

불변성 지표물을 이용한  
시계열 MODIS 지표 반사율 자료의 검증  
Validation of multi-temporal MODIS surface reflectance product  
using invariant target

강성진, 김선화, 윤정숙, 이규성

Sung-Jin Kang, Sun-Hwa Kim, Jong-Suk Yoon and Kyu-Sung Lee

인하대학교 지리정보공학과 원격탐사연구실

E-mail: jin\_geoinfor@lycos.co.kr, Tel: 032-860-8805

요약 : 현재 NASA에서 제공되는 MODIS 지표반사율자료(MOD09)는 MODIS영상을 이용한 각종 주제자료들의 중요한 입력 자료로 사용되고 있으며, MODIS 지표반사율 자료에 대한 객관적인 검증연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 MOD09의 검증 관련 초기 연구로서, 남한에 분포하는 불변성 타겟(invariant target)을 대상으로 2006년 일별 250m MODIS 지표반사율자료(MOD09GQK)자료의 객관적 검증을 시도하였다. 우선, MOD09 QA(Quality Assurance)자료를 이용하여 구름의 영향을 받은 화소를 제거한 후, 수치지도와 토지피복도를 이용하여 정의한 불변성 타겟에 해당되는 MOD09영상의 화소값을 추출하였다. 이와 같이 추출된 시계열 MOD09GHK영상의 화소값에 1차 회귀분석을 적용하여 이상 반사율값을 탐지하고, 그 원인을 분석하였다. 검증 결과 나지지역에 대해서 0.0186의 RMSE값이 나타났으며, 인공물의 경우 0.2891의 RMSE값을 보였다. 발생한 이상 화소를 살펴보면, 구름, 그림자, 눈에 영향에 의해 발생한 것도 있으며, 원인을 알 수 없는 이상 화소들도 분포하였다. 향후 연구에서는 한반도 전역의 MODIS 시계열 반사율영상을 대상으로 MODIS 대기보정알고리즘과 입력인자의 적합성을 판단하기 위한 연구를 진행할 예정이다.

Key words: MODIS, 불변성 타겟(invariant target), MOD09, 지표반사율, 검증

서론

전 지구의 환경 모니터링을 위해 개발된 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer는 대기, 육지, 해양과 같은 다양한 분야에 활용되고 있다. 미국 NASA에서는 MODIS 원 영상과 함께 각

종 활용분야에 필요한 주제자료를 제작하여 제공하고 있다. MODIS 지표반사율 영상(MOD09)은 이러한 각종 MODIS 주제 자료에 중요한 입력 자료로 사용되고 있다. 따라서 NASA에서는 이러한 MOD09 자료의 공급과 함께, AERONET 사이트의 대기 자료와 다른 위성영상을 이용하

여 MODIS 지표반사율을 검증하고 있으나, 소규모 지역적 검증은 수행되지 못한 실정이다. 소규모 지역을 대상으로 한 검증 사례에서는 실측자료와 다른 위성영상을 이용하여 검증하였으나, 단일 시기만을 대상으로 하였다(Fang, 2004; Liang, 2002, Gao, 2000; Susaki, 2004). 그러나, 실측 반사율 자료의 경우 한 지점에서만 측정된 자료로 250m 화소 전체 반사율을 나타내는데 대표성이 떨어진다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 남한지역의 불변성 타겟을 대상으로 2006년 일별 MOD09자료의 시계열 검증을 시도하였다.

#### 사용한 자료

본 연구에 사용한 자료는 NASA WIST (Warehouse Inventory Search Tool)에서 무료로 배포하고 있는 250m MODIS 지표 반사율자료(MOD09GQK)이다. MODIS 지표 반사율 영상은 250m, 500m, 1km 해상도로 제공하고 있으나, 불변성 지표물의 정확한 추출을 위해서, 남한지역을 대상으로 한 250m 영상을 사용하였다. 이 250m MOD09자료는 적색광영역과 근적외선영역의 밴드로 구성되어 있다. 또한 시계열 검증을 위해 본 연구에서는 2006년 1월부터 12월까지 총 364개의 MOD09 GQK영상을 사용하였다.

#### 연구 방법

본 연구에서는 수량적 반사율 검증 방

법의 일환으로, 시기에 상관없이 일정한 반사율을 보이는 불변성 타겟의 시계열 반사율값을 사용하였다. 이를 위해 수치지도와 토지피복도를 이용하여 250m 공간해상도의 화소가 나지와 인공물과 같은 단일의 피복으로 구성된 화소를 선택하였다. 이때 인접 화소의 영향을 고려하여 주위의 8개 화소도 같은 피복 속성을 갖는지를 고려하여 선정하였다. 그러나, 실제 남한 전체에서 250m급 규모의 불변성 타겟으로 구성된 화소 수는 실제 많지 않아, 표 1과 같이 남한 전체에서 총 7지점을 선택, 추출하였다. 대표적인 불변성 타겟인 나지는 인천국제공항, 군산, 광양지역에서 추출하였으며, 인공물인 아스팔트, 콘크리트지역은 인천국제공항에서 추출하였다. 이와 함께 완벽한 불변성 지표물은 아니지만, 시계열 변화가 상대적으로 적은 물지역도 소양호에서 추출하였다.

