

Hyperion 센서 데이터를 이용한 지형지물 추출 Man-made Feature Extraction from the Hyperion Sensor Data

서 병 준*, 강 명 호**, 이 용 웅***, 김 용 일****

Byoung-Jun Seo, Myung-Ho Kang, Yong-Woong Lee, Yong-Il Kim

* 국방과학연구소 연구원, 042-821-4690, cttrap@chollian.net

** 국방과학연구소 선임연구원, 042-821-4690, kangpaul@hananet.net

*** 국방과학연구소 책임연구원, 공학박사, 042-821-4638, lpilyw@add.re.kr

**** 서울대학교 지구환경시스템공학부 교수, 02-880-7364, yik@snu.ac.kr

요 약

일반적으로 영상은 공간, 분광 및 시간 해상력을 바탕으로 고해상과 저해상 영상으로 구분된다. 최근 IKONOS 와 QuickBird 등 공간해상력이 1m 이하인 위성 영상들이 국내에 공급되어 바야흐로 고해상 위성영상을 이용한 다양한 활용분야들이 연구되고 있다. 이에 반하여 고분광해상력을 갖는 하이퍼스펙트럴 영상에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 국제적으로는 항공기탑재 센서들을 이용한 다양하고 광범위한 조사분석 연구가 이루어지고 있으나, 국내에서는 장비와 관심의 부재로 인하여 초기적인 연구 단계에 있는 실정이다. 하이퍼스펙트럴 센서는 환경, 지질, 목표물 인식 분야에 있어 많은 관심을 받고 있으며 위성탑재 초다중분광센서가 운용되기 시작하면서 연구의 활성화가 더욱 기대되고 있다.

본 연구에서는 EO-1 위성의 Hyperion 센서 데이터를 이용하여 노이즈 제거를 위한 영상 전처리 과정을 실시하고 분광특성에 따른 무감독 분류를 통한 인덱싱 기법과 널리 알려진 분광 라이브러리를 활용한 대상물, 특히 인공지물 추출 기법을 실험하였다. 이를 위하여 MNF(Maximum/Minimum Noise Filtering) 변환 및 분광 매칭(Spectral Matching) 기법, 분광 라이브러리 처리 등을 수행하였다. 결과의 비교를 위하여 동일 지역의 Landsat ETM+ 데이터를 이용하여 상호비교를 통한 검증작업으로서 그 성과를 판단하였다.

1. 서론

EO-1 위성은 미국의 New Millennium Program(NMP)의 일환으로 Landsat-7과

동일한 궤도를 약 1분의 간격을 두고 지상 자료를 수집하도록 설계되었다. 지상 촬영 센서는 다중분광 센서인 ALI(Advanced Land Imager)와 하이퍼스펙트럴 센서인 Hyperion이 있다. 본 논문에서 이용된

Hyperion 센서의 주요 특성은 <표 1>과 같으며 가시/근적외(VNIR) 분광계와 단파적외(SWIR) 분광계로 구성되어 있다. 다중분광센서와 달리 연속적인 분광영역에 대해 220개의 고유한 분광채널을 갖는다. USGS에서 제공하는 레벨-1B 영상의 경우에 두 분광기 자료의 정렬 및 불량 픽셀 보간, 포화된 검출소자 보고서 등을 통하여 보정이 이루어졌으나, 여전히 검출소자간의 민감도 차이로 인하여 많은 밴드에서 수직방향의 보정되지 않은 줄무늬를 볼 수 있다. 본 연구에서 실험에 사용한 영상은 USGS에서 제공된 EO-1 Hyperion 센서영상이며 영상 취득일자는 2002년 9월 30일이다. 전처리와 분류에 ENVI 3.5, MATLAB 6.0, ERDAS IMAGINE 8.6 등을 이용하였으며, 대상지역은 경기도 과천시 및 주변지역이다.

