

다목적실용위성 2호에서의 Telemetry 데이터 흐름

이재승^{0*}, 최종욱*, 천이진*

*한국항공우주연구원

Introduction to Data Flow of Telemetry for KOMPSAT-2

Jae-Seung Lee^{0*}, Jong-Wook Choi*, Yee-Jin Cheon*

*Korea Aerospace Research Institute

요약

현재 군사적, 상업적 또는 과학적 목적의 많은 인공위성들이 개발되고 있고, 실제로 이러한 목적의 인공위성들이 우주공간에서 각각의 맡은 임무를 수행하고 있다. 해양관측용 자료 및 10m급 해상도의 영상 자료를 제공해 주고 있는 다목적실용위성 1호의 경우, 자료 획득의 임무를 수행하기 위해 많은 내부적인 준비작업과 주변장치들을 필요로 하게 된다. 주변장치들도 각각의 역할을 수행하면서 필요한 정보를 다른 장치로부터 받기도 하고 다른 장치에 필요한 정보를 주기도하는 상호작용을 하게 된다. 또한 위성의 전체적인 상태나 구성하고 있는 주변장치들의 상태에 대한 정보를 지상의 관제소에서 계속적으로 점검해야 한다. 그러나 궤도를 돌고있는 위성은 관제소와 항상 정보를 주고받을 수는 없으므로 위성의 상태 데이터를 정해진 형식으로 저장해 두었다가 필요시 이를 지상에 보내줄 수 있어야 한다. 이와 같은 내부 장치들에 대한 하드웨어 데이터와 위성의 상태 데이터를 획득, 관리 및 저장하기 위한 프로그램이 다목적실용위성 2호에 탑재될 수 있도록 위성탑재 소프트웨어의 상세설계가 이루어졌다. 이 설계된 프로그램을 이용하여 다목적실용위성 2호의 텔레메트리 데이터의 획득이 이루어질 것이며 현재 탑재 소프트웨어에 대한 검증이 수행되고 있다.

1. 서론

인공위성을 제어하고 임무를 수행하는 데에는 많은 데이터들이 사용되어진다. 다양한 종류의 데이터들은 유기적인 관계로 얽혀있기 때문에 하나의 데이터가 오류가 나더라도 다른 데이터들에 잘못된 정보가 전달되게 되어 위성의 임무수행에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 각각의 데이터는 사용목적에 맞게 요구되는 시간에 획득되어야 하며 정해진 위치에 저장되어야 한다. 이러한 데이터를 획득하고 저장하는 일련의 과정을 telemetry processing[1]이라고 한다. 본 논문에서는 다목적실용위성 2호의 탑재소프트웨어[2]의 설계과정에서 telemetry processing을 수행하기위해 사용되어지는 프로그램의 알고리즘에 대해 설명한다.

Telemetry processing은 사용목적에 따라서는 크게 다른 서브시스템에서 사용하기위한 데이터 획득과 지상에서 위성의 상태정보를 받아보기 위한 데이터 획득으로 나누어지며 획득하는 방식에 따라서는 H/W 데이터와 S/W 데이터로 나눌 수 있다. 이와 같이 telemetry 데이터는 사용목적, 획득방식, 획득시간 등에 따라 여러가지로 분류되어진다. 매초마다 요구되는 모든 정보를 저장하거나 지상으로 보내는 것은 저장 공간이나 대역

폭이 한정되어 있으므로 불가능하기 때문에 필요한 정보들을 기능에 따라 다른 포맷으로 정의해 놓아 포맷을 바꾸어가며 필요한 데이터를 받아볼 수 있도록 해야 한다. 이러한 다양한 데이터를 요구조건에 맞도록 획득하기 위해서는 데이터베이스 형태로 관리할 필요가 있다. 실제로 탑재소프트웨어에서는 각각의 분류된 데이터 정보를 테이블 형태로 작성하여 헤더파일[3]로 만들어서 사용하고 있다.

본 논문에서는 위성에서 사용하는 데이터를 하드웨어 데이터의 획득과 소프트웨어 데이터의 획득으로 나누어서 다목적실용위성 2호에서 telemetry processing이 수행되는 전체적인 흐름에 관하여 알아본다.

2. 하드웨어 데이터 획득

2.1 다른 서브시스템을 위한 하드웨어 데이터 획득

하드웨어 데이터는 해당 장치의 상태를 나타내거나 장치의 임무수행 결과를 나타내는 정보를 가지고 있기 때문에 지상에서 확인하기 위한 telemetry 데이터로도 사용되지만 다른 서브시스템에서의 임무수행을 위해 요구되기도 한다. 예를 들면, 히터나 온도측정 장치로부터

나오는 데이터는 히터를 on, off 시키거나 하드웨어의 결함을 점검하여 다른 히터로 대체할 것인지 여부를 결정하는 서브시스템에서 사용할 필요가 있다. 모든 하드웨어 데이터들이 같은 시간간격마다 새로운 값으로 업데이트 되는 것은 아니다. 각 서브시스템에서 요구되는 획득시간에 따라 표 1과 같이 각각의 APT(Application Port Table)이 존재한다.

