

# KOMPSAT-2 촬영계획을 위한 At-sensor radiance 계산 Calculation of At-sensor radiance for KOMPSAT-2 image collection planning

이동한, 서두천, 송정현, 최명진, 양지연, 정호령, 임효숙  
Dong-Han Lee, Doo-Chun Seo, JeongHeon Song, MyungJin Choi, Ji-Yeon  
Yang, Ho-Ryung Jung, Hyo-Suk Lim  
한국항공우주연구원 위성정보연구소 위성운용실 영상검보정기술팀  
dhlee@kari.re.kr

## 요약

2006년 발사되어 현재 운영 중인 아리랑위성 2호의 활용도를 높이기 위해서는 촬영 지역의 radiance 값에 따라 아리랑위성 2호의 TDI와 Vp gain 값을 조절해야만, 10bit인 radiometric resolution을 넓게 사용할 수가 있다. 촬영하고자 하는 지역의 radiance 값을 미리 예측하기 위해서, 한 픽셀이 250km x 250km인 월별 전 세계 radiance 평균값을 기본으로 촬영 날짜, 촬영 시각, 촬영 지역의 기후 조건 및 아리랑위성 2호의 DN-to-Radiance 변화 계수 값들을 사용하여 최종 At-sensor radiance 값을 계산하는 알고리즘을 개발하였다. 실제 아리랑위성 2호의 자료수집계획 작성 시에 참고 값으로 사용 중이고, 80%이상의 정확도가 있음을 확인하였다.

## 1. 서론

2006년 7월 발사된 아리랑위성 2호는 한국항공우주연구원 위성정보연구소에서 전 세계를 대상으로 영상자료를 촬영하여 사용자에게 제공하는 업무를 수행 중이다. 아리랑위성 2호는 전 세계를 대상으로 촬영을 하기 때문에, 촬영 계획을 수립하기 전에 촬영하고자 하는 지역의 촬영 특성에 따라 아리랑위성 2호의 촬영 조건을 조정해 준다면 아리랑위성 2호의 radiometric resolution인 10bit를 폭넓게 사용하여 영상자료를 촬영할 수 있다. 촬영 계획 수립 시에 고려해야

하는 촬영 조건들을 모두 반영할 수는 없지만, 가능한 많은 그리고 자동화가 가능한 촬영 조건들을 반영하여 촬영 계획을 수립할 수 있도록 보조할 수 있는 시스템이 필요하다. 아리랑위성 2호의 촬영 계획 수립에 필요한 주요한 촬영조건은 '촬영 장소의 환경 조건', '촬영 날짜와 시각' 및 '아리랑위성 2호 카메라의 사양'이다. 다음은 구체적으로 고려되어야 하는 촬영 조건들이다.

- MSC Band 특성
- MSC의 TDI 제한 조건
- MSC의 Elec. Gain/Offset table 제한 조건

- Radiance Map
- Solar Incidence angle (Azimuth & Elevation)
- Sensor Incidence angle (Azimuth & Elevation)
- 대기조건
- \* 촬영 지역의 식생 및 물체
- \* 사용자가 가장 관심 있는 식생 및 물체
- \* 날짜
- \* 촬영 지역의 상태 (눈, 홍수 등)

아리랑위성2호 검보정팀은 ‘\*’를 제외한 촬영조건들을 고려하여 아리랑위성 2호 촬영계획 수립 시에 필요한 아리랑위성 2호의 at-sensor radiance 값을 계산하는 S/W를 개발하였다. 본 논문에서는 개발된 S/W에서 사용한 자료 및 알고리즘에 대해 설명하고 실제 아리랑위성 2호 촬영계획에 사용했을 경우의 개발된 S/W의 정확도에 대해 논의하도록 하겠다.

## 2. 계산 흐름

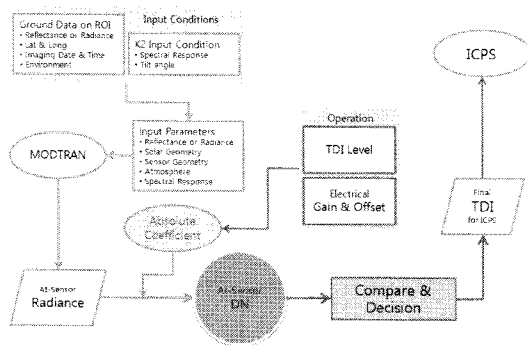


그림 1. S/W 계산 흐름

그림 1은 아리랑위성 2호의 at-sensor radiance 값을 계산하는 S/W의 흐름을 보여주는 그림이다. 먼저 촬영하고자하는 지역의 지표상의 radiance 값을 전 지구의 radiance 또는 reflectance map을 기반으

로 촬영 지역, 날짜, 시간에 따른 태양 빛의 강도를 지구 대기 조건을 고려하여 계산한다. 계산된 촬영 지역의 지표 radiance값을 입력으로 아리랑위성 2호의 촬영 각도에 따른 입사량 및 대기 조건들을 고려하여 최종적으로 at-sensor radiance 값을 계산한다. 마지막으로 아리랑위성 2호의 DN-to Radiance 변환 계수 값을 사용하여 at-sensor DN 값(송정현, 2008)을 계산하여 최종적으로 촬영 지역에 대한 아리랑위성 2호의 TDI set 값 및 Electric gain/offset 값을 결정할 수 있는 추천 값을 제공할 수 있도록 S/W를 개발하였다.

