

통신해양기상위성의 데이터처리 시스템 설계

Data Handling System Design for COMS

조영호·원주호**·최재동***·양군호****
 (Young-Ho, Cho·Joo-Ho, Won·Jae-Dong, Choi·Koon-Ho, Yang)

Abstract - In this paper, we will describe architecture and key characteristic for the DHS which is used in COMS. DHS is implemented in the fully redundant SCU, the dual redundant MIL-STD-1553B system bus, the payload interface units(MPIU and MI2U), the redundant ADE. the SCU interface with the other main digital units of the spacecraft through the MIL-STD-1553B.

Key Words : 통신해양기상위성(COMS), 탑재컴퓨터(SCU), 추력기구동장치(ADE), 탑재체접속장치(MPIU)

1. 서론

국내 최초 정지궤도 개발위성인 통신해양기상위성은 2008년 발사되어, 고도 36,000km 상공에서 위성통신, 해양관측 및 기상관측서비스의 복합임무를 수행하도록 설계하고 있다. 이러한 임무들은 Ka-band 탑재체, GOCI(Geostationary Ocean Color Imager) 탑재체 그리고 MI(Meteorological Imager) 탑재체들에 의하여 수행되고 있다. 특히 기상분야 국내 독자 위성 확보와 세계 최초로 정지궤도 해양센서를 활용함으로써 국가 기상 재난 조기 예측체계를 구축하고, 해양자원의 관리 및 해양 환경보존을 통한 국민의 복지증대를 위하여 개발하고 있다[1].

인공위성은 임무수행 기능을 담당하는 탑재체(Payload)와 이를 지원하는 본체(bus)로 크게 분류된다. 본체에 사용되는 전자시스템은 크게 위성의 전원공급을 위한 전력시스템과 위성의 운영을 담당하는 데이터처리시스템으로 분류될 수 있다. 위성의 특성상 한 번 발사하면 더 이상의 수정이 불가능하기 때문에 시스템에 대한 정확한 동작과 상태들에 대한 모든 정보를 운영 소프트웨어 혹은 지상국이 파악하고 있어야 하면 이를 달성하기 위한 하드웨어 시스템이 고신뢰성을 갖도록 설계되어지는 것이 중요하다.

본 논문에서는 통신해양기상위성의 데이터처리 시스템에 대한 설계 개념 및 구성 그리고 주요 전자장치를 기술하였다.

2. 데이터처리 시스템 설계

저자 소개

- * 正 會 員 : 한국항공우주연구원 선임연구원·工博
- ** 正 會 員 : 한국항공우주연구원 연구원
- *** 正 會 員 : 한국항공우주연구원 책임연구원·工博
- **** 正 會 員 : 한국항공우주연구원 책임연구원·工博

2.1 시스템 구성 및 운영

데이터 처리시스템은 지상국의 명령에 따라 위성 전체의 작동을 제어하고 감시하여 위성의 정상적인 임무수행을 보장하는 기능을 수행한다. 이를 위하여 지상으로부터의 명령 수신 및 검증, 위성체 내의 타 서브시스템에 대한 명령 분배 기능, 위성의 상태 데이터 수집, 저장 및 지상으로의 전송 기능을 수행한다. 이러한 기능을 수행하기 위하여 데이터 처리시스템은 4종류의 전자장치로 구성되어 있으면 구성은 그림 1과 같다.

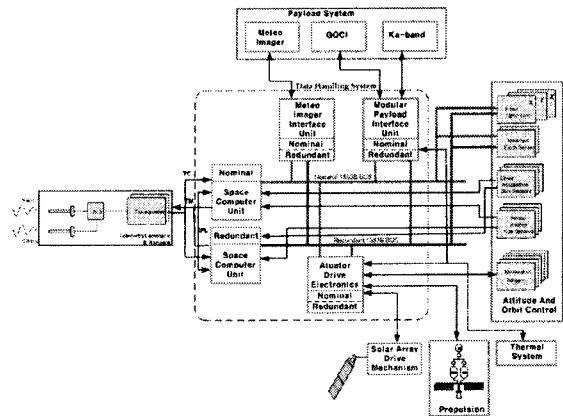


그림 1 데이터처리시스템의 주 전기접속도
 Fig 1. Main Electrical Interface Diagram for Data Handling System

