

# KOMPSAT-2 지상 전송관리 소프트웨어 및 전송 제어절차

채동석<sup>o</sup> 이종인  
 한국항공우주연구원 위성전자그룹  
 {dschae<sup>o</sup>, jilee}@kari.re.kr

## KOMPSAT-2 Downlink Management S/W and Downlink Control Procedure

Dong-Seok Chae<sup>o</sup> Jong-In Lee  
 Satellite Electronics Dept., Korea Aerospace Research Institute

### 요 약

저궤도 위성은 고도가 낮아 하루에도 지구주위를 여러 번 회전해야 하고 주로 극궤도로 운영되므로 지상국과 접촉할 수 있는 시간에 상당한 제약을 가진다. 따라서 저궤도 위성의 경우 대부분의 시간을 지상의 모니터링이나 제어 없이 스스로 임무수행에 필요한 기능을 유지하면서 위성에서 생성되는 각종 데이터를 저장해 두었다가, 다음 번 지상과의 접촉에서 위성의 실시간 상태정보 및 저장된 데이터들을 지상으로 송신하고 수행해야 할 임무를 지상명령으로 수신하는 과정을 통해서 운영된다. 본 논문은 국내 대표적인 저궤도 위성인 다목적실용위성 2호의 비행소프트웨어에서 위성의 실시간 상태정보 및 대용량 메모리에 저장된 데이터를 지상으로 전송하기 위한 전송제어 소프트웨어 및 전송 제어절차에 대해서 서술하였다.

### 1. 서 론

저궤도 위성은 지상국과 접촉할 수 있는 시간이 제한되어 있으므로 위성에서 생성되는 각종 데이터를 저장해 두었다가 지상국과의 접촉 시 위성의 실시간 상태정보 및 저장된 데이터들을 지상으로 송신하고 수행해야 할 임무를 지상명령으로 수신하는 과정을 통해서 운영된다. 본 논문은 국내 대표적인 저궤도 위성인 다목적실용위성 2호(KOMPSAT-2)의 비행소프트웨어에서 실시간 상태정보 및 저장된 데이터들을 지상으로 전송하기 위한 전송제어 소프트웨어 및 지상전송 절차에 대해서 서술하였다.

80386 CPU, EDAC-protected SRAM, EEPROM, 1553B I/F 등으로 구성된다. 컴퓨터 간에는 MIL-STD-1553B 데이터 버스로 연결되며 OBC가 BC (Bus Controller)로 동작한다[1].

세 개의 컴퓨터에 분산 탑재되는 비행소프트웨어는 OBC, RDU, ECU, 세 개의 CSCI (Computer Software Configuration Item)로 구성되는데, OBC가 전체적으로 지상과의 통신을 담당하는 것으로 지상으로부터 원격명령을 수신하여 RDU, ECU 각 탑재체에 분배한다[2]. 그리고 이들로부터 수집된 원격측정 데이터를 포맷하고[3], 대용량 메모리에 저장하며, 실시간 데이터 및 저장된 데이터를 지상으로 송신하는 기능을 수행한다.

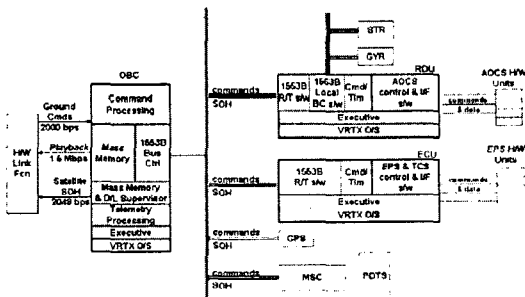


그림 1. 다목적실용위성 2호 비행소프트웨어 접속

다목적실용위성 2호의 탑재컴퓨터는 그림 1과 같이 지상과의 통신 및 탑재체 관리를 수행하는 OBC (On-Board Computer)와 위성의 자세를 제어하는 RDU (Remote Drive Unit), 위성 전력 및 열 제어를 담당하는 ECU(EPS Control Unit)으로 구성된다. 각 컴퓨터는

### 2. 지상 전송관리 소프트웨어

지상 전송관리 소프트웨어 위성에서 생성되는 각종 데이터가 지상으로 전송될 수 있도록 제어하는 기능을 수행하는 것으로 지상전송 모드 제어, 각종 Playback 명령 수행, Playback 관련 포인터 관리 등의 기능을 수행한다.

