

아리랑 위성 2호 발사 후 검보정 작업 준비

이동한, 서두천, 송정현, 박수영, 임호숙
 한국항공우주연구원, 우주응용센터, 위성정보처리그룹
 dhlee@kari.re.kr

요약

2006년 발사 예정인 아리랑 위성 2호 검보정 작업 수행에 필요한 준비는 모두 완료되었고, 이를 근거로 아리랑 위성 2호 발사 후 검보정 작업 수행 계획 작성을 마무리하는 중이다. 아리랑 위성 2호가 발사되면, 아리랑 위성 2호 위성체 및 MSC에 대한 점검, 기본 검보정 작업, MSC 영상자료 품질 향상을 위한 검보정 작업 등의 초기 운영 작업들이 순차적으로 수행될 계획이며, 이 모든 작업이 수행된 이후에 일반 사용자에게 아리랑 위성 MSC 영상자료를 배포하게 된다.

1. 서론

아리랑 위성 2호 영상자료에 대한 초기 검보정 검토 작업을 통해(이동한 2003) 아리랑 위성 2호의 검보정 항목들에 대한 초기 정의가 완료되었으며, 이를 근거로 하여 검보정 작업 수행에 필요한 검보정 target들에 대한 설계 작업까지 완료되었다(이동한 2004, 2005). 2005년도에는 아리랑 위성 2호와 동급인 외국 위성 영상자료를 사용하여 검보정 연습을 수행하였고, 검보정 결과 분석 작업 수행(Lee 2005)을 통해 아리랑 위성 2호 검보정에 필요한 내용들을 분석, 정리할 수 있었다. 본 논문에서는 2006년 발사 예정인 아리랑 위성 2호 발사 전 검보정 준비에 대한 최종 마무리 점검 및 발사 후 검보정 수행 과정에 대해 설명하도록 하겠다.

2. 아리랑 위성 2호용 검보정 항목

표 1. 검보정 항목

종류	Parameter	방편	검보정 target	검보정 위치	수행사	시원사	Phase		
							I	II	III
Spatial	GSD, FOV	GCP	탐색거울	Portable	Cal 3	PST	①	②	③
	SNR	시각, 온도, 검보정 target	Tarp, Dark Cal., OBRC	Portable	Cal 3	PST	①	②	③
	MTF	검보정 target	Edge, 무재물, 탐색거울, Pulse	Portable	Cal 3	PST	①	②	③
	Focusing	MTF		Portable	Cal 3	PST	①	②	③
	TDI View Steering	GCP			Cal 3	PST	①	②	③
	TDI Line rate	MTF			Portable	Cal 3	PST	①	②
	NIRS	GSD, MTF, SNR				Cal 3	PST	①	②
Radio-metric	Dynamic Range	여러 지역 영상			Cal 3	PST	①	②	③
	TDI Level (Gain)	Dynamic range, MTF			Cal 3	PST	①	②	③
	Linearity	검보정 target 여러 지역 영상	Tarp, Dark Cal., OBRC	Portable	Cal 3	PST	①	②	③
	Relative (RJC table)	시각, 온도 여러 지역 영상	Tarp, Dark Cal., OBRC	Portable	Cal 3	PST	①	②	③
	Electric Gain/Offset	여러 지역 영상			Cal 3	PST	①	②	③
	Absolute	검보정 target 여러 지역 영상	Tarp, Dark Cal., OBRC	Portable	Cal 3	PST	①	②	③

종류	Parameter	방편	검보정 target	검보정 위치	수행사	시원사	Phase		
							I	II	III
Geo-metric	Pointing accuracy	GCP		내선, 고음	Cal 3		①		
	UTC & OST & MST Sync	"MCPDELTA" TLM			FST	Cal 3	①	②	
	POD				FST	Cal 3	①	②	③
	AOCB On-orbit Cal.	GCP DB		고음사전 pass	FST	Cal 3	①	②	③
	KFADS 초기화	GCP DB		고음사전 pass	FST	Cal 3	①	②	③
	Pointing accuracy	GCP		내선, 고음	Cal 3		①	②	③
	Inertial Orientation	GCP DB		고음사전 pass	Cal 3		①	②	③
	Exterior Orientation	GCP DB		고음사전 pass	Cal 3		①	②	③
Spectral	Spectral Characteristics	GCP		내선, 고음	Cal 3		①	②	③