데이터 처리시스템의 구성은 중앙 집중식 처리를 위하여 MIL-STD-1553B 데이터 버스를 중심으로 표준화된 컴퓨터를 연결하고, 중앙 처리 컴퓨터에서 주어진 임무를 원격 인터페이스 유닛을 통하여 분산 수행하도록 하였다. 분산 배치된 구성품들은 잉여성을 갖도록 설계하고, 교차연결(Cross-Strapping) 구조를 갖도록 하여 특정 부분의 고장으로 인해 전체 시스템이 마비되지 않도록 하였으며, 고장 시에 우회 경로를 제공하여 대처가 용이하도록 할 수 있으

로 전체적인 신뢰성을 높일 수 있도록 한다. 구성품은 다음과 같다.

- 탑재컴퓨터(SCU : Space Computer Unit)
- 탑재체 접속 장치(MPIU : Modular Payload Interface Unit)
- 기상탑재체 접속 장치(MI2U : Metero Imager Interface Unit)
- 추력기 구동 장치(ADE5 : Actuator Drive Electronics)

2.2 탑재컴퓨터(SCU) [3]

탑재컴퓨터는 위성전자의 핵심 부품으로 운영소프트웨어가 탑재되며 MIL-STD-1553버스를 통하여 다른 위성전자부품의 마스터 역할을 수행한다. 또한 외부에 동일한 구조를 갖는 외부에 잉여(redundant) 전자장치를 갖도록 하였고 두 컴퓨터는 항상 전원이 공급되도록 하였다. 하지만 시스템의 충돌을 방지하기 위하여 하나는 동작(operation)모드로 동작하며 다른 하나는 대기(standby)모드로 운영이 가능하게 설계하였다. 그리고 두 컴퓨터가 모두 동일한 상태정보를 갖고 있기 위하여 컴퓨터간 시간 동기신호와 상태정보를 주고 받을 수 있는 IPL(Inter-Processor Link) 통신 기능을 제공한다.

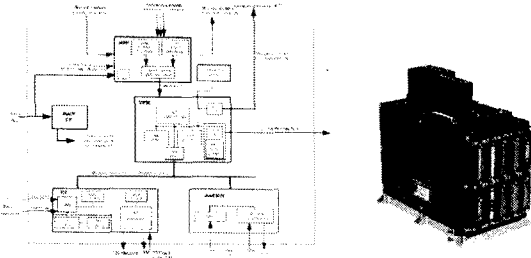


그림 2. 탑재컴퓨터 및 내부구조

Fig. 2. SCU and internal Architecture

탑재컴퓨터의 내부에는 다음과 같은 보드로 구성되어 있으며 갖고 있는 성능을 다음과 같다.

Versatile Processor Module(VPM)

- 1MIPS 성능을 갖는 MA31750 microprocessor
- 100ms까지 전압 손실이 있을 경우에도 데이터 손실이 없으며 또한 에러 보호 기능인 EDAC이 구현된 512 Kwords RAM
- 128Kwords ROM
- DMA 기능을 갖는 버스제어기를 갖는 3개의 인터페이스 통신 버스(MIL-STD-1553B, IPL, BIM)

Monitoring and Reconfiguration(MRE)

- 자체 전원을 가지고 있으며 가능한 탑재컴퓨터의 다른 전자보드의 고장영향을 받지않도록 설계 하였다.
- 자율적인 위성 감시 및 제어 기능이 부여되어 있으며 회복 시 OPM / SBM(GIM) / SUM 모드 동작을 선택할 수 있도록 되어 있다.

Transponder Interface Function(TIF)

2개 수신기로부터의 TC 신호 수신 기능 TM 송신 기능을 제공한다. Packet Telecommand Decoder(PTD) 는 TC 수신 및 확인 기능을 수행한다. TM의 경우 비행소프트웨어를 통해 처리된 후 BIM 제어기에 의해 PM에서 TIF로 전달된다. TM 신호는 TIF 부에서 NRZ-1/BPSK 변조되어 출력된다.

