

# 위성탑재용 영상레이다의 운용성 검증을 위한 전기적 지상지원장비 설계방안

송 안 나\*

## A Study on the Design of a Electrical Ground Support Equipment for Satellite SAR Operational Verification

Anna Song\*

### 요 약

위성에 탑재되는 영상레이다 시스템은 위성 발사 전 수행되는 지상시험이 매우 중요하게 수행된다. 영상레이다의 운용성은 운용변수의 초기설계 이외에도 이를 운용하고 제어하는 제어장치의 역할이 중요하게 요구된다. 이러한 제어장치의 운용성 시험을 통해 영상레이다의 실제 운용성을 사전 검증할 수 있다. 이러한 시험은 고용량 영상데이터의 통신과 분석을 요구하며 이를 검증하기 위해서는 지상시험을 지원할 수 있는 구성품 모의와 데이터 분석을 위한 다양한 전기적 지상지원장비가 필요하다. 본 논문에서는 영상레이다 운용성 검증을 위한 전기적 지상지원장비의 설계방안을 제시하고, 시험의 자동화 및 분석을 위한 영상레이다 데이터 분석 장비에 대한 설계와 개발방안을 제시하며 실제 위성 영상레이다의 원시 데이터를 입력하여 분석하여 결과를 제시하였다.

### Abstract

SAR Sensor system for payload of Satellite very important for testing on the ground before the Satellite Launch. The Operability of the SAR is important to the initial design of the operation parameter and the controller to operate and control. Through the operability test of these controller, the real operability of the of the SAR can be verified in advance. These tests require communication and analysis for high-volume SAR data, and require a number of EGSE(Electrical Ground Support Equipment) for simulation of units and analysis of the SAR data. In this paper, aims to study on the design of the EGSE and the SAR Data Analysis Equipment for Satellite SAR operational verification and provide the result of analysis the real satellite SAR raw data using the SAR Data Analysis Equipment.

### Keywords

SAR(Synthetic Aperture Radar), satellite SAR, SAR data analysis, EGSE(Electrical Ground Support Equipment)

---

\* 국방과학연구소  
- ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4669-4146>

• Received: Jun. 05, 2019, Revised: Jul. 22, 2019, Accepted: Jul. 25, 2019  
• Corresponding Author: Anna Song  
The 3th R&D Institute, Agency for Defense Development  
YuSeong P.O. Box 35, DaeJeon, 34186, Korea.  
Tel.: +82-42-821-2216, Email: [issue@add.re.kr](mailto:issue@add.re.kr)

## 1. 서론

위성에 탑재되는 영상레이다(Synthetic aperture radar) 시스템은 발사 이후의 수정이 이루어지기 쉽지 않으므로 개발 과정에서의 사전 시험 및 검증이 중요하다. 위성 개발의 특성상 비용과 시간이 한정되어 있어 개발 기간이 짧게 요구됨으로 실제 개발 기간의 축소에 의한 발사 지연이 우려된다[1].

위성용 영상레이다 시스템은 다음과 같은 단계로 시험이 수행된다.

- 구성품 레벨 : 각각의 구성품 개별 시험
- 탑재체 레벨 : 제어부, 송수신부, 안테나부를 조립 후 시험
- 위성체 레벨 : 위성체에 탑재체를 조립한 후 하는 최종 시험

위성에 탑재되는 영상레이다는 보통 해외에서 개발한 안테나를 사용한다. 그에 따라 안테나를 포함한 방사시험으로 모든 시험을 만족하기 어렵고, 위성의 시험 단계상 구성품 레벨에서 그 검증을 완료하는 것이 비용 절감 및 시험의 효율성을 높이고 위험부담을 줄이는 방안이 될 수 있다.

본 논문에서는 안테나 방사 없이 수행되는 제어부 레벨 시험에서 운용성 검증을 사전에 수행하고자 한다. 이를 위해 주장비 구성품 모의 및 출력 데이터 분석 등을 위한 전기적 지상지원장비의 설계 방안을 제시하고자 한다. 그리고 반복 시험에서의 불필요한 보고서 작성의 시간 소요를 줄이기 위해 시험 종료 후의 시험 결과보고서 자동생성기능을 구현하고, 실제 위성 영상레이다 원시 데이터를 통한 시험 분석결과를 제시하고자 한다.

## II. 영상레이다 시스템

### 2.1 구성

일반적인 영상레이다 시스템의 개략적인 구성은 그림 1과 같다[2][3].

영상레이다 시스템에 사용되는 대표적인 외부 인터페이스는 표 1과 같다.