표 1은 아리랑 위성 2호를 위한 검보정 항목들이다. 표 1에서 각 그룹별로 위에서 아래 항목 순으로 검보정 작업이 수행될 계획이고, 파란색은 아리랑 위성 2호 초기화 항목들, 녹색은 아리랑 위성 2호 성능 향상을

위한 항목들, 노란색은 검증이 필요한 항목들이고, 흰색은 사용자를 위한 항목들이다. 표 1의 'Phase' 열은 3장에서 설명하는 검보정 수행 phase I, II, III과 검보정 작업 진행 순서를 지칭한다.

3. 검보정 작업 일정

Phase I

- LEOP 기간 중 (약 1달)
- Validation of the basic MSC image data quality parameters (MTF, SNR, GSD, Dynamic range, Linearity 등)
- Cal/Val of the MSC initial parameter values and Commanding to K2 (Focus, TDI gain, NUC table, Electric gain/offset table 등.)
- Cal/Val for basic requirement of K2 system mission (Time sync, AOCS Cal, POD, KPADS 초기화, Pointing Accuracy Check, TDI Yaw steering)

Phase II

- LEOP 후, 정상 운영 전까지 (약 3달)
- Cal/Val for advancement of K2 system performance. (Interior & Exterior orientation etc.)
- Cal/Val for advancement of K2 image data quality (MTF, SNR, GSD, NIIRS, Dynamic range, Linearity, Absolute radiometric Cal.)
- Cal/Val for Users (NIIRS, Absolute radiometric Cal., Pointing accuracy)

Phase III

- 정상 운영 기간 동안
- Periodically Cal/Val for K2 system

performance and image data quality

4. 검보정 작업 진행

4.1. 검보정 작업 진행 조건

Phase I 기간(약 1달) 동안 MSC의 Focus 작업을 마무리하기 위해서는 Nadir 방향으로 최소 4-5번 정도의 한반도 촬영이 이루어져야 한다. 하지만 아리랑 위성 2호의 궤도 특성상 한 달 안에 한반도를 촬영할 수 있는 개수는 8번 정도이고, 날씨 조건을 고려한다면 한 달 안에 4-5번 정도의 촬영은 어려운 조건 하에 가능하리라고 본다.

기하 검보정 작업을 수행하기 위해서는 GCP DB가 구축되어 있는 대전 pass와 고흥 pass 중에서 한두 번 정도 $\pm 5^\circ$ 이내에서 촬영이 되어야 한다.

4.2. 검보정 작업 진행 순서

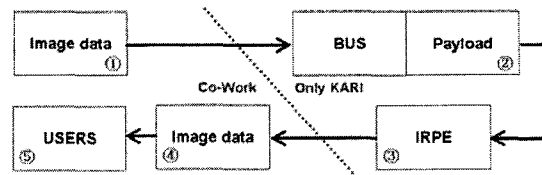


그림 1. 검보정 작업 진행 순서

- ① Validate the basic K2 Cal/Val parameters
 - MTF, SNR, GSD, FOV, Dynamic range, Linearity, Pointing accuracy
- ② Cal/Val the MSC and K2 parameters
 - TDI gain
 - Focusing, NUC, TDI (Yaw steering, Line rate)
 - Time sync, AOCS, Interior & Exterior orientation
 - Electric gain/offset
- ③ Image restoration in IRPE

- POD, KPADS
- Low Fr. NUC, Sensor modeling

④ Image enhancement

- MTF, DRA, Fusion

⑤ Information for Users

- Absolute radiometric Cal., Pointing accuracy, NIIRS

그림 1에서 ②, ③은 아리랑 위성 2호를 개발하는 항우연에서만 수행이 가능한 검보정이다.

