

저궤도위성 원격측정 데이터 다운링크 관리

채동석*, 양승은*, 천이진*

Telemetry Data Downlink Management of Low Earth Orbit Satellite

Dongseok Chae*, Seung-Eun Yang*, Yee-Jin Cheon*

요 약

저궤도 위성은 지상과 교신할 수 있는 시간이 매우 제한되어 있으므로 위성에서 생성되는 모든 원격측정 데이터는 위성의 대용량 메모리에 저장되고 지상과 교신할 수 있는 시간에 지상으로 전송된다. 원격측정 데이터 전송은 실시간 데이터 프레임 및 대용량 메모리에 저장된 데이터 프레임을 지상으로 전송하는 것으로 실시간 데이터만을 전송하는 실시간 전송모드가 있고, 실시간 및 대용량 메모리에 저장되어 있는 플레이백 데이터를 포함한 플레이백 모드가 있다. 그리고 데이터 전송속도에 따라서 저속 전송모드와 고속 전송모드로 구분할 수 있다. 본 논문은 저궤도위성 원격측정 데이터 지상전송 관리 방식에 대한 것으로 한국항공우주연구원에서 개발된 저궤도위성의 다운링크 인터페이스 및 탑재소프트웨어의 구조에 대해서 간략히 소개하고, 위성에서 생성되는 원격측정 데이터 저장방식, 실시간 및 플레이백 데이터 지상 전송방식, 다운링크 채널 및 전송속도 제어방식 등에 대해서 기술한다.

Key Words : telemetry, downlink, playback, mass memory, flight software, LEO satellite

ABSTRACT

Because LEO (Low Earth Orbit) satellite has very limited contact time between satellite and ground station, all telemetry data generated on satellite are stored in a mass memory and transmitted to the ground during the contact time. There are two downlink modes, real-time mode and playback mode. Only real-time data frames are transmitted to the ground in real-time mode, real-time and playback data frames stored into mass memory are transmitted to the ground in playback mode. In accordance with the data transmission rate, there are two downlink rates, low downlink rate and high downlink rate. This paper briefly introduces downlink interfaces and flight software of a LEO satellite developed in KARI. And it presents the telemetry storage method, real-time and playback downlink management method, and downlink channel and rate control method.

I. 서 론

저궤도 위성은 지상과 교신할 수 있는 시간이 매우 제한되어 있으므로 저궤도 위성에서 생성되는 모든 원격측정 데이터는 위성의 대용량 메모리에 저장되고 지상과 교신할 수 있는 시간에 지상으로 전송된다. 본 논문은 저궤도위성 원격측정 데이터 지상전송 방식에 대한 것으로 다운링크 인터페이스, 원격측정 데이터 저장방식, 실시간 및 플레이백 데이터 지상 전송방식, 다운링크 채널 및 전송속도 제어방식 등에 대해서 기술한다.

원격측정 데이터 수집 및 포맷, 데이터 저장 및 지상 전송 제어는 탑재컴퓨터 및 탑재컴퓨터(OBC, On-Board Computer)에 내장된 탑재소프트웨어 기능에 의해 수행되고,

통신 중계기를 거쳐 지상으로 전송된다. 한국항공우주연구원에서 개발된 저궤도위성의 탑재컴퓨터는 탑재소프트웨어 구동환경과 1553B, UART, Space-wire 등의 통신 인터페이스를 제공하는 PM (Processor Module), 지상으로부터 수신된 원격명령 데이터를 수신하여 PM에서 처리할 수 있도록 저장하고 PM으로부터 원격측정 데이터를 수신하여 대용량 메모리에 저장하거나 지상으로 전송하는 기능을 수행하는 TCTM (Tele-command and Telemetry Module), 위성체 각 서브시스템과 인터페이스를 수행하는 BIOM (Bus I/O Module), 탑재체 각 서브시스템과 인터페이스를 수행하는 PIOM (Payload I/O Module), 전력변환기 (Power Converter) 등으로 구성된다[1][2].