APT	획득시간	서브시스템
QTR	1초마다 획득	자세제어
ONE	1초마다 획득	자세제어, 전력계
SXT	16초마다 획득	자세제어, 전력계
INIT	초기화시에만 획득	소프트웨어 초기화 모듈

표 1. Application Port Tables

APT는 모든 하드웨어 데이터에 대한 정보, 즉 데이터를 저장할 GDA(Global Data Area)의 주소, 데이터의 크기, 읽어올 하드웨어의 주소와 하드웨어로 보낼 명령 등을 가지고 있는 MHT(Master Hardware Table)에서 획득할 데이터에 대한 인덱스를 가지고 있다. APT를 참조하여 해당 인덱스의 MHT에 정의된 하드웨어 주소에서 데이터 크기만큼의 정보를 읽어서 GDA 주소에 저장하면 서브시스템에서는 GDA에 있는 데이터를 사용할 수 있게 된다. 그림 1은 APT와 MHT를 이용한 하드웨어 데이터 획득과정을 나타낸다.

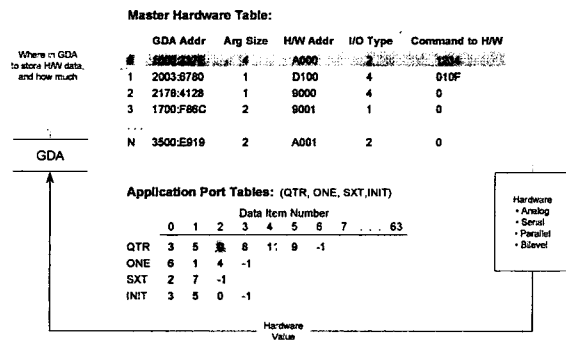


그림 1 Hardware Data Acquisition

2.2 위성 telemetry를 위한 하드웨어 데이터 획득

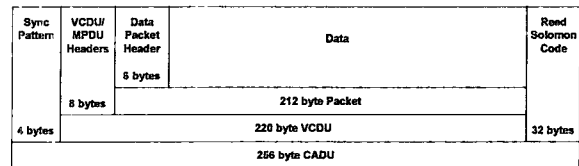
지상으로 보내기 위해 요구되어지는 위성의 상태 데이터 중 하드웨어에서 획득해야하는 데이터가 있을 경우 미리 하드웨어로부터 데이터를 읽어 와서 GDA에 저장해 놓아야한다. 이를 위해 telemetry frame을 생성하는데 필요한 하드웨어 데이터에 대한 정보를 TPT(Telemetry Port Table)로 미리 정의해서

telemetry frame 생성전에 TPT를 참조하여 필요한 데이터를 정해진 시간에 저장할 수 있도록 한다. TPT도 APT와 같이 MHT에 대한 인덱스만을 가지고 있으며 TPT를 이용한 하드웨어 데이터 획득 과정은 2.1절에서 설명한 APT의 경우와 동일하다.

3. 위성 Telemetry 데이터 획득

다목적실용위성 2호의 telemetry processing은 탑재 소프트웨어의 CSCs(Computer Software Components) 중 DAQ(Data Acquisition)에 의해서 수행된다. DAQ는 매 초마다 telemetry data를 VCDU(Virtual Channel Data Unit) 포맷에 맞춰 220 바이트 크기의 2 개의 minor 프레임으로 저장하며 총 32개의 minor 프레임이 존재하므로 32초마다 같은 minor 프레임이 반복되며 이를 major 프레임이라 한다.

다목적실용위성 2호에는 3개의 프로세서(OBC, RDU, ECU)가 있으며 RDU, ECU 그리고 다른 payloads의 데이터들을 모아 OBC에서 OBC의 데이터와 함께 그림 2와 같은 CCSDS 포맷으로 packetizing을 하게된다.



VCDU and Packet are formatted by software.
CADU is formatted by link function hardware prior to transmission.
CADU = Channel Access Data Unit.
VCDU = Virtual Channel Data Unit.
MPDU = Multiplexing Protocol Data Unit

그림 2. CCSDS CADU Format

위성에서 사용되는 전체 telemetry data에 대한 정보, 즉, 각 데이터가 저장되어 있는 GDA의 주소와 데이터 크기에 대한 정보는 MTT(Master Telemetry Table)에 정의되어 있다. DAQ는 매초마다 획득해야할 데이터를 32개의 minor frame에 따라 정의해 놓은 MFT(Major Frame Table)를 참조해서 필요한 데이터를 얻게된다. MFT는 APT나 TPT의 경우와 같이 MTT에 대한 인덱스만을 가지고 있으며 MFT를 이용한 데이터 획득과정은 그림 1에서의 하드웨어 데이터의 획득과정과 유사한 방식인 헤더파일에 미리 정의된 테이블들을 이용한다.

