

# KOMPSAT-2 검보정을 위한 MSC Pan에 대한 NUC 적용과 결과 분석

송정현\*, 서두천\*\*, 이동한\*\*\*, 임효숙\*\*\*\*

## Applications of MSC Pan Nuc for RAdiometric Cal/Val of KOMPSAT-2

Jeong-Heon Song\*, Du-Cheon Seo\*\*, Dong-Han Lee\*\*\*, Hyo-Suk Lim\*\*\*\*

### Abstract

In the NUC of KOMPSAT-2, The NUC table for each pixel are divided as HF NUC (high frequency NUC) and LF NUC (low frequency NUC) to apply to few restricted facts in the operating system of KOMPSAT-2.

This work presents the algorithm and process of NUC table generation and shows the imagery to compare with and without calibration.

### 초 록

복사 보정에 해당하는 NUC(Non-Uniformity Correction)은 MSC 각각의 픽셀들이 가지는 상이한 특성을 균일한 이미지를 얻기 위해 수행하는 작업이다.

KOMPSAT-2의 MSC는 각 CCD pixel 별, 각 band 별 특성, 감도 및 시간에 따른 변화, CCD Geometry 등에 의해 왜곡 현상이 일어나게 된다. 검보정 과정에서는 위성 발사 전에 실험실에서의 충분한 실험과 Calibration 작업을 통해 얻어진 값들을 사용하여 Image Restoration, 상대 복사 보정, 절대 복사 보정 등의 작업들을 거쳐서 왜곡 현상을 보정하게 된다.

본 논문에서는 KOMPSAT-2의 NUC(HF NUC & LF NUC) 알고리즘을 이용하여 Panchromatic 밴드의 raw image의 NUC 보정작업 과정과 그 결과에 대해서 소개하고자 한다.

키워드 : KOMPSAT-2, Radiometric Calibration, NUC

\* 위성정보처리팀/newssong@kari.re.kr

\*\* 위성정보처리팀/dcseo@kari.re.kr

\*\*\* 위성정보처리팀/dhlee@kari.re.kr

\*\*\*\* 위성정보처리팀/hslim@kari.re.kr

## 1. 서 론

KOMPSAT-2의 MSC는 CCD pixel 별, band 별 특성, 감도 등에 따라서 radiometric 왜곡 현상이 일어나며, 위성 발사 후 Cal/Val (검보정) 작업을 통하여 이를 보정하게 된다.

위성의 여러 보정 작업 중 복사 보정에 해당하는 NUC(Non-Uniformity Correction)은 MSC 각각의 픽셀들이 상이한 특성을 나타내는 것을 균일한 이미지로 보정하는 작업으로 무엇보다 우선시되는 검보정 작업이다.

본 논문에서는 KOMPSAT-2 발사 후 촬영된 pan raw image를 이용하여 NUC 보정작업을 수행한 과정과 그 결과에 대해서 소개하고자 한다.

## 2. 본 론

MSC pan 영상의 NUC table에는 다양한TDI gain에 따른 각 CCD pixel별 gain과 offset 값이 저장되어 있어야 한다. KOMPSAT-2에 있어서 NUC을 위한 gain과 offset 값은 그 범위에 있어서 다음과 같은 몇 가지 제약사항이 있다.

우선 NUC의 gain 값은 1에서 1.25의 범위로 있어야 하며, offset 값은 양수이고 32이하의 값을 가져야 한다. 따라서 NUC 보정 작업은 이러한 제약사항을 만족시키기 위하여 위성에 upload하여 위성 탑재체의 Video Processor에서 처리하는 High Frequency NUC(HF NUC)과 지상국의 처리시스템에서 처리할 수 있는 Low Frequency NUC(LF NUC)으로 구분하여 처리하게 된다.

본 논문에서는 2006년 9월 1일 에 KOMPSAT-2 가 촬영한 LA지역을 중심으로 HF NUC과 LF NUC 보정 결과를 소개한다.

### 2.1 NUC 보정을 위한 데이터 준비

#### 2.1.1 Reference Data

이론적으로 매우 linear한 시스템에서는 NUC 보정을 위한 reference data로 dark data과 bright data 즉 2개의 data를 이용하여 보정작업을 수행하면 된다. 그러나 CCD pixel의 감도나 특성이 전체DN value 범위에서 linear하지 않다면, 비교적 linear한 범위를 찾아서 각 DN value 별로 매우 uniform한 reference data를 준비하여 NUC table을 생성하는 것이 바람직하다.

본 테스트에서는 NUC 보정으로 활용될 reference data를 DN value 200 ~ 800 사이에 있는 6 종류로 결정하였고, 다음 그림(1)은 각 reference data의 평균DN value이다.

