

KOMPSAT-2/3/5 극지 통합수신시스템 설계 및 개발

김지영* 정회원, 서정원*, 채태병*

Design and Development of Polar Integrated Ingestion System for KOMPSAT-2/3/5

Jiyoung Kim* Regular Members, Jungwon Seo*, Taeyeong Chae*

요 약

다목적실용위성 2호/3호/5호는 한반도 및 해외영상에 대한 수요증가로 인해서 위성의 영상촬영 횟수가 지속적으로 증가하고 있으며, 촬영이후 빠른 시간 내에 영상을 획득하고자 하는 요구가 많아지고 있다. 이러한 수요를 만족하기 위해서 국내 지상국뿐 아니라 해외 지상국에 대한 사용 빈도가 높아지고 있다. 한국항공우주연구원에서는 노르웨이 스발바르에 다목적실용위성 2호와 3호의 수신 시스템을 운영하고 하루 4~6회 이상 수신하고 있으며, 5호와 3A호의 해외수신을 계획하고 있다. 본 논문에서는 한국항공우주연구원에서 운영하고 있는 노르웨이 극지수신 시스템에 대해 설명하고 다중위성 운영을 대비한 극지 통합수신시스템에 대한 설계 및 개발과정에 대하여 설명한다.

Key Words : Data Ingestion System; Consultative Committee for Space Data Systems, KOMPSAT-2, KOMPSAT-3, KOMPSAT-5, Channel Access Data Unit

ABSTRACT

With the constantly increasing demand of domestic and oversea satellite images, there is also a growing demand to rapidly acquire images after the satellite image collection planning of KOMPSAT-2/3/5. Therefore, it has been increasing to use the korea ground station and oversea ground station to keep pace with increased demand. The KARI is operating Data Ingestion System of the KOMPSAT-2/3 in Svalbard, where the satellite images have been received at least four or six times a day. The KARI is planning to operate oversea receiving system for KOMPSAT-5/3A. This paper introduces the polar data ingestion system operating in Norway, and presents the process of design and development for Polar Integration receiving system in preparation of multiple satellite operation.

I. 서 론

다목적실용위성 2호 및 3호는 한국항공우주연구원 지상국과 해외지역의 지상국 안테나를 이용하여 하루 평균 30회 정도의 영상촬영을 수행하고 있으며, 위성에서 촬영된 영상 정보는 CCSDS(Consultative Committee for Space Data Systems)에서 권고하는 국제 표준 통신 프로토콜을 이용하여 지상으로 전송된다. 다목적실용위성은 지구를 하루 약 14바퀴 순회하면서 영상을 촬영하고 지상국과 교신이 가능한 구간에서 영상 데이터를 지상으로 전송한다. 북극에 위치한 극지수신소에서는 매 궤도마다 교신이 가능하므로 극지수신소를 사용할 경우 촬영 영상을 빠르게 수신 받고 실시간으로

전송하여 사용자에게 신속하게 제공할 수 있는 장점이 있다. 현재 한국항공우주연구원에서는 노르웨이 스발바르에 다목적실용위성 2호와 3호의 수신시스템을 설치하고 하루 4~6회 이상 영상을 수신하고 있으며, 향후 다목적실용위성 5호와 3A호에 대한 수신을 계획하고 있다.

수신시스템은 기본적으로 수신스케줄을 관리 하는 서버와 실제 신호를 수신하는 리시버로 나누어진다. 스발바르에는 다목적실용위성 2호를 위한 리시버 4대와 서버 2대가 운영 중이며, 다목적실용위성 3호를 위해 리시버 2대와 서버 1대가 운영 중이다. 위성의 채널수에 따라 다르지만 위성이 증가될수록 운영 장비가 최소 3대씩 증가되므로 시스템이 설치될 물리적인 공간의 문제가 발생할 뿐 아니라 시스템 유

※ 본 연구는 위성정보공공활용사업 재원으로 수행하였음.

*한국항공우주연구원 위성활용협력센터 위성활용진흥팀 (kimjy@kari.re.kr, seojw@kari.re.kr, tbchae@kari.re.kr)

접수일자 : 2015년 8월 27일, 수정완료일자 : 2015년 9월 18일, 최종 게재확정일자 : 2015년 9월 22일

지관리를 위한 비용(시간적, 금전적)이 계속적으로 증가된다. 따라서 추가적인 위성 운영을 대비하고 효과적인 운영을 위해 극지 통합수신시스템에 대한 필요성이 제기 되었다.