그림 1은 원격측정 데이터 다운링크 인터페이스를 나타낸

*한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성분체실 위성비행소프트웨어팀 (dschae@kari.re.kr, seyang@kari.re.kr, yjcheon@kari.re.kr)
 접수일자 : 2013년 11월 20일, 수정완료일자 : 2013년 12월 17일, 최종 게재확정일자 : 2013년 12월 18일

것이다. 두 개의 TCTM 모듈은 두 개의 PM 모듈과 각각 연결될 수 있도록 Space-wire[3]를 통하여 교차 연결되어 있고, PM 모듈은 한 순간에 한 모듈만 동작되는 반면, TCTM 모듈은 Hot-Redundancy로 동작된다. PM에서 생성된 원격 측정 데이터는 MMU (Mass Memory Management Unit)으로 전송되고, MMU에서 TMU (Telemetry Management Unit)으로 전송하거나 대용량 메모리 (Mass Memory)에 저장한다. TMU는 MMU로부터 전송받은 원격측정 데이터를 중계기를 통해 지상으로 전송한다. 대용량 메모리는 두 개의 모듈로 구성되어 있는데, 각 TCTM에 한 모듈씩 포함되어 있다. PM에서는 두 개의 TCTM에 있는 대용량 메모리에 접근할 수 있지만, MMU에서는 각 TCTM에 포함된 대용량 메모리만 접근할 수 있다.

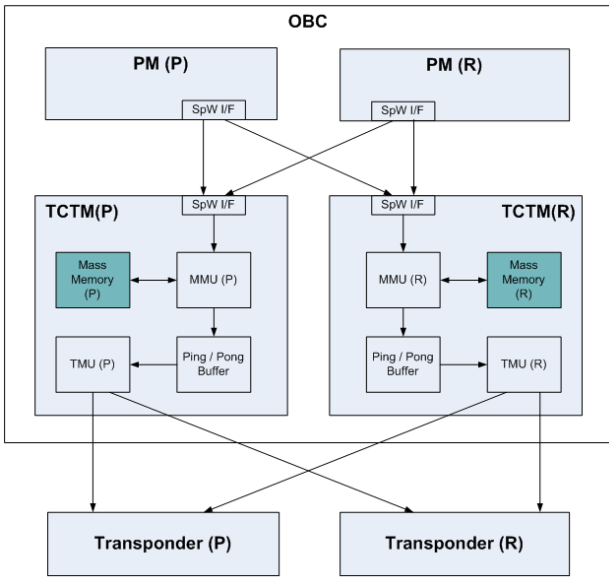


그림 1. 원격측정 데이터 다운링크 인터페이스

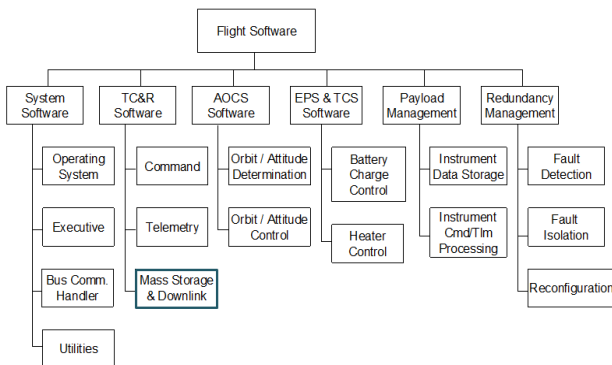


그림 2. 탑재소프트웨어 계층구조

그림 2는 탑재컴퓨터 프로세서 모듈 (PM)에 탑재된 탑재 소프트웨어 계층구조를 나타낸 것이다. 탑재소프트웨어는 기능은 크게 6개의 소프트웨어로 구분할 수 있고, 각 소프트웨어의 기능을 요약하면 다음과 같다.

- 시스템 (System) 소프트웨어: 프로세서 및 각 입출력

장치들을 제어하고 소프트웨어를 전체적으로 구동시키는 기능으로 프로세서 및 시스템 초기화, 운영체제와 연동한 task 스케줄링, 각종 입출력 제어 및 유틸리티 기능을 제공한다.

- TC&R (Telemetry, Command and Ranging) 소프트웨어: 지상으로부터 전송되는 실시간 또는 저장명령을 수신하고 처리하는 기능, 위성에서 생성되는 각종 원격측정 데이터를 수집하여 포맷하여 저장하고, 지상으로 전송하는 기능을 수행한다.
- AOCS (Attitude and Orbit Control Subsystem) 소프트웨어: 위성의 자세 및 위치를 제어하는 기능으로 자이로, 별 추적기, GPS 등의 센서 데이터를 처리하여 위성의 자세 및 위치를 판단하고 요구되는 자세와 위치를 갖도록 제어하는 기능을 수행한다.
- EPS (Electronic Power Subsystem) & TCS (Thermal Control Subsystem) 소프트웨어: 전력 및 열 제어를 수행하는 것으로 배터리 충전상태를 모니터링하고 제어하며, 위성의 각 부위별 온도에 따른 히터 제어를 수행한다.
- 탑재체 관리 (Payload Management) 소프트웨어: 탑재체로 지상명령을 전송하거나, 탑재체로부터 수신되는 원격측정 데이터를 수집하여 지상으로 전송한다. 탑재체 상태를 모니터링하여 상태에 따라 요구되는 명령 절차 수행한다.
- 잉여관리 (Redundancy Management) 소프트웨어: 위성의 상태를 모니터링하고, 이상상태가 발생했을 때, 상황에 따라 위성의 주/부 유닛들을 선택하여 위성이 안전하게 동작할 수 있도록 제어하는 기능을 수행한다.