지상전송 모드에는 실시간 전송 모드 및 Playback 모드가 있다. 실시간 전송 모드는 위성에서 매초마다 생성되는 위성의 상태 데이터를 실시간으로 지상으로 전송하는 기능을 수행하는 모드를 말하고, Playback 모드는 실시간 데이터 및 위성의 대용량 메모리에 저장된 데이터를 동시에 전송하는 기능을 수행하는 모드를 말한다. Playback 모드는 지상 명령에 의해서 수행되고, Playback이 종료되면 자동적으로 실시간 전송 모드로 바뀌게 된다.

#### 2.1 대용량 메모리 데이터 구조

그림 2는 대용량 메모리의 데이터 구조를 나타내는 것으로

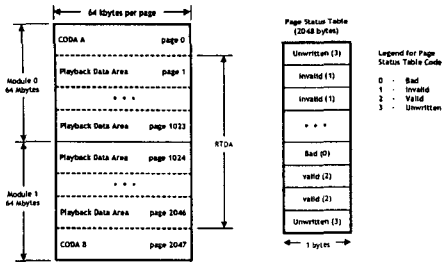


그림 2. 대용량 메모리 데이터 구조

64Mbytes 용량의 2개 메모리 모듈로 구성되며 64Kbytes 단위의 메모리 블록(Page)으로 관리된다. 대용량 메모리의 첫 페이지 및 마지막 페이지는 위성의 비상 위성운영에 사용되는 CODA(Contingency Operation Data Area) 영역으로 사용되며 나머지 영역은 위성의 SOH(State Of Health), POD(Precision Orbit Determination), PAD(Precision Attitude Determination) 데이터를 기록하기 위한 RTDA (Recorded Telemetry Data Area)로 사용된다. Page Status Table은 페이지 단위로 각 페이지의 상태를 나타내는 것으로 메모리에 오류가 검출되면 해당 페이지를 BAD 상태로 표시하여 BAD 페이지에는 데이터가 저장되지 않도록 한다. GOOD 페이지의 경우는 데이터의 저장여부, 전송여부에 따라 Unwritten, Valid, Invalid의 상태를 가지는데, Unwritten은 아직 Telemetry 데이터가 기록되지 않은 상태, Valid는 Telemetry가 기록되어 있고 아직 지상으로 전송되지 않은 상태, Invalid는 Telemetry가 기록되어 있으나 이미 지상으로 전송되어 불필요한 상태임을 나타낸다.

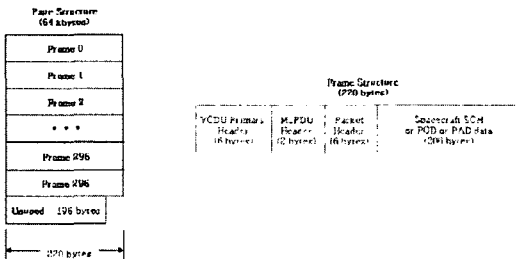


그림 3. 대용량 메모리 페이지 구조

그림 3은 대용량 메모리의 페이지 구조를 나타낸 것이다. 각 프레임의 데이터 포맷은 CCSDS (Consultative Committee for Space Data Systems) 형식을 따른다 [3]. 한 페이지에는 220 바이트로 구성된 VCDU(Virtual Channel Data Unit) 프레임이 297개가 저장된다.

## 2.2 데이터 저장 및 전송

그림 4는 대용량 메모리를 통한 데이터의 저장 및 전송 상태를 나타낸 것이다. 위성의 상태 데이터(SOH, 2<sup>nd</sup> SOH)는 매초마다 1프레임씩 저장되고, POD 데이터의 경우도 1프레임이 저장되는데, 지상명령으로 저장 주기(1~30초)를 선택할 수 있도록 하였다. PAD의 경우는 매초마다

16개의 프레임이 저장된다. SOH의 경우는 항상 저장되고, 2<sup>nd</sup> SOH, POD, PAD의 경우는 지상명령으로 저장여부를 제어할 수 있는 기능을 가진다. 새로 생성되어 저장되는 프레임은 생성되는 순서대로 저장된다.

