

# 고해상도 위성영상과 객체지향분류기법을 이용한 식생도

The Vegetation Mapping using High-resolution Imagery and Object-Oriented Classification

최상일\*, 박종화

Sang-Il Choi\*, Chong-Hwa Park

서울대학교 환경대학원

seeit2@snu.ac.kr, rsgis@snu.ac.kr

## 요 약

본 연구의 목적은 고해상도 위성 영상을 이용하여 식생도 제작 기법을 연구하는 것이며, 식생도에는 활엽수, 혼효림, 침엽수의 군집 경계를 표현하고자 하였다. 본 연구는 고해상도 위성영상을 활용하여 객체지향분류 기법을 적용하였다. 객체지향 분류기법은 크게 세그멘테이션의 과정과 세그먼트를 분류하는 과정으로 나눌 수 있다. 세그멘테이션 과정을 통해서 식생군집의 경계를 추출하고, 영상을 이용하여 상록침엽수를 분류하여 식생조사시 침엽수군락의 위치를 파악함으로써 조사의 효율성을 증대하였다.

## I. 서론

1960년대 이후 급속하게 진행된 개발로 인하여 우리나라의 환경은 많이 파괴되었다. 이러한 개발로 인해 많은 문제가 나타나면서 환경의 중요성이 대두되었고, 환경 친화적 개발, 지속가능한 개발에 대한 관심을 불러일으켰다. 이러한 지속가능한 개발에서 중요하게 여겨지는 것 중에 하나가 자연환경에 관한 기초조사와 그 자료를 이용하여 자연환경을 평가하고 적절히 활용하는 것이다.

자연환경에 대한 조사는 식생, 포유류, 조류, 양서·파충류, 지형경관 등 많은 부분에서 이루어지고 있다. 이러한 자연환경조사에서의 가장 중요한 자료는 무엇보다도 식생에 대한 자료이다. 식이것은 다른 자료를 조사하는데 기초 자료로 활용이 가능하며, 어떤 지역을 개략적으로 조사하는데 많은 도움을 준다.

식생조사의 결과는 다양한 형태의 자료로 저장되고 활용된다. 그 중에서도 식생 조사 자료를 도식화 시켜 수치 자료로 활용을 하

게 된다. 이 중에 식물군락의 구체적인 배분을 지도상에 그린 것이 식생도(Vegetation Map)이다.

또한, 우리나라에서 제작되는 대부분의 식생도는 인접도엽간의 불일치, 식생 경계의 불명확성, 식생조사 시 조사 위치의 부정확성 등의 문제점을 가지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 원격탐사기법을 이용한 식생분류를 하고 있으며, (다.) 임상도의 경우 항공사진을 사용하여 경계를 추출하며 토지피복분류의 경우 위성영상자료를 이용하고 있다. 그러나 항공사진의 경우 흑백이어서 그 이용에 많은 제한을 가지고 있으며, 위성영상의 경우도 낮은 공간해상도로 인해서 임상구분이 어려웠다. 최근 고해상도 위성영상의 발달로 임상을 구분할 수 있는 가능성이 제시되고 있다.

본 연구는 IKONOS-2 위성영상을 사용하여 기존의 픽셀기반이 아닌 객체지향 분류기법을 적용하여 식생 분류를 하였다.

## II. 연구방법

연구지역은 서울시 서초구에 위치한 우면산 지역으로 293m의 낮은 산으로 서울주변의 산림 중에 비교적 식생이 양호한 산림이며 침엽수와 활엽수가 비교적 잘 분포되어 있다.

본 연구에서는 2002년 5월 22일에 촬영된 IKONOS영상을 사용하였다. IKONOS와 같은 공간해상도 1m급의 고해상도 위성영상에 기존의 분류기법을 적용하게 되면 하나의 객체가 픽셀에 따라 다르게 인식되는데, 이 문제는 공간해상도가 높아질수록 더 심하게 나타난다. 영상분류의 최종목적은 우리가 원하는 객체를 추출해내는 것이라고 볼 수 있다. 고해상도 위성영상을 전통적인 픽셀기반의 분류방법으로 분류시 생기는 문제를 해결하기 위해서 객체지향분류기법이 사용되고 있다 (Defininens, 2000; Hofmann, 2001).