대용량 메모리 및 다운링크 관리 (Mass Storage and Downlink) 소프트웨어는 TC&R 소프트웨어에 포함되는 하나의 컴포넌트로서 원격측정 데이터가 저장되는 대용량 메모리를 관리하고, 대용량 메모리에 원격측정 데이터를 저장하고, 위성에서 생성되는 실시간 원격측정 데이터와 대용량 메모리에 저장된 데이터를 지상으로 전송하는 등의 기능을 전체적으로 관리하고 제어한다.

II. 원격측정 데이터 저장

위성에서 생성되는 모든 원격측정 데이터는 대용량 메모리에 저장되는데, 그림 3은 대용량 메모리 데이터 구조를 나타낸 것이다[4]. 대용량 메모리는 각각이 2Gbits 데이터 저장 영역을 메모리 모듈이 각 TCTM에 포함되어 총 2개의 모듈로 구성된다. 각 모듈은 128Kbytes 단위의 메모리 블록(페이지)으로 구분 관리된다. 정상운영 시 하나의 모듈 (Primary) 만을 사용하고, 사용 중인 모듈에 문제가 발생했거나 기타 필요 시 다른 모듈 (Redundant)을 사용하거나 두 개의 모듈

을 동시에 사용할 수도 있다. 우주환경에서 발생할 수 있는 단일오류 (Single Event Upset)를 해결하기 위하여 EDAC (Error Detection and Correction) 회로가 내장되어 단일오류를 감지하고 정정할 수 있도록 되어 있다. 오류가 누적되어 정정이 불가능한 상태가 되지 않도록 하기 위하여 메모리 스크리빙 (Scrubbing)을 수행하는데 사용되는 모든 페이지에 대해서는 백그라운드 타스크에 의한 메모리 스크리빙이 계속적으로 수행되고, 각 페이지 상태는 페이지 상태 테이블에 저장된다. 페이지 상태가 불량인 경우 해당 페이지는 더 이상 원격측정 데이터 저장에 사용되지 않는다.

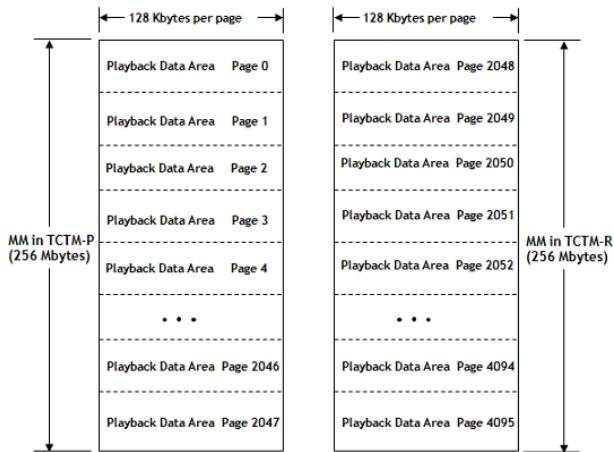


그림 3. 대용량 메모리 데이터 구조

대용량 메모리 페이지 구조는 다음 그림 4와 같다. 위성에서 수집된 모든 원격측정 데이터는 220bytes 크기의 VCDU(Virtual Channel Data Unit)[5] 프레임으로 포맷되어 저장되는데, 한 개의 페이지에는 총 595개의 프레임이 저장된다.