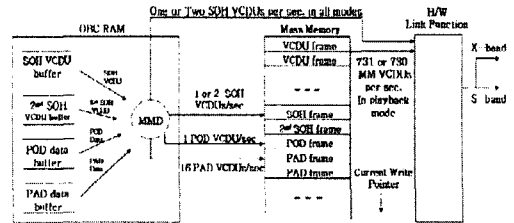


그림 4. 대용량 메모리를 통한 데이터 저장/전송

데이터의 지상전송은 SOH의 경우는 실시간 전송 모드, Playback 모드에서 항상 전송되도록 되어 있고, 대용량 메모리에 저장된 데이터의 경우는, 지상 명령에 의해 Playback 모드에서 매초마다 생성되는 실시간 SOH 데이터와 함께 지상으로 전송된다. 실시간 데이터를 포함하여 1초에 총 732개의 프레임이 전송된다. 대용량 메모리에 저장된 데이터 중에서 지상으로 전송되는 데이터 영역은 Playback 명령의 종류에 따라 결정된다. 자세한 내용은 3장에 기술되어 있다.

대용량 메모리에 원격측정 데이터를 저장할 수 있는 RTDA 영역은 2046 페이지이고 1개의 페이지에 297개의 VCDU 프레임을 저장할 수 있으므로, 모든 메모리 영역이 이용 가능할 경우 최대 607,662개의 프레임을 저장할 수 있다. 계속적으로 매초마다 2개의 SOH, 1개의 POD, 하루에 140분 동안 PAD 데이터를 저장할 경우, 약 37시간 동안 저장할 수 있다. 그리고 전체 대용량 메모리의 데이터를 전송하는데 걸리는 시간은 약 14분이 소요된다.

## 2.3 포인터 관리

대용량 메모리에 데이터를 저장하고, 저장된 데이터를 지상으로 전송하기 위해 3개의 포인터가 사용된다. CWP(Current Write Pointer)는 현재 Telemetry 데이터 프레임이 저장되는 위치를 가리킨다. Telemetry 데이터는 생성되는 순서대로 저장되는데, 처음에 RTDA의 첫 번째 페이지, 첫 번째 프레임 위치부터 순차적으로 증가하여 마지막 페이지 마지막 프레임 위치까지 증가하고, 다시 첫 번째 페이지로 포인터가 옮겨진다. 그러나 아직 지상으로 Downlink 되지 않은 Telemetry 데이터가 있을 경우에는 Over-Writing되지 않도록 새로운 데이터의 저장을 중지하거나 해당 에러(Mass Memory Full)를 기록한다. ECP(End of Current playback Pointer)는 Playback Mode에서 Playback를 수행하면서 현재 Playback 되고 있는 위치를 가리킨다. Playback이 종료되었을 때에는 종료된 위치를 가리키게 된다. ELP(End of Last playback Pointer)는 지

상으로 전송된 마지막 위치를 나타내는데, ECP가 단순히 playback이 종료된 마지막 메모리 위치를 가리키는 반면 ELP의 경우는 지상에서 위성으로부터 데이터를 전송받아 확인된 경우를 나타낸다. 즉 지상에서 전송받은 데이터를 확인하여 이상이 없을 경우에 ELP update 명령을 보내는데, 이 명령을 통해서 ELP가 ECP가 가리키는 포인트로 바뀌게 된다.

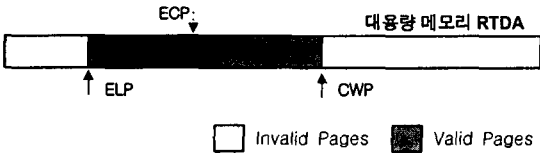


그림 5 메모리 포인터

3. 전송제어 절차

데이터를 저장할 수 있는 대용량 메모리의 용량이 제한되어 있고 또한 지상과 통신할 수 있는 시간이 제한되어 있으므로 대용량 메모리에 데이터가 Full 되지 않도록 주기적으로 대용량 메모리에 저장된 데이터를 지상으로 전송해야 한다. 다음은 다목적 실용위성에서 사용하는 원격측정 데이터의 지상 전송명령의 종류와 절차를 나타낸 것이다.

