

아리랑위성 2호 발사 후 검보정

이동한, 서두천, 송정현, 박수영, 임효숙
한국항공우주연구원, 우주응용센터, 위성정보처리팀
dhlee@kari.re.kr

요약

2006년 7월 28일 발사된 아리랑위성 2호 검보정 작업은 발사 한 달 후인 8월 말부터 본격적으로 시작되었다. 아리랑위성 2호 검보정의 첫 단계로 위성의 상태를 판단할 수 있는 정보를 수집하여 재정리하는 작업부터 시작하였으며, 곧바로 아리랑위성 2호의 기본 설정 값들을 결정하는 작업을 마무리하였다. 이후, 복사 검보정, 공간 검보정, 기하 검보정 작업들이 순차적으로 진행되었지만, 검보정 작업을 진행하는 과정에서 발사 전에 고려하지 못 했던 요소들이 발견되었고, 위성과 사용자 간의 요구사항 정확도 차이에서 오는 문제점들이 검보정 작업 진행 중에 나타남에 따라 검보정 작업이 지연되었다. 발사 전에 계획되었던 검보정 계획에 비해 일정 지연이 있었으나, 현재는 아리랑위성 2호 영상자료를 사용할 수 있는 기본 영상 품질을 만족한 상태이며, 향후 계속해서 아리랑위성 2호 기본 사양을 넘는 영상자료의 품질을 향상시키기 위한 검보정 작업이 계획대로 진행될 예정이다.

1. 서론

아리랑위성 2호가 2006년 7월 28일에 발사되자마자 위성의 상태를 점검하는 초기 운영 과정이 한 달간 수행되었으며, 곧바로 위성 검보정 작업이 시작되었다. 상업용 위성으로 1m급의 고해상도 위성에 대한 검보정 작업은 IKONOS와 Quickbird 이외에는 해외에도 선례가 별로 없으며, 실질적인 위성 검보정에 대한 핵심 기술에 대해서는 공개된 내용이 없는 상황이다. 아리랑위성 2호의 경우에도 나름대로 발사 전에 검보정 작업 수행을 위한 준비를 했으나(이동한 2006, Lee 2006), 막상 아리랑 위성 2호를 발사하고 검보정 작업을 수행하는 과정에서

1m급 고해상도 위성만의 특성에 근거한 새로운 요소들이 나타남에 따라 검보정 작업이 예정보다 지연되었고, 발사 전에 준비했던 검보정 계획들이 발사 후에 많이 수정되었다. 본 논문에서는 위성 검보정의 역할에 대해 간단히 서술한 후에, 아리랑위성 2호 발사 전 검보정 계획과 발사 후 수정된 검보정 계획에 대해 간단히 설명하고, 마지막으로 아리랑위성 2호 검보정 수행 결과를 간단히 설명하도록 하겠다.

2. 위성 검보정의 역할

위성 영상자료 일반 사용자의 요구사항들을 100% 만족할 수 있는 위성은 현재 기술

력으로는 만들 수가 없다. 항상 사용자의 요구사항과 위성 제작자의 요구사항 간에는 어쩔 수 없는 간격이 존재할 수밖에 없고, 이 간격을 줄이고 만족시키기 위해서는 위성 검보정 작업이 필수적으로 존재해야 한다. 위성 발사 후, 위성 검보정 작업을 통해 현재 위성 상태를 검증하고, 검증 결과에 따라 위성 품질을 보정하고 보증하는 작업을 수행하여 최종적으로 사용자에게 최상의 위성 영상자료를 제공하는 역할을 수행해야 한다. 이와 같은 기본적인 위성 검보정에 대한 역할 정의에 따라 아리랑위성 2호 검보정 작업이 수행되었고, 경우에 따라서는 초기 검보정 계획을 수정하기도 하였다.

3. 발사 전 & 후 검보정 계획

표 1은 발사 전 아리랑위성 2호 검보정 항목들이고, 표 2는 발사 후 수정된 검보정 항목들이다. 표 2를 보면, 발사 후 검보정 작업 수행을 통해 발사 전에 고려되었던 검보정 항목들 각각에 대한 중요도가 재평가되었고, 새로운 현상에 의한 새로운 검보정 항목들이 추가되었으며, 검보정 항목들 간의 관계로 새로이 정리되었다. 예를 들면, Linearity의 검증 결과에 따라 Noise 구간이 결정되었고 Noise를 제거하기 위한 방법이 보정 작업까지 완료될 수 있었다.

