

국외 연구로는 Jensen J.R(2000)은 원격탐사 기법을 이용하여 지구의 자원 관리에 대한 정책과 전망에 대하여 연구를 수행한바 있으며 Franklin와 Steven(2001) 등은 위성영상을 이용한 적정 산림관리에 관한 연구를 수행한 바 있다.

이 밖에도 국내·외적으로 위성영상과 GIS를 이용한 산림관련분야 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

본 연구에서는 남제주군 동부 산림지역의 침엽수와 활엽수가 다양하게 분포되어 있는 남원읍 일대(9km²)를 대상으로 고해상도 위성영상을 이용하여 공간정보를 다양하게 추출하였다. 또한, 다양한 SML을 이용하여 대상지역의 임상에 대한 공간정보 특성을 분석하고 산림현지조사를 통하여 추출 정보와의 상관성 분석 및 검증을 실시하였다.



<그림.1> 연구 대상지역

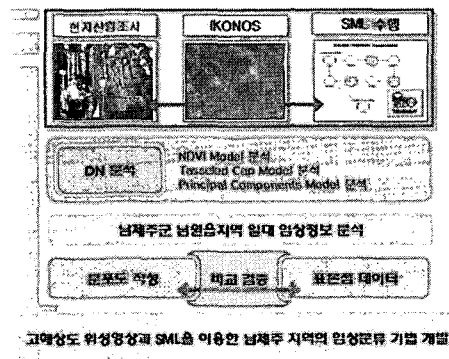
II. 연구자료 및 방법

본 연구의 기초 자료로는 2004년 4월 2일 촬영된 고해상도 IKONOS-2 위성영상을 사용하였으며 정확한 위치정보의 보정을 위하여 RPC를 이용한 정사보정 처리를 수행하였다.

현지산림조사를 위한 표본점 배치는 그리드 300m×300m기반의 기준으로 동일 임상의 인접 폴리곤을 통합하여 배치하고 임상크기별 표본점을 재배치하여 20m×20m크기의 총 106개 표본점을 배치하였다.

표본점에 대한 현지 조사를 위하여 표본점 배치도를 1/5,000 도엽으로 제작하고 표본점의 ID, 경도 좌표, 위도 좌표 및 수치지형도 편집 자료를 중첩하여 조사점 위치판독을 용이하게 제작하였다.

고해상도 IKONOS-2를 이용한 임상 분석을 위하여 공간정보추출언어인 SML (Spatial Modeler Language)을 활용하였고 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index), TCT(Tasseled Cap Transformation), PCA(Principal Components Analysis) 모델별로 Float타입의 픽셀 값으로 처리하고 이를 현지 산림조사 된 표본점과 상관성 분석을 통하여 산림지역의 임상정보를 분류하였다.



<그림.2> 연구 흐름도

III. SML을 이용한 산림임상정보 추출

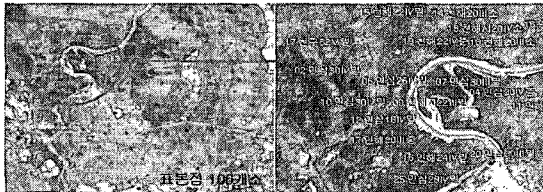
1. 표본점 현지산림조사

배치된 표본점 지역에 대하여 산림조사 야장에 의한 산림입지환경조사, 산림임상조사 및 토양조사를 수행하였다.

또한 표본점 조사의 검수 방법으로는 전산화된 현지 산림조사 자료에 대하여 조사내용의 오 기입과 같은 오류 검출, 전산화 오류, 현지사진 비교 오류, 위성영상과의 비교 오류, 1/25,000 임상도를 참조한 확인 사항 점검으로 표본점 오류를 검출하였다.