다목적실용위성 2호는 1호에 비해 사용되는 데이터 양이 매우 많아졌다. 이렇게 많은 데이터들을 획득하고 저장하기 위해서는 각 데이터들을 종류에 따라 분류하여 테이블 형태로 작성하여 이용하는 것이 효율적이다.

지금 까지 설명된 다목적실용위성 2호에서 사용되어진 데이터 테이블들을 표 2에 정리하였다. 이러한 테이블들은 구조체로 정의되어 탑재소프트웨어 상에서 각 프로세서마다 헤더파일로 포함되어진다.

Structure	Description	OBC	RDU	ECU
Master Hardware Table	Contains hardware access information for all HW devices	1	1	1
Master Telemetry Table	Contains GDA access information for all telemetry variables	1	1	1
Application Port Table	Contains master hardware table indices for acquisition of hardware items needed by non-daq software	4	4	4
Telemetry Port Table	Contains master hardware table indices for acquisition of hardware items needed for telemetry that were not acquired by the application port table(s)	3	3	3
Major Frame Table	Contains master telemetry table indices for acquisition of all telemetry items	4	4	3
Telemetry Buffer	Contains telemetry data for current minor frame	2	2	1

표 2. DAQ Data Structure

위성탑재소프트웨어에서 DAQ는 표 2의 테이블들을 참조하여 위성에서 사용되는 모든 telemetry data들의 획득과 저장을 담당하게 된다. 매초마다 모든 telemetry 데이터를 저장할 필요는 없기 때문에 실제로 만들어지는 frame에는 남는 공간이 생긴다. 남는 공간에는 지상으로의 downlink시에 telemetry data 이외에 받아보고자 하는 dump data를 저장한다. DAQ의 각 모듈별로 수행하는 역할은 다음과 같으며 이 모듈들이 서로 연계하여 이루어지는 DAQ에서의 데이터 흐름을 그림 3에 나타내었다.

- ① daq_init : 전역변수들의 초기화
- ② daq_read_hardware_data : APT와 MHT를 참조하여 다른 서브시스템을 위한 하드웨어 데이터의 획득
- ③ daq_read_port_tlm : TPT와 MHT를 참조하여 telemetry frame 생성에 사용되는 하드웨어 데이터의 획득
- ④ daq_fmt_tlm_header : frame의 packetizing시에 삽입할 헤더 작성
- ⑤ daq_create_minor_frame : MFT와 MTT를 참조하여 telemetry data를 획득하고 매초마다 2개의 frame을 생성
- ⑥ daq_new_dump_init : 남는 공간에 저장될 dump data에 대한 정보를 나타내는 헤더 생성
- ⑦ daq_dump_data_to_minor_frame : dump data를 frame의 여유공간에 저장

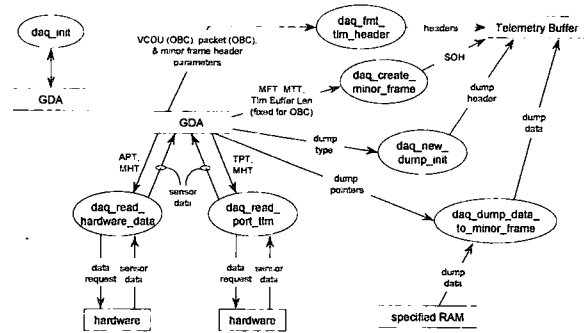


그림 3. DAQ Data Flow

4. 결론

본 논문에서는 다목적실용위성 2호에서의 telemetry 데이터 획득에 대하여 설명하였다. 하나의 위성에는 여러 개의 프로세서가 장착되며 각각의 프로세서에서 필요한 정보를 각각의 테이블 형태대로 작성하여 이를 참조함으로써 효율적인 데이터의 흐름이 이루어지도록 하였다. 이와 같은 역할을 수행하는 DAQ의 모듈들은 다목적실용위성 2호의 탑재소프트웨어에서 사용되기 위해 검증 시험을 하고 있다.

참고문헌

- [1] 강수연 외, "아리랑 위성의 Command/Telemetry 시스템", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집(III), 제 25권 2호, pp.662-664, 1998.
- [2] 이종인 외, "아리랑 위성 탑재 소프트웨어 소개", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집(A), 제 25권 1호, pp.741-743, 1998.
- [3] 이재승 외, "다목적실용위성2호의 데이터 획득을 위한 자동적인 포맷 테이블 생성", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집(III), 제 28권 2호, pp.508-510, 2001.