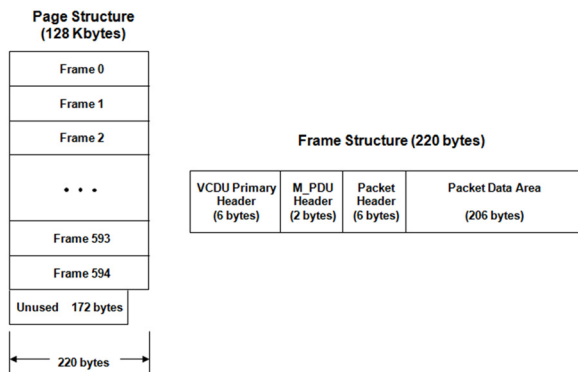


그림 4. 대용량 메모리 페이지 구조

원격측정 데이터 프레임 타입은 다음 표 1과 같다. 실시간 SOH (State of Health) 프레임은 위성의 대용량 메모리에 저장되는 동시에 지상으로 전송되고, 비실시간 (Storage-only) SOH 프레임은 대용량 메모리에 저장되었다가 플레이백 모드에서 실시간 데이터와 함께 전송된다.

표 1. 원격측정 데이터 프레임 종류

구분	프레임 수	저장주기(초)
실시간	SOH 4	1
비실시간 (Storage-Only)	SOH 5	1
	POD 1	1
	PAD 4	1
	PLD SOH1 5	1
	PLD SOH2 4	24
	PLD SOH3 3	24
	PLD SOH4 3	64

기본적으로 2개의 실시간 SOH VCDU 프레임은 항상 지상으로 전송되는 동시에 대용량 메모리에 저장되고, 지상명령에 따라 2개의 실시간 SOH 프레임을 추가적으로 선택할 수 있다. 비실시간 SOH 프레임 및 POD (Precision Orbit Determination), PAD (Precision Attitude Determination), Payload 등의 데이터 프레임들도 지상명령에 따라 선택적으로 저장할 수 있다. 원격측정 데이터 프레임은 종류와 관계없이 생성된 순서대로 대용량 메모리에 저장되는데, 현재 생성된 데이터 프레임이 기록될 위치를 나타내는 CWP (Current Write pointer) 가 가리키는 위치에 저장하게 된다. 페이지가 변경되는 경우 페이지 상태 테이블을 검색하여 가용한 다음 페이지를 찾아 데이터를 기록해 나간다. 대용량 메모리 마지막 페이지까지 저장된 이후에는 다시 처음부터 기록한다. 새로 생성된 데이터를 저장하려는 곳에 저장된 데이터가 아직 지상으로 전송되지 않았을 때는 대용량 메모리가 가득 채워진 (Full) 상태인데, 이 경우에는 더 이상 해당 모듈에는 데이터 프레임을 기록하지 않고, 사용되지 않은 다른 메모리 모듈이 가용할 경우, 다른 모듈로 변경하여 데이터 프레임을 계속적으로 기록할 수 있도록 되어 있다. 두 개의 대용량 메모리 모듈을 동시에 사용 중에 Full이 발생한 경우에는 더 이상 데이터 저장은 할 수 없고 실시간 SOH 프레임에 대한 지상 전송만 가능하다.

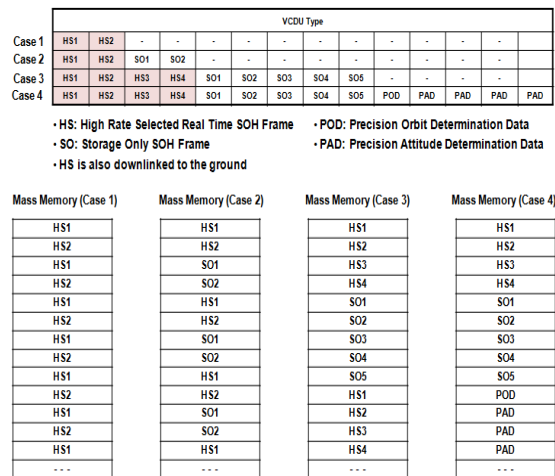


그림 5. 원격측정 데이터 저장

그림 5는 원격측정 데이터 프레임이 대용량 메모리에 저

장되는 경우의 예를 각 Case별로 나타낸 것이다. 2~4개의 실시간 SOH 프레임이 저장되면서 지상으로 전송되고, 최대 5개의 비실시간(Storage only) SOH 프레임들이 저장될 수 있다. 그리고 추가적으로 지상명령에 따라 POD, PAD 및 Payload 관련 프레임들이 저장될 수 있다.

