

# 이종 위성 운용을 위한 지상국 내부검보정 시스템 설계 최적화에 관한 연구

김찬경, 김태엽, 고정환

엘아이지넥스원(주)

chankyung.kim@lignex1.com, taeyeop.kim@lignex1.com, kojh2010@lignex1.com

## A Study on the design optimization of a Ground Station Internal Calibration System for Heterogeneous Satellite Operations

Kim Chan Kyung, Kim Tae Yeop, Ko Jeong Hwan

LIGNEX1

### 요약

단일 지상국에서 여러 이종 SAR 위성을 운용할 때, 각각의 위성에서 제공하는 내부검보정 SW를 모두 지상국에 설치 및 운영하는 기존 방식이 지상국 시스템의 복잡성과 운용 효율성을 현저히 저하하는 문제점이 발생한다. 이에 본 연구에서는 내부검보정 SW의 역할과 목적에 따라 분산 배치하고, 운용자의 개입을 최소화하는 새로운 아키텍처를 제안함으로써 인력과 인프라의 부담을 경감하고 이종 위성으로 이루어진 군집위성이 혼재하는 미래 환경에서도 효과적으로 대응할 수 있도록 최적화된 설계를 제안한다.

### I. 서 론

최근 들어 전 세계적으로 다양한 위성이 활발히 개발되고 있으며, 특히 소형 위성의 경우 높은 개발 효율성과 낮은 비용으로 인해 그 수가 빠르게 증가하고 있다. 국내에서도 이러한 소형·저궤도 위성 개발이 확대됨에 따라, 하나의 지상국이 여러 종류의 이종 위성을 통합 운용해야 하는 환경이 점차 요구되고 있다. 이 가운데, SAR 위성의 내부검보정은 플랫폼과 탑재체별로 수행 방식과 필요한 소프트웨어, 인터페이스 형태가 다르므로 이종 위성의 경우 지상국 시스템의 복잡성이 증대된다. 기존에는 위성체별 제공 SW에 대한 설치 및 운용을 운용자가 일일이 수동으로 실행하는 방식이었으나 위성 수가 많아지고 종류가 다양해질수록 소프트웨어의 종류와 인터페이스가 늘어나 운용 인력과 인프라의 부담이 가중된다. 이에, 본 논문에서는 빈도가 낮은 작업과 빈도가 높은 작업, 그리고 기능적인 내용을 고려하여 분배함으로써 운용자의 개입을 최소화하고 시스템 전체의 복잡성을 줄이고 운용 효율성을 극대화할 수 있는 지상국 내부검보정 시스템의 최적 설계 방안을 제시하고자 한다.

### II. 본론

본 논문에서는 표 1과 같이 서로 다르게 개발된 SAR 위성의 내부검보정 SW 종류를 바탕으로 설계 방안을 제안한다. 내부검보정 SW는 표 1과 같이 위성체 종류에 따라 각 SW 종류나 입출력데이터의 형태, 인터페이스에 큰 차이를 가지고 있다.

표 1. 이종 위성 내부검보정SW 종류

	플랫폼	탑재체
A 위성체	센서정렬 SW	Replica, TRM Health 출력SW
B 위성체	센서정렬1 SW	Replica 출력 SW
	센서정렬2 SW	TRM Health 출력 SW

SAR 위성의 내부검보정은 크게 플랫폼 내부검보정과 탑재체 내부검보정으로 구분된다. 플랫폼 내부검보정은 일반적으로 위성 발사 초기 (LEOP)에 수행되는 일회성 작업으로 크게 문제될 여지가 없고 만약 더 효율적인 방식으로 변경한다면 위성체에 해당 SW를 탑재하여 운용하도록 해야하는데 오히려 위성체 내부의 복잡성을 더 할 수도 있어 많은 고민이 필요한 부분이다. 반면, 탑재체 내부검보정은 그 종류와 목적에 따라 구분되며 수행주기가 다르기 때문에 설계에 따라 인력과 효율성이 차이가 나게 된다.

본 장에서는 복잡성을 가중하는 탑재체 내부검보정을 위주로 설명하며 기존 방식과 변경된 방식을 비교, 대조하여 설명하고자 한다. 현재까지, 일반적으로 지상국에서는 위성체에서 제공하는 모든 내부검보정 SW를 검보정장비에 설치하여 운용자가 수동으로 실행하며 데이터 전달이 필요한 경우 USB, 공유폴더 등을 사용한 수동 전달 방식을 사용하였다. 하지만, 이러한 기존 방식은 위성의 개수가 적고 종류가 적을 때만 가능하다. 이종 위성으로 이루어진 군집위성이 혼재하면 다음과 같은 인터페이스나 방식을 적용하기엔 어려움이 있다. 위성체 종류가 많을수록 SW 개수는 늘어나고 군집위성일 경우 인터페이스의 복잡성은 기하급수적으로 커진다. 또한 각 보정 SW의 종류와 주기가 다르다는 것을 고려하지 않고 단일 시스템에서 처리하여 운용 절차가 비효율적이라는 단점이 있다. 이종 위성 통합 운용의 복잡성을 줄이기 위해, 그림 1, 그림 2와 같은 내부검보정의 수행 주기와 목적에 따라 SW 위치와 역할을 기능적으로 재분배하는 아키텍처를 제안한다. 그림 1과 그림 2는 각 위성체에 따라 다른 인터페이스를 가지고 있다. 하지만, 다음과 같이 기능에 따라 매 임무마다 하는 작업과 필요시 하는 작업으로 나누어 설계를 하면 두 그림과 같이 전달되는 데이터의 종류는 다르지만 비슷한 흐름이 설계됨을 확인할 수 있다.