이와 같은 방법으로 조사표본점에 대한 현지산림조사를 수행해 본 결과 전체 표본점 106점에 대하여 침엽수림은 66개소, 활엽수림은 25개소, 침활혼효림은 11개소, 미립목지는 4개소로 조사하였다.<그림.3 참조>

또한, 현지 산림조사 시 혼효율 100%인 지역은 침엽수림 52개소, 활엽수림 15개소로 조사하였다.<표.1 참조>



<그림.3> 전체표본점(106개소) 정보

<표.1> 혼효율 100% 지역의 수종 및 표본점

침엽수	표본점	침엽수	표본점
해송	29개소	구실잣밤	5개소
		가시나무	3개소
상나무	20개소	줄참나무	1개소
		서나무	1개소
편백	2개소	공의말채	1개소
		벗나무	1개소
리기다	1개소	예덕나무	2개소
		때죽나무	1개소
4개수종	총52개소	8개수종	총15개소

2. 고해상도 위성영상의 SML수행

2-1. SML을 이용한 임상분류

고해상도 IKONOS-2위성영상을 기반으로 SML을 이용하여 다양한 모델별 임상정보를 추출하였다.

본 연구에서 사용된 SML은 가시광선과 근적외선의 파장대를 가지고 있는 위성영상자료들의 밴드비(Ratio), 밴드차(Difference) 등에 의해 산출되는 NDVI와 식생의 반사 특성을 추출하기 위하여 위성영상이 포함하고 있는 광학정보를 증폭시켜 필요한 정보를 얻을 수 있는 TCT, 그리고 다중분광영상자료를 향상시키고 판독하는데 쓰이는 통계학적 방법으로 토지피복 분류 및 식생변화 탐지등의 정보를 획득할 수 있는 PCA를 이용하였다.

TCT에 있어서는 식생과 상관성이 깊은 GVI를 이용하였으며 주성분 분석에 있어서는 총 4개의 주성분 중에 밴드4를 이용하여 산림지역에 대한 고유 벡터 값을 추출하였다.

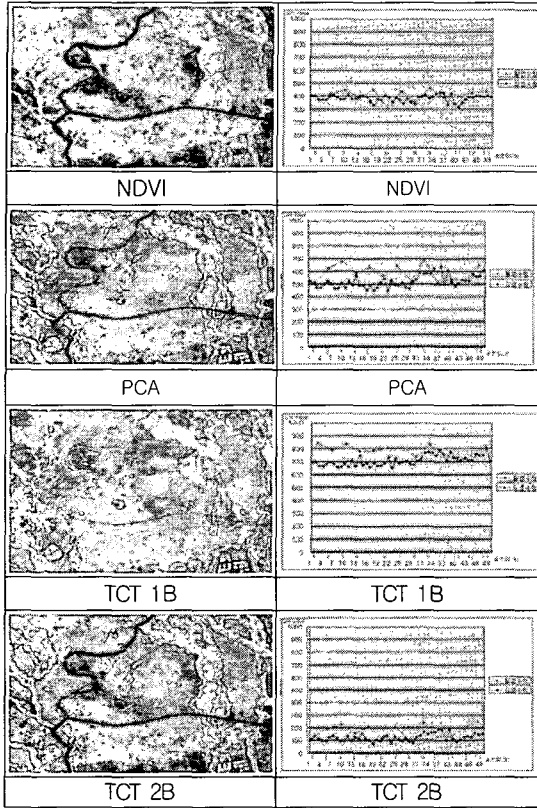
현지산림조사 지역에 대한 고해상도 위성영상의 다양한 모델링을 적용하여 추출된 임상정보의 DN값은 다음과 같다.

NDVI에서 침엽수 DN값은 Min320, Max432, Mean386으로 나타났으며, 활엽수의 DN값은 Min305, Max463, Mean410으로 나타났다. PCA에서 침엽수 DN값은 Min445, Max636, Mean519로 나타났으며, 활엽수의 DN값은 Min513, Max685, Mean589로 나타났다.

TCT 1B에서 침엽수 DN값은 Min645, Max798, Mean706으로 나타났으며, 활엽수의 DN값은 Min710, Max843, Mean783으로 나타났다.