Ⅲ. 다운링크 관리

1. 다운링크 모드

원격측정 데이터 전송은 실시간 데이터 프레임 및 대용량 메모리에 저장된 데이터 프레임들을 지상으로 전송하는 것으로 원격측정 데이터 전송모드는 위성에서 지상으로 전송되는 데이터 전송속도에 따라 저속(4096bps) 전송모드와 고속(1.5625Mbps) 전송모드가 있다. 저속 전송모드는 시스템 초기화 과정이나 안전모드에서 운용중일 때 주로 사용되고 기타의 경우에는 대부분 고속 전송모드가 사용된다. 탑재 소프트웨어에서 VCDU 프레임으로 포맷된 원격측정 데이터가 지상으로 전송될 때에는 각 VCDU 프레임에 동기패턴(Sync Pattern) 및 RS (Reed Solomon) 코드가 포함된 256bytes 크기의 CADU (Channel Access Data Unit) 형식으로 전송된다. 저속 전송모드에서는 최대 2개의 실시간 데이터 프레임이 전송될 수 있고, 고속 전송모드에서는 762개의 데이터 프레임이 전송될 수 있다. 프레임 전송 방식에 따라서는 실시간 전송 모드 및 플레이백 모드로 구분된다. 실시간 전송 모드는 위성에서 매초마다 생성되는 실시간 SOH 데이터 프레임만을 실시간으로 지상 전송하는 것을 말하고, 플레이백 모드는 실시간 SOH 데이터 프레임 및 위성의 대용량 메모리에 저장된 데이터를 동시에 전송하는 것을 말한다. 기본적으로 실시간 전송모드로 운용되고, 플레이백 모드는 지상 명령에 의해서 수행된다. 그리고 플레이백이 종료되면 자동적으로 실시간 전송 모드로 바뀌게 된다. 하드웨어 전송 속도가 저속 전송모드인 경우에는 실시간 전송모드만 사용할 수 있고, 매초 2개의 실시간 SOH 프레임이 전송된다. 하드웨어 전송 속도가 고속 전송모드인 경우에는 실시간 전송모드인 경우 매초 최대 4개의 실시간 SOH 프레임이 전송되고, 플레이백 모드인 경우에는 최대 4개의 실시간 SOH 프레임과 대용량 메모리에 저장되어 있는 데이터 프레임이 동시에 전송되는데, 전체적으로 762개의 프레임이 매초 전송된다.

그림 6은 플레이백을 수행할 경우, 실시간 SOH 프레임과 대용량 메모리에 저장된 데이터 프레임들이 전송되는 예를 나타낸 것이다. 실시간 SOH 프레임이 2개일 경우, 760개의 저장된 프레임들이 전송되고, 실시간 SOH 프레임이 4개일 경우, 758개의 저장된 프레임들이 전송된다. 플레이백이 수행되지 않는 실시간 전송모드의 경우에는 플레이백 영역이 임의의 데이터 패턴(Fill Pattern)으로 대체된다. 대용량 메모리의 일부 페이지 상태가 불량인 경우 해당 페이지는 데이

터 프레임 저장에는 사용되지 않지만, 지상 전송의 경우에는 지상명령에 따라 플레이백 데이터에 포함할 수도 있고, 제외할 수도 있다.

		Downlink Frame Sequence			
		1	2	3	4
		5~762			
Case 1		HS1	HS2	PB	PB
Case 2		HS1	HS2	HS3	PB
Case 3		HS1	HS2	HS3	HS4
Case 4		HS1	HS2	HS3	HS4

- HS : High Rate Selected Real Time SOH Frame, PB : Playback Frame
- 762 frame/sec:
 - Case 1: 2 RT + 760 PB frames (Playback Mode)
 - Case 2: 3 RT + 759 PB frames (Playback Mode)
 - Case 3: 4 RT + 758 PB frames (Playback Mode)
 - Case 4: 4 RT + Fill Patterns (Real Time Mode)
- PB is replaced by fill pattern if PB mode is not selected

그림 6. 데이터 프레임 전송 예

2. 다운링크 절차

플레이백을 수행하기 위한 명령은 대용량 메모리에서 마지막으로 전송된 위치를 가리키는 ELP (End of Last Playback Pointer)로부터 현재 새로운 데이터 프레임이 기록된 위치(CWP)까지 전송하는 플레이백 명령이 있고, 대용량 메모리 특정 시작 위치로부터 새로운 데이터 프레임이 기록된 위치까지 전송하는 명령, 특정 시작 위치와 종료 위치를 지정하는 명령, 그리고 현재 사용되는 대용량 메모리 전체 영역을 전송하는 명령이 있다. 그리고 플레이백 수행 이후에 ELP를 변경하기 위한 ELP 업데이트 명령이 있다. ECP (End of Current Playback Pointer)는 플레이백이 수행되고 있는 메모리 위치를 가리키는데, 플레이백이 종료된 이후에는 종료된 위치를 가리키게 되고, ELP 업데이트 명령이 오면 ELP 값이 ECP 값으로 변경된다. 플레이백 정지 명령은 플레이백 수행 중 언제든지 보낼 수 있으며, 플레이백 정지 명령을 받으면 플레이백이 바로 종료되고, 실시간 전송모드로 변경된다. 플레이백 정지 명령은 교신 시간이 짧아 플레이백을 다 받을 수 없는 상황에서 전체 플레이백 데이터 중에서 일부를 나누어 받는 경우에 사용할 수 있다.