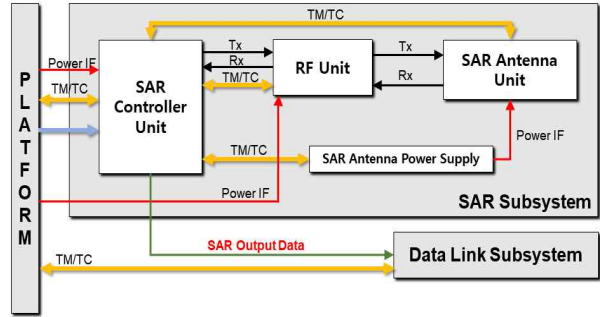


그림 1. 영상레이다 탑재체 구조  
Fig. 1. Configuration of SAR payload

표 1. 영상레이다 외부 인터페이스 구성  
Table 1. Configuration of SAR external interface

Type	Explanation
Power	Regulated/unregulated power interface
HP	High power on/off command interface
DIF	Differential command interface for timing signal and discrete command/telemetry
CC	Contact closure telemetry for unit on/off status
TH	Thermistor telemetry
1553B	MIL-STD-1553B bus interface for command and control
I/F	High speed interface for SAR data receiver (ex. Wizard-Link, Channel-Link, etc.)
RF I/F	Rx/Tx RF signal interface

영상레이다를 시험하기 위한 전기적 지상지원장비를 구성하기 위해서는 이와 같은 영상레이다 외부의 인터페이스를 구현하여야 한다[4].

### 2.2 영상레이다 운용개념

영상레이다에서 요구되는 기본적인 운용모드는 표준모드, 고해상도모드, 광역모드 이렇게 3가지로 이야기할 수 있다. 각 모드들에 대한 개념도는 그림 2와 같다[5].

영상레이다는 OFF부터 Operational까지의 상태천이를 거쳐 영상 획득을 하게 된다. 상태천이과정은 다음과 같이 수행된다.

- 1) OFF : 모든 장치 전원 차단 상태
- 2) INIT : 초기 단계로 주요 제어장치의 전원을 인가하고, 메모리 초기화 및 업로드 상태.
- 3) STANDBY : 대기 상태로 지상-플랫폼으로부터의 명령 수신 대기 상태.

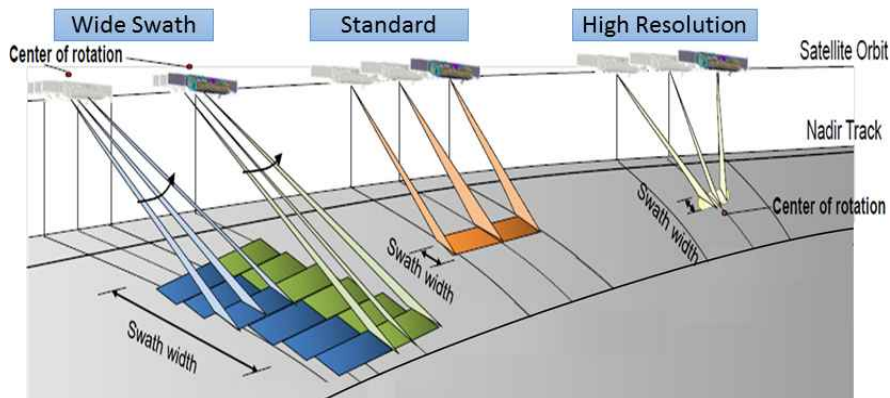


그림 2. 영상레이다 운용모드  
Fig. 2. SAR operation modes

4) SILENT : 운용모드에 따라 모든 파라미터의 계산 및 운용 파라미터를 세팅하고, 모든 장치의 전원을 인가한 상태에서 모드의 시작을 위해 대기하는 상태.

5) Operational : 운용모드를 시작하고, 영상 획득을 하는 단계

각각의 상태천이는 운용을 위해 자동으로 해당 상태별로 정의된 임무를 수행하며 때로는 지상으로부터의 명령을 받은 후 수행되기도 한다. 정해진 조건에 도달했을 때, 상태를 천이하며 이상 상태가 감지되면 정해진 고장복구를 위한 천이를 진행하도록 설계한다.

기본적인 영상레이다의 운용 타임라인은 그림 3과 같다[6].

- 1) PRI Sync : 하나의 PRI 구간 식별
- 2) TX Gate : 안테나의 송신 게이트 제어 신호
- 3) Pulse EN : 송신 파형 생성 및 전송 제어 신호
- 4) RX Gate : 안테나의 수신 게이트 제어 신호
- 5) Sample EN : 영상데이터의 수신 제어 신호

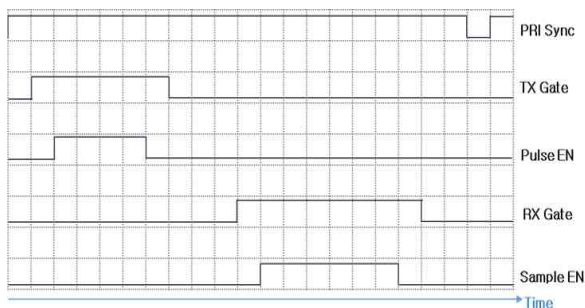


그림 3. 운용 타임라인  
Fig. 3. Operational timeline

영상레이다의 운용은 하나의 PRI 구간에서 파형을 송신하고, 지상으로부터 반사된 수신 데이터를 획득하여 수신하게 되며 이러한 운용 타임라인을 통해 송신과 수신을 제어한다.