<표 1> Hyperion 영상 특성

항목	특성	
촬영일자	2002년 9월 30일	
지상해상력	30m	
지상촬영면적	7.7km×42km	
분광영역	0.43~2.4 μ m	
분광채널	밴드수	220개
	VNIR	8~57 채널
	SWIR	77~224 채널
분광 bandwidth	10 nm	
데이터 정량화	12-bit	

2. 하이퍼스펙트럴 영상 전처리

하이퍼스펙트럴 영상을 특정 목적으로 처리하거나 영상분류에 이용하고자 하는 경우에 기존의 다중분광영상과 비교하여 사용자는 대용량의 자료라는 부담을 안게

된다. 특히, 하이퍼스펙트럴 센서의 특성상 매우 많은 영상촬영소자를 이용하게 되므로 측정 기기 내의 열로 인한 잡음 현상과 검출기의 불량이나 민감도 포화 등의 이유로 문제가 발생할 수 있다. 그러므로 사용자의 밴드 선택이나 잡음을 제거하는 영상 전처리가 필요하다. 본 연구에서는 초기 Hyperion 영상에 수 많은 수직선 형태의 잡음들이 많이 존재하므로 이를 고려하여 밴드를 선정하는 절차와 원영상에 MNF 변환을 실시하여 신호대잡음비가 매우 우수한 MNF 성분들만을 이용하는 방법 두 가지를 적용하였다.

2.1 밴드 소거

220여 개의 분광밴드에서 적절한 밴드를 선택하는 것은 매우 중요하지만 어려운 작업이다. 밴드를 소거한다는 것은 자료의 양을 줄인다는 의미도 있겠지만, 그보다 앞서 영상에 존재하는 잡음을 제거하는 것이 더욱 중요하다. 따라서 본 연구에서는 밴드간의 상관성이나 기타 다른 요소들을 고려하기에 앞서서 잡음이 존재하는 밴드들을 우선적으로 제거하여 실험에 이용하였다.

2.2 MNF 변환

MNF 변환은 주성분분석(PCA) 변환과 유사한 선형변환이다. 그러나, 주성분분석에서 자료들의 산포도를 최대화하는 새로운 성분으로 변환하는데 반하여, MNF 변환은 신호대 잡음비(S/N ratio)를 최대화하는 성분을 선정하는 선형변환이다. 그러므로, MNF 변환은 자료의 품질에 따라 변환축에 대하여 최적의 순서를 부여하는 것으로 볼 수 있다. MNF 변환 이후에 생성되는 낮은 순서의 성분들에는 증가된 잡음이 존재하며 필터링 등의 후처리를 실시하여 이를 MNF 역변환을 실시하면 잡음을 제거하는 효과를 갖게 된다.

MNF 변환을 통하여 잡음이 거의 나타나지 않는 변환성분 5번까지를 사용하였으며, 밴드 조합에 의한 위색영상은 <그림 1>과 같다. MNF 변환후의 밴드 조합으로부터 분류이전에 분류결과와 유사한 시각적인 판독이 가능함을 알 수 있다.

3. 영상 분류

3.1 ISO-DATA 알고리즘을 이용한 무감독 분류

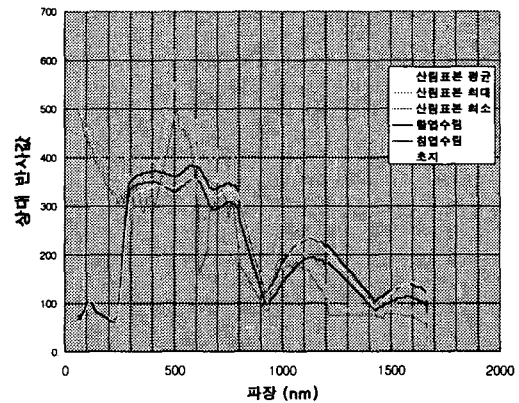
ISODATA(Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) 군집화 알고리즘은 통계치를 계산하고 분류하는 과정을 반복적으로 수행한다. ISODATA 알고리즘을 이용한 무감독 분류 결과는 군집 항목의 수, 초기 군집 평균의 선정, 반복계산 종료 조건의 설정 등에 영향을 받는다. 밴드 소거를 통한 분류와 MNF 변환을 통한 분류 실험을 수행하였으며, LANDSAT ETM+ 영상에 대해서도 이를 수행하였다(그림 2,3,4).

