

수문학적 토지피복/이용 분류를 위한 초분광영상의 분광혼합분석 Spectral Mixture Analysis using Hyperspectral Image for Hydrological Land Cover/Use Classification

신정일*, 이규성

인하대학교 지리정보공학과

Jung-Il Shin, Kyu-Sung Lee

Department of Geoinformatic Engineering, Inha University

jungil79@inhaian.net

요 약

강우-유출 모델링에 있어 토지피복/이용 상태는 중요한 입력변수로 사용되지만 기존의 다중분광영상을 이용한 분류에는 한계가 있다. 본 연구에서는 위성탑재 초분광영상인 Hyperion 영상의 분광혼합분석을 통해 도시지역의 수문학적 토지피복/이용 분류를 실시하였으며 분류등급의 기준은 널리 사용되고 있는 SCS 토지피복/이용 등급을 이용하였다. 정확도분석을 위해 항공사진을 디지털화하여 불투수면적의 비율을 비교하였으며 분광혼합분석 결과와 항공사진에서 불투수면적의 비율은 유사하게 나타났다. 그러나 SCS의 분류등급은 미국을 기준으로 개발되었기 때문에 임계치를 이용하여 분류된 등급과 실제 항공사진판독의 결과가 일부 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다.

1. 서 론

공간해상도가 낮은 위성영상의 경우 단일 픽셀 내에 다양한 피복이 존재한다. 특히 토지피복/이용이 복잡한 도시지역의 경우 더욱 많은 피복이 포함된 혼합화소로 나타나게 된다. 기존의 다중분광영상은 낮은 분광해상도로 인해 보다 정량적인 피복의 정보를 요구하는 수문학적 토지피복/이용 분류에 있어 한계를 나타내고 있다. 강우-유출 모델링에 있어 지표면의 피복/이용 상태는 매우 중요한 입력변수로 사용되지만 현재 국내에서는 강우-유출 모델링에 적합한 토지피복/이용 등급이 개발되어 있지 않은 실정이다.

Wu C.(2004)는 다중분광영상인 ETM+ 영상으로 4개의 Endmember를 이용한 분

광혼합분석을 실시한 후, V-I-S모형을 이용하여 6개의 등급으로 토지피복을 분류한 바 있다[5]. 또한 미국 USDA SCS(Soil Conservation Service)에서는 약 80여개의 수문학적 토지피복/이용 등급을 제작하여 현재 강우-유출 모델에 입력변수로 널리 사용되고 있으며, 동일피복에 대해서 피복의 상태나 혼합비율에 따른 등급을 정의하고 있다[4]. SCS의 토지피복/이용 등급은 대부분 미국의 대단위 농경지를 대상으로 개발되었고 경작의 형태 또한 국내와 다르기 때문에 국내에 적합한 등급은 도시지역의 등급에 국한된다.

본 연구의 목적은 초분광영상의 분광혼합분석을 통해 도시지역을 강우-유출 모델에 적합한 등급으로 분류하는데 있다.

2. 연구지역 및 자료

연구지역은 서울특별시 강서구와 양천구 일대의 6X7km²지역을 대상으로 하였다.

Hyperion 영상은 2001년 6월 3일에 촬영되었으며 세로줄로 나타나는 이상픽셀 라인을 보정한 후 픽셀별 분광반사곡선 획득을 위해 복사전달모델(MODTRAN)을 이용하여 대기보정을 실시하였다. 1:5000 수치지도를 이용하여 기하보정을 실시한 후 SNR이 낮은 Hyperion 영상의 특성상 noise가 심하거나 대기흡수구간으로 인해 No data로 나타나는 밴드를 제외한 124개 밴드를 사용하였다.