송신 게이트는 요구된 송신 파형이 제어부에서 생성된 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하여 송신되는 충분한 구간을 가질 수 있도록 제어되어야 하며, 각 신호의 시작은 정확한 시간 동기화를 통하여 제어한다.

수신 게이트 역시 영상데이터의 수신 시작 시점 이전부터 충분한 신호가 수신될 때까지 인가될 수 있도록 제어되어야 하므로 각각의 샘플링 길이를 충분히 고려하여 설계해야 한다.

### 2.3 영상레이다 운용 요구조건

위와 같은 운용 설계를 위해 검증되어야 하는 영상레이다의 기본 운용 요구조건들은 다음과 같다.

- 1) 최대운용시간 : 영상레이다의 임무 수행을 위한 최대 운용시간을 만족해야 한다.
- 2) 고장진단 : 영상레이다의 고장을 진단하고 복구할 수 있는 시나리오를 가지고 있어야 하며, 장치의 이중화를 설계해야 한다.
- 3) 시간 동기화 : 지상-플랫폼과의 시간을 동기화할 수 있어야 하며, 운용에서 요구되는 시간의 정확도를 구현할 수 있어야 한다.
- 4) 명령/상태정보 : 시나리오를 가지고 있는 명령의 수행이 제대로 이루어져야 하며, 각 명령이나 모니터링 시나리오에 따른 상태정보를 송수신할 수

있어야 한다.

- 5) 상태 천이 : 각 상태에서 요구되는 임무를 수행해야 하며, 상태의 천이가 조건에 맞게 수행되어야 한다.
- 6) 파형 발생 및 데이터 처리 : 운용 파라미터에 적절하게 계산된 파형을 송신할 수 있도록 발생시키고, 데이터링크에 전달할 수 있는 약속된 포맷으로 수신된 데이터를 처리할 수 있어야 한다.

- 자가진단 테스트 및 긴급 운용중단 기능
- FM 및 시험장비의 상태 확인 및 관리

- 2) 플랫폼 모의 장비
  - 플랫폼 인터페이스 모의 (1553B/TMTC/Power)
  - 영상레이다 주장비 전원 공급
  - 원격명령/상태정보 송수신 및 처리
  - 플랫폼 원격명령 생성 모의
  - 시간 동기화를 위한 동기신호 생성

- 3) 전원 공급 장비
  - 랙별 시험장비 전원 공급 (220V 장비전원)
  - 과부하 시 자동 전원 차단 기능
  - 긴급 전원 차단 기능 제공

- 4) 안테나 모의 장비
  - 안테나 제어 데이터 통신 인터페이스 모사 (RS422, CAN BUS)
  - 안테나 빔 조향 데이터 분석
  - 안테나 상태정보 생성 모의

- 5) 영상레이다 데이터 수신/분석 장비
  - 영상레이다 고속 데이터 통신을 통한 원시데이터 수신(Channel link)
  - 고용량 데이터 이송/저장/관리
  - 영상레이다 CCSDS 데이터 디포매팅
  - 데이터 헤더 무결성 검증
  - 영상레이다 데이터 분석을 통한 운용 파라미터 검증/타이밍 분석 및 검증/에코 신호 분석

### III. 영상레이다 전기적 지상지원장비

#### 3.1 설계방안

영상레이다 시스템의 검증을 위해 설계된 전기적 지상지원장비의 구성은 그림 4에 표현하였으며, 주요 설계 요구 기능은 다음과 같다.

- 1) 통합 제어 장비
  - 시험장비 운용 제어 및 데이터관리/저장
  - 시험절차서 작성 및 시험 운용 절차 생성
  - 시험 결과보고서 생성
  - 시험장비 간 인터페이스 제공 (LAN)
  - 시험장비 간 시간 동기화 기능 제공
  - 시험 모니터링 및 시험장비 진단
  - 사용자 모니터링 인터페이스 제공
  - 데이터 서버 제공 및 데이터 이송/저장/관리