TCT 2B에서 침엽수 DN값은 Min73, Max191,

Mean123으로 나타났으며, 활엽수의 DN값은 Min101, Max251, Mean177으로 나타났다.<그림.4 참조><표.2 참조>



<그림.4> 영상구분 DN값 추출

<표.2> 모델별 침·활엽수 DN값 추출

모델명	침엽수			활엽수			Mean deviation
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
NDVI	320	432	386	305	463	410	24
PCA	445	636	519	513	685	589	70
TCT 1B	645	798	706	710	843	783	77
TCT 2B	73	191	123	101	251	177	54

그 결과 각 모델별 침엽수와 활엽수에 대한 DN 평균편차는 NDVI 24, PCA 70, TCT1B 77, TCT2B 54로 나타났다.

NDVI는 침엽수 활엽수의 DN값의 편차 적으므로 DN값을 이용한 영상분류 효율성은

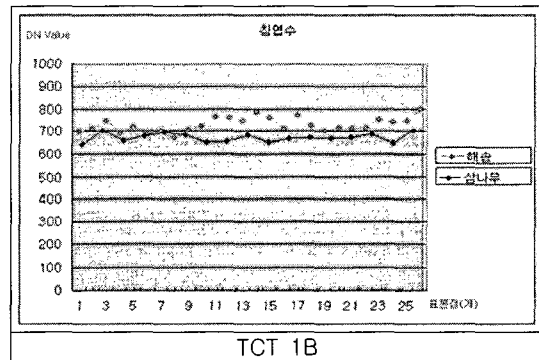
떨어지는 것으로 나타났다.

주성분 분석에서는 부분적으로 확실한 DN값 분포를 보이고 있었으나 전체 DN 비교에서는 서로 교차하는 DN값으로 인해 구분이 어려웠다.

반면, TCT 1B에서는 침엽수와 활엽수의 DN의 편차가 확연히 드러나 영상분류에 있어서 효과적인 것으로 나타났다.

2-2. TCT를 이용한 수종분류

침엽수의 DN값과 활엽수의 DN값의 편차가 가장 높은 모델을 이용하여 영상의 수종 분류를 수행하였다. 표본점 조사에서 43%로 가장 많이 조사된 해송과 30%로 조사된 삼나무를 수종구분의 대상으로 정하고 TCT 1B를 이용하여 수종별 DN값을 추출하였다. 그 결과, 해송 DN값은 Min320, Max432, Mean386으로 나타났으며, 삼나무의 DN값은 Min305, Max463, Mean410으로 나타났다.<표.3 참조>



<그림.6> 수종구분 DN값 추출

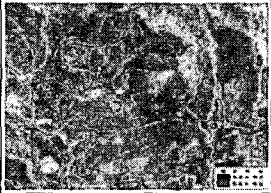
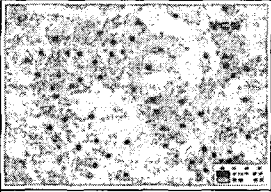
<표.3> 수종DN값 추출

모델명	해송			삼나무			평균 편차
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
TCT 1B	670	798	728	643	700	670	58

IV. 비교 및 검증

TCT 1B 모델을 이용하여 임상 및 수종에 대한 분포도를 작성하였다.

작성된 분포도를 기반으로 표본점에 조사되어 있는 임상 및 수종정보를 중첩시켜 분류정확도를 검증하였다.<표.4>

	일치개수	일치률
	41개/52개	79%
임상분포도(TCT 1B)	임상 분류정확도	
	일치개수	일치률
	15개/20개	75%
수종분포도(TCT 1B)	수종 분류정확도	

<표.4> 분포도를 이용한 분류정확도 검증

임상 및 수종분포도를 통하여 표본점과의 중첩비교 결과 임상분포는 79%의 분류정확도를 보였으며 수종분포는 75%의 분류정확도를 보였다.

V. 맺음말

현지산림조사 자료와 고해상도 IKONOS-2 위성영상의 SML을 이용하여 임상분류에 있어 다양한 기법을 적용시켜 보았다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 위성영상DN값과 비교분석해 본 결과 TCT 1B의 편차가 가장 크게 나타난 것으로 미루어보아 임상과 수종의 분류에 있어서 TCT 1B가 가장 적합한 것으로 판단된다.
2. 임상의 수종구분에 있어서는 현지 산림

조사된 침엽수인 삼나무와 해송이 서로 다른 DN값을 보여 수종구분이 가능하였다. 하지만, 다른 수종분류에 있어서는 현지 임상의 대부분이 삼나무와 해송으로 분포되어 보다 다양한 수종구분 시도는 어려웠다.