DTC/DTM/SAE

태양센서(BASS7 & LIASS) 및 추진계 탱크의 pressure transducers의 아날로그 출력을 디지털로 변환하는 기능을 제공한다. 또한 TC/TM matrix driver의 구현을 통해 관련 1553 RT들의 On/Off 명령신호를 제공하고 이에 대한 TM 정보를 획득한다.

Converter (CV)

PSR 로부터 공급되는 +50V 전원에 직접 연결되며 SCU 내부 회로를 동작시키기 위한 2차 전력을 제공한다(단 MRE는 제외). 특별히, 비행소프트웨어가 동작되는 PM RAM의 안전한 운용을 지원하기 위하여 최대 100ms의 전원 전압 저하 현상에서도 동작 가능하도록 설계되었으며 최소22V 의 입력 전원에서 그 성능을 유지할 수 있도록 설계 되었다.

2.3 추력기 구동장치(ADE)[4]

추력기 구동장치는 MIL-STD-1553B 시스템 버스를 통해서 통신해양기상위성의 내부 추력기와 탑재컴퓨터 사이의 전기적인 접속을 제공한다. 추력기구동장치는 그림 3과 같이 7개의 부분으로 구성이 되어 있다. 또한 안정적인 동작을 위해서 내부 잉여구조 A, B가 위성의 구동장치들과 상호교차되게 구현하였다.

추력기구동장치는 5개의 보드로 구성되어 있으며 내부에 잉여구조를 갖게 설계하였다. 각 보드(CV/BC/TC 보드, CPSE/TCE 보드, SADE/TM/PT 보드, WCE/PRE/CSTA 보드, dummy MDE 보드)에는 몇 가지 기능들이 같이 구현되어 있으며 또한 기존 위성의 Heritage를 유지하기 위하여 실제 전자장치는 없지만 보드가 존재하는 것도 있다.

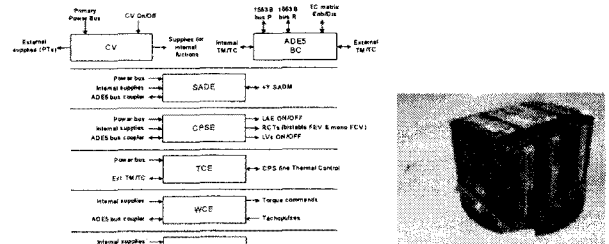


그림 3. 추력기구동장치 및 내부구조

Fig. 3. ADE and Internal Architecture

태양전지판 구동전자모듈(SADE): 추력기 구동장치는 정류된 전류를 이용하여 태양전지판구동메카니즘 모터의 구동 명령을 발생한다. 태양전지판 구동전자모듈은 각 위성 전류 발생기와 과전류 검출기에 대한 과전압 제한 기능을 제공한다. 또한 태양 전지판의 위치 획득 인터페이스 기능을 제공한다.

추력기 구동전자모듈(CPSE): 추력기구동장치는 반동제어 추력기에 명령을 생성하고 8개의 래치벨브와 액체원지점엔진에 대한 On/Off 명령 신호를 제공한다.

휠제어 전자모듈(WCE): 위성의 자세제어를 위해서 구현된 5개의 휠을 torque 명령을 이용해서 구동하고 제어하는 기능을 수행한다. 구현된 추력기구동장치는 단지 4개의 휠을 구동할 수 있는 전자장치가 있지만, 통신해양기상위성은 5개의 휠로 구성이 되어 있으므로 4, 5번 휠은 릴레이 장치를 이용해서 제어할 수 있도록 구현 하였다. 또한 타코펄스를 이용해서 현재 휠의 회전속도를 측정할 수 있다. 휠제어전자모

들은 안정적인 동작을 위해서 휠과 제어전자모듈의 A,B가 교차 연결되어 있고, A또는 B 하나만 동작하는 구조로 구현이 되어 있다.

상호교차 온도측정 장치(CSTA) : 128개의 써미스터를 이용해서 5V 레귤레이터의 출력과 고정된 극성저항과 온도에 따라서 변화하는 써미스터의 저항값에 의해서 나오는 전압값으로 온도를 측정하게 된다.

