

NDVI 시계열 시리즈에 의한 한반도 지표면 변화 추적

이 상 훈

경원대학교

Email: shl@kyungwon.ac.kr

Abstract: The surface parameters associated with the land are usually dependent on the climate, and many physical processes that are displayed in the image sensed from the land then exhibit temporal variation with seasonal periodicity. An adaptive feedback system proposed in this study reconstructs a sequence of images remotely sensed from the land surface having the physical processes with seasonal periodicity. The harmonic model is used to track seasonal variation through time, and a Gibbs random field (GRF) is used to represent the spatial dependency of digital image processes. In this study, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was computed for one week composites of the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) imagery over the Korean peninsula for 1996 and 2000 using a dynamic technique, and the adaptive reconstruction of harmonic model was then applied to the NDVI time series for tracking changes on the ground surface. The results show that the adaptive approach is potentially very effective for continuously monitoring changes on near-real time.

Keywords: NDVI, time series, harmonic model, adaptive reconstruction, surface changes.

요약: 육상의 지표면 파라미터는 기후와 주로 연관되어 있으므로 육상 관측 위성 영상에 나타나는 많은 물리적 과정은 계절 주기에 따른 시간적 변화를 보인다. 본 연구에서는 계절에 따라 변하는 물리적 과정을 포함하는 시계열 원격 탐사 영상 시리즈를 어댑티브 피드백 시스템에 의해 복원한다. 이 시스템에서는 계절적 변화를 추적하기 위하여 하모닉 모델을 사용하고 수치 영상 모형의 공간적 의존성을 나타내기 위해 깁스 랜덤 필드를 사용한다. 복원 과정을 통하여 구성된 하모닉 모델과 어댑티브 계수에 의해 지표면 연속적 변화를 감시할 수 있다. 본 연구에서는 1996년부터 2000년까지 한반도로부터 관측된 AVHRR 영상 시리즈를 일주일 간격으로 정적 합성하여 NDVI 시리즈를 구하고 하모닉 모델을 사용하는 어댑티브 복원 시스템을 이 NDVI 시리즈를 적용하여 한반도 지표면 변화를 추적하였다. 연구 결과는 하모닉 어댑티브 복원시스템이 거의 실시간으로 지

표면 변화를 감시하는데 매우 효과적인 수단이 될 것이라는 잠재성을 보여준다.

1. 서론

지표면의 지구물리적 혹은 생물학적 과정에 대한 시계열 분석을 위하여 원격 탐사 영상을 이용하려고 할 때 가장 많이 부딪치는 문제는 관측 환경 혹은 관측 기기의 불완전성에 의해 많은 시점에서 자료 수집이 불가능하거나 악성자료가 수집된다는 것이다. 예를 들어 NOAA 극궤도 위성은 지구 전 지역에 대한 AVHRR 자료를 이론적으로 1 일 2 회씩 수집할 수 있으나, 복사계가 100% 가동하지 않고, 특히 위성의 관측시계로부터 지표면을 가리는 구름의 존재로 인하여 일반적으로 지표면의 복사강도에 대한 관측간격은 이론상의 간격보다 훨씬 길다. 이러한 장애요인으로 발생하는 인하여 연속적으로 수집되는 고 시간해상도의 영상 시리즈에 대한 정확한 시계열 분석이 어렵다.

관측환경의 악화 혹은 기계적 고장으로 발생하는 미관측 혹은 악성 자료 값을 추정 복구하여 완전한 영상시리즈로 복원하는 어댑티브 시스템이 제안되었다 (Lee, 2008). 제안된 복원 시스템은 어댑티브 하모닉 시계열 모델을 사용하여 육지 표면의 생물학적 과정과 관련된 계절적 특성을 복원 과정에 반영한다. 본 연구에서는 어댑티브 하모닉 시계열 모델을 사용하는 복원시스템을 한반도 지표면의 식생의 시간적 변화를 추적하기 위하여 적용하였다.