## 3. 사용된 데이터 및 S/W

- 전 지구 radiance map
  - ISCCP에서 제공하는 2004년의 1월부터 12월까지의 월별 평균 radiance map data
  - pixel: 250km x 250km
  - 가시영역
- 대기 보정 S/W
  - MODTRAN 3.7
- 개발 언어
  - MATLAB 2008a
- 아리랑위성 2호
  - TDI set '43412' & '32301'
  - Band spectral 특성
    - PAN: 510~900nm
    - MS1: 520~600nm (Green)
    - MS2: 450~520nm (Blue)
    - MS3: 760~900nm (NIR)
    - MS3: 630~690nm (Red)

## 4. 계산 알고리즘

- a. 지표 및 at-sensor radiance 계산
  - 그림 2는 태양으로부터 입사된 태양빛의

강도에 따라 촬영 지역의 지표 radiance 및 at-sensro radaince를 계산하는 기하학적 방법을 묘사한 그림이다.

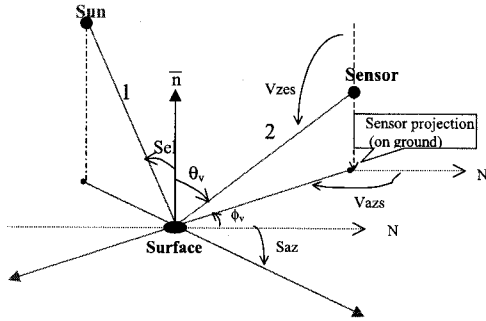


그림 2. 지표 및 at-sensor radiance 계산

- $S_{ej}$ : the sun zenith angle (from ground)
- $S_{az}$ : the sun azimuth angle
- $\theta_v$ : the sensor zenith angle (from ground, also  $V_{azg}$ )
- $\Phi_v$ : the sensor azimuth angle (from ground, also  $V_{zeg}$ )
- $V_{zes}$ : Sensor azimuth angle (from sensor)
- $V_{zas}$ : Sensor azimuth angle

### 5. Input data table

아래 나열한 숫자들은 개발된 S/W의 입력 값으로 사용되어지는 값들이다. 입력 값들은 촬영 날짜, 촬영 시각, 촬영 지역의 경위도, 위성 촬영 조건, 위성 궤도, band spectral width, 촬영 지역 및 날짜에 따른 MODTRAN 입력 값, TDI set으로 구성되어 있다.

```
2008 % year = 2008
12   % month = 8
12   % day = 31
```

```
15   % hour = 1 (UT)
53   % min = 50
46   % sec = 22.2
-34.85 % 'Lat'itude = 38.0
-71.15 % 'Long'itude = 127.0
0     % Roll_tilt = 0
685.13 % Altitude = 685.13
98.13 % 'Incl'ination = 98.13
500   % PAN_S_WL = 500nm (PAN Start Wavelength)
900   % PAN_E_WL = 900nm (PAN End Wavelength)
2     % ATM = 2
      % 1: 'Tropical Atmosphere'
      % 2: 'Midlatitude Summer'
      % 3: 'Midlatitude Winter'
      % 4: 'Subarctic Summer'
      % 5: 'Subarctic Winter'
      % 6: '1976 U.S. Standard'
2     % EOR = 2
      % 1: 'No Aerosol'
      % 2: 'Rural Extinction, Vis = 23 km'
      % 3: 'Rural Extinction, Vis = 5 km'
      % 4: 'Navy Maritime extinction'
      % 5: 'Urban extinction, Vis = 5 km'
      % 6: 'Tropical extinction, Vis = 5 km'
23    % Visibility = 23; % 5 ~ 100
1     % IPARM
4     % TDI gain of PAN
3     % TDI gain of MS1 (Green)
4     % TDI gain of MS2 (Blue)
1     % TDI gain of MS3 (NIR)
2     % TDI gain of MS4 (Red)
```

### 6. 촬영 계획 시험 적용 결과

개발된 S/W는 사용한 전 지구 radiance map data가 가시영역임에 따라 일단 PAN band에만 적용이 되고, saturation이 될 수 있는 최고 DN 값이 계산되도록 개발되었다. 논문이 준비될 때까지 개발된 S/W를 실제 아리랑위성 2호 촬영계획에 사용했을 경우

의 정확도에 대한 통계치를 준비하지 못했지만, 대략 80%정도의 정확도를 개발된 S/W가 지니고 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 아직은 개발된 S/W의 예측 DN 값이 촬영계획 수립 시의 참고값일 뿐이고, 절대적으로 신용할 수 있는 값은 아니다.

## 7. 문제점 및 향후 계획

개발된 S/W의 정확도가 80%에서 만족할 수밖에 없는 이유는 다음과 같다.

첫 번째로 전 지구 radiance map data의 pixel이 250x250km로 너무 크다. 향후, 1x1km 정도의 전 지구 radiance map data를 확보할 수 있다면 정확도가 많이 향상될 것이다.

두 번째로 아리랑위성 2호의 MS band의 Spectral 특성에 맞는 전 지구 radiance map data가 확보가 된다면, 좀 더 정확한 예측이 가능하다.

세 번째로 촬영 지역의 지표상의 조건을 반영하기가 거의 불가능하다. 촬영 지역의 지표의 반사도, 다양성, 기상에 따른 변화 등을 촬영 계획 수립 전에 고려하는 것은 거의 불가능에 가깝다.

## 8. 참고문헌

송정현, 2008, '다목적실용위성 2호의  
절대복사보정 결과 (2008년도)',  
한국항공우주연구원 TM  
ISCCP, 2008,  
'<http://isccp.giss.nasa.gov>'