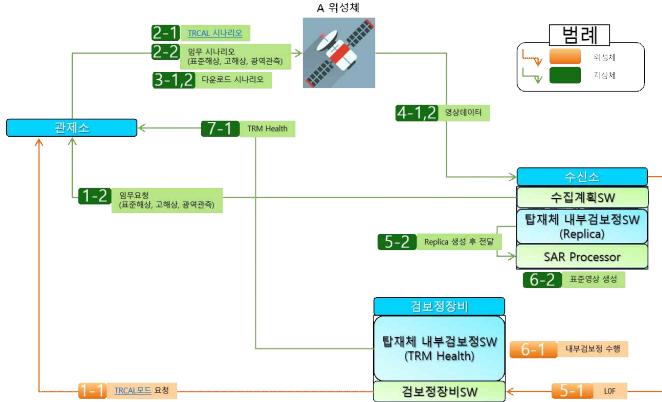


그림 1. A 위성체 탑재체 내부검보정 운용 흐름도

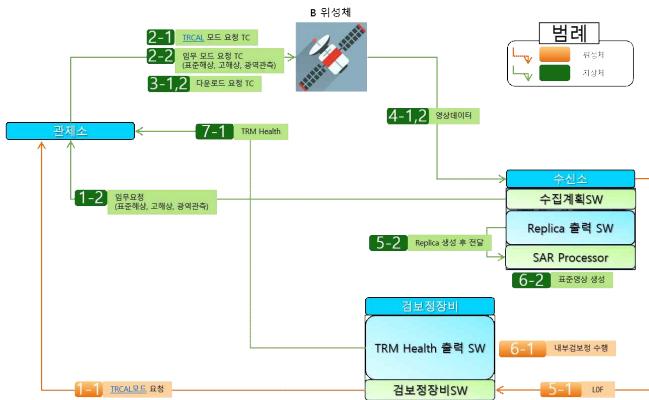


그림 2. B 위성체 탑재체 내부검보정 운용 흐름도

Replica의 경우, 매 임무마다 SAR Processor에 적용해야 하는 특성을 고려하여 내부검보정 SW라고 해서 검보정장비에 설치하는 것이 아닌 SAR Processor가 탑재되어있는 수신소에 관련 SW를 탑재하고, 데이터 출력시 수동으로 값을 전달하는 구조가 아닌 풀더 경로 설정을 하여 해당 풀더에 출력값이 생성되면 해당 Replica를 SAR Processor에 적용하는 흐름이다.

반면, TRM Health의 경우 매 임무마다 하는 작업이 아닌 필요시 수행되는 작업이기 때문에, 수신소의 부하를 줄이기 위해 관련 SW를 검보정장비에 탑재하여 필요한 경우에만 수행하여 TRM Health를 도시하도록 하는 흐름이다.

이로써, 빈도가 낮은 작업과 빈도가 높은 작업, 그리고 기능적인 내용을 고려하여 분배함으로써 운용자의 개입을 최소화하고 시스템 전체의 복잡도를 줄일 수 있다.

### III. 결론

본 논문에서는 내부검보정 기능의 역할과 위치를 재정의함으로써 지상국 내부 인터페이스의 복잡성을 줄이고 운용 효율성을 높이는 아키텍처를 제안하였다. 위성의 수나 종류가 많아지는 이종 위성으로 이루어진 군집 위성으로 발전함에 따라 앞으로 시스템의 복잡성이 더욱 증가할 것이다. 이에 대비하여 추후 연구에서는 지상국 내부의 인터페이스를 최소화하고 운용 인력을 최소화하는 자동화 방향으로 연구를 지속하여 안정적인 지상국 검보정 시스템을 설계할 예정이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Kyung-Hyun Cha, Jong-Hwan Lee, & Se-Young Kim (2021). A Methodology to Measure the Internal Delay of the Spaceborne SAR Instrument using Calibration Pulses. *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 19(9), 107-114.  
10.14801/jkiit.2021.19.9.107
  - [2] Daesoon Park, Jaeheon Jeong, & Doochun Seo (2024-06-26). Calibration & Validation System Development And Launch Early Operation Phase Status of NEONSat. *한국항공우주학회 학술발표회 초록집*, 경남.
  - [3] DongHan Lee, Jae-Heon Jung, SungOk Park, Chol Lee, Jongun Kim, & KumHui Oh (2021-11-17). Calibration & Validation Draft Design Requirements for NEONSAT. *한국항공우주학회 학술발표회 초록집*, 제주.