객체지향 분류기법은 픽셀들의 모양과 색을 통해서 객체를 추출한 후, 객체가 갖는 분광특성 이외의 크기, 모양, 주변객체, 상위·하위객체와의 관계에 따라 분류를 해 나가게 된다. 본 연구에서는 객체지향 분류기법을 적용하여 식생경계를 추출하고, 객체가 가지는 여러 가지 특성을 이용한 분류작업이 이루어질 것이다.

본 연구의 전체적인 연구과정은 다음과 같다. 객체지향 분류기법을 적용하여 전처리된 영상에서 식생경계를 추출하고, 다양한 객체의 특성을 가지고 식생분류 및 식생도 작성을 하였다. 식생경계 추출에는 Multi-Segmenatation 기법을 적용하였으며, 분류를 위해서는 최근린분류자를 사용하는 것과 퍼지소속도합수를 사용하는 방법을 병행해서 사용하였다. 현지조사를 통해서 분류의 검증과 보다 정확한 식생분류를 수행하였다.

### 1. 경계선 추출

경계선을 추출하는 과정은 객체지향 분류

과정에서 세그멘테이션의 과정이다. 세그멘테이션은 크게 5가지 값을 입력해주게 된다. 경계선 추출시 가장 중요한 요소는 크기이다. 식생조사시 도움이 될 수 있는 적절한 크기를 추출해야 하고, 모양은 식생의 현황을 잘 포함하고 있어야 한다.

이를 위해서 다음과 같은 기준을 적용하였다. 첫째, 육안분석으로 가장 확실하게 경계를 찾을 수 있는 침엽수를 기준으로 설정하였다. 경계선 추출 시 이용될 상록침엽수림을 선정하기 위해서 영상을 육안 분석하여 침엽수 지역을 포함하는 경계선을 추출하였다. 선정시 침엽수림이 단순림이며, 일정한 면적을 가지고 있는지를 예비현지조사를 통하여 검토하였다. 예비현지조사는 GPS를 이용하여 영상에서 나타나는 침엽수림 지역을 답사하여 선정 조건에 합당한지를 평가하였다.

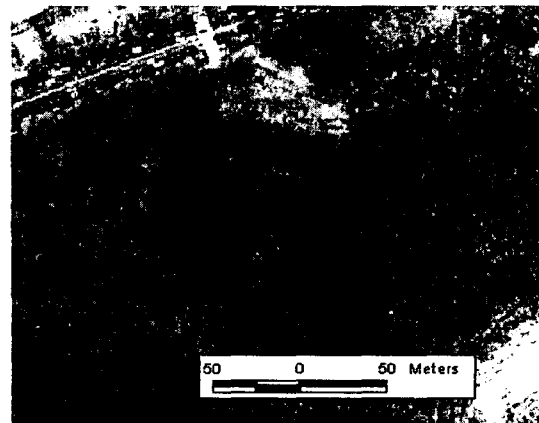


그림 1 침엽수지역 추출 예

다음으로 세그멘테이션시 묘지, 나지, 절과 같은 비식생지역을 적절하게 추출하는지를 확인하였다. 또한 육안으로 확인할 수 있는 식생지역을 선정하여 세그멘테이션 과정에서 적절하게 구분되어지는가를 확인하였다.

이러한 방법을 통하여 세그멘테이션을 실시하였다. 가장 적절한 축척(Scale)은 300정도가 가장 적절한 크기로 나타났으며, 색(Color)은 0.8, 모양(Shape)은 0.2이며, 부드러

움(Smoothness)는 0.9이고, 밀집성(Compactness)는 0.1로 나타났다.