Hyperion 영상에 대하여는 15개의 분류 항목을, ETM+ 영상에는 10개의 분류 항목을 각각 적용하였다. 이는 수 차례의 실험 및 분석을 통하여 적절하다고 판단되었기 때문이다.

3.2 분광 라이브러리를 이용한 분류

물질의 분광특성에 대하여 지상조건에서 분광기를 이용하여 취득된 자료들을 많은 기관들에서 제공하고 있다. 대표적인 기관으로는 NASA JPL, USGS, John Hopkins 대학 등이 있다. 다음의 <그림 5>는 사용된 영상의 산림 표본에 대한 분광특성을 이미 구축되어 제공되는 분광라이브러리와 비교한 그림이다.

실제 촬영된 영상에서 나타나는 분광특성 분포와 지상에서 측정된 분광특성과는 많은 차이가 있다는 것을 알 수 있으며, 이는 실제 대상지역에 대한 지상측정자료를 바탕으로 조정되어야만 할 것이다. 또한 특정한 밴드들에서 촬영소자의 조정이 매우 중요함을 알 수 있다.



<그림 5> 하이퍼리온 산림 표본에 대한 분광특성 비교

4. 분석

실험에 이용된 ETM 영상의 경우에는 2000년 9월 초에 취득된 영상이다. 분류 결과에 보이듯이 농경지 부분에 많은 차이가 있음을 알 수 있으나 이는 9월 한달간의 시간차이를 그 이유로 들 수 있다.

산림지역의 경우에 Hyperion 영상에서 더 세부적인 항목으로 분류가 가능하며 ETM 영상에서는 지형에 의한 그림자 효과가 분류 항목 결정에 큰 영향을 주었음을 알 수 있다. 인공지물의 경우에도 Hyperion 영상이 고층 밀집 건물 지대를 매우 잘 판별해 내었으며 도로의 경우에도 그 선형 특성을 잘 나타내고 있음을 알 수 있다. 반면 ETM 영상의 분류결과에서는 고층건물군의 그림자 부분들이 수계로 오

분류되었음을 알 수 있다.

MNF 변환을 통한 분류결과에의 경우에 그 특성상 세부묘사가 많이 줄어들었으며 인공지물 특히 도로의 경우에 그 선형이 잘 나타나지 않음을 볼 수 있다. MNF 변환이 영상의 잡음제거에 있어서 탁월한 효과를 보이는 것을 알 수 있으나 그 영향으로 영상의 세부적인 정보를 손실할 수 있음을 보여준다.

5. 결론

본 논문은 최초의 위성 하이퍼스펙트럴 센서라고 할 수 있는 Hyperion 데이터를 이용하여 영상분류를 수행하였다. 기존의 다중분광영상에 비하여 분류 가능 항목들이 매우 증가하였으나 영상내 잡음에 대한 처리가 중요함을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 하이퍼스펙트럴 영상에 물질의 분광특성 자료를 직접적으로 적용하려는 경우, 목표물에 대한 분광특성 자료가 준비되어야 함은 물론 실제 대상지역에 대한 참조자료를 이용한 영상 보정이 매우 중요함을 알 수 있다.

둘째, MNF 변환이 하이퍼스펙트럴 영상의 판독에 매우 적절하며 직관적인 해석을 가능하게 한다. 그러나 MNF 변환을 이용한 잡음감소보다는 센서의 절대값 조정이 더 중요할 것이며, 변환을 통한 세부묘사의 감소가 발생할 수 있다.

셋째, 다중분광 영상보다 넓은 분광영역에 대한 데이터가 취득되므로 분류가능한 혹은 분류하고자 하는 항목의 설정이 매우 중요하고 난해하므로 이전의 다중분광영상에 대한 분류항목 설정보다 더 많은 연구

가 이루어져야 하며 그 대상영역 및 촬영 시기에 따른 고려가 필요할 것이다.