정상적으로 운영될 경우에는 ELP로부터 현재 새로운 데이터 프레임이 기록된 위치까지 전송하는 플레이백 명령을 통해 새로 저장된 데이터 프레임을 지상으로 전송하고, ELP 변경 명령을 수행한 후, 다음에 다시 ELP로부터 현재 새로운 데이터 프레임이 기록된 위치까지 전송하는 플레이백 명령을 보내는 방식으로 수행하면 된다. 기본적으로 플레이백 명령은 현재 사용 중인 모듈에 대해서만 수행할 수 있는데 특정 시작 위치와 종료 위치를 지정하는 명령은 메모리 사용 여부에 관계없이 사용할 수 있도록 되어있다. 그래서 선택된 모듈이 Full 되었거나 기타 문제로 다른 모듈을 사용하게 될 경우에 이 명령을 통하여 사용되지 않는 모듈(변경 전 모듈)에 대한 플레이백을 수행하여 저장된 데이터를 수신하여 확인할 수 있다. 플레이백 명령에 따라 대용량 메모리에 저장

된 데이터 프레임을 읽어 RF 시스템을 통하여 지상으로 전송하는 기능은 TCTM 내부 MMU에서 수행되는데, 탑재 소프트웨어에서는 주기적으로 플레이백을 수행할 포인터와 프레임 수를 계산하여 MMU 레지스터를 설정하는 방식으로 전송기능을 제어한다.

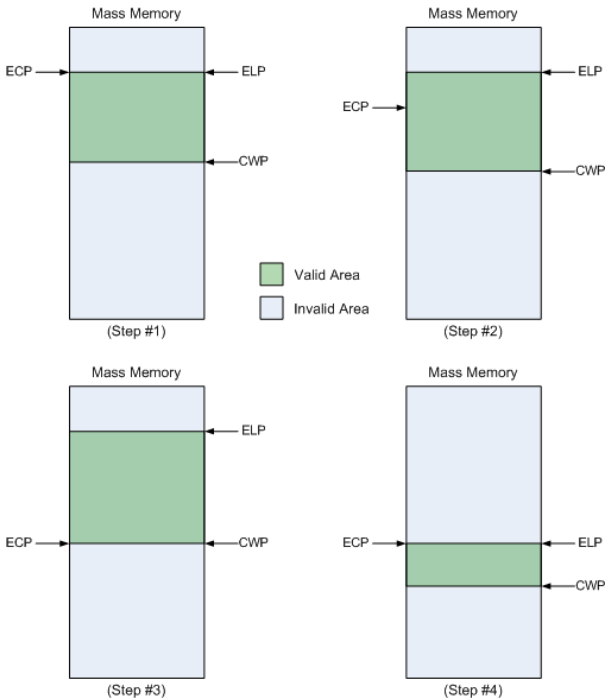


그림 7. 플레이백 절차

그림 7은 정상적인 상황에서 플레이백을 수행하는 절차를 나타낸 것이다. 각 단계별 상태를 정리하면 아래와 같다.

- Step #1 (원격측정 데이터 저장): 원격측정 데이터가 생성되어 대용량 메모리에 저장되는 단계를 나타낸 것으로 데이터 저장에 따라 CWP는 계속적으로 증가하고, ECP, ELP는 변경 없이 일정한 상태이다.
- Step #2 (플레이백 수행): 지상으로부터 플레이백 명령을 받아 플레이백을 수행하는 상태로 ELP는 일정한 상태를 유지하지만, ECP는 플레이백이 진행되면서 증가하게 된다. CWP도 새로운 원격측정 데이터 저장에 따라 계속적으로 증가한다.
- Step #3 (플레이백 종료): 플레이백이 종료되는 시점으로 ECP가 CWP와 만나는 시점이다. 이후 플레이백 종료에 따라 ECP는 더 이상 증가하지 않고 CWP만 새로운 원격측정 데이터 저장에 따라 계속적으로 증가하게 된다.
- Step #4 (ELP 업데이트): 지상에서 플레이백 데이터 확인이 완료되면 ELP 업데이트 명령을 보내고, 이 명령에 따라 ELP 값은 ECP 값으로 변경된다. ELP 변경에 따라 플레이백이 완료된 데이터 영역은 Invalid 영역으로 변경된다. Step #1과 같이 CWP만 새로운 원격측정 데

이터 저장에 따라 증가하게 된다.