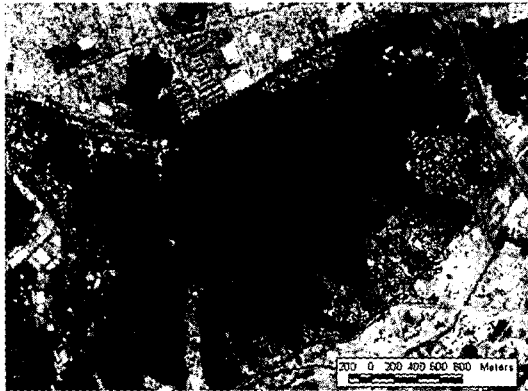


그림 2 경계선 추출결과

## 2. 위성영상을 이용한 분류

적절한 세그멘테이션을 통해서 경계선이 설정이 되면 1차 분류를 실시하게 된다. 영상 분석시 실시되는 1차분류의 목적은 적절한 식생경계선의 추출과 상관식생도의 작성에 있다. 1차 분류의 과정은 다음과 4단계로 이루어진다.

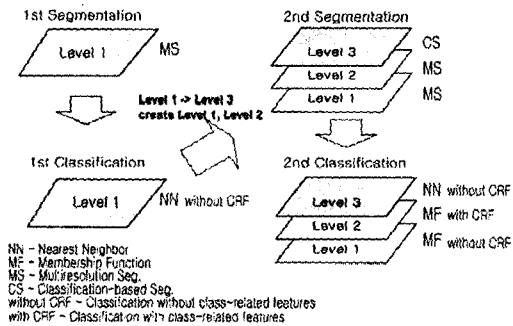


그림 3 분류과정

첫 세그멘테이션과 분류는 식생지역만 추출하기 위해서 사용하였다.

두 번째 세그멘테이션 과정을 통해서 상록침엽수를 추출하기 위해서 레벨1은 최소 크기로 세그멘테이션을 실시하였다. 또한 레벨2는 식생경계로 활용을 위해서 위에서 제시한 축척(Scale) 300을 적용하였다.

<그림 4>은 상록침엽수만을 분류한 경우

이다. 상록침엽수 분류시 위에서 선정한 11개 지역의 샘플을 통해서 소속도 함수를 작성하였다.

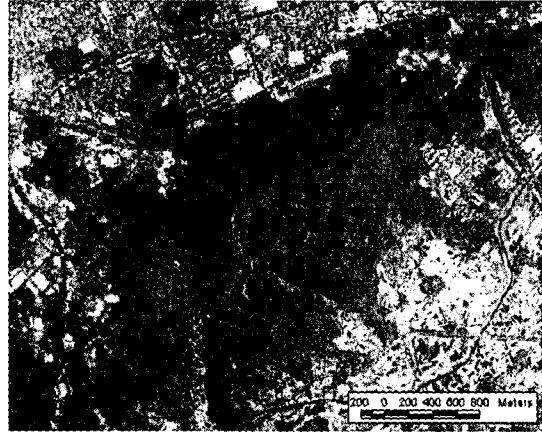


그림 4 분류된 상록침엽수

<그림 5>은 2차 세그멘테이션이 끝난 후, 최종적 분류를 실시한 결과이다. 레벨2의 분류 결과는 현장조사를 통해 정확성을 평가해야 할 것이다.

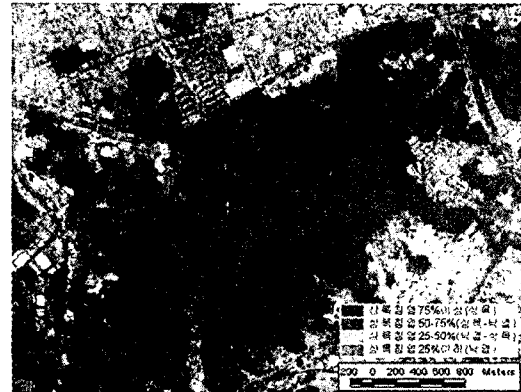


그림 5 분류결과

## III. 연구결과

식생조사 시 이용되는 지형도와 분류 과정에서 생성된 경계선과 상록침엽수 분포도를 같은 도면에 출력하여 조사를 실시하였다.

본 조사에서는 위성영상 분석을 통하여 추출된 식생경계를 이용하여 식생도 작성을 실시하였다. 본 연구를 위해서 본조사의 평가

지역은 우면산 북사면을 중심으로 실시하였다. 우면산 북사면의 경우 대부분의 기선정지역으로 선택되어 있으며 식생이 다양하게 나타나는 지역이다.