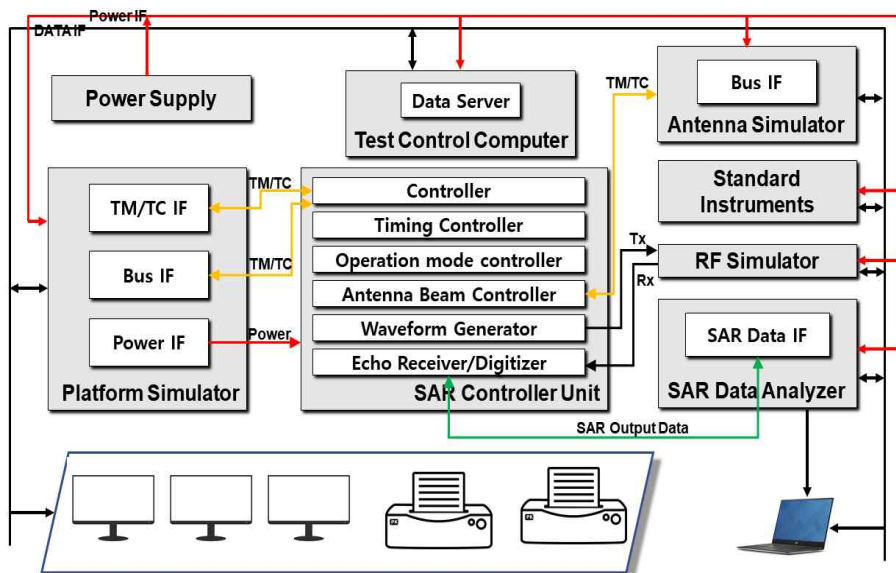


그림 4. 영상레이다 구성품 전기적 지상지원장비 구성도

Fig. 4. Functional diagram of SAR Unit EGSE

6) RF 모의기

- Tx 신호 수신 및 Rx 신호 송신
- 에코신호 모의
- RF 루프 백 신호 송수신

7) 시험지원 계측기

- 개별 신호 분석을 위한 계측 장비
- 오실로스코프, 파형 발생기, 파워미터 등

지상지원장비의 하드웨어 구성품은 표 2와 같이 구성하였다. 각각의 모의를 위한 PC와 인터페이스를 지원해 주는 모듈로 구성되어 있다.

표 2. 지상지원장비 구성품  
Table 2. Units of EGSE

Unit	Components
Test control computer	- PC - LAN switch box - Data server
Platform simulator	- PC - Discrete interface card - 1553B bus interface card - Power supply (28V regulated power) - PPS signal generator
Power supply equipment	- 220V power supply per Rack
Antenna simulator	- PC - RS422, CAN Bus interface card
SAR data analyzer	- PC - Data server - Channel-link interface card
RF simulator	- PC - RF signal interface module
Standard instruments	- Oscilloscope, Waveform Generator, Power Meter, Signal Generator, Network analyzer, etc.

3.2 검증 항목

지상지원장비별 구현해야 하는 검증 항목은 다음과 같으며, 영상레이다 시스템만으로 전체 운용성을 검증하기 위한 장비들이다. 각각의 장비에서 확인할 수 있는 운용성 검증 항목은 표 3과 같다.

표 3. 지상지원장비별 검증 항목 예시

Table 3. Example of verification items on EGSE

Platform Simulator	- Platform-SAR interface status - Abnormal condition simulation - Telecommand and telemetry scenario and state transition - Fault detection scenario - Maximum operation time
RF Simulator	- Waveform verification (ex. Pulse Width, Band Width) - RF interface status
SAR Data Analyzer	- High-speed data communication status - Data volume for modes and missions - Calculation result of beam direction - Packet loss - Accuracy about timing synchronization - Operation timeline - Operation parameter verification - SAR data formatting - Data compression ratio and data loss - Echo signal sampling length and time
Antenna Simulator	- Antenna command & control - Antenna beam direction control

위성용 영상레이다는 비용 및 시험의 효율성을 위해서 혹은 위성용 영상레이다 안테나의 해외 개발 주관에 따른 필요성에 의해 안테나 시스템 없이 기본적인 시험들을 수행하게 된다. 위와 같은 지상 지원장비들을 통해 영상레이다의 운용성을 충분히 검증할 수 있다. 특히 본 지상지원장비의 구성을 통하여 하위레벨의 구성품으로서 초기 개발되고 검증되어야 하는 주장비인 제어부의 시나리오 및 계산 성능을 검증할 수 있다.

IV. 영상레이다 데이터 분석 장비

4.1 설계방안

영상레이다 데이터 분석 장비의 기능의 요구조건은 다음과 같다.

- 운용변수에 대한 입력 정보와 헤더 포맷을 입력 값으로 사용하여 그 결괏값을 예측할 수 있다.
- 예측된 결괏값과 실제 시험 데이터를 비교 분석하여 그 데이터의 무결성을 검증할 수 있다.
- 실제 시험 데이터의 헤더를 분석하여 패킷 손실, OBT 정확도, 타임라인별 변수 적용에 대한 결괏

값을 확인할 수 있다.

- 최종 결과값에 대한 시험 데이터 분석 결과보고서를 자동으로 출력하고 분석 데이터를 저장할 수 있다.

영상레이다 데이터 분석 장비는 다음과 같은 기능으로 구성하며 구성도는 그림 5와 같다.

1) 데이터 패킷 디포매팅

데이터 패킷의 데이터를 헤더와 에코 신호로 분리한다. 본 분석 장비에서는 CCSDS에서 권장하는 우주 프로토콜을 사용한다[7].

2) 데이터 헤더 분석

패킷의 헤더에는 영상레이다 데이터의 신호처리 및 운용성 검증을 위한 파라미터들의 정보를 포함하게 되며, 검증에 최적화된 헤더의 정보를 사용하여 영상레이다의 운용성을 검증하게 된다. 통상적으로 영상레이다에서 패킷의 헤더는 영상 정보를 분석하는 데만 사용하게 되어 데이터 헤더 자체의 분석은 수행하지 않으나, 본 논문에서는 제어부 레벨에서의 운용성 검증하기 위해 영상레이다 데이터 헤더의 분석을 수행하였다.