표 1. 선택된 불변성 지표물

지역	속성	경위도 좌표
인천국제공항	아스팔트	N 37°28'16.24" , E 126°26'56.02"
	나지	N37°27'38.08", E126°26'29.03"
	콘크리트	N37°27'23.47", E126°26'48.39"
소양호	물	N37°53'33.18", E127°42'33.91"
		N37°56'40.30", E127°53'35.02"
		N34°55'29.10", E127°40'44.37"
광양	나지	N34°55'29.10", E127°40'44.37"
군산	나지	N35°54'4.91", E126°33'9.40"

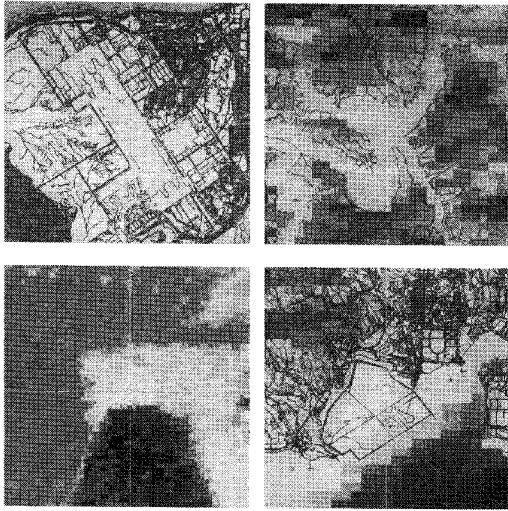


그림 1. 불변성 지표물의 MODIS 영상

이렇게 추출된 화소를 대상으로 MOD09 지표반사율의 시계열 패턴을 보면, 매우 그 변이가 크게 나타난다. 이는 대부분 구름에 의한 영향으로 MOD09 지표반사율의 검증에 사용하기에 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 MOD09에서 반사율영상과 함께 제공 되는 QA(Quality Assurance)정보를 이용하여 구름 포함 화소를 제거하여 사용하였다.

이와 같이 전처리된 불변성 타겟의 MOD09 시계열 지표 반사율값은 이론적으로 시기에 상관없이 일정한 값을 나타내야 한다. 이러한 점을 이용하여, MOD09 지표반사율의 연간 자료에 일차 회귀모델을 적용하고, 이를 기준으로 이상점을 정의하였다. 이와 함께 추정된 일차 회귀식의 기울기가 0에 가까울수록 MOD09의 지표반사율의 정확도가 높다고 판단하여, 회귀식의 기울기를 연간 변화율로 정의하여 검증에 사용하였다. 또한 전

체 RMSE값을 산출하여 MODIS 지표반사율 전반적인 검증을 수행하였다.

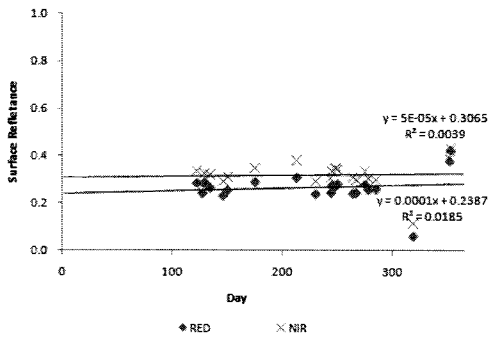
#### 시계열 MOD09영상의 검증 결과

일년 전체 MODIS 지표반사율 영상에서 구름에 의해 영향을 받아 본 시계열 검증에 사용하지 못한 화소는 전체 자료 중 82.78%를 차지하고 있다.