2. 연구 자료 및 방법

다중분광 자료와 육지의 식생과의 관계에 대한 분석은 매우 성공적이었으며 적절한 공간해상도와 높은 시간해상도를 가지는 지상의 영상을 생성하는 AVHRR (Horvath *et al.*, 1982) 감지기는 지표면의 식생 관측수단으로서 중요한 역할을 하였다. 다중분광 자료의 식생 연구에 있어 외부적

요소에 의한 변이를 최소화하기 위해 관측치를 여러 형태의 식생지수로 변환하여 사용한다. 가장 보편적인 식생지수인 NDVI(Tarpley *et al.*, 1984)는 AVHRR의 두 번째 밴드 값과 첫 번째 밴드 값의 차이를 그들의 합의 값으로 나눈 값이다.

본 연구에서는 1996년부터 2000년까지 한반도에 대해 수집된 1.1km×1.1km의 AVHRR 영상자료로부터 구해진 238개의 NDVI 시계열 시리지를 어댑티브 복원에 의해 일주일 간격의 시계열 시리스로 재구성하였다. 원래 관측 영상시리지는 많은 부분이 미관측 혹은 악성 정보만을 갖고 있으므로 어느 기간 동안은 적절한 복원을 위하여 충분한 정보를 제공하지 못한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 복원하기 전에 일주일간의 관측된 NDVI 값 중에서 가장 큰 값을 일주일 간격의 관측시간단위를 대표하는 값으로 선택하는 정적합성(Holben, 1986)을 수행한 후 일주일 간격의 정적합성된 영상시리지에 대해 복원시스템을 적용하였다.

하모닉 모델을 사용하는 어댑티브 과정을 요약하면 다음과 같다(Lee, 2008):

- 1) 정적 합성 수행(일반적인 합성과정: 일주일 관측 값중 가장 큰 값을 선택한다).
- 2) 동적 합성 수행(정적 합성에 복원되지 못한 미관측 값과 관측환경에 의해 왜곡된 악성 값을 복원한다).
- 3) 어댑티브 하모닉 모델링(실 시간 하모닉 요소의 변화를 관측한다).

3. 실험 결과

그림 1은 한반도 네 지점에서 합성과 복원에 의해 재구성된 NDVI 시리지를 보여준다. 그림 2는 분석한 약 5년 기간 중 마지막 10개월에서 두 달 간격으로 발췌한 합성과 복원에 의해 재구성된 NDVI 시계열 영상 시리지를 보여주고 그림 3은 매년 같은 시점에서 모든 화소에 대해 어댑티브하게

추정한 하모닉 요소 값을 보여준다. 그리고 그림 4는 매년 같은 시점에서 하모닉 요소 값 중 평균수준과 변화폭에 대한 변화율을 6계급으로 나누어 보여준다.

4. 결론

하모닉 모델을 사용한 어댑티브 복원 시스템은 지표면의 생물리 과정의 계절적 변화 특성을 고려하여 미관측 혹은 악성 자료 값을 추정 복구하며 추정된 하모닉 요소의 변화를 분석함에 의해 지표면의 생물리 과정의 연속적인 변화를 효과적으로 감시할 수 있다.

사사

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발 사업 - 지능형 국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원 (07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

Holben, B. N, 1986. "Characteristics of maximum value composite image from temporal AVHRR data, *Int. J. Remote Sens.*," 7, 1417-1434.

Tarpley, J. D., S. R. Schneider, and R. L. Money, 1984. "Global vegetation indices from the NOAA-7 meteorological satellite," *J. Climate Appl. Meteorol.*, 23, 491-494.

Horvath, N. C., T. I. Grey, and D. G. McCray, 1982. "Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) data evaluation for use in monitoring vegetation," *AgRISTAR Report EW-L@-040303, JSC-18243*, NASA, Lyndon B. Johnson Space Center, Houston, TX., 1982.0-1365.

Lee, S-H, 2008. "Adaptive Reconstruction of Harmonic Time Series Using Point-Jacobian Iteration MAP Estimation and Dynamic Compositing: Simulation Study," *K. J. Remote Sens.*, 24, 79-89.