본 논문에서는 다중위성 운영을 위한 극지 통합수신시스템의 설계와 개발과정을 소개한다. 통합수신시스템은 크게 수신스케줄을 입력받아 수신시간에 맞춰 서브시스템을 제어하는 서버와 안테나의 출력신호를 입력받아 저장하는 리시버와 운영자가 수신 상태를 확인 할 수 있는 클라이언트로 구성된다. 리시버에는 위성에서 전송한 신호를 동기화하기 위해 프레임 동기 카드가 장착되었고, 각 위성별 특성을 분석하여 소프트웨어를 모듈화하여 설계하고 개발하였다. 극지통합수신시스템은 이중화된 단일시스템에서 다목적실용위성 2호/3호/5호의 데이터를 수신하는 시스템으로 단일시스템으로 개발되어 유지관리가 용이하다는 장점이 있으며, 소프트웨어를 모듈 단위로 개발하여 추가적인 위성 운영시 모듈단위 개발이 가능하다.

II. 본론

1. 극지 통합수신시스템 개요

한국항공우주연구원에서는 노르웨이 스발바르에 수신시스템을 운영 중이며, 그림 1은 현재 운영되고 있는 극지수신시스템의 구성도이다.

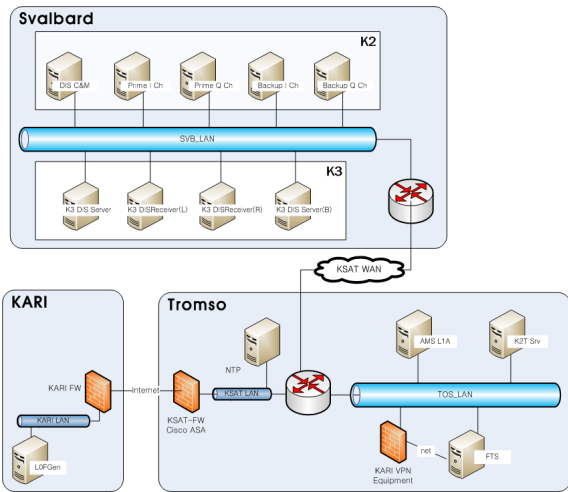


그림 1. 현 극지시스템 구성도

해외에 위치한 수신시스템을 원격으로 접속하여 시스템의 장애 진단 및 복구, 수신실패에 대한 원인을 분석하고 시스템을 운영하는데 어려움이 존재한다. 업무의 효율성을 증대시키기 위해 해외에는 최소한의 시스템을 운영하는 개념으로 극지수신시스템이 설계되어 운영 중이다.

극지수신시스템의 운영개념은 다음과 같다. 스발바르에서 수신시스템을 통해 위성이 촬영한 영상을 수신 받으면, 트롬

소의 전송시스템을 통해 실시간으로 한국항공우주연구원으로 전송되고 전송된 데이터는 LOFGenerator를 통해 일정한 파일 포맷으로 변환되어 처리시스템으로 전달된다. 수신용량에 따라 다르지만 다목적실용위성 3호 기준으로 5초 촬영영상의 경우 15분 이내에 한국항공우주연구원에서 처리가 가능하다. 본 논문에서 설명하는 극지 통합수신시스템은 위성별로 운영하는 수신시스템을 하나의 시스템으로 통합하여 수신 가능하도록 설계 개발하여, 운영 및 유지보수의 편의성이 증대되도록 하였다. 극지 통합수신시스템은 크게 위성에서 전송된 데이터를 수신하는 수신시스템과 해외에서 수신된 데이터를 실시간으로 전송하기 위한 전송시스템으로 나눌 수 있다.

수신시스템은 CCSDS 기반의 프로토콜을 이용하여 전송된 데이터를 수신 장치를 통하여 저장하고 처리시스템이 처리 가능한 파일포맷(LOF)으로 변환하는 시스템으로 그림 2의 수신부 Block Diagram에 따라 설계되었다.

위성에서 전송된 CADU(Channel Access Data Units)는 고속 프레임 동기 카드를 통해 동기화를 수행하여 저장하고, LOFGenerator를 통해 De-Randomization과 RS Decoding을 수행하여 LOF 형태로 변환하였다.

