

하모닉 모형을 이용한 토지피복 분류 방법론

정명희^o, 이상훈^{*}

^o인양대학교 소프트웨어학과

^{*}가천대학교 산업경영공학과

e-mail: mhjung@anyang.ac.kr^o, shl@gachon.ac.kr^{*}

Land cover Classification Method using Harmonic Modeling

Myunghye Jung^o, Sang-Hoon Lee^{*}

^oDept. of Software Engineering, Anyang University

^{*}Dept. of Industrial Engineering, Gachon University

● 요약 ●

토지 피복과 관련된 지표면 파라미터는 일반적으로 지표에서 감지되어 위성영상에 나타난 많은 물리적 프로세스에 의존하며 계절적 주기성을 갖는 시간적 변화를 보인다. 하모닉 모형은 복잡한 과정을 정현파 성분으로 표시함으로써 레벨, 주기, 진폭 및 위상 요소를 통한 변동을 분석함으로써 표면에서 관찰되는 계절적 변화 패턴을 모델링하는 데 적합한 모형이다. 본 연구에서는 MODIS NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 시계열 자료를 이용하여 하모닉 패턴의 특성에 따라 토지 피복을 분류하는 방법론을 제안하였다.

키워드: 하모닉 모형 (harmonic model), 토지 피복 분류(land cover classification), MODIS NDVI

I. Introduction

인공위성은 일정한 일정에 따라 반복적으로 지표면에 대한 정보를 제공함으로써 실시간으로 지표면을 감시 및 관리할 수 있는 매우 효율적인 수단이다. 현재 많은 지구관측위성에 탑재된 감지시스템은 지표면에 대한 광범위하고 현재적인 정보를 제공하고 있고 환경, 도시, 재난재해, 생태, 대기, GIS, 등 매우 다양한 분야에서 위성자료가 활용되고 있다.

Terra와 Aqua에 탑재된 MODIS (Moderate Resolution Image Spectrometer)는 0.4 μm ~14.4 μm 사이 파장대의 36개 분광밴드를 가지고 다양한 공간해상도 (2 bands at 250 m, 5 bands at 500 m, 29 bands at 1 km)의 일일 글로벌 자료를 제공해 주는 장점으로 인해 많은 분야에서 유용하게 활용되고 있는 위성자료로 MODIS는 구름층의 변화나 해양, 지표 및 저층 대기권에서 일어나는 현상에 대해 지역적 수준에서뿐 아니라 지구적 차원에서 역학 측정이 가능하게 설계되어 있어 지표면에서 발생하는 생·물리적인 과정에 관한 유용한 정보를 제공하고 있다 [2].

하모닉 모형(harmonic model)은 복잡한 과정을 정현파 성분 (sinusoidal component)의 합으로 나타내어 수준, 주기, 진폭, 위상 4가지 요소를 통해 변이를 분석하는 방법으로 지표에서 관찰되는 계절적 변화 양상을 모형화 하는데 적합하다. 본 연구에서는 MODIS NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 시계열 자료의 시간에 따른 변화 패턴을 하모닉 모형으로 분석하고 하모닉 패턴의

특성에 따라 토지 피복을 분류하는 방법론을 제안하고 있다.

II. Preliminaries

1. Harmonic Model

NDVI 시계열 자료처럼 계절적 변동성을 보여주는 위성영상의 경우 각 화소가 속하는 지역의 계절적 특성은 하모닉 모형을 사용하여 설명할 수 있다. 하모닉 모형은 수준, 주기, 진폭, 위상의 4가지 요소를 가지며 수준은 자료가 모아진 전 기간 동안의 NDVI 평균 값에 해당하고 주기는 계절성과 관련된 진동수를 나타내고 진폭과 위상은 NDVI의 연중 변화 폭과 시기를 나타낸다. 각 화소에 대한 하모닉 모형은 다음과 같은 정현파 식으로 표현될 수 있다 [1, 3].

$$x_t = \eta + \sum_{k=1}^p \gamma_k \sin(\omega_k t + \theta_k) = \eta + \sum_{k=1}^p \alpha_k \cos \omega_k t + \beta_k \sin \omega_k t$$

$$\gamma_k = \sqrt{\alpha_k^2 + \beta_k^2}$$

(1)

$$\theta_k = \tan^{-1} \frac{\alpha_k}{\beta_k} \quad \text{for} \quad \beta_k \neq 0$$

2. Land Cover Classification

NDVI 시계열시리즈를 동적합성에 의해 일주일과 같은 일정 간격의 합성기간을 사용하여 각 화소에 대해 하모닉 요소의 특징벡터를 추정한다. 이러한 개개 화소의 특징벡터에 무감독 계층군집 연결 영상분류법을 적용하여 최종 토지 피복 분류를 수행한다[1, 2].