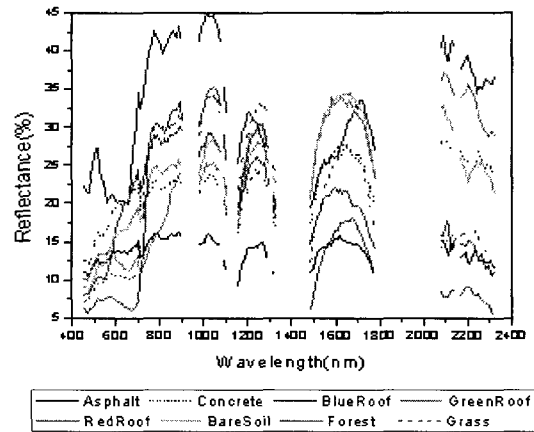
3. 연구방법

1) 분광혼합분석(Spectral Mixture Analysis)

Hyperion영상의 낮은 공간해상도 문제를 해결하고 픽셀내의 피복물의 혼합비율을 알아보기 위해 선형 분광혼합분석을 실시하였다. 분광혼합분석을 실시하기 전에 SCS등급에 존재하지 않고 분광적 특성이 뚜렷한 수역과 물이 차있는 논을 무감독 분류를 통해 미리 제거 하였다.

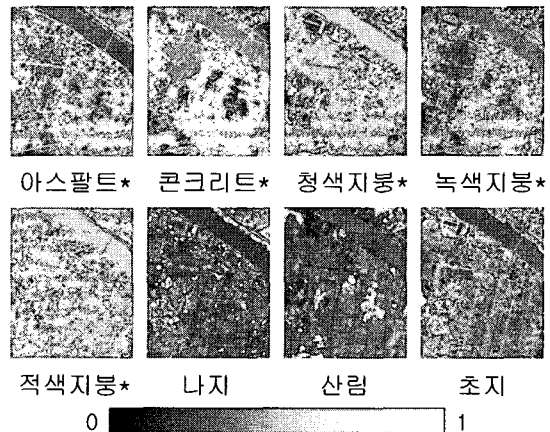
초분광영상은 많은 밴드수로 인해 자료의 양이 방대하기 때문에 초분광영상에 적합한 자료의 압축기법이 필요하다[1]. MNF(Minimum Noise Fraction)변환을 통해 자료의 압축과 noise를 최소화시킨 후 124개 MNF밴드 중 Smile effect가 나타나지 않고 Noise가 적은 4개의 MNF 밴드를 선택하였다. PPI(Pixel Purity Index)를 통해 분광적으로 순수한 픽셀을 찾고 n-D Visualizer를 통해 n차원의 벡터공간에 픽셀을 투영시켜 Endmember로 판단되는 픽셀을 선택하였다. Hyperion 영상의 분광반사곡선과 항공사진을 이용하여 선택된 Endmember의 피복물질을 결정하였다. 선택된 Endmember는 총 8개로 아스팔트, 콘크리트, 청색지붕, 녹색지붕, 적

색지붕, 나지, 산림, 초지이며 영상에서 추출한 각 Endmember의 분광반사곡선은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> Endmember의 영상 분광반사곡선

위 8개 Endmember를 이용하여 선형 분광혼합분석(Linear SMA)을 실시하였으며 그 결과로 각 픽셀에서 Endmember의 비율이 0~1로 구성되는 영상을 획득하였다<그림 2>.



<그림 2> SMA 결과(Endmember의 비율, * : 불투수 Endmember)

분광혼합분석의 결과인 Endmember의 비율에 임계치를 설정하여 토지피복/이용 등급으로 결정하였다. 임계치의 기준은 <표 1>과 같으며 불투수(Impervious) Endmember는 아스팔트, 콘크리트, 색깔 지붕이다. 지붕, 포장도로, 나지의 경

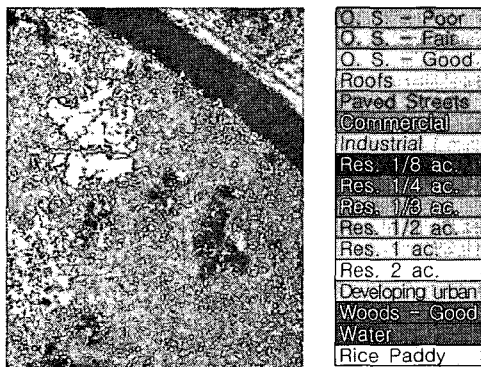
우 SCS의 등급에서 혼합비율을 제시하고 있지 않기 때문에 SCS의 다른 등급에서 Good의 기준인 75%를 사용하였다.