패킷 헤더에는 다음과 같은 정보들이 포함되어 있다.

- 안테나 빔 조향을 위한 파라미터
- 샘플링 시작 시각 정보 및 샘플링 길이
- 편파 정보, 패킷의 종류와 길이
- PRI, RANK, 데이터 압축률

- OBT(On-Board Time) 정보

- 위성체 데이터(Ancillary Data)

패킷 헤더 분석 기능을 이용하여 각 패킷 및 타임라인 별로 설정된 파라미터와 OBT 값의 분석을 통해 패킷이 정확한 타임라인에 따라 제대로 생성되었는지 확인할 수 있다.

패킷 헤더 분석을 통해 얻을 수 있는 운용성 검증에 관한 정보는 다음과 같다.

- 타임라인별 안테나 빔 조향 정보(각도)
- 각 에코 신호의 샘플링 길이
- Calibration, Noise, Echo 신호의 각각 패킷 양과 길이
- 영상레이다 데이터 패킷의 전체 데이터양
- PRI, Packet 손실률
- OBT에 따른 각 패킷의 실제 실행 시간의 정확도 분석

3) 시험 보고서 자동생성

시험 분석 완료 후 생성되는 데이터를 이용하여 최종 시험 보고서를 자동으로 생성하며, 사용자가 수동으로 편집할 수 있는 기능을 제공한다.

4) 에코 신호 분석

헤더와 분리된 에코 신호를 가지고 분석을 하게 된다. 안테나의 방사 없이도 기본적인 송신 신호의 정보를 분석하여 신호 수신 상태와 데이터 처리/출력의 정상상태 여부를 확인 가능하며, 펄스 에러나 성능 분석이 가능하다.

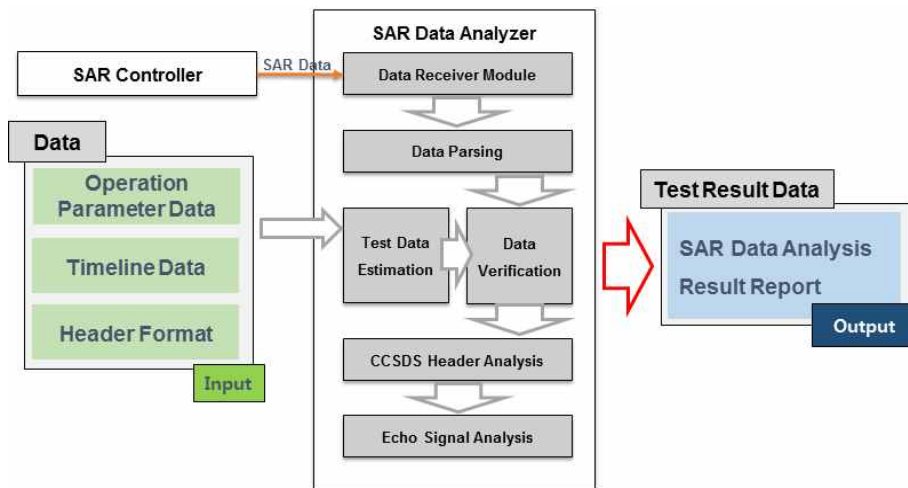


그림 5. 영상레이다 데이터 분석 장비 구성도  
Fig. 5. Diagram of SAR data analysis tool



## 4.2 데이터 분석결과

본 논문에서는 실제 개발 중인 위성 영상레이다의 원시 데이터를 이용하여 영상레이다 분석 장비를 통한 데이터 분석결과를 도출하였다[8].

그림 6, 7과 같이 샘플링 길이 결과와 빔 조향 결과 그래프를 통해 타임라인 별로 얼마만큼의 파라미터 변화가 있었는지 가시적으로 확인할 수 있다.

본 논문에서 사용한 데이터에서는 그림 6을 통해 Echo 신호를 수신하여 Calibration 과정을 통해 Data take를 하는 동안 샘플링이 충분히 이루어질 수 있도록 설계되었음을 확인할 수 있다.