본 조사는 11월 22일부터 24일까지 3일간 실시하였다.

### 1. 경계선 평가

세그멘테이션 과정에서 추출된 경계선은 현지조사를 통해서 평가를 실시하였다. 현지조사시 경계선의 위치로 이동하여 경계선이 가지는 의미와 경계선이 식생도 작성시 이용 가능한지에 대한 평가를 실시하였다.

대부분의 추출된 경계선은 식생을 구분짓는 나뭇대로의 의미를 가지고 있다. 예를 들어 식생의 밀도가 차이가 생겨 아교목이나 관목의 영향을 받을 경우, 밀도가 낮은 같은 교목층에 아교목층과 관목층의 구조가 변화가 생긴 경우 등이 있다.

<그림 6>은 본 조사 후 작성한 현존식생도 있다. 조사된 지역에서 상록침엽수의 경우 잣나무 조림지 22곳, 잣나무-신갈나무림 1곳, 소나무림 3곳, 소나무-신갈나무림 1곳, 리기다 소나무림 3곳, 밤나무-리기다소나무림 1곳, 신갈나무-리기다소나무림 1곳이 나타났으며, 위성영상분류결과 분포와 유사하게 나타나고 있다.

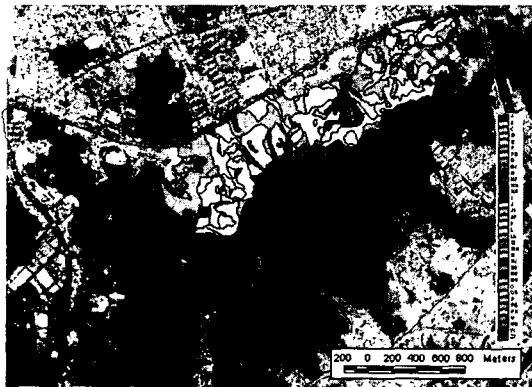


그림 6 새로 작성된 현존식생도 상록침엽수의 경계선은 순림인 경우 확실

하게 경계선을 찾아주고 있지만, 소나무-신갈나무림, 잣나무-신갈나무림, 밤나무-리기다소나무림등과 같이 혼효림인 경우 상층부에 수관이 드러나는 지역만 확실한 경계선으로 찾아주고 있다.

또한, 본 연구에 사용된 영상이 5월 22일 촬영된 영상인 점을 고려해 볼때, 아까시나무의 생태적 특성상 가장 잎이 늦게 나오게 되어 5월 영상에서는 다른 식생과 차이를 보이게 된다. <그림 7>과 같이 영상을 RGB432조합을 할 경우 아까시나무림을 육안으로 구분할 수 있다. 이 경우도 아까시나무 순림일 경우 추출가능성이 높아진다. 신갈나무, 물오리나무, 물박달나무, 상수리나무등과 섞여서 나타날 경우 구분하기가 어려워진다.

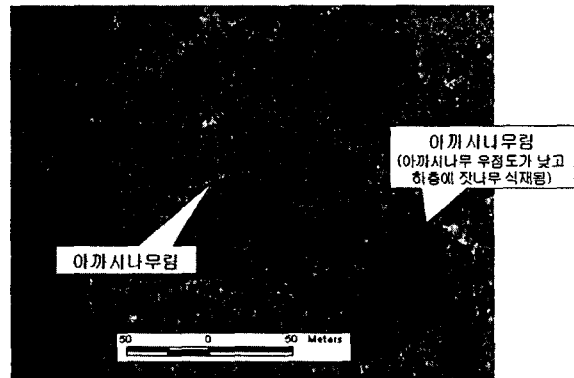


그림 7 추출된 아까시나무림

대부분의 경우 부적절한 경계선이 많이 추출되어지고 있다. 이것은 세그멘테이션과정에서 입력되어지는 변수에 따라 경계선이 다르게 추출이 되어지는 것으로 보고 가능한 변수값을 조절하여 세그멘테이션을 재실시하였다.