- 정적 합성
- 동적 합성
- 하모닉 모델(빠른 적응 속도)에 의한 복원
- 하모닉 모델(높은 적응 속도)에 의한 복원 - Batch 분석에 가까움

한반도 4지점에서 복원된 결과

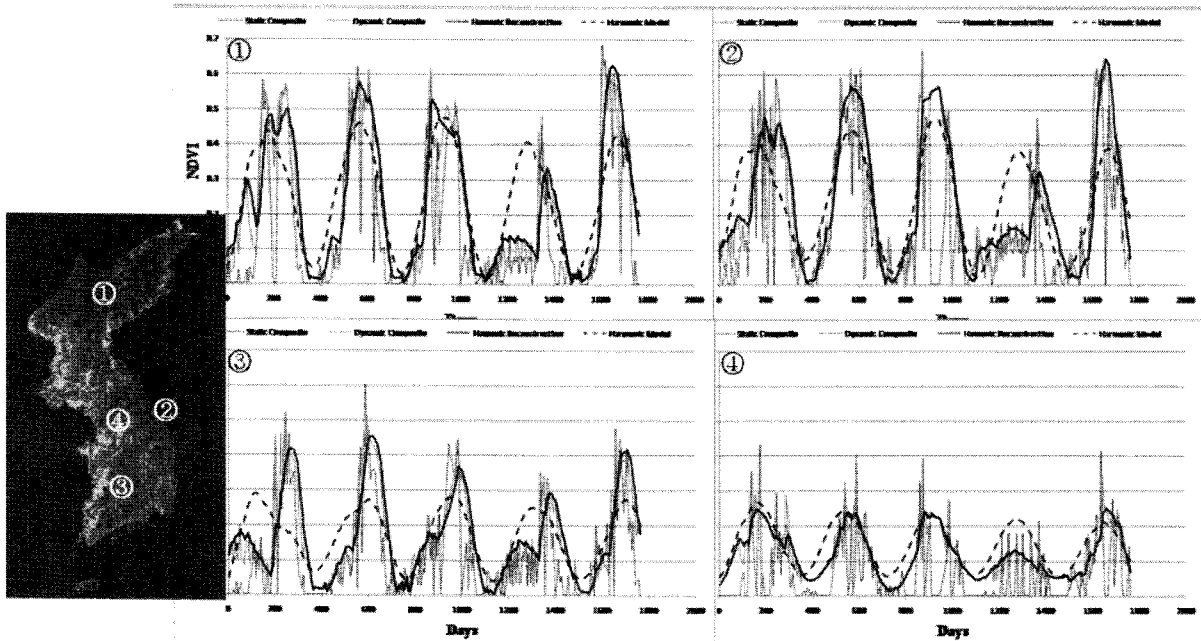


그림 1. 한반도 네 지점에서 약 5년의 분석기간 동안 합성 및 복원된 NDVI 시리즈

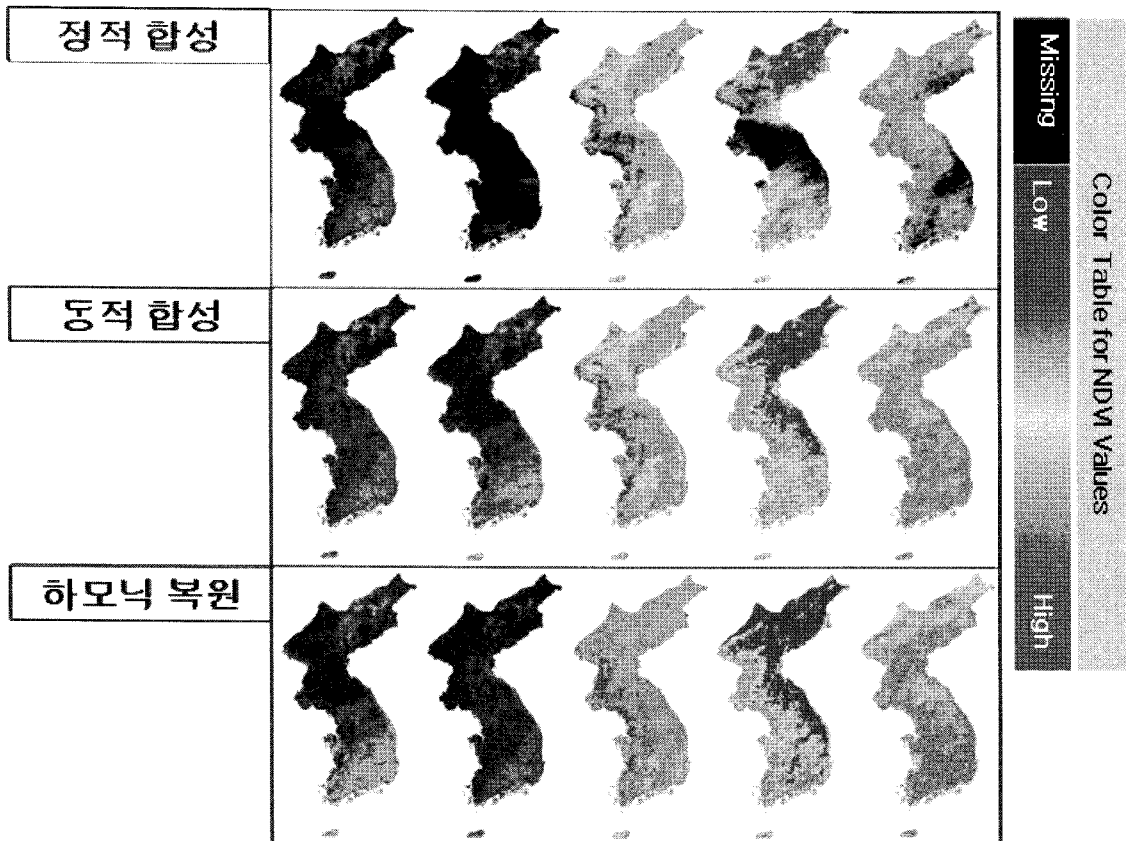


그림 2. 마지막 10개월 분석 기간 중 2달 간격으로 발췌한 합성 및 복원된 NDVI 영상 시리즈.