3. 다운링크 채널변경

두 개의 TCTM 모듈이 Hot-Redundancy로 동시에 동작하므로 두 개의 다운링크 채널이 항상 가용한 상태지만, 한 순간에 하나의 다운링크 채널만 사용해야 한다. 그리고 두 개의 프로세서와 두 개의 TCTM과는 교차 연결되어 필요에 따라 연결이 되지만, TCTM 내부에 구성되어 있는 TMU, MMU, 대용량 메모리는 TCTM 상호 간에는 교차연결이 되어 있지 않으므로 해당 TCTM에서만 사용할 수 있다. 실시간 모드에서는 실시간 다운링크와 동시에 대용량 메모리에 저장하므로 어느 것이든 하나의 TCTM을 선택하여 사용하면 된다. 기본적으로 시스템 초기화 시에 P-사이드의 TCTM을 선택하여 사용한다. 지상명령에 따라 R-사이드로 변경할 수도 있고, P-사이드에 문제가 있는 경우, 탑재 소프트웨어에 의해 자동적으로 R-사이드의 TCTM을 사용하도록 되어 있다. 그림 8은 다운링크 채널 및 속도 상태천이도를 나타낸 것이다. 두 개의 TCTM이 저속 다운링크 모드, 고속 다운링크 모드를 가질 수 있으므로 총 네 개의 상태가 있고, 각 상태에서 가져야 할 TMU P/R의 다운링크 활성화/비활성(ON/OFF) 상태, 다운링크 전송속도 등을 알 수 있다.

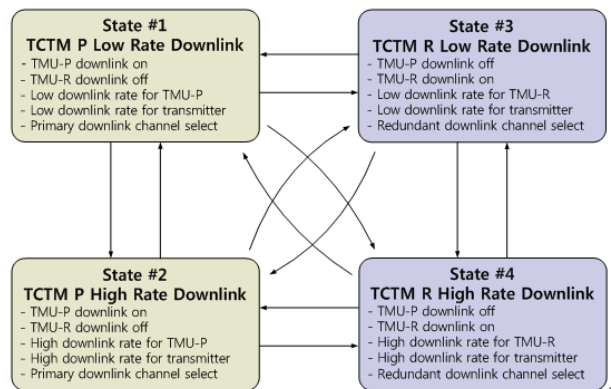


그림 8. 다운링크 채널 및 속도 상태천이도

다운링크 속도를 저속모드에서 고속모드로 변경하거나 저속모드에서 고속모드로 변경하는 절차는 지상명령에 의해서 수행되고, 채널간의 변경은 지상에서 정해진 명령절차에 따라 변경할 수도 있고, 동일한 전송속도에서의 변경은 탑재 소프트웨어에 의해 자동적으로 수행된다. 지상의 관여 없이도 다운링크 기능이 중단되지 않고 연속적으로 수행될 수 있도록 하기 위하여 자동화 기능을 구현한 것으로 특히 두 개의 대용량 메모리를 동시에 사용하는 경우에 자동화 기능으로 다운링크가 중단되지 않고 연속적으로 수행될 수 있도록 한 것이다. 실시간 모드에서는 원격측정 데이터 저장에 사용되는 대용량 메모리가 P->R, 또는 R->P로 변경될 때 다운링크 채널도 해당 메모리를 포함한 TCTM을 사용하도록 자

동 변환된다. 그리고 플레이백 모드에서는 플레이백이 수행되는 시점에 플레이백을 수행하는 대용량 메모리를 포함하고 있는 TCTM을 사용하도록 다운로드 채널이 자동 변환되고, 플레이백을 수행하는 중 대용량 메모리가 변경되는 경우 다운로드 채널도 같이 변경된다. 그리고 플레이백이 종료되면 현재 저장에 사용되는 대용량 메모리를 포함한 TCTM을 사용하도록 자동 변환된다. 저장에 사용되는 대용량 메모리와 플레이백을 수행되고 있는 대용량 메모리가 서로 다른 경우에는 우선 현재 저장에 사용되는 대용량 메모리에 원격측정 데이터를 저장하고, 이후에 플레이백을 수행하도록 제어한다. 실시간 데이터의 경우에도 두 단계로 나누어 먼저 저장에 사용되는 대용량 메모리에 실시간 데이터를 저장하고, 플레이백을 수행하고 있는 채널로 플레이백 데이터와 함께 지상으로 전송한다.

