

MODIS 센서 영상을 이용한 한반도 식생 분석 및 Google Earth 기반 표현 기법 연구

A Study of Vegetation Analysis of Korean Peninsula using MODIS Images and Presentation Technique based on Google Earth

최진우*, 최재영, 양영규

Jin-woo Choi*, Jae-young Choi, Young-kyu Yang

경원대학교 전자계산학과

cjw49@paran.com, {jychoi, ykyang}@kyungwon.ac.kr

요약

최근 위성에서 수집된 영상을 활용한 다양한 응용 및 분석이 시도되고 있는데, 각 연구 기관의 자료와 연구 성과를 함께 공유하고 협업할 수 있다면 더욱 심도 깊고 활발한 연구가 진행될 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 MODIS 센서 영상을 이용한 한반도 식생 분석의 결과를 Google Earth라는 지리 정보 공유 플랫폼에 표현함으로써 위성 영상 자료를 공동으로 연구 및 활용할 수 있는 방안을 모색하였다.

핵심 용어 : Google Earth, MODIS, NDVI

1. 서론

2006년 7월 28일 발사된 다목적실용위성 KOMPSAT 2(아리랑 2호)으로 이제 우리나라도 1m급 고해상도로 전세계를 관측할 수 있게 되었다. 이러한 지구관측위성은 1970년대 미국의 Landsat 위성을 시작으로 현재는 여러 나라에서 운용하고 있으며 군사, 기후, 지도, 변화탐지 분야 등에서 널리 활용되고 있고 관련된 연구들도 활발히 진행되어져 왔다.

국내의 경우도 위성 영상을 이용한 응용 연구에 박차를 가하고 있지만, 여러 기관 별로 자료의 수집 및 관리가 개별적이고 공유가 되고 있지 않아 그 활용이 아직 미흡한 실정이다.

최근에는 2005년 6월부터 시작된 Google Earth 서비스를 이용하여 인터넷이 연결된 PC만 있으면 전세계의 위성 영상을 안방에서 볼 수 있는 시대가 되었다. 즉 전 세계 사람들이 위성 영상을 기반으로 한 가상의 지구 플랫폼 위에 멀티미디어 콘텐츠 및 탐색 정보를 공유하는 물론 오픈된 API를 활용하여 이 정보들을 자신의 웹페이지 등에 활용할 수도 있다.

본 연구에서는 MODIS 센서로부터 수집된 한반도 영상을 활용하여 식생 분포의 분석을 수행하고 이에 따른 결과를 Google Earth를 통해 표현해 봄으로써 향후 위성 영상 분석의 협업 연구 환경으로써 Google Earth가 사용될 수 있음을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서

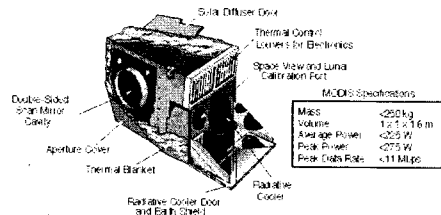
는 연구에 사용된 MODIS 센서 영상에 대해 설명한다. 3장은 추후 분석을 위한 영상의 전처리에 대한 내용이며, 4장은 식생지수 산출을 위한 개념 및 실험 내용이다. 5장에서 실험 결과 영상을 Google Earth에 표현하는 기법과 결과를 나타내고 마지막으로 결론을 맺는다.