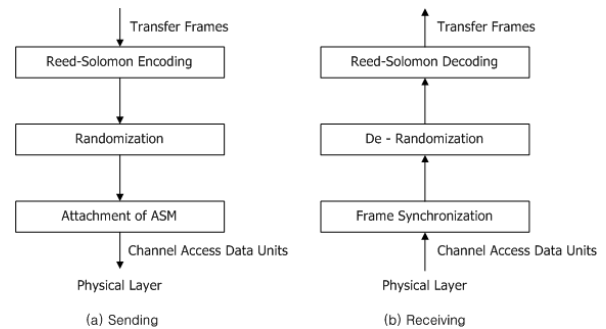


그림 2. Data Link 프로토콜 Block Diagram

전송시스템은 각 위성별로 데이터 수신 완료되었다는 메시지를 받으면 Compressor가 위성별로 1기가 단위로 분할압축하고, 이 데이터는 VPN(Virtual Private Network)전용망을 통해 실시간 전송된다. 항공우주연구원에 전송된 분할 압축된 데이터는 단방향 USB를 사용하여 내부 망에 전송되면, Decompressor가 위성별로 압축을 해제하고 LOFGenerator의 입력 폴더로 복사한다. 전송시스템은 자동으로 데이터의 유무를 판단하여 24시간 실시간으로 전송되도록 개발되었다.

2. 하드웨어 구성

극지 통합수신시스템은 크게 스발바르, 트롬소, 한국항공우주연구원에 구축되는 하드웨어로 구분 할 수 있다. 수신이가장 중요한 부분이므로 운영의 안전성을 위해 스발바르 시스템은 이중화 시스템으로 설계되어 리시버, 리시버 백업, 서

버, 서버백업, 컨버터, 스토리지 등으로 구성하였고 리시버에는 두 개의 프레임 동기 카드가 장착되어 있다. 트롬소에는 수신된 데이터를 전송하기 위한 FTS(File Transfer System)을 구성하였고, 한국항공우주연구원에는 트롬소에서 전송한 데이터를 받기 위한 FRS(File Receiver System)와 데이터 변환을 위한 Decomp, LOFGen PC를 구성하였다. 스발바르와 트롬소간에는 KSAT WAN이 구축되어 있고, 한국항공우주연구원과 트롬소간에는 인터넷망에 VPN을 사용하여 전용망을 사용한다. 극지 통합수신시스템의 전체 하드웨어 구성은 그림3과 같다.

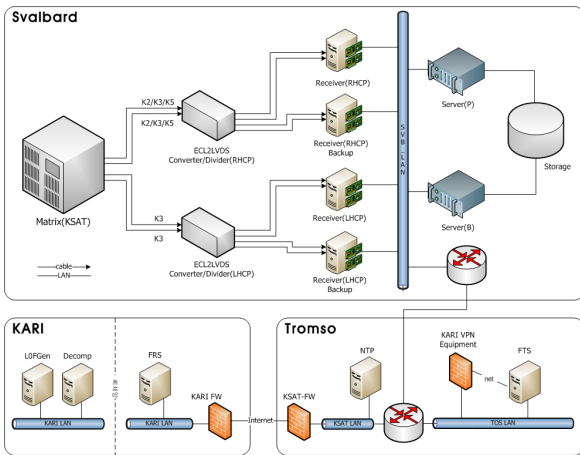


그림 3. 하드웨어 구성도

2.1 고속 프레임 동기 카드

극지 통합수신시스템은 안테나를 통해 입력된 신호를 동기화하기 위해 프레임 동기 카드를 사용하였다. 다목적실용위성 2호/3호의 X-band 다운링크속도는 160Mbps이고 다목적실용위성 5호의 X-band 다운링크속도는 155Mbps이므로, 세 개 위성의 데이터가 모두 수신 가능하여야 하므로 채널당 최소 160Mbps 이상을 보장해야 한다.

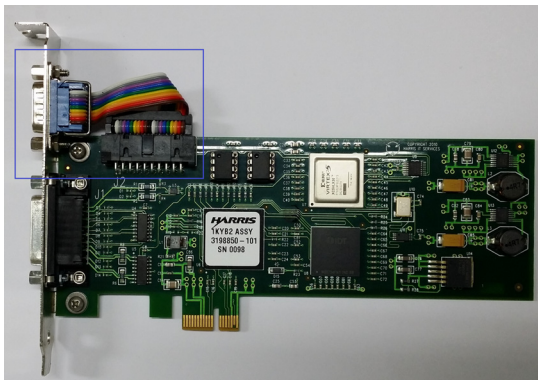


그림 4. 고속 프레임 동기 카드와 PCI 슬롯

H사의 프레임 동기 카드는 입력 인터페이스로 RS422, LVDS, TTL을 지원하는데, 최소 160Mbps를 지원해야 하므로

로 고속프레임 동기가 가능한 LVDS 인터페이스를 사용하였다. 이를 위해 그림4와 같이 프레임 동기 카드에 PC Slot을 제작하여 LVDS port 와 PC Slot을 연결하도록 카드를 수정하였고 PC Slot과 수신기와의 연결을 위한 케이블을 제작하였다. PC쪽 케이블 커넥터는 9 pin D-SUB, SMA로 제작하였다.