표 1. 발사 전 검보정 항목

종류	Parameter	방법	검보정 target	검보정 위치	수행자	지원자	Phase		
							I	II	III
Spatial	GSD, FOV	GCP	별목거울	Portable	Cal 팀	PST	①	①	①
	SNR	시막, 호수, 검보정 target	Tarp, Dark Cal, OBRC	Portable	Cal 팀	PST	①	①	①
	MTF	검보정 target	Edge, 무재해, 별목거울, Pulse	Portable	Cal 팀	PST	①	①	①
	Focusing	MTF		Portable	Cal 팀	PST	②		②
	TDI Yaw Steering	GCP			Cal 팀	PST	②		②
	TDI Line rate	MTF		Portable	Cal 팀	PST		②	②
	MIRS	GSD, MTF, SNR			Cal 팀			⑤	⑤
Radiometric	Dynamic Range	여러 지역 영상			Cal 팀	PST	①	①	①
	TDI Level (Gain)	Dynamic range, MTF			Cal 팀	PST	②	②	②
	Linearity	검보정 target, 여러 지역 영상	Tarp, Dark Cal, OBRC	Portable	Cal 팀	PST	①	①	①
	Relative (NUC table)	시막, 호수, 여러 지역 영상	Tarp, Dark Cal, OBRC	Portable	Cal 팀	PST	②	②	②
	Electric Gain/Offset	여러 지역 영상			Cal 팀	PST	②	②	②
	Absolute	검보정 target, 여러 지역 영상	Tarp, Dark Cal, OBRC	Portable	Cal 팀	PST			⑤

종류	Parameter	방법	검보정 target	검보정 위치	수행자	지원자	Phase		
							I	II	III
Geo-metric	Pointing accuracy	GCP		대전, 고흥	Cal 팀		①		
	UTC & OBT & MST Sync	'MGPSDELTA' TLM			FST	Cal 팀	②		②
	POD				FST	Cal 팀	②		②
	AOCS On-orbit Cal.	GCP DB		고흥대진 pass	FST	Cal 팀	②		②
	KPADS 초기화	GCP DB		고흥대진 pass	FST	Cal 팀	②		②
	Pointing accuracy	GCP		대전, 고흥	Cal 팀		①	①	
	Interior Orientation	GCP DB		고흥대진 pass	Cal 팀			②	②
	Exterior Orientation	GCP DB		고흥대진 pass	Cal 팀			②	②
Spectral	Pointing accuracy	GCP		대전, 고흥	Cal 팀			⑤	⑤
	Spectral Characteristics								

표 2. 발사 후 검보정 항목

	검보정 항목
Radiometric	Dynamic range, Linearity, Noise, Vp, HF NUC, LF NUC, Residual NUC, Butting zone, Elec. table, Absolute
Spatial	MTF, SNR, PSF Matrix, MTF Compensation, MTF 요소 분석
Geometric	GSD, Pointing accuracy, Time offset, POD, AOCS, PAD, Registration, PAN sharpening, Exterior orientation, Interior orientation

4. 검보정 수행 결과

- Default PAN: PAN Redundant
 - Diagonal line 등의 영상 품질 비교
- TDI
 - PAN Redundant: index 4 (32 line)
 - MS: 3,4,1,3 (16, 32, 4, 16 line)
- MS Color
 - MS1: Green, MS2: Blue
 - MS3: NIR, MS4: RED
- Line of Sight
 - MS2(Blue) & MS4(Red)
 - MS1(Green) & MS3(NIR)
 - PAN-R
- Non-Linearity

그림 1에서와 같이 아리랑위성 2호는 위성 요구사항이 만족하는 범위 내에서 Non-Linearity 특징이 나타남에 따라 3구역을 구분하여 Non-Linearity에 따른 검보정 작업을 수행하였다.