III. The Proposed Scheme

5년간의 한반도에 대한 MODIS NDVI 자료를 사용하여 제안된 방법을 테스트하였다. NDVI는 MODIS 36개 밴드 중 밴드 1과 2를 이용하여 생성되었다. 한반도 전 지역의 식생 주기는 1년으로 간주하여 NDVI 자료의 하모닉 요소에 대한 값을 추정하고 추정치에 대해 분류기법을 적용하여 지표를 분류하였다.

지표면에 대해 5개 클래스로 분류할 경우 각 클래스의 하모닉 모형 추정치는 Table 1과 같고 Fig. 1은 NDVI 평균값과 과장폭을 이용하여 분류한 결과를 보여주고 있다. Fig. 1과 2는 은 평균값, 과장폭, 과장위상의 추정 값에 의한 분류 결과를 특징 벡터로 하여 한반도 영상을 5개, 8개 클래스로 분류한 결과와 각 클래스의 하모닉 패턴을 보여 주고 있다.

Table 1. Parameter Estimation of harmonic model for each class

Class	mean	$I_a(1)$	$I_a(2)$	$I_a(7)$	$I_a(14)$
1	0.162	0.103	0.02	0.038	0.01
2	0.422	0.11	0.083	0.22	0.066
3	0.276	0.136	0.042	0.163	0.042
4	0.406	0.082	0.042	0.906	0.042

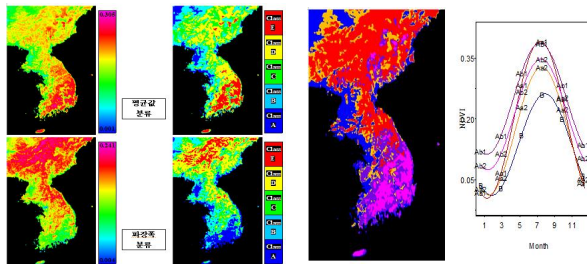


Fig. 1. Harmonic components(left) and classified image(right) of NDVI image series

Fig. 2. Classified image and harmonic pattern of each class

영향을 미칠 수 있으나 다중주기 하모닉 모형의 경우 연간 변화 패턴을 가지고 시계열 자료의 동적 패턴을 추정하여 시간적 동적 패턴을 분류함으로써 분석의 정확도가 향상될 수 있다.

REFERENCES

- [1] M. Jung and E. Chang, "NDVI-based land-cover change detection using harmonic analysis," *International Journal of Remote Sensing*, 36(4), pp. 1097-1113 2014.
- [2] P. Jonsson and L. Eklundh, "Seasonality extraction by function fitting to time series of satellite sensor data," *IEEE Trans. of Geoscience Remote Sensing*, 40(8), pp. 1824-1832, 2002.
- [3] S-H Lee, "Adaptive Reconstruction of Harmonic Time Series Using Point-Jacobian Iteration MAP Estimation and Dynamic Compositing: Simulation Study," *Korean Journal of Remote Sensing*, Vol. 24, pp. 79-89, 2008.

IV. Conclusions

본 연구는 시계열 위성자료의 동적 특성을 기반으로 지표면을 분류하는 방법론을 제안하고 있다. 제안된 방법은 화소의 시간적 동적 패턴을 하모닉 모형을 이용하여 분석하고 모형의 특징벡터에 무감독 계층군집 영상분류법을 적용하여 토지 피복 분류를 수행하는 방법이다. 대부분의 분류 방법들은 화소 값을 이용하여 분류하는데 이러한 분류의 경우 자료 획득 시 발생하는 에러가 분류 결과에