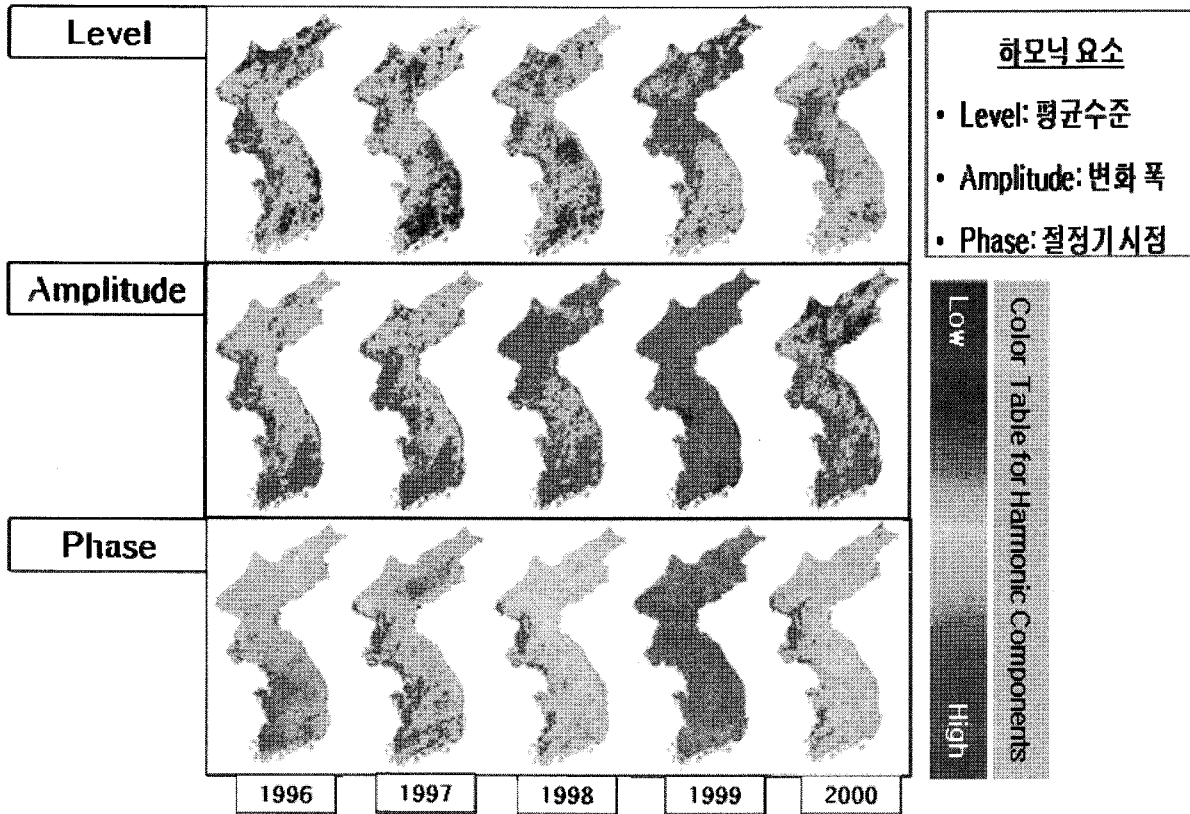


그림 3. 매 년 같은 시점에서 추정된 하모닉 요소 값의 영상.