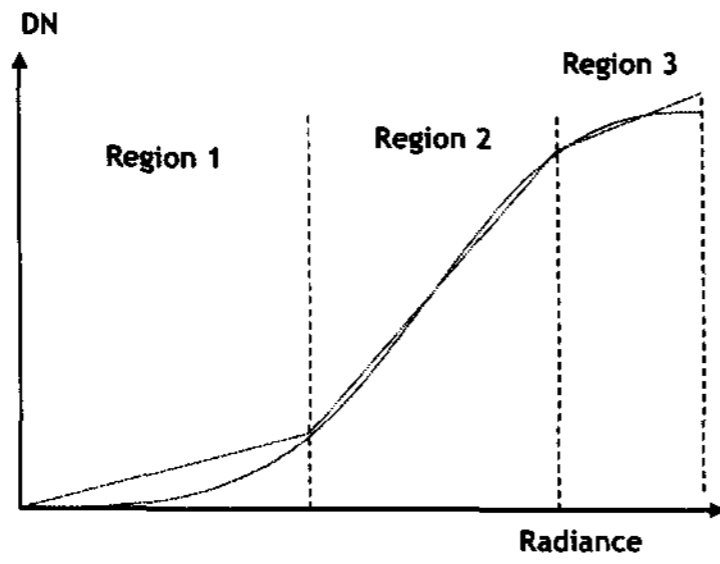


그림 1. Non-Linearity

- Vp, HF+LF NUC

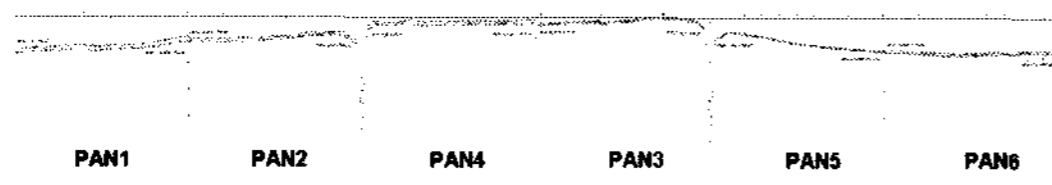


그림 2. Equalization

그림 2에서와 같이, 아리랑위성 2호 MSC의 6개 PAN 영상에 대한 equalization을 수행하기 위해서는 Vp, HF NUC, LF NUC이 적용되어야 한다.

- Butting zone

PAN2-PAN4와 PAN3-PAN5 사이에 있는 Butting zone을 그림 3과 같이 Scatter Plot으로 정의한 후에 보정하는 작업이 수행되었다.

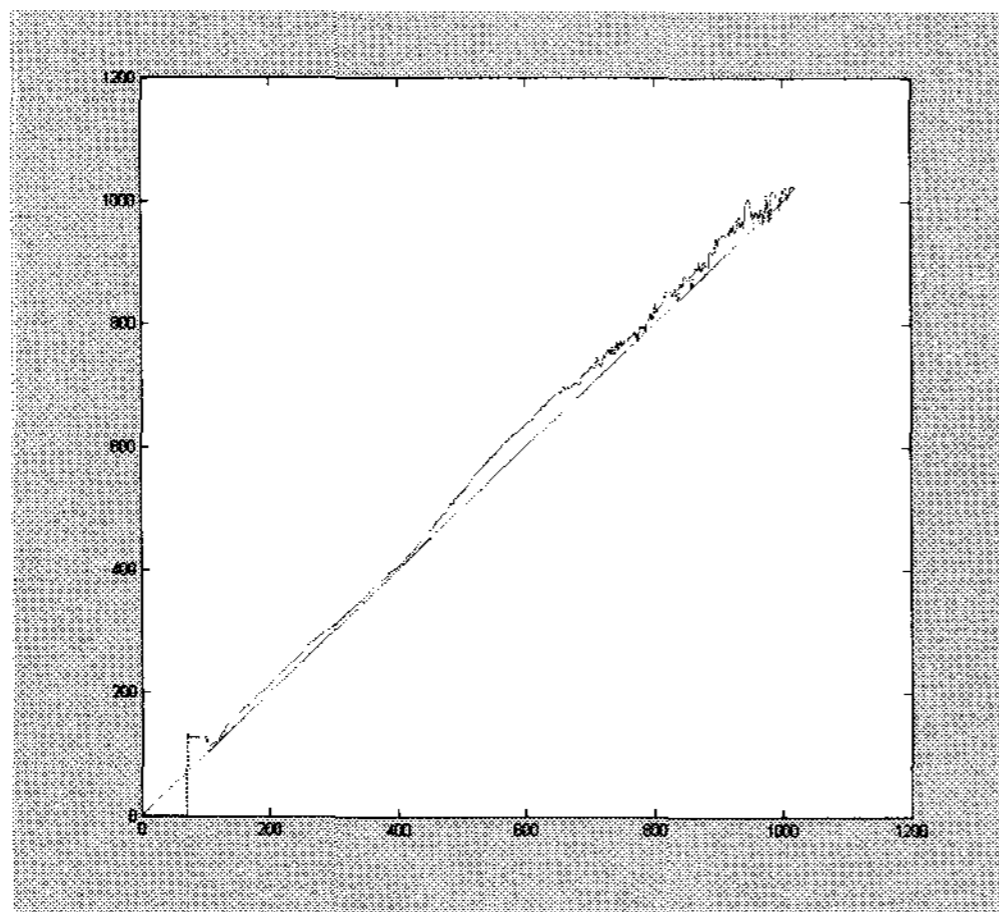


그림 3. Scatter Plot (P2-P4)