2.2 컨버터

고속프레임 동기를 위해 LVDS 인터페이스를 사용하므로 ECL신호를 LVDS로 변환하는 컨버터를 제작하였다. 컨버터는 신호변환과 이중화 시스템에 신호를 동시에 입력하기 위해 신호를 분배하는 역할을 한다. Demodulator의 ECL신호를 입력받기 위해 컨버터에 채널당 4개(Data+, Data-, Clock+, Clock-)의 SMA 커넥터를 입력단자로 설계하고 변환된 LVDS신호를 8개의 SMA 커넥터를 통해 출력되도록 제작하였다. 한 개의 컨버터는 총 2개의 채널 신호를 입력 받고 4개의 채널 신호를 출력하도록 설계하였다. 다목적실용위성3호는 160Mbps로 4채널을 통해 데이터를 다운링크 하므로



그림 5. 제작된 컨버터 외관

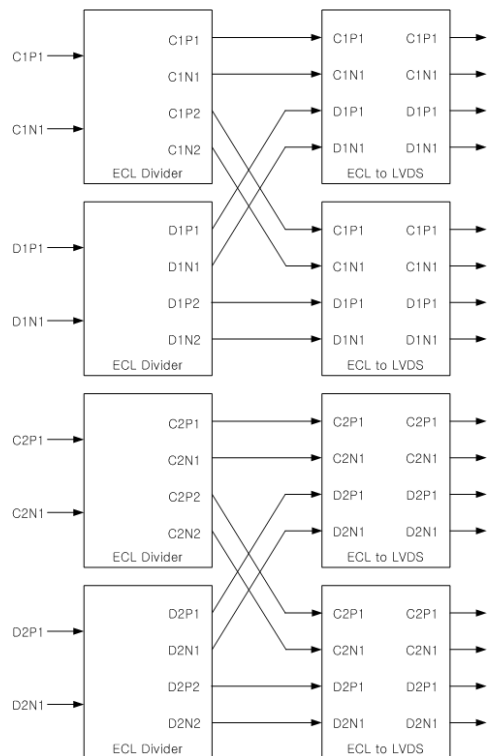


그림 6. 컨버터 내부 케이블 연결

로 총 두 개의 컨버터가 필요하다. 그림5는 제작된 컨버터의 외관으로 랙에 장착하기 위해 1U로 제작하였다. 그림6은 컨버터 내부의 변환기와 분배기의 신호 입출력 도면이다. 2채널의 입력된 ECL신호는 분기되어 4채널의 ECL신호로 출력되고, 분기된 ECL신호는 변환기에 입력되어 4채널의 LVDS 신호로 변환되어 출력된다.

2.3 리시버와 서버

리시버는 일반 Workstation을 사용하였으며, 한 개의 PC 당 두 개의 프레임 동기 카드가 장착된다. 또한 리시버의 안전성과 디스크 입출력 속도를 감안하여 Raid로 구성하고, OS는 MS Window 서버군 을 설치하였다.

3. 소프트웨어 구성

극지에서 운영되는 통합수신시스템은 운영자의 MT 등록을 제외하고 무인으로 365일 자동으로 운영되어야 하며, 촬영영상의 수신 실패 시 촬영계획에 소요된 리소스 (촬영계획 소요시간, 위성 자원 등)의 손실이 상당하므로 무엇보다 안정적으로 운영되어야 한다. 이러한 고려사항을 반영하여 극지에 설치되는 소프트웨어는 안전성을 최우선으로 설계하였다.

소프트웨어는 크게 스발바르에 설치되는 수신 소프트웨어, 트롬소에 설치되는 전송소프트웨어, 한국항공우주연구원에 설치되는 처리소프트웨어로 나뉜다. 스발바르에는 수신 스케줄을 관리하는 KIPS 서버, 수신 상태를 확인할 수 있는 KIPS 클라이언트, 수신을 담당하는 KIPS 리시버와 K2/K3/K5 위성의 수신 공통 모듈을 처리하는 KIPS 리시빙 코어로 크게 네 가지 소프트웨어를 개발하였고, 트롬소의 전송소프트웨어는 압축하여 전송하는 Compressor를 개발하였고, KARI에는 수신데이터를 LOF로 변환 하는 K2/K3/L5 LOFGenerator와 K2 LOF 파일을 L0로 파일로 생성하는 K2L0Generator로 개발하였다. 그림7은 각 시스템의 소프트