3.1 지상명령의 종류

데이터 전송을 위한 지상명령은 3가지가 있다. Playback All 명령의 경우는 대용량 메모리의 RTDA 전 영역의 데이터를 전송하는 것으로 첫 번째 페이지로부터 마지막 페이지까지 전 영역의 데이터를 지상으로 전송하게 된다. Playback from Location 명령의 경우에는 메모리 상의 일정 지점으로부터 전송을 하는 것을 말하고 CWP까지 전송을 수행하고 ECP가 CWP과 만났을 때 전송을 종료한다. Start Playback 명령의 경우에는 ELP로부터 CWP까지 데이터를 전송하고 Playback을 종료하게 된다. ELP를 Update 명령의 경우는 실제 Playback은 수행되지 않지만 ELP를 ECP로 바꾸어 주고, ELP와 ECP 사이에 있는 모든 페이지들의 상태를 Invalid로 만들어 새로운 데이터가 기록될 수 있도록 해 준다. 추가적으로 Stop Playback 명령이 있는데, 이 경우에는 어떤 명령에 의해서든 Playback 수행 중에 Playback의 수행을 중지하고 실시간 전송모드로 바꾸어 준다.

3.2 전송제어 절차

보통의 정상적인 경우에는 그림 6과 같이 Start Playback 명령을 사용하여 위성의 데이터를 지상에서 전송받는다. 그리고 ELP Update 명령을 통해서 ELP를 Update 시켜 주고, 다음 번 위성과의 접촉 시에 다시 반복적으로 수행하는 과정으로 진행된다. 그림 6에서 (1)의 경우는 아직 Playback이 수행되지 않는 상태로 새로

생성되는 Telemetry 데이터에 따라 CWP가 증가되고 있는 상태이다. (2)는 Start Playback 명령에 의해 Playback이 수행되고 있는 상태로 ECP가 ELP로부터 CWP까지 증가하면서 해당되는 프레임들을 전송한다. (3)은 CWP까지의 모든 프레임이 전송되고 Playback이 종료된 상태를 나타낸다. 그리고 (4)의 경우는 ELP Update 명령에 따라 ELP가 ECP가 가리키는 포인트로 바뀌는 것을 나타낸다.

그러나 특정영역의 데이터를 다시 확인해야 할 필요가 있을 경우나 전체 대용량 메모리 상에 저장된 데이터를 전송 받아야 될 필요가 있는 경우에 Playback from Location 명령이나 Playback All 명령을 이용하여 데이터를 전송받게 된다.

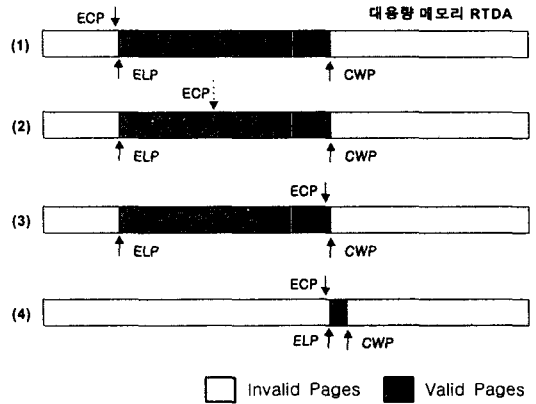


그림 6. Playback Start 명령 수행 과정

4. 결론

국내 대표적인 저궤도 위성인 다목적실용위성 2호 비행 소프트웨어에서 위성의 실시간 상태정보 및 대용량 메모리에 저장된 데이터를 지상으로 전송하기 위한 전송제어 소프트웨어 및 지상전송 절차에 대해서 서술하였다. 비행소프트웨어는 현재 위성체 하드웨어와 통합된 I&T가 진행 중에 있다.

참고문헌

[1] 이종인외 3명, “다목적실용위성 2호 탑재 소프트웨어 개발” 한국정보과학회 가을학술발표 논문집(II), 제10권 제2호, 2003  
 [2] 강수연, “아리랑 위성의 Command/Telemetry 시스템” 한국정보과학회 가을학술발표 논문집(III), 제25권 제2호, 1998, pp.662~664  
 [3] 이재승, “다목적실용위성 2호에서의 Telemetry 데이터 흐름”, 한국정보과학회 봄학술발표 논문집(A), 제29권 제1호, 2002, pp.337~339.