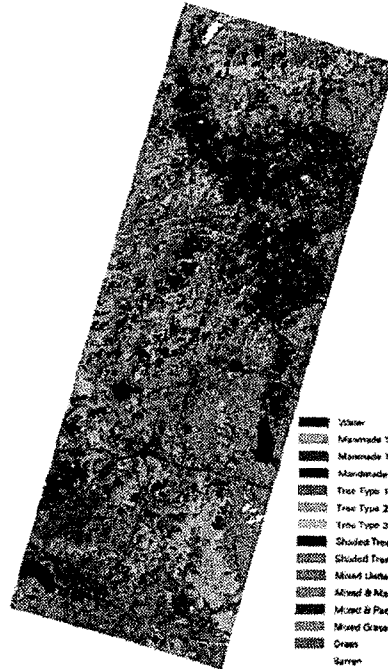
추후 대상지역에 대한 실제적인 분광특성자료 취득이 필요할 것이며 이를 바탕으로 직접적인 분류 목표물 처리에 대한 연구가 심층적으로 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

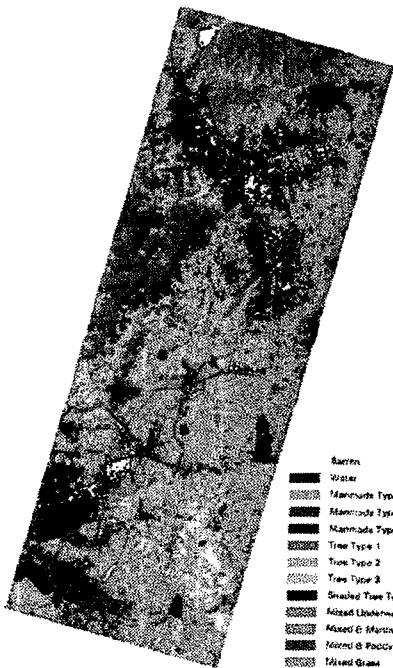
- [1] A. Green, M. Berman, P. Switzer, and M. Craig, 1988, "Derivation of Scaled Surface Reflectances in terms of Image Quality with Implications for Noise Removal," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, Vol. 26, No. 1, pp. 65-74.
- [2] R. Roger and J. Arnold, 1996, "Reliably Estimating the Noise in AVIRIS Hyperspectral Images", *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 17, No. 10, pp. 1951-1962.
- [3] S. Vermillion and S. Sader, 1999, "Use of the Minimum Noise Fraction (MNF) Transform to Analyze Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) Data of Northern Forest Types", *1999 AVIRIS Workshop Proceedings*.
- [4] J. Tou and R. Gonzalez, 1974, *Pattern Recognition Principles*, Addison-Wesley.
- [5] G. Coleman and H. Andrews, 1979, "Image Segmentation by Clustering", *Proc. IEEE*, Vol. 67, No. 5, pp. 773-785.



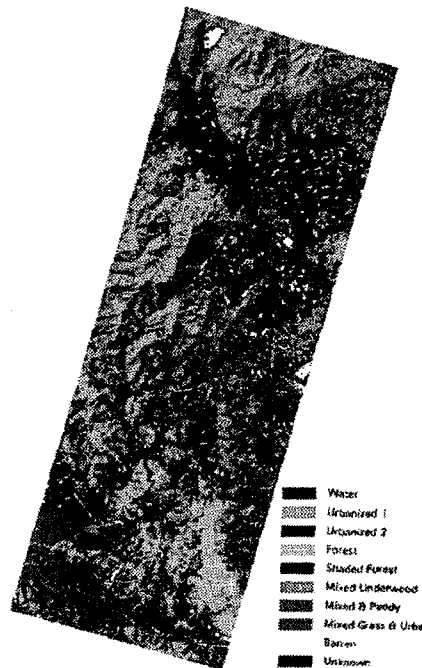
<그림 1> MNF변환 조합영상
R:밴드3 G:밴드2, B:밴드4



<그림 2> 밴드 소거후
무감독 분류결과



<그림 3> MNF 변환후
무감독 분류결과



<그림 4> LANDSAT ETM+
무감독분류결과