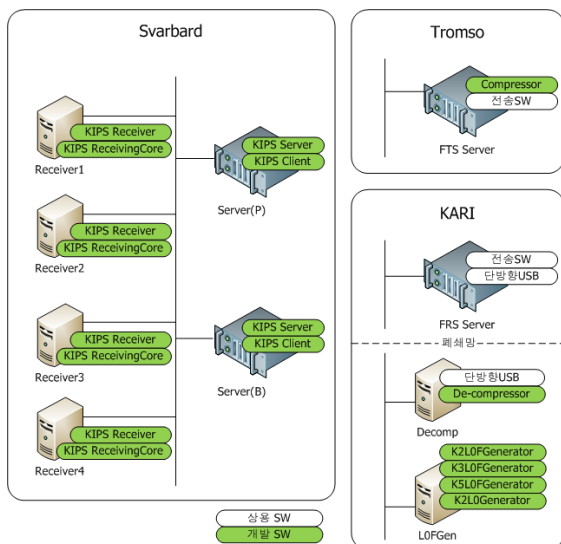


그림 7. 소프트웨어 구성도

웨어 구성을 나타낸다.

3.1 서버측 SW

서버의 소프트웨어는 수신스케줄을 생성하고 수신시스템 전반을 관리하는 KIPS Server와 운영자에게 GUI 기능을 제공하는 KIPS Client로 구성된다. KIPS Server는 입력폴더에 MT파일이 들어오면 각 위성별 MT(Mission Timeline) 파일을 읽어 위성별로 수신스케줄을 생성하여 작업지시서를 리시버에 생성한다. 또한 시스템 모듈을 제어하고 이벤트 로그 및 상태를 관리한다. KIPS Server의 세부 기능은 다음과 같다.

표 1. KIPS Server 기능 구성

기능	세부기능
수신	Mission Timeline 처리
	수신 스케줄 제어
	시스템 모듈 제어
관리	이벤트 로그 관리
	설정 파일 관리
	수신자료 관리
모니터링	Receiver 상태 모니터링
	Client 접속 모니터링
	시간 동기화

KIPS Client는 운영자가 각 위성의 등록된 수신스케줄, 수신 상태, 리시버 상태, 다음 수신까지의 남은 시간 등을 모니터링 하도록 GUI를 제공한다. 또한 수신이 완료된 과거의 수신 상태를 확인하고 수신 실패 데이터를 분석하기 위한 날짜별 수신로그 검색 기능도 제공한다.

3.2 리시버측 SW

리시버 PC에 설치하는 소프트웨어는 장착된 프레임 동기 카드를 제어하고 CADU 데이터를 저장하기 위해 KIPS Receiver와 KIPS ReceivingCore로 구성된다. KIPS Receiver는 각 위성별로 작업지시서를 로드하여 수신시간에 맞춰 ReceivingCore를 호출하고, ReceivingCore는 프레임 동기 카드를 초기화하고, 카드의 수신 시작/종료를 제어하여 데이터를 저장하는 역할을 한다.

다목적실용위성 2호/3호/5호는 각각 최소 수신간격이 다른데, 이는 수신카드 제어와 관련이 있으므로, 각 위성의 최소간격에 따라 수신시작과 종료시간이 달라진다. 표6은 각 위성별 최소 수신 간격은 다음과 같다.