경계선의 크기가 일정하게 유지하기 위해서 축척(Scale)값은 300으로 고정을 하였다. 색(Color)의 값을 a로 설정할 경우 모양(Shape)의 값은 1-a가 된다. 또한, 부드러움(Smoothness)의 값이 b인 경우 밀집성(Compactness)의 값은 1-b가 된다.

이렇게 세그멘테이션을 실시하여 각 세그

멘테이션후 추출된 경계가 몇 번 겹쳐지는지를 평가하였다.

<그림 8>에서 보는 바와 같이 진한 파랑색으로 갈수록 각각 다른 값을 적용하였을 경우도 추출빈도가 높은 선들이다.

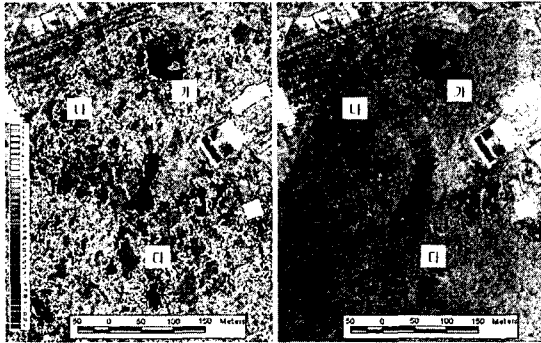


그림 8 각 변수값에 대한 경계선의 중복도

식생의 전이지대는 사용한 세그멘테이션의 변수값에 따라서 상이한 식생경계가 추출되었다. 모든 변수값을 영상에 적용하였을 경우, 추출된 경계선의 중복도는  $y = 0.4594x - 1.4019 (R^2 = 0.9885)$ 의 식으로 나타난다. 경계선이 1번 출현하는 경우는 전체 경계선의 28.04%정도이다. 모든 변수값에 출현되는 경계선은 0.32%에 불과하다. 출현빈도가 1%이하로 나타나는 경우는 중복이 16번 이상 나타나는 경우이다. 출현빈도 7이상부터 전 출현빈도와와의 차이가 1%이하로 떨어진다.

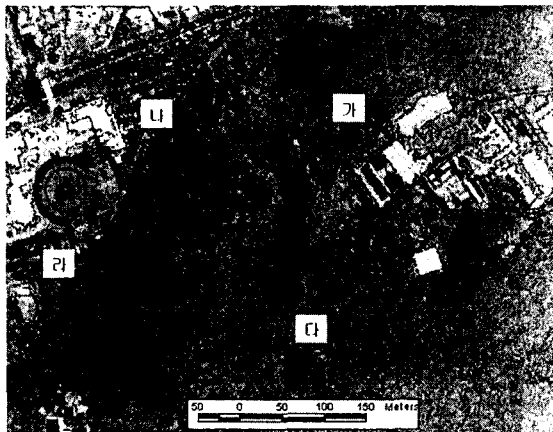


그림 9 출현빈도 7이상의 경계선 출현빈도 7이상으로 나타나는 것만을 영상과 중첩하며 보면 <그림 9>와 같이 나타

난다. 선이 사라지는 지역은 식생이 변화하는 지역으로 볼 수 있다.

## 2. 분류결과 검증

<표 1>은 위성영상 1차분류시 레벨1에서 분류한 상록침엽수부분을 현지조사하여 새로 작성한 현존식생도와 중첩하여 비교하였다.

그 결과 순림인 지역은 높은 상록침엽수 포함비를 나타내며, 혼효림인 경우 약간 낮게 포함비를 나타낸다.

순림의 경우 잣나무림(L), 소나무림(M), 리기다 소나무림(K)로 상록침엽수의 포함비가 높게 나타났으며, 혼효림인 경우는 소나무-신갈나무림(MN), 밤나무-리기다소나무림(JL)로 높게 나타났다. 잣나무-신갈나무림(LN)의 경우 잣나무의 밀도가 떨어지고, 수고가 신갈나무에 비해서 낮기 때문에 영상분류에서 적은 면적을 차지하고 있다. 신갈-리기다소나무림(NK)의 경우도 수고가 낮은 리기다 소나무림이 차지하고 있다.