- GSD

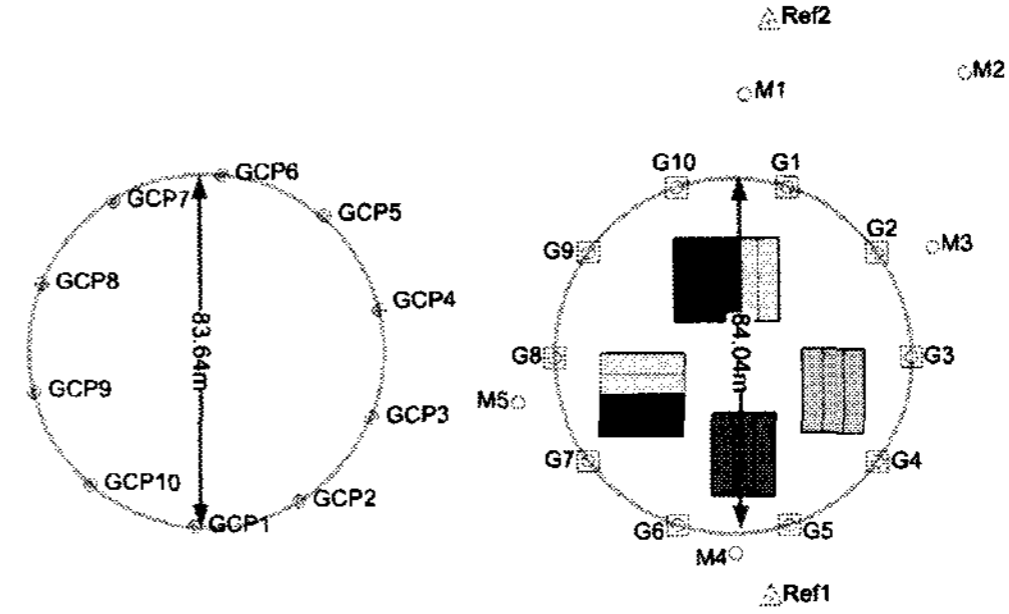


그림 4. GSD 측정 결과
(Along = 1.00478m)

그림 4와 같이 GCP target을 사용하여 계산된 아리랑위성 2호의 GSD가 1m임을 확인하였다.

- 위성 자세 검보정

고흥, 김제, 서산, 대전, 광양의 GCP를 사용해서 위성의 자세를 정밀하게 측정된 결과를 통해 위성 자세의 어긋남을 보정하는 작업을 수행하였다.

- 기하검보정

Tie point(TP)를 사용해서 Band 간의 Optical distortion curve를 완성하여, LOD & LOS 방향의 registration 검증 작업을 수행하였고, 고흥, 김제, 서산, 대전, 광양의 GCP를 사용해서 Length distortion, Planimetric accuracy 등의 내부표정요소의 기하검보정 작업을 수행하였다.

- MTF

위성 발사 후, 부채꼴, edge, night lamp(point) 등의 방법을 사용해서 아리랑위성 2호의 PSF matrix를 계산하여 처리시스템의 MTF 보정 알고리즘을 최적화하는 검보정 작업을 수행하였다.

- 처리시스템

모든 검보정 항목들에 대한 검보정 작업

결과를 처리시스템에 반영하였으며, 경우에 따라서는 처리시스템 자체에 대한 검보정 작업도 수행을 하였다.

6. 결론 및 향후 계획

아리랑위성 2호 발사 후, 발견된 새로운 현상들과 변경된 내용들을 검보정하기 위해서 검보정 작업을 수행하는 과정에서 다수의 새로운 알고리즘들이 자체적으로 개발되었으며, 위성 발사 전에 준비했던 내용들에 대한 유용성이 판단될 수 있었다. 아리랑위성 2호에 대한 검보정 작업이 성공적으로 수행됨에 따라, 사용자들에게 아리랑위성 2호 영상자료의 품질을 보장할 수 있으며, 향후 정상 운영 중에도 아리랑위성 2호 영상자료의 품질을 향상시키기 위한 검보정 작업이 꾸준히 수행될 계획이다. 또한, 아리랑위성 2호 검보정 작업을 수행하는 과정에서 도출된 결과들은 아리랑위성 3호의 요구사항에 반영되어 아리랑위성 3호의 영상자료 품질을 높이는데 기본 요구사항으로 사용될 계획이다.

7. 참고문헌

- 이동한 외 4명, 2006, '아리랑 위성 2호 발사 후 검보정 작업 준비',
춘계우주과학회
- Lee, D.H., etc., 2006, 'Activities of Calibration and Validation for the KOMPSAT-2 MSC data', ISPRS Commission I Conference