

# EO-1 Hyperion / Landsat-7 ETM+ 영상을 활용한 영상분류 정확도 분석

장세진\*, 채옥삼\*\*

Se-Jin, Jang, Ok-Sam, Chae

\*경희대학교 정보통신대학원 멀티미디어시스템 박사과정 · e-mail : jangstar@netian.com

\*\* 경희대학교 전자정보학부 교수 · e-mail : oschae@khu.ac.kr

## 요약

최근 위성기술의 발전은 크게 두 가지 방향으로 진행되고 있다. 하나는 고해상도(High Resolution)라는 말로 대표되는 공간해상도(Spatial Resolution)의 향상이고, 다른 하나는 초분광(Hyperspectral)으로 대표되는 분광해상도(Spectral Resolution)의 향상이다. 특히 초분광영상(Hyperspectral Image)은 지상피복 및 대상물에 대해 실험실에서 얻을 수 있을 정도의 연속적이고 좁은 파장 간격의 분광정보를 제공하고 있어, 기존에 사용하던 다중분광영상(Multispectral Image) 보다 많은 양의 정보를 사용자에게 제공한다. 본 논문에서는 다중분광영상과 초분광영상의 분광 정보를 활용한 영상분류 능력을 비교분석하고 그 결과를 평가하였다. 분석결과는 다중분광영상에서 식별이 어려웠던 초지, 농지, 나지에 대한 분석 능력이 초분광영상에서 상당히 향상됨으로써 감독분류에서 약 20% 정도의 정확도 향상을 가져왔으며, 무감독분류의 경우에는 미소한 차이로 그 정확도가 향상된다는 것이다. 이런 결과는 향후 초분광영상의 토지 피복분류 및 대상물 탐사에 긍정적인 활용 방안을 제시할 수 있음을 알려주고 있다.

## 1. 개요

최근 위성영상 기술의 발전을 크게 두 가지 방향으로 진행되고 있다. 하나는 고해상도(High Resolution)라는 말로 대표되는 공간분해능(Spatial Resolution)의 향상이고, 다른 하나는 초분광(Hyperspectral)으로 대표되는 연속적인 파장에 따른 반사율 정보를 제공하는 분광분해능(Spectral Resolution)의 향상이다.

공간해상도의 향상은 중, 저해상도의 Landsat-7, SPOT 1-4 등을 거쳐 KOMPSAT-1, IKONOS, QUICKBIRD의 1m 이하의 고해상도 영상을 제공하는 수준에 이르고 있다. 이런 공간해상도의 향상은 시각적으로 대상체에 대한 명확한

인식을 제공하고 영상을 통한 직접적인 판독을 가능하게 한다. 그러나 향상된 공간해상도 만큼 식별해야하거나 탐지해야 할 대상체의 구조 및 모양이 복잡해지고 다양해졌으며, 그림자와 기하적인 왜곡의 영향이 커져 분석자에 의한 아날로그적 판독 이외에 중, 저해상도 영상분석에서 사용했던 자동분류 기술의 사용을 어렵게 하고 있다[1].

분광해상도의 향상은 1970년대 이후 다중분광(multispectral)영상의 보편화 이후 상대적으로 최근에 나타난 기술로서, 항공기 및 위성에 탑재되어 계속적으로 증가하고 있다. 초분광센서는 실험실에서 분광계(spectrometer)를 이용하여 분광실험을