IV. 결 론

본 논문은 한국항공우주연구원에서 개발된 저궤도위성 원격측정 데이터 지상전송 관리 방식에 대한 것으로 저궤도 위성의 다운로드 인터페이스 및 탑재소프트웨어의 구조에 대해서 간략히 소개하였고, 위성에서 생성되는 원격측정 데이터를 저장하는데 사용되는 대용량 메모리의 구조, 원격측정 데이터 저장방식, 실시간 및 플레이백 데이터 지상 전송 방식, 다운로드 채널 및 전송속도 제어방식 등에 대해서 기술하였다. 인공위성의 운영은 전적으로 원격측정 데이터에 의존하고, 원격측정 데이터를 통해서 위성의 상태를 파악하고 필요한 제어를 수행할 수 있다. 저궤도 위성이 지상과 교신할 때 실시간 데이터는 항상 지상으로 전송하여 위성의 상태를 바로 파악 할 수 있도록 운영하고, 주/부 대용량 메모리 및 다운로드 채널을 Hot-Redundancy 로 운영하면서 사용하는 모듈이나 인터페이스에 문제가 있는 경우, 자동적으로 다른 모듈을 사용하도록 하는 자동화 기능이 강화되어 있다. 지상에서는 위성 운영 시 필요한 원격측정 데이터를 실시간으로 보거나 대용량 메모리에 저장하도록 데이터 타입을 선택하고, 플레이백 명령을 통하여 저장된 데이터를 수신하는 기본적인 제어만 수행하면 된다. 본 개발 내용은 위성 개발 기간에 수행된 다양한 시험을 통해서 모든 기능이 정상적으로 동작함을 확인하였고, 실제 위성 운영을 통하여 최종적으로 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Yun Ki Lee, Joo Ho Won, and Sang Kon Lee, "A study of common OBC HW architecture for LEO & GEO satellite", IEICE Technical Report, pp77-83, 2009
 [2] Day-Young Kim, Ki-Ho Kwon, Jong-Wook Choi, Jong-In

Lee, Hak-Jung Kim, "Design of a new on-board computer for the new KOMPSAT-bus", IEEE Aerospace conference, 2005
 [3] ATMEL, SMCS332 User Manual, DIPSAP-II Consortium, 1999.
 [4] 채동석, 양승은, 천이진, "저궤도위성 원격측정 데이터 처리를 위한 대용량 메모리 운용", 항공우주기술 제 11권 제 2호, pp73-79, 2012
 [5] CCSDS 102.0-B-5 Consultative Committee for Space Data Systems Packet Telemetry
 [6] CCSDS 873.0-R-2, Spacedraft onboard interface services - file and packet store services, Draft recommendation for space data system practices, 2011
 [7] Wertz, James R. and Wiley J. Larson, 1999. Space Mission Analysis and Design, Thirdedition, Microcosm Press, Torrance Ca, USA
 [8] Gert Caspersen, TERMA Electronics AS. 1999, Software System Development for Satellite memory Data Handling & Control,

저자

채 동 석(Dongseok Chae)



- 1991년 2월 : 경희대학교 우주과학과 (이학사)
- 2003년 8월 : 충남대학교 컴퓨터과학과(이학석사)
- 1994년~1999년 : 대우중공업
- 1999년~2004년 : 한국항공우주산업
- 2004년~현재 : 한국항공우주연구원

<관심분야> : 비행소프트웨어, 위성 데이터처리

양 승 은(Seung-Eun Yang)



- 2005년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (공학사)
- 2007년 2월: 한국과학기술원 전자공학과 (공학석사)
- 2007년~현재: 한국항공우주연구원

<관심분야> : 위성 비상 운영, 지능 제어

천 이 진(Yee-Jin Cheon)



- 1993년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1995년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2010년 1월 : KAIST 전기 및 전자공학 (공학박사)
- 1995년~현재 : 한국항공우주연구원

<관심분야> 비선형 제어, 실시간 제어, 비선형 추정