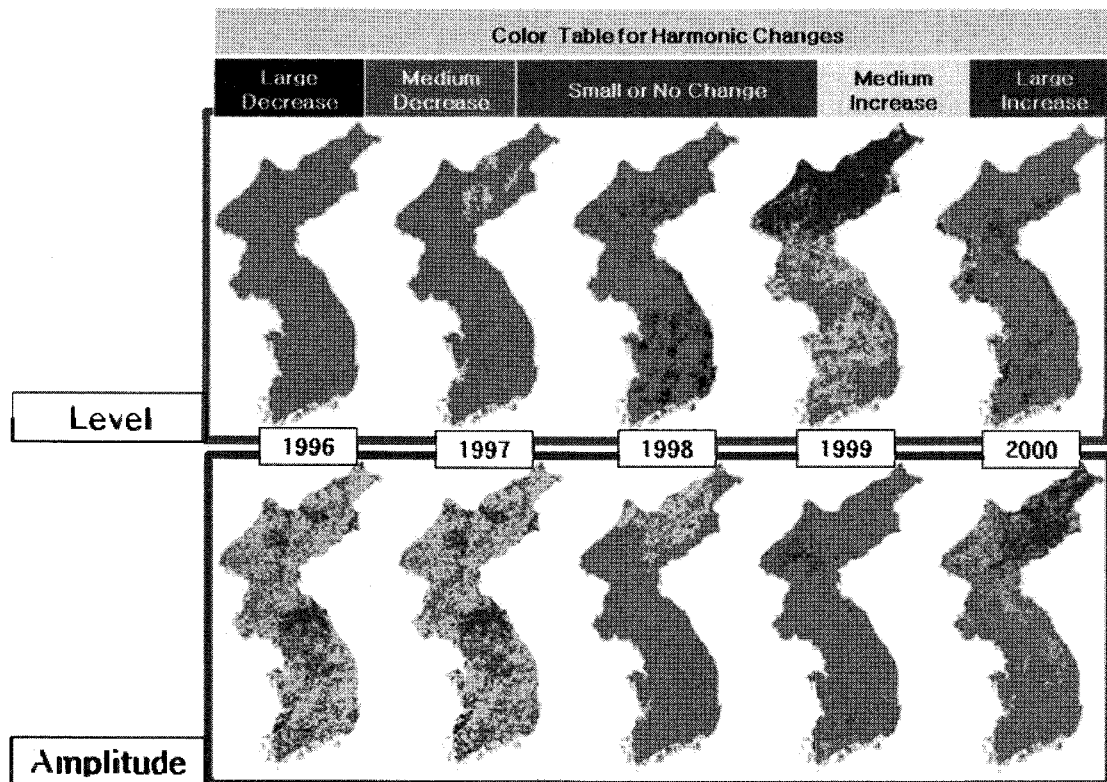


그림 4. 매 년 같은 시점에서 추정된 평균수준과 변화 폭 값의 변화율 (6 개 구간으로 변화율 정도를 구분하였음).