5. 검보정 그룹별 진행 순서

5.1. Spatial

- a. MSC 영상으로부터 직접 MTF, GSD, SNR, FOV 값을 측정 - ①
- b. Focus motor 값을 4-5번 정도 변화한 후, 측정된 MTF 값으로부터 최적의 Focus motor 값을 계산 - ②
- c. GCP를 사용하여 TDI Yaw steering 오차 정도를 측정 - ②
- d. Phase I 완료 후, MTF, GSD, SNR 값으로 NIIRS 값을 계산 - ⑤
- e. Phase II 기간 동안 TDI Line rate 값을 4-5번 정도 변화하여 측정된 MTF 값으로부터 최적의 TDI Line rate 값을 결정 - ②

5.2. Radiometric

- a. MSC 영상으로부터 Dynamic range 측정하여 대표 TDI gain 값을 결정 - ①②
- b. 대표 TDI gain에 대한 모든 CCD pixel별 Linearity를 측정 - ①
- c. 모든 CCD pixel에 대한 NUC table을 생성 - ②
- d. 계절별, 촬영지역별, TDI gain별 Electric gain/offset table값을 생성 - ②
- e. Phase II 기간 동안 DN값을 Input

radiance로 변환하기 위한 Absolute radiometric gain/offset 값을 계산 - ⑤

5.3. Geometric

- a. 처음 아리랑 위성 2호의 point accuracy 정확도를 계산 - ①
- b. FST (Flight Operation Team)의 UTC & OBT & MST Sync, POD, AOCS On-orbit Cal, KPADS 초기화에 대한 검보정 작업 진행 - ②③
- c. Pointing accuracy 정확도 계산을 통해 아리랑 위성 2호의 기하 정확도 요구사항의 만족 여부 판단 - ①
- d. Phase II 기간 동안 Interior & Exterior orientation 검보정을 진행 - ②③
- e. 최종 아리랑 위성 2호의 point accuracy 정확도를 계산 - ⑤

6. 결론 및 향후 계획

외국 위성을 사용한 검보정 연습의 결과로 검보정 작업 시나리오, 검보정 장비 및 필요 인력, 문제점 등을 파악하여 아리랑 위성 2호 발사 전까지 검보정 작업 준비에 만반을 기하고 있다. 아직 기하 검보정을 위한 아리랑 위성 2호 용 GCP DB 구축이 마무리 되지 않았지만 곧 마무리될 예정이고, 검보정 작업을 위해 개발 중인 알고리즘들도 거의 완성이 되어서 현재 검증 중이다. 외국 위성을 사용한 검보정 작업은 외국 위성의 영상 자료만 사용한 검보정 작업이기 때문에 완벽한 검보정 작업을 수행했다고 볼 수 없다. 적지 않은 검보정 작업은 아리랑 위성 2호 발사 후에 처음 시도하여 검보정 작업을 수행해야한다. 하지만 아리랑 위성 2호 발사 전에 가능한 많은 국내외 전문가들의 자문을 통해 아리랑 위성 2호의 검보정 작업 신뢰도를 높이고 있으며, 아리랑 위성 2호 검보정 작업 내용을 확대 연장하여 2009년 말

발사 예정인 아리랑 위성 3호의 검보정 작업을 좀더 체계적이고 완벽하게 준비하여 수행할 계획이다.

7. 참고문헌

- 이동한 외 2명, 2003, '다목적위성 2호기 MSC 영상자료에 대한 검보정 준비',
춘계우주과학회
- 이동한, 2004, '다목적 위성 2호 MSC 영상 자료를 위한 검보정 target 준비',
춘계원격탐사학회
- 이동한 외 5명, 2005, '다목적 위성 2호 MSC 영상 자료를 위한 검보정 target 준비 (II)', 춘계원격탐사학회
- Lee, D.H., etc., 2005, 'Activities of Calibration and Validation for the KOMPSAT-2 MSC data', ISRS 2005