<표 1> MODIS의 36개 채널

BAND	RANGE nm reflected	RANGE um emitted	KEY USE
1	650-870		Absolut-Land Cover Transformation, Vegetation Chlorophyll
2	541-575		Cloud Amount, Vegetation Land Cover Transformation
3	470-670		Soil Vegetation Differences
4	545-565		Green Vegetation
5	1230-1250		Leaf Canopy Differences
6	1638-1662		Soil: Cloud Differences
7	2130-2155		Cloud Properties, Land Properties
8	405-420		Chlorophyll
9	432-448		Chlorophyll
10	483-493		Chlorophyll
11	538-538		Chlorophyll
12	546-526		Seastratus
13a	661-672		Atmosphere: Seastratus
13b	661-672		Atmosphere: Seastratus
14a	673-683		Chlorophyll Fluorescence
14b	673-683		Chlorophyll Fluorescence
15	743-743		Atmos: Properties
16	843-877		Atmos: Properties, Atmospheric Properties
17	890-920		Atmospheric Properties, Cloud Properties
18	931-941		Atmospheric Properties, Cloud Properties
19	912-945		Atmospheric Properties, Cloud Properties
20		3.660-3.840	Sea Surface Temperature
21		3.939-3.959	Forest Fires & Volcanoes
22		3.939-3.959	Cloud Temperature, Surface Temperature
23		4.026-4.066	Cloud Temperature, Surface Temperature
24		4.433-4.498	Cloud Fraction, Troposphere Temperature
25		4.482-4.548	Cloud Fraction, Troposphere Temperature
26	1.360-1.380		Cloud Fraction, Thin Clouds, Troposphere Temp.
27		6.514-6.591	Mid Troposphere Humidity
28		7.175-7.473	Upper Troposphere Humidity
29		8.460-8.700	Surface Temperature
30		9.590-9.850	Total Ozone
31		10.780-11.350	Cloud Temperature, Forest Fires & Volcanoes, Surface Temp.
32		11.740-12.270	Cloud Height, Forest Fires & Volcanoes, Surface Temperature
33		13.163-13.424	Cloud Fraction, Cloud Height
34		13.483-13.782	Cloud Fraction, Cloud Height
35		13.783-14.082	Cloud Fraction, Cloud Height
36		14.083-14.382	Cloud Fraction, Cloud Height

2. MODIS 센서 영상

고분해능 기상센서인 MODIS(MODerate resolution Imaging Spectrometer)는 미국 NASA의 지구관측시스템(EOS: Earth Observation System)에 의해 1999년 12월에 발사된 지구 관측 위성 Terra(적도 통과시간: 오전) 및 2002년 5월에 발사된 Aqua(적도 통과시간: 오후) 위성에 탑재된 센서이다.



<그림 1> MODIS 센서

MODIS는 705Km의 고도에서 태양동주기 궤도로 하루 또는 이틀에 한 번씩 지구 전체의 표면을 관측하며, 시야각은 $\pm 55^\circ$, 관측폭은 2,330Km이다. <표 1>에 나타난 바와 같이 총 36개의 밴드에서 250m(밴드1~2), 500m(밴드3~7), 1Km(밴드8~36)의 공간 해상도로 영상을 수집하여 전 지구에 대한 육지와 해양의 표면 온도, 일차생산량, 토지피복, 구름, 에어로졸, 수증기, 기온분포 및 산불 등을 관측할 수 있다.

본 연구를 위해 기상청으로부터 2006년 9월 1일부터 12월 31일까지의 기간 동안에 Terra와 Aqua 위성에서 수신한 MODIS 영상 자료를 NASA MODIS Science Team의 Level 1B 단계로 제공받아 실험을 실시하였다. 여기서 Level 1B 단계라는 것은 Calibrated Geolocated Radiances 된 영상이라는 것을 의미한다. 이 영상은 분산 환경에서 과학용 데이터를 공유하기 위해 NCSA(National Center for Supercomputing Applications)에서 개발한 대중 객체 파일 형식인 HDF4(Hierarchical Data Format 4)의 구조로 만들어져 있다. 공간 해상도 별로 파일이 3개가 존재하며, 하나의 HDF 파일에는 여러 개의 밴드가 저장되어 있는데, 정규 식생지수의 산출을 위해 필요한 파장대 영역은 근적외선 부근과 가시광선의 적색 부근이기 때문에, 본 연구에서는 250m 공간해상도의 밴드 1, 밴드 2 영상이 저장되어 있는 파일만을 사용하였다. <그림 2>는 MODIS 영상의 예시로써 9월 19일과 11월 11일의 밴드 2(파장대: 841~

876nm)를 추출한 영상으로 공간 해상도는 250m이고, 크기는 대략 5,400×21,000의 픽셀로 구성되어 있다.