표 2. 각 위성별 최소 수신간격

	최소 수신 간격
다목적실용위성 2호	25초
다목적실용위성 3호	8초
다목적실용위성 5호	4초

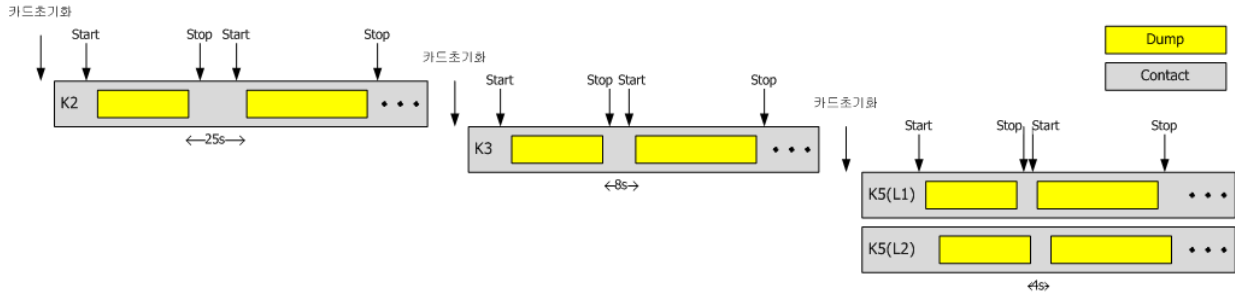


그림 8. 위성별 카드 제어

일반적으로 카드 초기화 및 종료에 시간이 소요되므로 안정적인 데이터 수신을 위해 실제 수신시간 보다 먼저 수신을 시작하고 실제 수신종료 시간보다 늦게 수신을 종료 한다. 다목적실용위성 5호의 경우 최소 간격이 4초 이므로 수신을 위한 앞 뒤 여유시간이 2초 이내이다. 이는 프레임 동기 카드에서 제공하는 함수의 실행시간과 관련된다. 현재 프레임 동기 카드의 초기화에 2초가 필요하므로, 매 dump마다 초기화하는 것은 불가능하므로 한 contact에서 카드 초기화는 1회만 실행하고, dump 시작과 종료 시 start/stop 함수를 사용하여 수신 데이터를 저장하였다. 각 위성별 카드 제어는 그림8과 같다.

3.3 LOF생성기

K2/K3/K5 LOFGenerator는 스발바르에서 저장한 bypass 데이터를 LOF파일 포맷으로 변환하는 소프트웨어이다. bypass 데이터는 그림9와 같이 매 프레임마다 전송되는 CADU 데이터를 순차적으로 저장한 파일이다. CADU 데이터를 De-randomization을 수행하고 RS-decoding을 수행하여 SourcePacket을 추출하고 위성별로 스펙에 맞게 LOF파일로 저장한다. CADU 데이터는 ASM을 제외한 모든 데이터가 randomize 되어 있어 CCSDS에서 권장하는 Psuedo-randomizer 알고리즘에 의해 생성된 sequence를 입력된 데이터와 XOR 연산을 수행하여 De-randomize를 수행

하였다. 다음으로 ASM과 헤더 정보를 제외한 모든 데이터는 오류 정정을 위해 RS(255,223)를 사용하였다.

K3/K5의 경우 LOF파일이 처리시스템의 입력 파일 포맷이고, K2는 LO파일이 처리시스템의 입력파일이므로 K2LOGenerator가 K2 LOF를 LO로 변환하였다.

3.4 전송 및 압축

스발바르에서 수신 받은 데이터는 Compressor를 통해 압축되어 압축되어 항우연으로 전송되는데, 수신 데이터 용량이 큰 경우 압축을 위한 대기시간이 길어지므로, 빠르게 전송하기 위해 1G씩 분할 압축하여 한다. 전송이 완료되었다는 이벤트를 받으면 De-compressor가 자동으로 압축을 해제하여 위성별로 구분하여 LOFGenerator의 입력폴더로 복사한다.

4. 시험

일반적인 수신시스템은 위성이 발사되기 전에 개발이 완료되므로, 실제 위성에서 전송된 데이터를 통해 수신시험을 수행할 수 없다. 그러나 위성의 수신호름을 그대로 모사해주는 시스템을 통해 운영환경과 유사한 환경에서 시스템의 성능에 대한 검증을 수행한다. 개발된 극지 통합수신시스템은 수신시험 성공의 확률을 높이기 위하여 표3과 같이 하드웨어의 각 모듈을 시험하는 단위시험과 실제운영과 같은 환경에서 소프트웨어의 기능을 확인하는 기능시험, 실제 위성에서 데이터를 수신하는 운영시험으로 나누어 단계적으로 시험을 수행하였다.

표 3. 단계별 시험 내용

시험단계	시험내용	
단위	1	ECL케이블 테스트
	2	LVDS케이블 테스트
	3	컨버터 테스트
기능	4	프레임 동기카드 테스트
	5	DTC+HDR 테스트
운영	6	수신테스트

4.1 단위 시험

단위 시험에서는 수신시스템에 사용되는 모든 장치를 대

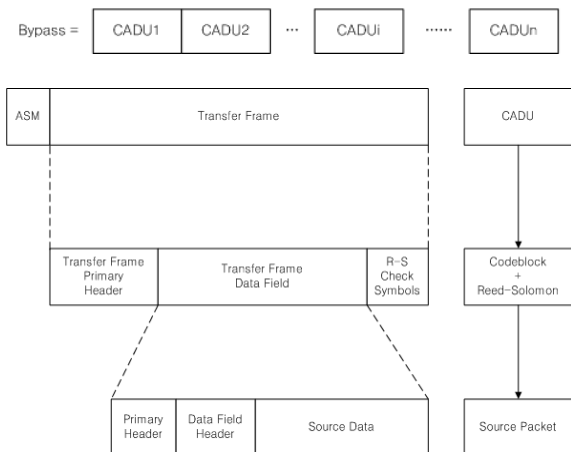


그림 9. X-Band Downlink Data Structure

상으로 BER(Bit Error Rate)시험을 수행하였다.