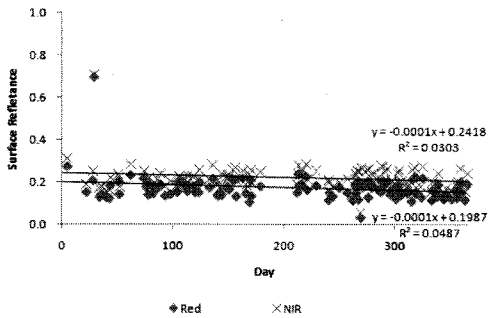
그림 2.는 구름의 영향을 제거한 후, 인천공항, 광양, 군산 지역에서 추출한 나지 지역의 2006년 MOD09의 지표반사율을 보여주고 있다. 그림 2.와 같이 적색광 영역과 근적외선 영역 영상에서 동일 시기에 이상값이 발생한 것을 볼 수 있는데, 이는 대부분 구름이 미탐지 되었거나 구름에 의한 그림자, 눈에 의한 것으로 확인되었다. 이외에도 위의 영향이 없는데도, 이상 반사율값을 나타내는 화소도 발견되었으며, 이는 MOD09 알고리즘인 대기보정 알고리즘이나 그 입력인자에 의한 것으로 예상된다. 또한 그림 2.에서는 추출 지역에 따라 나지가 약간씩 다른 반사율을 보이는 것을 볼 수 있다. 이는 나지의 구성성분 및 환경적 영향에 의한 것으로 볼 수 있다. 표 1.에서 보면 지점별로 약간의 차이는 있으나, 적색광 영상에서는 연간 0.01147%, 근적외선 영상에서는 0.00101%의 변화율을 나타내고 있다. 이와 함께 RMSE를 살펴보면 적색광 영역에서는 8.668%, 근적외선영역에서는 7.733%값이 나타나는 것을 볼 수 있다. 적색광영역이 근적외선영역에 비해 상대

적으로 연간 변화율도 높고, 높은 RMSE를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이는 가시광선영역인 적색광영역이 근적외선에 비해 대기의 영향을 많이 받기 때문으로 추측된다.

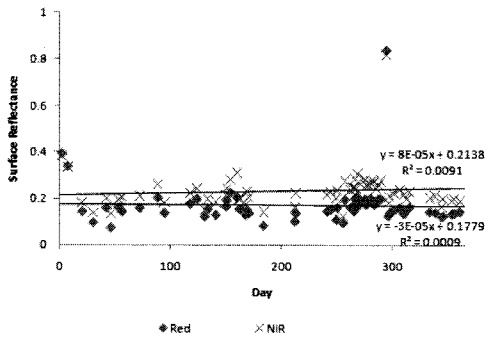
그림 2. 시계열 반사율 패턴



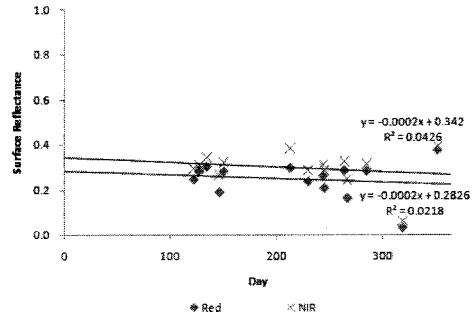
(위치 : 인천공항, 속성 : 나지)



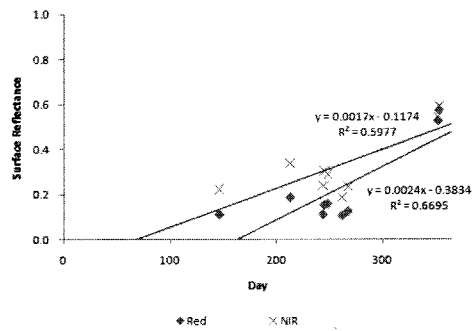
(위치 : 광양, 속성 : 나지)



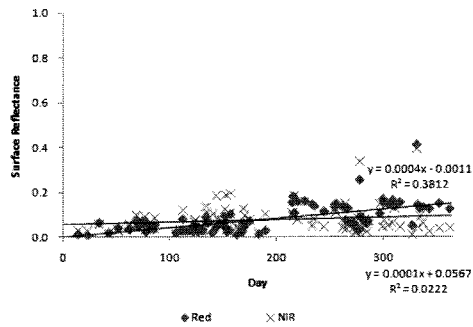
(위치 : 군산, 속성 : 나지)



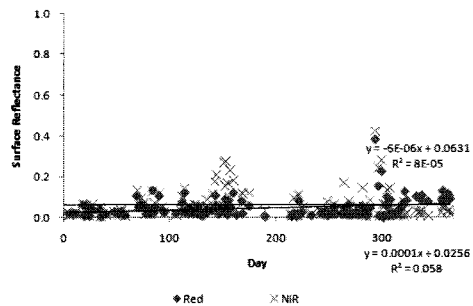
(위치 : 인천공항, 속성 : 아스팔트)



(위치 : 인천공항, 속성 : 콘크리트)



(위치 : 춘천시 인근, 속성 : 수체)



(위치 : 소양호, 속성 : 수체)

표 1. 나지지역의 2006년 MOD09 반사율 정확도

지역	연간변화율(%)		RMSE	
	RED	NIR	RED	NIR
인천공항	0.012	0.005	0.0185	0.0039
광양	0.013	0.010	0.0487	0.0303
군산	0.003	0.008	0.0009	0.0091

인공물인 아스팔트, 콘크리트, 물의 경우 표 2. 와 같이 MOD09 반사율이 연중 변화율이나 RMSE가 나지보다 크게 나타났다. 아스팔트와 콘크리트의 경우, 표면에 분포한 소면적의 페인트나 초지에 의한 영향으로 변이가 크게 발생되며, 물의 경우 여름시기에 발생하는 담수 부유물질 증가나 겨울의 결빙 상태로 인해 반사율이 높게 나오기 때문으로 추측된다.