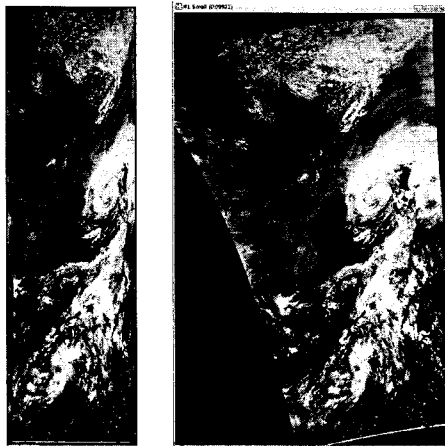


<그림 2> HDF 파일에서 추출한 MODIS 영상 (band 2)

3. 영상 전처리

본 연구에 사용된 MODIS 영상은 2장에서 설명한 바와 같이 방사보정만 처리된 Level 1B 단계의 영상이다. 따라서 이후 정규식생지수를 산출하기 위해서는 <그림 2>처럼 왜곡된 형태를 기하학적으로 보정해야 한다. 본 연구에서는 ENVI 사의 영상처리 소프트웨어인 “ENVI 4.3”을 이용

하여 Geo-referencing 방법으로 기하보정을 처리하였다. <그림 3>은 (a)처럼 왜곡되어 있던 원 영상과 이를 기하학적으로 보정한 영상 (b)를 보여주고 있다.



(a) 원본 (b) 기하보정
<그림 3> 원본 데이터 및 기하보정 결과

실험 영상 중 일부 기간은 시스템 장애로 자료가 누락되었으며, 획득된 날짜에서도 데이터의 질, 구름의 포함여부, 시야각 등 여러 가지 환경에 의해 관측 자료로써 부족한 것을 제외하여 자료를 선별 하였다. 일반적으로 구름이 없고 에어로졸의 영향이 크지 않으며, 관측각이 좋은 자료들만을 추출하였다. Terra, Aqua 위성에서 수집된 총 244개 영상 중 54개를 사용하였다.

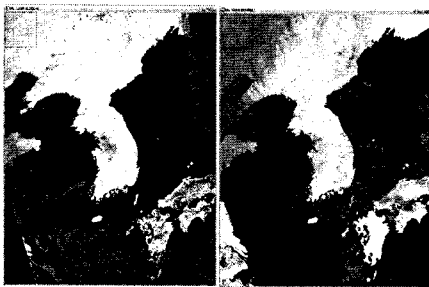
4. NDVI 산출

녹색식생의 상대적 분포량과 활동성을 나타내는 방사 측정값을 식생지수라 하며, 이 값은 위성영상자료의 몇 가지 밴드의 영상 조합에 의해 생성될 수 있다. 녹색식물은 적색 파장대에서 반사율이 낮고 근

적외선 파장대에서는 반사율이 높는데, 이 사이에 존재하는 반비례 관계를 이용하여 식생지수를 산출하는 것이다. 이 중 정규 식생지수(NDVI : Normalized Difference Vegetation Index)는 식생지수를 이야기할 때 가장 많이 언급되는 것 중의 하나이다. 이 개념은 Krigler(1969)에 의해 처음으로 설명되었고, Rouse et al.(1974) 등이 처음으로 활용사례를 제안하였다. 정규식생지수를 산출하는 식은 다음과 같다.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (1)$$

본 연구에서는 MODIS 영상의 적색 파장대를 수집하는 밴드 1 (620~670nm)과 근적외선 파장대를 수집하는 밴드 2 (841~876nm)를 위의 식 (1)로 연산하여 정규식생지수를 산출하였다. 이 후 한반도 영역만을 추출하기 위해 위도 상으로는 북위 30~44°, 경도 상으로는 동경 120~135° 범위로 영상을 잘라내었다. <그림 4>는 2006년 9월 19일과 11월 11일, 밴드 1과 밴드 2의 영상으로 정규식생지수를 구한 결과이다.