그림 9와 같이 Phase1에서는 시스템에서 사용하는 모든 ECL 케이블에 대해 Bit Analyzer를 사용하여 300Mbps로 ECL신호를 케이블에 입력하여 BER시험을 수행하였다. Phase2에서는 컨버터와 프레임 동기 카드를 연결하는 LVDS 케이블에 대해 Bit Analyzer에서 LVDS신호를 입력하고 LVDS 신호로 입력받아 BER시험을 수행하였다. 이때 LVDS 케이블의 한쪽 인터페이스는 D-Sub 이므로 검증이 완료된 테스트용 D-Sub 케이블을 연결하여 시험을 수행하였다. Phase3에서는 컨버터를 시험하기 위해 Phase1에서 검증이 완료된 ECL케이블을 컨버터와 연결하여 Bit Analyzer에서 ECL 신호를 출력하고 LVDS 신호를 입력받아 BER시험을 수행하였다. BER시험은 20분간 10회 수행되었으며, 케이블이 길수록 에러가 발생할 확률이 높아지므로 설치된 장소의 환경에 이해가 선행되어야 한다.

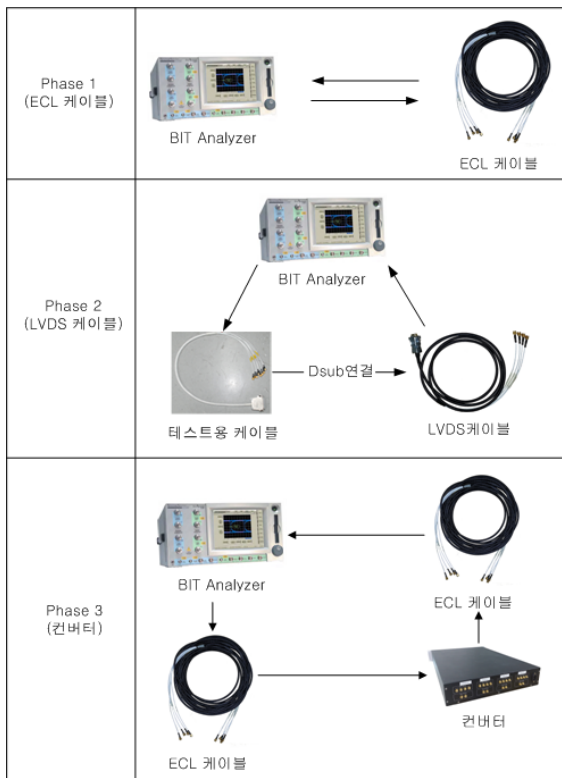


그림 10. 단위시험 환경

4.2 기능 및 운용 시험

프레임 동기 카드와 소프트웨어의 기능을 테스트하기 위해 DTC(Data Transmit Card)가 장착된 DTS(Data Transmit System)를 사용하였다. DTS는 위성을 모사하는 시뮬레이션 PC로 상용 Demodulator의 출력과 동일한 ECL 방식을 사용한다. DTS를 사용함으로써 수신 스케줄에 관계없이 수신 모의 테스트를 진행할 수 있으므로 DTS의 구축이 무엇보다 중요하다. Phase4에서는 DTS의 입력으로 사용되는 다목적실용위성 2호/3호/5호의 모의 데이터를 제작

하였고, DTS에서 이 데이터를 읽어 ECL로 출력하여 프레임 동기 카드 테스트를 수행하였다.

Phase5에서는 DTS를 HDR에 연결하여 소프트웨어 기능 테스트를 수행하였다. DTS의 출력 신호를 Demodulator의 입력으로 사용하여 실제수신과 동일한 환경 하에 모든 소프트웨어의 기능시험을 수행하였다. 마지막으로 Phase6에서는 실제 안테나의 RF 케이블과 HDR과 연결하여 수신 테스트를 수행하고, 수신 데이터를 LOF로 생성하여 처리시스템으로 처리한 후 KGS(Korea Ground System)에서 수신 받은 데이터와 바이너리 비교하여 운영 테스트를 수행하였다. 위에서 설명한 바와 같이 총 여섯 단계의 시험절차를 거쳐 시스템의 무결성을 검증하였다.