현사시-밤나무림(HJ)과 신갈-밤나무림(NJ)의 경우, 침엽수포함비가 높게 나타나는데 면적도 작고, 주변으로 식재된 잣나무의 영향을 받은 것으로 보인다.

조경수 식재지(B)의 경우 침엽수 포함비가 24.25%로 높게 나타나는 경우는 조경수 식재지의 대부분이 전나무, 잣나무로 구성되어 있으며, 느티나무, 은행나무, 벚나무등으로 식재되어 있기 때문이다.

## IV. 결론

본 연구는 고해상도 위성영상을 이용하여 식생도 제작의 효율성을 증대시키고 보다 정확한 식생도 제작에 관한 방안을 모색하는 것이다. 이러한 방안을 모색하는 방법으로 고해상도 위성영상에 객체지향분류 기법을 적용하였다.

세그멘테이션 과정에서 도출된 식생경계는 상록침엽수의 경우 정확한 경계추출이 이

표 1 영상분류된 상록침엽수부분과 현지조사된 현존식생도와의 비교

식생구분	미분류	침엽수	침엽수포함비 (%)	식생구분	미분류	침엽수	침엽수포함비 (%)
A	122373	2889	2.31	L	78567	82010	51.07
B	48517	15528	24.25	LN	3290	266	7.48
C	26543	1675	5.94	M	3407	1617	32.19
D	4522	1047	18.80	MN	575	305	31.66
E	783	0	0.00	N	443438	17618	3.82
F	277573	32531	10.49	NI	4589	517	10.13
FH	9329	1381	12.89	NK	4862	347	14.81
G	3187	94	2.86	NR	1317	422	24.27
GI	5236	283	5.13	NU	33127	1054	3.08
H	22284	3723	14.32	O	641	26	3.90
HF	1148	39	3.29	OR	4012	32	0.79
HN	34842	2827	7.50	R	17025	406	2.33
HR	531	134	20.15	RG	1582	75	4.53
I	42243	5662	11.82	RN	12324	442	3.46
I	10611	1625	13.28	U	2875	373	11.48
IK	876	392	30.91	UN	11071	254	2.24
IR	14606	685	4.48	W	3143	103	3.17
K	2168	1774	45.00	F	11237	482	4.11

루어 졌다. 또한, 아까시 나무와 같이 계절적으로 구분되는 생태적 특성을 지닌 수종은 식생을 구분할 수 있었다. 그러나, 주변 환경의 영향에 의한 수목의 생육정도, 동일 수목의 우점도의 차이, 하층식재의 유무, 수목의 수고등에 따라 경계가 생성되어 식생도경계에는 부적절하게 나타났다. 또한, 식생의 전이지대는 세그멘테이션의 변수값에 따라 다른 식생경계를 추출한다.

식생의 전이지대는 사용한 세그멘테이션의 변수값에 따라서 상이한 식생경계가 추출되었다. 추출된 모든 경계선의 28.04%가 각각의 변수값에서만 유일하게 나타나고 있었으며, 모든 값에 공통으로 추출되는 경계선은 0.32%에 불과했다.

우리나라와 같이 식생이 복잡한 혼효림에서는 완전한 식생경계를 추출하는데 많은 어려움을 가지고 있다. 인공림과 같이 일정한 면적을 같은 수종이 식재되어 있을 경우 정확한 경계추출과 식생분류가 가능할 수 있다.

#### 참고문헌

- DEFiNiNENS AG(2000). eCognition User Guide.
- Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer(2000). Remote sensing and image interpretation. New York:John Wiley & Sons.
- A. W. Kuchler, I.S. Zonneveld(1988). Vegetation Mapping. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- John R. Jensen(2000). Remote Sensing of the Environment : An Earth Resource Perspective, Prentice-Hall
- Robert A. Schowengerdt(1997). Remote Sensing-Models and Methods for Image Processing, Academic Press..
- Joseph(2002). Object-oriented mapping and analysis of urban land use/cover using IKONOS data. Proceedings of 22nd EARSEL Symposium "Geoinformation for European-wide integration.
- Hofmann(2001). Detecting urban features from IKONOS data using an object-oriented approach. RSPS2001 Proceedings.