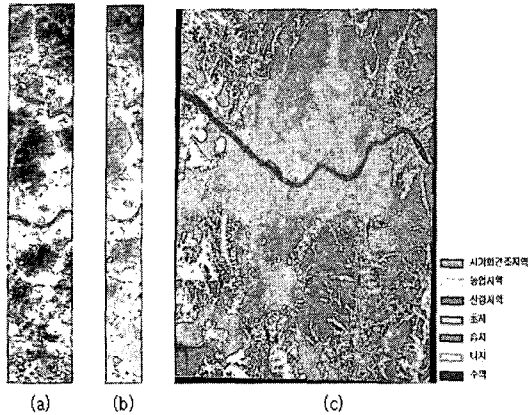


그림 1. 비교대상자료 및 기준자료

하듯 일련의 좁고 연속적인 파장에서 반사된 방사량을 측정한다[2]. 초분광영상 내의 한 화소에 대한 스펙트럼은 하나의 대상에 대해 다중분광영상이 제공하는 것보다 많은 양의 정보를 제공한다. 이런 방대한 정보는 분광적 특성이 유사한 대상의 구별 및 서브화소 단위의 대상체를 식별할 수 있어 그 활용이 증대될 것으로 기대되며, 고해상 영상의 문제점을 극복하기 위한 보조적인 도구가 될 것이다[3].

본 논문에서는 위성영상이 제공하는 분광적 특성에 초점을 맞추어, 기존에 많은 연구가 있어왔던 다중분광영상과 새롭게 분석이 요구되는 초분광영상을 이용한 토지피복분류 작업의 비교 분석을 수행하였다. 분류는 사용자에 의해 학습이 수행되는 감독분류 방법과 영상의 통계특성만을 이용한 무감독분류 방법으로 수행되며, 그 결과는 해당지역의 대상체에 대한 기준자료와 비교되고, 분석되어질 것이다. 2장에서는 피복분류를 위해 사용된 자료의 종류 및 특성을 소개하고, 3장에서는 토지피복분류를 위한 자료 전처리과정, 4장에서는 토지피복분류 알고리즘 및 절차, 5장에서는 분석 및 결과를 서술하고자 한다.

## 2. 대상자료 및 대상지역

다중분광영상으로는 2003년 6월의 서울지역 Landsat-7 영상을 이용하였다. 해당 자료는 기하보정이 수행되어 있는 Level1G의 영상으로서 사용되는 투영 및 좌표체계는 WGS-84, UTM이다. 그림 1(a)는 사용되어진 Landsat-7의 밴드3, 밴드2, 밴드1의 RGB 트루컬러영상이다.

초분광영상은 EO-1 위성에서 제공하는 동일지역의 Hyperion 자료를 사용하였다. 이 영상은 2002년 4월에 획득된 영상으로서 430nm에서 2400nm까지 모두 242개 밴드로 구성되어 있으며, 밴드 간 간격은 10nm이다[4]. 해당 자료는 Level1자료로서 방사보정만 수행되었고, VNIR과 SWIR의 두 개 그룹으로 구성되어 있다. 그림 1(b)는 동일지역의 EO-1 Hyperion의 밴드38, 밴드20, 밴드14의 RGB 트루컬러영상을 보여준다[5].

정확도 평가를 위한 자료는 환경부에서 1998년부터 2004년까지 수행한 인공위성 영상자료를 이용한 토지피복지도의 성과를 이용하였는데[6-8]. 서울을 포함하고 있는 4개 도엽(37608, 37705, 37612, 37709)을 정확도 평가를 위한 기준자료로서 사용하였다. 해당 자료의 투영 및 좌표체계는 Bessel, TM(Traverse Mercator)이다. 그림 1(c)는 정확도 평가를 위하여 서울지역을 포함하는 4개 도엽을 모자이크한 영상이다.

## 3. 대상자료 전처리

Hyperion 센서의 반응특성에 따라 밴드 1-7, 밴드 58-76, 밴드 225-242가 값을 가지고 있지 않고, VNIR과 SWIR의 밴드 56, 57과 밴드 77, 78이 중복되기 때문에 밴드 77과 78을 제거함으로써, 242개 밴드의 Hyperion 자료에서 의미 있는 196개 밴드만을 선택하였다.