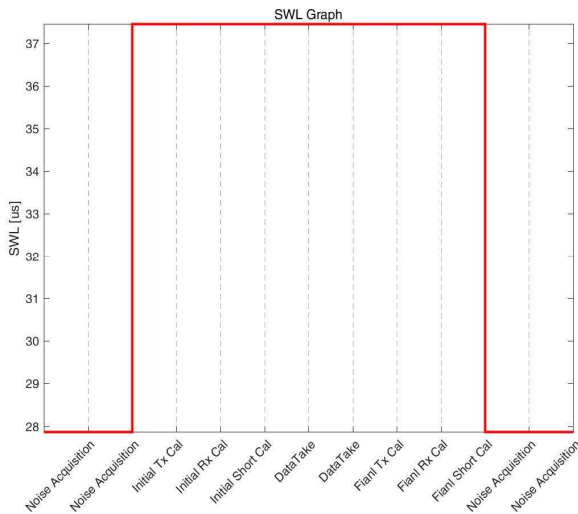


그림 6. 샘플링 길이 결과 그래프  
Fig. 6. Graph of sampling length result

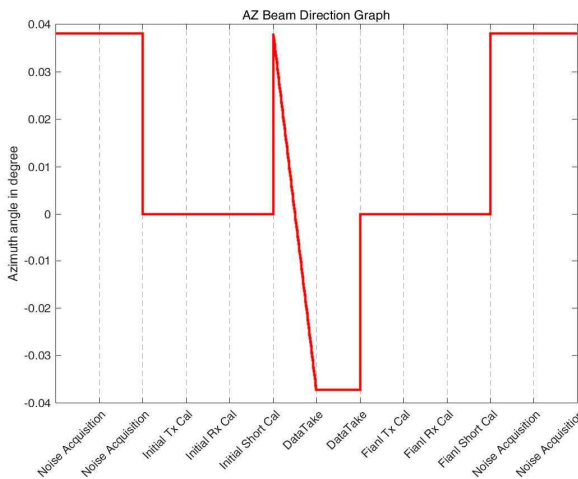


그림 7. 빔 조향 결과 그래프  
Fig. 7. Graph of beam direction result

샘플링 길이 결과 그래프의 X축에는 타임라인을 표시해 줌으로써 적절한 타임라인으로 샘플링 길이가 적용되었는지 확인할 수 있으며 파라미터 값의 변화량을 가시적으로 확인할 수 있다.

그림 7을 통해서도 빔 조향 결과 그래프를 확인함으로써 실제 운용변수를 통해 계산된 빔 조향 변수를 이용해 데이터 획득을 위한 빔 조향 적용의 적절성 확인이 가능하다. 본 그래프에서는 데이터 획득 동안 빔의 각도가 방향이 한번 변하며 조향됨을 알 수 있으며 데이터 획득 기간 이외에는 0도로 유지됨을 알 수 있다.

그림 8에서는 패킷의 손실 여부를 확인할 수 있으며, 해당 데이터는 패킷의 손실이 없고, PRI의 손실도 없었음을 알 수 있다. 데이터 분석 장비에서는 패킷 손실 여부를 패킷 손실 개수로 확인할 수도 있으며 그래프를 통해 어느 부분에서의 패킷 손실이 있었는지 타임라인별로도 확인이 가능하며 타이밍의 정확도 분석도 가능하다. 실제 패킷과 PRI의 손실이 어느 타임라인에서 이루어졌는지 확인하는 것이 제어부의 고장 및 결함을 진단하고, 수정하는 업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 도와준다.

그리고 위성체 데이터로 설계되는 플랫폼의 정보들을 가지고 위성의 자세 정보나, 온도 정보 등을 받음으로써 추가 해석도 가능하다.