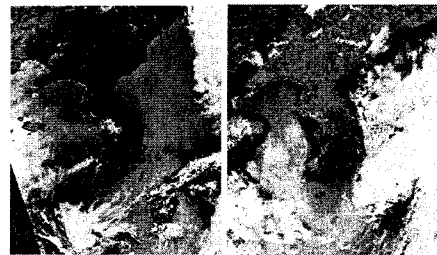
<그림 4> 한반도 NDVI 산출 결과

산출된 정규식생지수 값은 -1에서 1사이의 값으로 나타나는데, <그림 4>에서

밝은 색을 보이는 부분일수록 지수가 높게 나타난 부분, 즉 식생이 활발한 지역임을 나타낸다. 이를 시각적으로 식별하기 쉽도록 <그림 5>와 같은 컬러맵을 사용하여 지수 값을 컬러로 바꾸어 표현하였다. <그림 6>은 <그림 4>의 산출 값을 컬러맵을 이용하여 다시 표현함으로써 보다 쉽게 식생 분포를 알아볼 수 있도록 한 결과이다.



<그림 5> NDVI color map



<그림 6> 컬러맵을 이용한 NDVI 분포

<그림 6>에서 보듯이 계절적 변화에 따라 녹색식물의 분포가 북쪽부터 줄어들고 있음을 알 수 있다.

5. Google Earth를 이용한 표현 기법

Google Earth는 세계의 여러 지역들을 쉽게 둘러볼 수 있도록 하는 세계 최초의 위성 영상 지도 서비스로 2005년 6월 28일 처음 배포가 시작되어, 표준 해상도 15m부터 최대 15cm의 고해상도 위성 영상 위에 지도, 지형 및 3D 정보 등을 무료로 제공하고 있다. 여러 이용자들 간의 탐색 정보를 공유할 수 있도록 되어있으

며, 웹 커뮤니티 및 National Geographic 과 같이 유명한 출처로부터 제공되는 위치 기반의 멀티미디어 콘텐츠를 이용할 수도 있다.

Google Earth는 지리 정보를 저장하고 표현할 수 있도록 xml 표준을 따르는 태그 기반 형식의 kml(Keyhole Mark-up Language)이라는 파일 포맷을 사용하고 있다. 이는 중첩된 요소들과 속성을 이용해 기술하는 방식으로 이를 이용하면 Google Earth 위성 영상 위에 다른 영상을 오버레이 하는 것이 가능하다.

본 연구에서는 4장에서 산출한 정규식생지수 분포 영상을 Google Earth 위에 오버레이하고 2006년 9월~12월의 한반도 식생 분포를 시간의 흐름에 따라 애니메이션 형태로 순차적으로 나타내기 위한 연구를 수행하였으며, 이를 위해 생성한 kml 파일의 구조는 <그림 7>과 같다.

```

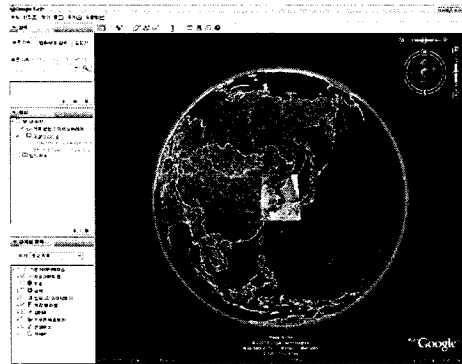
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<!-- TimeSpan is recommended for GroundOverlays -->
<Folder>
<name>Overlays of the NDVI Images</name>
<GroundOverlay>
<name>terra_0901</name>
<TimeSpan>
<begin>2006-09-01</begin>
<end>2</end>
</TimeSpan>
<icon>
<href>terra_0901.jpg</href>
</icon>
<LatLonBox>
<north>44</north>
<south>30</south>
<east>135</east>
<west>120</west>
</LatLonBox>
</GroundOverlay>
.
.
.
</Folder>
</kml>