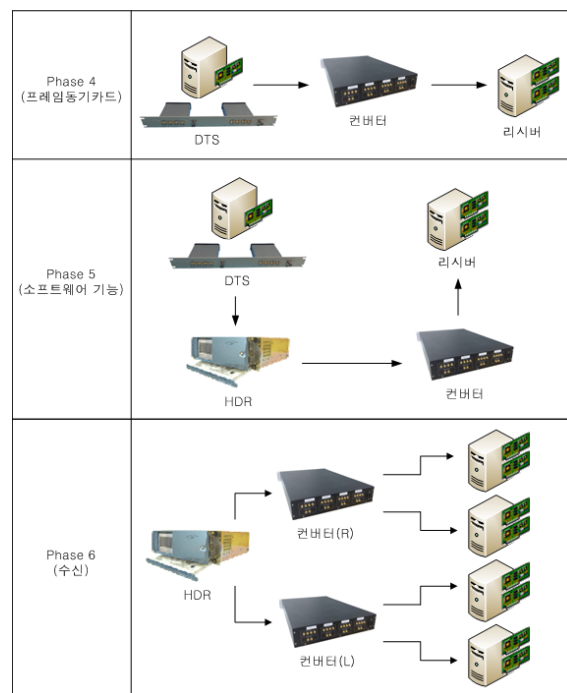


그림 11. 기능 및 운영시험 환경

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 한국항공우주연구원과 국내 개발업체와 함께 개발한 극지 수신통합시스템의 설계 및 개발에 대하여 설명하고, 전체 개발과정을 소개하였다. 개발된 극지 통합수신시스템은 다년간의 극지 수신소의 운영개념을 바탕으로 24시간 안정적인 운영이 가능하고, 유지보수가 적합하도록 설계하였으며, 특히 다양한 시험을 통하여 안정적으로 동작함을 검증하였다.

개발된 극지통합수신시스템은 이중화된 최소한의 장비를 사용하여 다중위성에 대한 데이터 수신이 가능하도록 설계되어 극지에서 추가적인 위성 운영이 요구될 때 장비 도입 없이 기존 시스템에 소프트웨어 모듈만을 추가함으로써 원

격지에서도 위성이 추가되도록 업데이트가 가능하도록 개선 시켰다. 또한 해외대상국의 다목적실용위성 수신시스템 구축 시 개발된 극지 통합수신시스템의 시스템 아키텍처 및 개발과정을 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박준용, 김상일, 최은정, 정성근, 최육현, “CCSDS 기반의 실시간 위성 통신 시스템 개발” 한국항공우주학회, pp. 1541-1545, 2007.
- [2] “Telemetry Channel Coding”, CCSDS 101.0-B-4, 1999.
- [3] “Packet Telemetry”, CCSDS 102.0-B-5, 2000.
- [4] 서인호, 김병준, 이종주, 광성우, “과학기술위성3호의 X-대역 하향링크를 위한 RS(255,223) 코드 설계 및 성능분석, 한국항공우주학회, 제38권 2호, pp. 195-199, 2010
- [5] 김지영, 채태병, “다목적실용위성 3호 극지수신운영개념 소개” 한국지리정보학회, pp. 554-555, 2013.
- [6] 전정남, 김지영, 채태병, “극지수신시스템 운영을 위한 다중위성 수신 스케줄링”, pp. 556-557, 2013.

저자

김 지 영(Jiyoung Kim)



- 2001년 2월 : 전남대학교 자원공학과 학사졸업
- 2003년 8월 : 전남대학교 지구시스템 공학과 공학석사
- 2003년 ~ 2005년 : (주)우대칼스 기술팀
- 2005년 ~ 2007년 : (주)한국공간정보통신
- 2007년 ~ 2012년 : (주)픽소니어 기술연구소 차장
- 2012년 ~ 현재 : 한국항공우주연구원 선임연구원
- <관심분야> : 위성영상처리, 위성영상수신, 소프트웨어 및 시스템 설계/개발

정회원

서 정 원(Jung-won Seo)



- 2009년 2월 : 동국대학교 정보통신공학과 학사졸업
- 2012년 2월 : 동국대학교 공학석사
- 2012년 ~ 2014년 1월 : 카스타부설연구소 연구원
- 2014년 ~ 현재 : 한국항공우주연구원 연구원

<관심분야> : 이동/위성통신, Cognitive Radio

채 태 병(Taeyeong Chae)



- 1993년 2월 : 단국대학교 전자공학과 학사졸업
- 1995년 2월 : 단국대학교 전자공학과 공학석사
- 2010년 8월 : 충남대학교 전자공학과 공학박사
- 1995년 ~ 현재 : 한국항공우주연구원 위성활용진흥팀 팀장