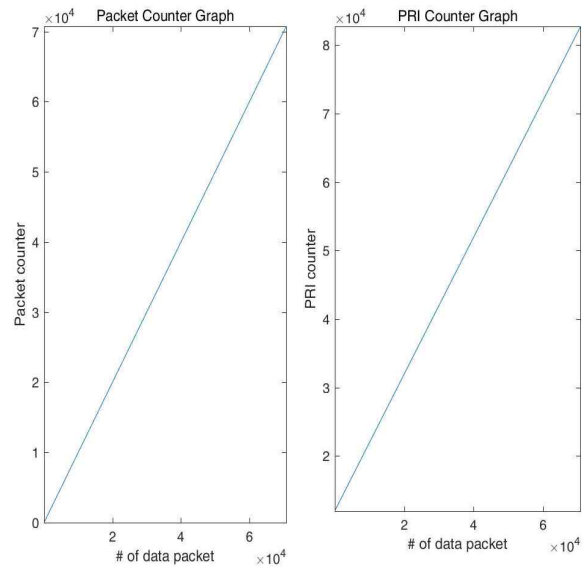


그림 8. 패킷 손실 확인 결과  
Fig. 8. Result of packet loss

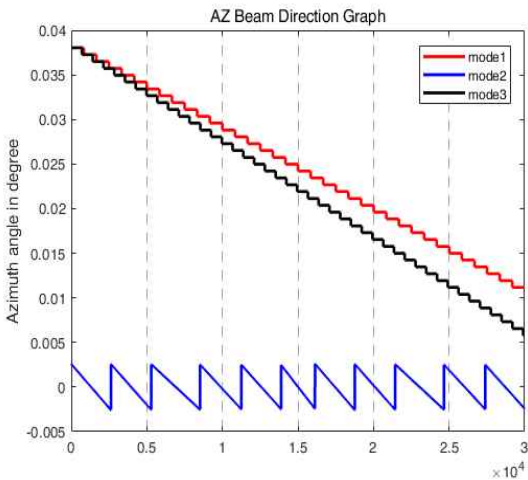


그림 9. 모드별 빔 조향 결과  
Fig. 9. Result of beam direction per modes

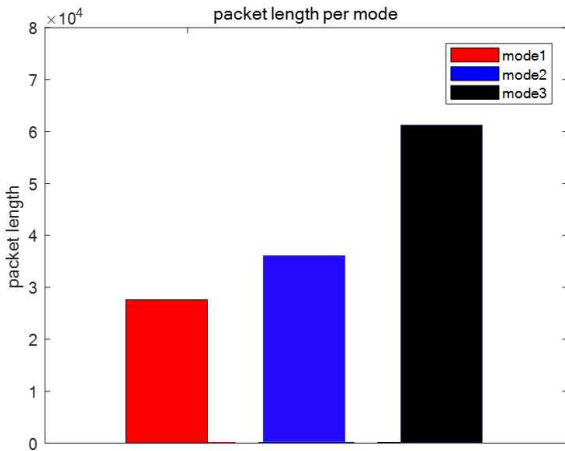


그림 10. 모드별 패킷 데이터량  
Fig. 10. Packet data size per modes

그림 9에서는 모드 별 빔 조향의 결과를 확인할 수 있다. 영상레이다 운용 시 그림 2를 보면 알 수 있듯이 모드에 따라 다양한 빔 조향 데이터를 사용하게 되며, 각 모드에 맞게 적절한 빔 조향이 적용되었는지 확인할 수 있다.

mode 1과 mode 2는 빔 조향의 각도만 다를 뿐 서서히 빔 조향의 변화가 있다. mode 3은 mode 1, 2와는 다르게 빔 조향의 반복적인 변화를 볼 수 있다.

영상레이다 운용모드에서 Standard 모드는 빔 조향 없이 진행하며, High Resolution 모드는 빔을 지속해서 변화하게 하여 한 지점을 반복 촬영할 수 있도록 focusing 한다. 그리고 Wide Swath는 주기적인 빔 조향을 통해 넓은 범위의 촬영이 이루어진다. 따라서 빔 조향 방법만을 보면 mode 1, 2는 High Resolution, mode 3은 Wide Swath 모드의 결과이다. 실제 모드와 비교 시 모드별로 적절한 빔 조향 데이터가 적용되었다는 것을 확인할 수 있었다.

마지막 결과 그래프인 그림 10에서는 모드별 패킷 데이터양을 보여줌으로써 모드별 패킷 데이터 크기의 차이와 최대 데이터 크기의 설정 시 데이터 양의 범위를 넘어가지 않는지 검사할 수 있다. 가장 큰 데이터양을 보이는 mode는 광범위한 넓이의 데이터를 가져오는 Wide Swath 모드임을 알 수 있다.

위와 같은 결과들을 확인할 수 있는 GUI를 제공하며, 그림 11과 같은 GUI를 제공한다.

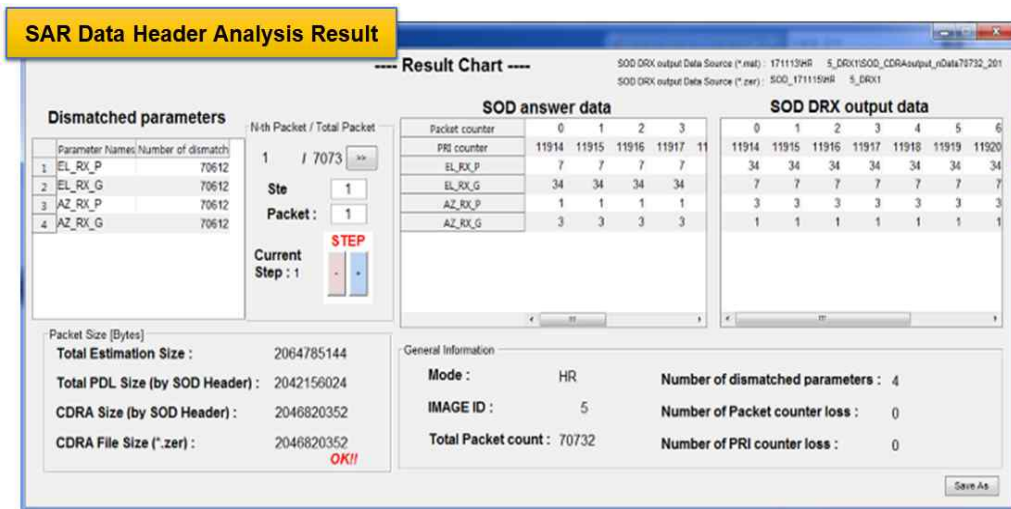


그림 11. 분석결과 예시  
Fig. 11. Example of analysis result



이 분석결과는 다음과 같은 내용을 포함한다.

- MODE/IMAGE ID
- 패킷/PRI 손실 정보 (개수, 손실 구간 정보)
- 운용변수 정보
- Swath 개수, 데이터 타임라인 정보
- 패킷 크기 정보 (압축결과, 타임라인별 정보)
- 영상레이다 데이터 헤더 디포매팅 결과

이 데이터의 결과에서는 영상레이다 헤더 중 빔 조향 정보가 잘못 입력되어 있음을 확인할 수 있었으며, 타임라인별로 원시 데이터를 확인할 수 있게 하여 어느 단계에서 잘못된 데이터가 입력되어 있는지도 확인할 수 있었다. 분석결과를 통해 제어부의 빔 조향 데이터의 출력을 수정하여 시스템의 진단 및 복구를 수행할 수 있었다.