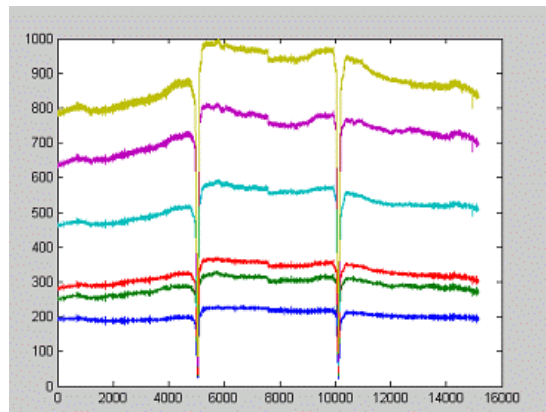


그림 1. 6개 reference data의 DN value

#### 2.1.2 Test Data

NUC 보정 test를 위한 data로서 2006년 9월 1일 에 KOMPSAT-2가 촬영한 pan 1 ~ pan 6 scene으로 미국 LA지역의 영상이다. 이 영상은 video gain과NUC 보정 parameter가 적용되지 않고 촬영된 순수한 raw image 이다. 다음 그림은 test data image (2000 line) 이다.



그림 2. test data의 보정 전 전체 영상과 부분 확대 영상

## 2.2 NUC 보정

### 2.2.1 HF NUC & LF NUC

MSC의 pan band는 총 6개의 CCD로 구성되어 있다. 한 CCD내에서 각 pixel 사이의 감도를 맞추어 주는 것을 HF NUC, 각 CCD와 CCD 사이의 서로 상이한 감도를 맞추어주는 작업을 LF NUC이라 한다.

HF NUC과 LF NUC을 위한 기본 알고리즘은 다음과 같다.

$$X_{sj} = X_{meanj} \times G_{hfj} + O_{hfj}$$

$$V_{mean}(i) = X_{sj}(i) \times G_{lfj} + O_{lfj}$$

$$\begin{pmatrix} X_{sj}(1) & 1 \\ X_{sj}(2) & 1 \\ X_{sj}(3) & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G_{lfj} \\ O_{lfj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{mean}(1) \\ V_{mean}(2) \\ V_{mean}(3) \end{pmatrix}$$

- $i: 1,2,3\dots$
- $G_{hfj}$ : j열의 HF gain값,  $O_{hfj}$ : j열의 HF offset값
- $G_{lfj}$ : j열의 LF gain값,  $O_{lfj}$ : j열의 LF offset값
- $V_{mean}$ : maximum value of  $X_{sj}$

### 2.2.2 NUC 보정 결과

이를 구현하여 test 지역의 NUC 보정을 수행하였고, 다음은 그 결과이다.



그림 3. test data의 보정 후 전체 영상과 부분 확대 영상

그림(2)의 raw 영상과 그림(3)의 NUC 보정된 영상을 비교해보면 HF NUC과 LF NUC 작업의 성과를 알 수 있다. 우선 확대영상에서, raw 영상에서 나타나던 line 들은 NUC 보정된 영상에서 모두 제거되었음을 볼 수 있다. 그리고 그림(2)의 전체영상에서는 pan1 ~ pan6의 색감 차이를 나타내어 영상이 분리된 듯한 효과를 보이고 있다. 특히 pan3과 pan4는 다른 pan에 비해서

비교적 높은 감도를 지녀 전체영상의 중앙부분이 밝게 보인다. 그림(3)의 NUC 보정 전체영상에서는 각 pan 별 감도 차이를 맞추어 주어 단일 scene과 같은 결과를 보이고 있다.

NUC 보정의 결과는 특히 butting zone 부분에서 확연히 나타난다. 아래 그림의 좌측 영상은 pan3과 pan5이 만나는 butting zone raw 영상이다. 그림에서처럼 많은 non uniformity line이 보이며 butting zone은 어둡게 나타난다. HF NUC으로 non uniformity line을 제거하고 LF NUC으로 pan별 감도를 맞추어주면 우측 그림과 같이 보정된 영상이 된다.

### 3. 결 론

KOMPSAT-2 MSC pan의 NUC 보정을 위한 데이터 준비와 테스트 결과를 소개하였다.

KOMPSAT-2 MSC의 총 6개 CCD 중 각 CCD 내의 non-uniformity는 HF NUC으로 제거하며, 각각의 CCD별 DN 감도를 맞추는 작업은 LF NUC으로 수행하였다. 제안된 알고리즘으로 미국LA지역 영상에 대하여 NUC 보정을 적용하였고 결과적으로 각 픽셀간 non-uniformity 특성뿐만 아니라 각 CCD간 non-uniformity의 특성으로 인한 영상의 노이즈를 충분히 제거되었음을 볼 수 있었다.



그림 4. butting zone 영역의 raw 영상(위)과 NUC 보정된 영상(아래)

### 참 고 문 헌

1. Gerald C. Holst, "Electro-Optical Imaging System Performance", SPIE PRESS, JCD Publishing, 2006.
2. Warren J. Smith, "Modern Optical Engineering", McGraw Hill.