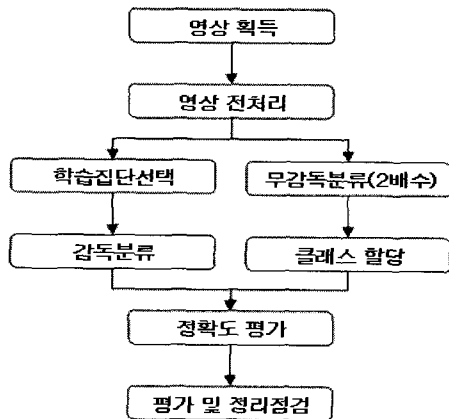


그림 2. 토지피복분류 흐름도

또한 자료 상호간의 비교를 위해 통일된 좌표체계로 변환해야하는데, 이를 위해 각 영상의 동일점을 추출하여 RMSE 1화소 이내에서 상호정합(co-registration)을 수행하였다.

#### 4. 토지피복분류

초분광영상의 분류특성 분석을 위해 감독분류의 경우, 최소거리분류자와 최대우도분류자[9,10]를 사용하였고, 학습집단은 기준 토지피복도에 기반하여 순수한 피복으로만 구성된 지역에 해당하는 동일 지역의 해당 영상으로부터 각각 샘플링하였다. 피복특성은 모두 6가지 - 산림, 시가지, 수역, 초지, 농지, 나지 - 이다.

무감독분류의 경우, ISODATA[9]와 Fuzzy C-Means[1]를 사용하였다. 무감독분류에 의해 자동으로 분류되어질 피복의 개수는 12개로 실제 분류하고 싶은 6개의 두 배수로 수행하였다. 그 이유는 감독분류에 사용한 대상체와 동일한 수로 대상체 탐지를 수행하면 통계적인 분류에 의한 결과가 감독분류에서 선택한 대상체와 반드시 일치하지 않기 때문이다. 무감독분류에 의해 분류된 12개의 토지피복은 기준자료와 비교하여 감독분류결과와 동

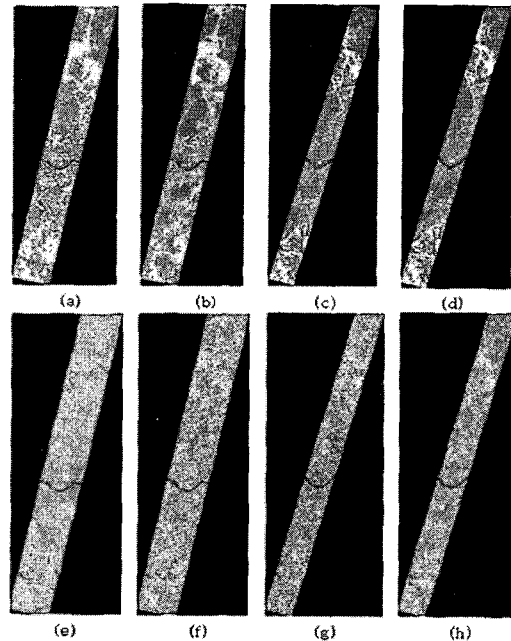


그림 3. Landsat-7 ETM+ 영상분류결과((a) 최소거리분류, (b)최대우도분류, (c) ISODATA, (f) Fuzzy C-Means)과 EO-1 Hyperion 영상분류결과((c) 최소거리분류, (d)최대우도분류, (g) ISODATA, (h) Fuzzy C-Means)

일한 토지피복 6개로 편집되어졌다. 그림 2는 감독 및 무감독분류에 의한 피복분류 절차를 나타내며, 그림 3은 감독분류에 의한 피복분류 결과와 무감독분류 후 편집에 의한 피복분류 결과를 나타낸다.

#### 5. 분석 및 결과

토지피복분류결과에 대한 정확도 평가는 감독분류에서 학습집단 선택영역으로 사용된 샘플지역 및 사용자에 의해 무작위로 선택된 32개 지역에 대한 에러행렬을 구성하여 사용자정확도, 생산자정확도, 전체정확도, Khat 에러에 대한 분석을 수행하는 과정으로 진행되었다.