표 2. 인공물과 물의 MOD09 연간변화율과 RMSE

속성	연간변화율(%)		RMSE	
	RED	NIR	RED	NIR
아스팔트	0.02	0.02	0.0218	0.0426
콘크리트	0.17	0.24	0.6695	0.5977
물	0.04	0.01	0.3812	0.0222

이와 함께 MOD09 이상 반사율값의 발생 원인을 분석하기 위하여 기상청 자료와 다른 고해상도 영상을 사용하였다. 표 3.은 각 지표별 이상값의 원인을 보여주고 있다. 인천공항의 경우, 전 불변성 피복물에서 12월 18일 강설로 인한 구름

과 눈으로 인하여 지표반사율이 높게 나타났다으나, MOD09알고리즘 자체에서 구름과 눈을 탐지하지 못하고 반사율을 산출하여 이상값이 발생하였다. 군산과 광양의 경우, 구름으로 인하여 실제 지표에서 반사된 에너지를 획득하지 못하였음에도 불구하고, QA에서 구름이 없는 것으로 나타났다. 각 이상값을 나타내는 화소는 두꺼운 구름의 가장자리와 해당 화소값이 혼합되어 나타나거나 얇은 구름층이 있는 화소로 이는 지표반사율 알고리즘의 입력인자인 구름 탐지 영상에서 구름이 제대로 탐지되지 않았기 때문이다.

표 3. 이상값의 원인

속성	지역	날짜	원인
나지	인천	12/18, 12/19	강설 및 눈
		군산	10/21
	광양	1/29	구름
아스팔트	인천	11/15	얇은 구름의 혼합화소
콘크리트		12/18, 12/19	강설 및 눈
물	소양호	10/5	얇은 구름의 혼합화소
		11/28	구름
		10/21	구름
		10/27	구름

### 결론

본 연구에서는 MODIS 지표반사율 자료 검증의 일환으로 불변성 타겟의 반사율값을 사용하였다. 또한 보다 객관적인 검증을 위해 단일시기가 아닌 2006년 일

년 MOD09자료를 사용하였다. 이 시계열 반사율값에 일차회귀모델을 적용하여 MOD09 반사율의 연간변화율과 RMSE값을 추정하였다. 검증 결과, 나지는 0에 가까운 연간 변화율을 보였으며, 0.001의 RMSE를 나타냈다. 인공물과 물의 경우, 나지에 비해 상대적으로 큰 RMSE를 나타내었다. 이는 인공물과 물이 완전한 불변성 피복물이 아니기 때문이다. MOD09의 이상값이 발생된 이유로는 대부분 구름이 있으나, MOD09알고리즘에서 탐지하지 못하여 반사율을 산출한 사례가 대부분이며, 이와 함께 구름의 그림자나 눈에 의해 이상 반사율이 발생되었다. 반면에 기상적 이유가 없으나, 이상 반사율 값이 나타나는 경우도 발생하였는데 이는 MOD09 알고리즘의 문제로 추출되어 진다. 향후 연구에서는 보다 객관적이고 정량적인 검증을 위하여 전체 MOD09영상의 기초 통계치 분석과 함께 다른 고해상도 위성영상을 병행하여 사용할 예정이며, MOD09 QA 항목에 따른 정확도 분석을 수행할 것이다.

#### 사사

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제(과제번호 : 07국토정보C03)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

Fang H., 2004. Statistical comparison of

MISR, ETM+ and MODIS land surface reflectance and albedo products of the BARC land validation core site, USA, International Journal of Remote Sensing, pp. 409~422.

Liang S., 2002. Validating MODIS land surface reflectance and albedo products : methods and preliminary results, Remote Sensing fo Environments 83, 149~162.

Xiang Gao and Alfredo R. Huete, 2000, Validation of MODIS Land Surface Reflectance and Vegetation Indices with Multi-scale High Spatial Resolution Data, Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2000.

Susaki J., Kajiwara K., Honda Y. and Yasuoka Y., Preliminary validation results of MODIS albedo products compared with temporal ground-measured albedos of paddy fields, International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS2005), July, 2005

Wan Z., 2008, New refinements and validation of the MODIS Land-Surface Temperature/Emissivity products, Remote Sensing of Enviornment 112, 59~74.