<표 1> 분류등급과 임계치

SCS 파복분류등급	Endmember / Threshold
Open space - Poor	Grass < 50% & Soil ≥ 50%
Open space - Fair	50≤Grass<75% & 25≤Soil<75%
Open space - Good	Grass ≥ 75% & Soil < 25%
Roofs	Roofs(each color) ≥ 75%
Paved streets	Asphalt≥75% or Concrete≥75%
Commercial	85% impervious
Industrial	72% impervious
Residential 1/8 acre	65% impervious
Residential 1/4 acre	38% impervious
Residential 1/3 acre	30% impervious
Residential 1/2 acre	25% impervious
Residential 1 acre	20% impervious
Residential 2 acre	12% impervious
Developing urban	Bare Soil ≥ 75%
Woods - good	Forest ≥ 75%
Water	Water
Rice Paddy	Rice Paddy

4. 결과 및 토론

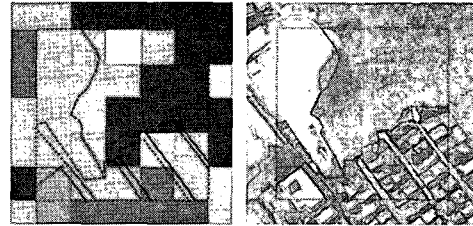
초분광영상의 분광혼합분석 결과에 임계치를 주어 분류한 15개의 등급과 미리 제거하였던 수역과 논을 포함한 수문학적 토지피복/이용도는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 수문학적 토지피복/이용도

국내에는 정확도 분석을 위해 위의 등급을 만족시킬만한 주제도가 없기 때문에 2001년 11월에 촬영된 1/10,000 항공사진을 Digitizing하여 Hyperion영상의 분광

혼합분석 결과와 불투수면적의 비율을 비교하였다. Hyperion 영상의 공간해상도가 30m라는 점을 고려할 때 공간해상도가 높은 항공사진상에서는 미세한 위치오차에도 불투수면적의 비율이 크게 변화한다 [5]. 따라서 <그림 4>와 같이 5X5 pixel(150X150㎡) 10개 plot에서 항공사진과 Hyperion영상의 분광혼합분석 결과의 불투수면적 비율을 비교하였다.

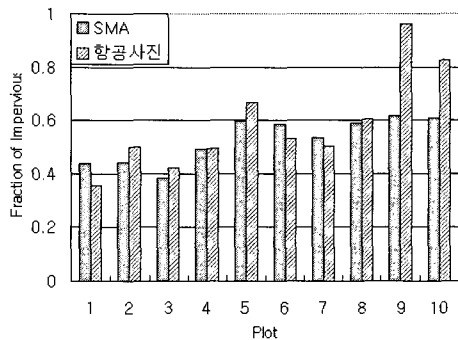


<그림 4> 항공사진 판독/Digitizing(Plot 1)

항공사진판독을 통해 불투수면적의 비율이 40%~96%에 이르는 다양한 지역을 비교대상지역으로 선정하였다. 항공사진 Digitizing 결과와 Hyperion 영상의 분광혼합분석 결과에서 불투수면적의 비율을 비교한 결과는 <표 2, 그림 5>와 같다. 불투수면적의 비율이 낮거나 중간정도인 Plot 1~8에서는 분광혼합분석 결과와 항공사진을 Digitizing한 결과의 차이가 평균 4.4%로 유사하게 나타났다. 그러나 불투수면적의 비율이 매우 높은 Plot 9,10에서는 분광혼합분석 결과가 약 30% 낮게 나타나는 것을 볼 수 있었다.