다. 실제 위성 영상레이다 데이터를 이용하여 설계된 영상레이다 데이터 분석 장비를 이용하여 시험 데이터 분석을 수행하였으며, 그 결과를 제시하였다. 결과적으로 정상적인 데이터를 수신하여 분석되었음을 확인할 수 있었고, 결함이 있는 운용 파라미터를 감지하여 주장비의 수정으로 이어질 수 있었다. 그리고 자동으로 시험결과보고서가 생성되어 별도의 문서작업을 최소화하였다.

제시된 설계방안과 데이터 분석 장비를 통하여 위성탑재용 영상레이다의 전기적 지상지원장비를 개발하여 향후 개발될 차기 위성용 영상레이다의 시험에 활용하고 시험 최적화와 자동 분석 및 보고서 자동생성을 통해 위성 개발의 효율성 및 개발기간의 축소에 이바지할 것으로 기대된다.

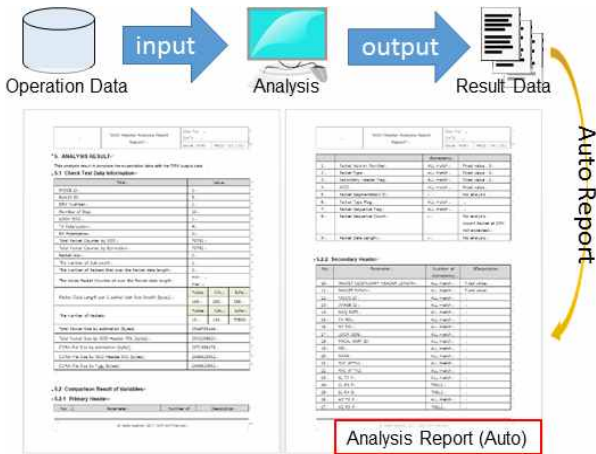


그림 12. 보고서 자동생성 예시  
Fig. 12. Example of test result report

그리고 그림 12와 같이 이에 따른 최종 결과보고서를 자동으로 워드 파일로 생성할 수 있도록 하여 문서화 하고, 각 ID와 날짜별로 구분될 수 있게 하여 추후 데이터를 확인하기 위한 작업에도 효율성을 주었다.

### V. 결론 및 향후 과제

본 논문은 안테나 구성품 없이 진행되는 영상레이다 구성품 레벨에서의 운용성 검증을 위한 영상레이다 전기적 지상지원장비의 설계방안을 제시하였으며, 영상레이다 데이터 분석 장비를 설계하였

### References

- [1] Y. J. Won, H. Y. Mun, S. H. Woo, J. H. Kim, and S. R. Lee, "KOMPSAT-5 SAR P/L On Ground Verification Campaign", IEEE International APSAR conference, pp. 1-4, Sep. 2011.
- [2] S. H. Lee, J. C. Yoon, and J. H. Kim, "KOMPSAT-6 Mission, Operation Concept, and System Design", 11<sup>th</sup> European Conference on Synthetic Aperture Radar, EUSAR 2016, pp. 161-164, Jun. 2016.
- [3] H. I. Lee, S. Y. Kim, B. T. Jeon, and J. B. Sung, "Operational Concept Design and Verification for Airborne SAR System", J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 41, No. 7, pp. 588-595, Feb. 2013.
- [4] H. I. Lee and T. J. Hwang, "Development of Integrated Test Equipment for Airborne SAR System and Control Unit", J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 41, No. 9, pp. 747-754, Feb. 2013.
- [5] Y. C. Hwang, C. H. Nam, U. Y. Pak, S. Y. Kim, and J. H. Lee, "KOMPSAT-6 SAR Payload System Design", 11<sup>th</sup> European Conference on Synthetic Aperture Radar, Vol. 2016, No. 1, pp.

165-167, Jun. 2016.

- [6] J. D. Lim, H. C. Lee, S. Y. Kim, and C. H. Nam, "Timing Control Methods for Satellite SAR System", KIMST conference, Vol. 2016, pp. 749-750, Nov. 2016.
- [7] CCSDS Secretariat, CCSDS 133.0-B-1, 2003
- [8] A. N. Song, H. C. Lee, and S. Y. Kim, "Operability verification of SAR system using CCSDS Header", KIMST conference, Vol. 2018, pp. 747-748, Jun. 2018.

### 저자소개

송 안 나 (Anna Song)



2010년 2월 : 강원대학교  
메카트로닉스전공(공학사)  
2012년 2월 : 강원대학교  
메카트로닉스전공(공학석사)  
2013년 9월 ~ 현재 :  
국방과학연구소 연구원  
관심분야 : 영상레이다