3. 표본점 31~40번과 46~49번에서는 NDVI, TCT 1B, TCT 2B, PCA DN값이 평균보다 높게 나타나서 전체적으로 임상 및 수종 구분이 다소 어려웠다. 그 원인으로서는 산림지역에 대한 GPS장비 수신 저하가 위치정보의 변이를 가져다 준 것으로 예상되며 이는 실제조사 자료와는 다른 타 임상의 DN값이 분석에 포함되는 오류를 나타낸 것으로 판단된다.

본 연구에서 확인된 TCT 1B를 이용하면 산림지역의 임상분류에 보다 신속하고 과학적인 성과를 가져다 줄 것으로 사료된다.

향후 Tasseled Cap Transformation의 토양지수 특성을 이용한 임상의 수관밀도 분류 연구가 가능할 것으로 사료되고 이는 보다 정밀한 공간해상도의 영상자료를 이용하면 더욱 높은 정확도로 분류될 것이다. 또한, 보다 다중분광의 위성영상을 이용한 세분화된 DN값 분석으로 더욱 많은 수종분류에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. 경북대학교, 산림자원정보 DATABASE 구축에 관한 연구 (A Study on the Developing of Forest Resources), 농림부 연구개발 최종 보고서, 1998.12, p.345.
2. 조명희, 공간정보기술을 이용한 산림관리 시스템 개발, 한국지리정보학회 한·일

- 공동국제세미나, 2001, pp.117-130.
3. 김철민, 2003, GIS를 이용한 우리나라 산림지도 제작, 춘계워크숍 및 학술대회 논문집, pp.273-276
 4. 권태호, 백승직, 도형률, 김연정, 김양천, 1999, GIS기법을 이용한 대구대학교 경산수목원의 산림정보관리시스템 구축, 대구대학교 산림자원학과 학술논문집:산림논단, pp.39-53
 5. 조명희 신동호, 김준범, 김인호, 권태호, 2003, 항공사진을 이용한 산림정보 원격탐사시스템 개발, 한국지리정보학회 춘계 워크숍 및 학술대회 논문집, pp325-331.
 6. 조명희, 조윤원, 김성재, 이광재, "위성영상과 GIS를 이용한 도시지역 최적 식생지추출기법 및 변화탐지", 한국지리정보학회 2003 춘계 워크숍 및 학술 대회 논문집, pp.251-258
 7. 황효태, 2005, 산림GIS 구축과 추진방향, 제15회 2005 GIS Workshop , pp.297-306.
 8. Avery, T.E. and G.L.Berlin, 1992, Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation, New York: Macmillan, pp.377-404.
 9. Floyd F. Sabins, 1996, Remote Sensing Principles and Interpretation, Third edition.
 10. John R. Jensen, 1996, Introductory digital image processing, Prentice Hall. Remote Sensing in Mangrove Research-Relationship Between Vegetation Indices and Dendrometric Parameters: A Case for Coringa, East Coast of India ,22nd Asian Conference on Remote Sensing, pp.567-572.
 11. Kiyoshi Honda, 2003, Application of Remote Sensing on Forest, FGIS 2003 Workshop, pp141-234.
 12. Liang-Chien Chen, Chiu-Yu도 Lo, 2002, The Generation of True Orthophotos from IKONOS Geo Images, Acrs 2002 Abstract Book. pp.261.
 13. Myung-Hee Jo, Wan-Young Song, Study on Preparing Forest Disaster Map using GIS and RS, Proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2005, pp.687-690
 14. Takahashi Daisuke, Kato Tsuyoshi, Watanabe Hiroyuki, 2001, Time Series Analysis of Forest Cover Change And Fragmentation in Tropical Lowland Forest, Jambi, Sumatra, 22nd Asian Conference on Remote Sensing, pp.550-555.