표 1은 다중분광영상과 초분광영상의 토지피복결과의 전체정확도에 대한 비교이다. 감독분류의 경우 초분광영상인

표 1 . 다중분광영상과 초분광영상의 전체정확도 비교

대상자료		알고리즘	최소거리분류법		최대우도분류법		ISODATA		Fuzzy C-Means	
			정확도	증감율	정확도	증감율	정확도	증감율	정확도	증감율
Landsat-7 ETM+	학습집단 샘플영역		69.54%		72.65%		71.95%		65.35%	
	무작위 샘플영역		63.39%		68.83%		81.67%		79.79%	
EO-1 Hyperion	학습집단 샘플영역		89.23%	19.69%	89.83%	17.18%	74.72%	2.77%	78.59%	13.24%
	무작위 샘플영역		88.26%	24.87%	85.58%	16.75%	81.58%	-0.09%	81.87%	2.08%

Hyperion이 다중분광영상 ETM+ 보다 약 20% 정도의 정확도 향상을 가져왔다. 특히 주목할 만한 것은 최소거리분류법과 최대우도분류법의 알고리즘에 따른 정확도 차이가 거의 발생하지 않는 것인데, 이것으로 우리는 밴드 수의 증가에 따른 분광정보의 제공이 가장 단순한 알고리즘에서도 효율적인 분류가 가능할 수 있도록 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

무감독분류의 경우, 정확도 향상에 대한 일관적인 방향성은 없으나 다중분광영상에 비해 약 4.5% 정도의 정확도 향상을 가져왔다.

그림 4는 각 토지피복특성에 따라 알고리즘별 정확도를 보여주고 있다. 초분광영상은 다중분광영상에 비해 일반적으로 농지, 초지, 나지에 대한 분류 정확도를 향상시키고 있다. 농지, 초지, 나지는 일반적으로 30m 해상도 내에 서브화소 단위로

포함되는 피복특성으로서 다중분광영상의 정보만으로는 식별이 어려웠던 것을 초분광영상을 통해 효율적으로 식별해 내는 것으로 보여진다. 이는 초분광영상을 이용한 서브화소 단위의 토지피복분류의 가능성을 보여주는 결과이다.

참고문헌

[1] Qingming ZHAN et al. 2000. Urban Land Use Classs With Fuzzy Membership And Classification Based On Integration Of Remote Sensing And GIS : IAPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam

[2] Boardman, J. W. 1993. Automated spectral unmixing of AVIRIS data using convex geometry concepts: in Summaries, Fourth JPL Airborne Geoscience Workshop, JPL Publication 93-26, 1:11-14.

[3] Boardman, J. W., Kruse, F. A., and Green, R. O. 1995. Mapping target signatures via partial unmixing of AVIRIS data: in Summaries, Fifth JPL Airborne Earth Science Workshop, JPL Publication 95-1, 1:23-26.

[4] <http://eol.usgs.gov/index.php>, EO-1 User Guide v.2.3

[5] P. S. Barry, J. Pearlman, 2001, The EO-1 Mission : Hyperion data

[6] 환경부, 인공위성영상자료를 이용한

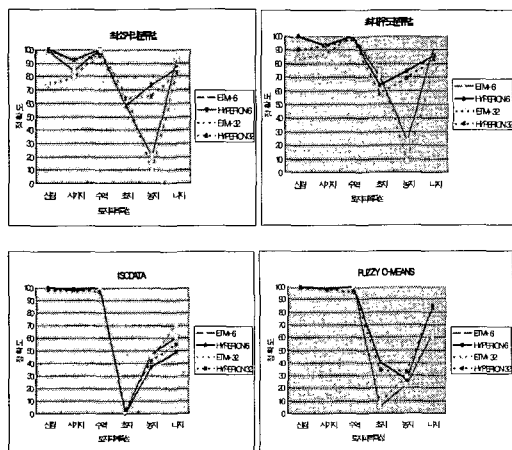


그림 4. 토지피복특성별 정확도 비교

토지피복분류 보고서, 1999

- [7] 환경부, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류도 구축 완료보고서 , 2001
- [8] 환경부, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류 보고서, 2002
- [9] Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, 1999, Remote Sensing And Image Interpretation, 4th Edition
- [10] John R. Jensen, 1996, Introductory digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective, 2nd Edition