```

<그림 7> 식생 분포 표현을 위한 kml 파일 구조

자세한 kml 파일의 구조는 다음과 같다. 우선 <GroundOveray> 태그를 이용하

여 영상을 오버레이 하도록 하였다. <Icon> 태그로 해당 영상을 링크시켰고, <LatLon Box> 태그로 오버레이 될 경위도 좌표를 표시하여 해당 위치에 맞게 영상을 오버레이 할 수 있도록 하였다. 여기서는 북위 30~44°, 동경 120~135°로 설정하였다. 또한 <TimeSpan> 태그를 사용하여 시간에 따라 영상을 순차대로 애니메이션 해 볼 수 있도록 하였다. <그림 8>은 이 kml 파일로 4장에서 산출한 한반도 부근 정규식생지수 분포 영상을 Google Earth에 표현한 결과이다.



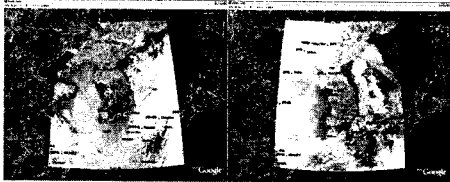
<그림 8> Google Earth를 이용한 NDVI 영상의 오버레이

<그림 9>는 한반도 부근을 확대하여 (a) 2006년 9월 19일, (b) 10월 8일, (c) 11월 11일, (d) 12월 31일의 정규식생지수 분포 영상을 차례대로 나타낸 결과이다. 지면 상에는 표현하지 못해 동작 화면을 각 달에서 대표 날짜만 캡처하여 그림으로 나타내었지만, 실제로 kml 파일을 통해 9월부터 12월까지의 한반도 식생 분포 변화를 애니메이션으로 한눈에 살펴볼 수 있다.



(a)

(b)



(c)

(d)

<그림 9> Google Earth를 이용한 한반도 NDVI 영상 오버레이

6. 결론

환경 문제가 날로 심각해져가는 요즘 위성에서 수집된 지구 관측 영상을 통한 과학적 연구의 수요는 더욱 더 늘어날 것이다. 대용량이고 방대한 자료를 처리해야 하는 연구의 특성 상 협업이 가능하다면 더욱 효율적으로 이루어질 수 있을 것이고, 이를 위해 자료와 연구결과의 공유는 필수적이다. Google Earth는 세계 최초의 전세계의 위성 영상을 제공하며 지리 정보를 공유할 수 있는 플랫폼이다. 이를 효과적으로 사용한다면 다양한 응용에서 자료와 분석 결과들을 쉽게 공유할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 Google Earth 위에 MODIS 영상으로 분석한 한반도의 정규식생지수 분석 결과를 오버레이 하여, 차후 위성 영상을 통한 다양한 응용에서 분석 결과들이 Google Earth에서 표현되어 지고 공유될 수 있다는 것을 보였다.

앞으로의 과제는 위성 영상을 더욱 효

과적으로 분석하기 위해 구름의 제거나 방사 보정 등과 같은 전처리 기술의 연구와 지형분석, 변화탐지 등 다른 다양한 응용에서의 Google Earth 활용 방안을 모색하는 것이다.

참고문헌

- [1] Jensen John R. "Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective", Prentice Hall, 2005. 1.
- [2] Google Code - KML, <http://code.google.com/apis/kml>
- [3] 황의진, 신계중, 최석근, 이재기, "위성영상과 GIS를 이용한 도심의 식생지수 분석", 한국공간정보시스템학회 05 GIS/RS 공동 춘계학술대회 논문집, pp.249-253, 2005.
- [4] 성호현, 박옥준, "토지피복 변화에 따른 식생지수(NDVI)분포 및 변화에 관한 연구: 성남시를 중심으로", The Journal of GIS Association of Korea, Vol.8, No.2, pp.275-288, 2000. 10.
- [5] 김동실, "인공위성(NOAA/AVHRR) 영상자료에 의한 한반도 식생분포에 관한 연구", 대한지리학회지 제35권 제1호, pp.39-51, 2000. 3.