<표 2> 불투수면적 비율 비교(단위 : %)

Plot	SMA	항공사진	오차
1	43.6	35.3	8.3
2	44.0	49.8	5.8
3	38.3	42.0	3.7
4	49.2	49.6	0.4
5	59.8	66.4	6.6
6	58.5	53.0	5.5
7	53.5	50.5	3.0
8	58.7	60.4	1.7
9	61.8	96.2	34.4
10	61.0	82.7	21.7



<그림 5> 불투수면적 비율 비교

위와 같이 불투수면적의 비율이 높은 지역에서 초분광영상의 분광혼합분석 결과가 항공사진을 Digitizing한 결과에 비해 불투수면적 비율이 매우 낮게 나타나는 이유는 각 색의 지붕의 경우 다른 식생이나 토양과 가시광선영역의 분광반사특성이 유사하여 불투수 Endmember가 투수 Endmember의 비율로 포함될 수 있다고 판단된다<그림 6>.



EM 비율	아스팔트	콘크리트	청색지붕	녹색지붕	적색지붕	나지	산림	초지
A	17.4	4.4	12.8	16.3	10.3	18.6	1.5	18.7
B	15.1	4.3	9.0	14.1	14.0	19.4	8.0	16.2

<그림 6> 녹색지붕과 적색지붕에서 EM의 비율(%)

또한 분광혼합분석 결과에 임계치를 주어 수문학적 토지피복/이용 등급으로 분류하였을 경우 실제 토지피복/이용과 다르게 나타나는 것을 주거지역에서 쉽게 볼 수 있었는데 이는 미국과 우리나라 주거지역 형태의 차이로 볼 수 있다. 예를 들면 다세대주택이 밀집한 지역의 경우 불투수지역의 비율이 매우 높기 때문에 SCS의 등급에 다르게 되면 상업지역이나 공업지역으로 분류된다. 따라서 국내에 적합한 수문학적 토지피복/이용 등급의 정의가 필요하며 보다 많은 연구가 필요하다고 생각

된다. 또한 SNR과 공간해상도가 높은 항공기 탑재 초분광영상을 사용한다면 매우 높은 정확도의 수문학적 토지피복/이용도를 제작할 수 있을 것이다.

5. 결론

초분광영상을 이용한 분광혼합분석시 기존의 다중분광영상을 사용하였을 때 보다 많은 Endmember를 추출할 수 있었으며 이를 이용해 보다 많은 분류등급의 수문학적 토지피복/이용도를 제작할 수 있었다. 분광혼합분석 결과를 항공사진과 불투수면적의 비율을 비교하였을 때 불투수면적의 비율이 매우 높은 지역에서는 오차가 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 그 이유로 색깔별 지붕의 분광특성이 다른 피복물과 혼동될 수 있다는 점을 들 수 있다. 향후 공간해상도와 SNR이 높은 항공기 탑재 초분광영상의 사용이 가능하다면 보다 정확한 분광혼합분석과 수문학적 토지피복/이용 분류가 가능할 것이다. 또한 국내에서 수문학 분야에 적합한 토지피복/이용 등급의 정의가 필요하다.

6. 참고문헌

- [1]김선화, 이규성, 마정림, 국민정, 2005, 초분광원격탐사의 특성, 처리기법 및 활용현황, 대한원격탐사학회지, 21(4), pp.341-369
- [2]이지민, 이규성, 2003, 분광혼합분석 기법에 의한 산림피복 정보의 특성 분석, 대한원격탐사학회지, 19(6), pp.411-419
- [3]USDA SCS(NRCS), 1969, National Engineering Handbook Part 630 Hydrology Chapter 8
- [4]USDA SCS(NRCS), SCS Engineering Field Handbook Chapter 2
- [5]Wu C., 2004, Normalized spectral mixture analysis for monitoring urban composition using ETM+ imagery, Remote Sensing of Environment, 93(4), pp.480-492