온도조절계 (TCE): 2개씩 4개의 그룹으로 구성된 전체 8개의 온도조절장치(HCU)를 제어하는 기능을 수행한다. 온도조절장치의 각 그룹은 1차 전원과 연결되어 있으며, 각 그룹의 전원 연결은 외부 명령어(TC)에 의해서 조절할 수가 있다. 온도 조절은 써미스터에서 들어온 온도정보와 외부 세팅장치인 플러그를 통해서 조절이 가능한 온도 기준을 이용해서 온도 조절을 수행하게 된다.

2.4 탑재체 접속장치(MPIU)[2]

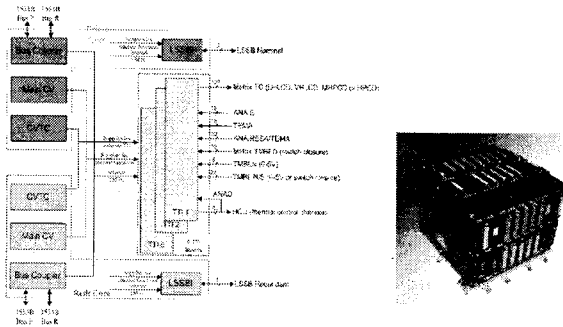


그림 4. 탑재체 접속장치 및 내부 구조

Fig. 4. MPIU and Internal Architecture

탑재체접속장치는 해양탑재체, Ka-대역 통신 탑재체 및 MODCS와의 인터페이스 기능을 담당한다. MPIU는 탑재 컴퓨터로부터 명령 정보를 전달받아 해당 탑재체에 이를 분배하고 각 탑재체로부터 수집된 상태 데이터를 탑재 컴퓨터로 전달하는 기능을 수행한다. 아울러 이들 탑재체 모듈의 온도 제어기 역할을 수행한다.

내부를 간략히 살펴보면 위성 전체를 제어하는 탑재컴퓨터와 통신을 하기위하여 MIL-STD-1553B 버스를 지원하는 버스커플러 모듈이 있어 탑재컴퓨터로부터 명령어를 받아 자신의 제어하거나 해당 탑재체를 제어 및 전달하는 기능과 수집된 정보를 탑재컴퓨터에 넘겨주고 있다. 또한 2개의 컨버터가 있어, 첫 번째 컨버터는 탑재체 접속장치의 내부에 필요한 2차 전원을 공급하는 역할을 담당한다. 두 번째 컨버터는 탑재체에 전달되는 높은 전압의 펄스형태의 명령어에 필요한 전력을 공급하도록 되어 있으며 고장에 대한 보호기능을 가진 고신뢰성의 회로들로 구성되어 있다. 또한 탑재체의 여러 가지 상태 혹은 명령어들을 받고 줄 수 있는 저속시리얼 버스의 마스터 장치의 기능도 있다. 마지막으로 탑재체에 실제 명령어 신호와 상태정보를 획득하는 6장의 TTI(Telecommand and Telemetry Interface) 보드들이 있다. 이 보드에는 탑재체에 장착된 릴레이를 구동시킬 수 있는 펄스형 명령어와 상태정보를 읽을 수 있는 부분 및 히터를 제어할 수 있는 장치들로 구성되어 있다. 그래서 각 TTI 보드는 총 127종의 명령 신호와 72종의 아날로그, 32종의 바이레벨 원격측정 정보를 취급할 수 있는 용량을 가지고 있으며

이외에 8개의 정밀 온도 제어를 위한 히터 제어 회로를 포함하고 있다. 특히 히터제어회로를 이용하여 탑재체의 온도 제어기 역할을 수행한다.

2.5 기상탑재체 접속장치(M2U)

기상탑재체 접속장치는 기상탑재체만을 위한 인터페이스 장치이며 탑재체접속장치와 같이 내부에 잉여장치를 갖는 구조이다. 그림5에 있듯이 50V 버스전압을 42V로 변환하여 기상탑재체에 제공하는 컨버터와 TC/TM를 위한 채널들로 구성되어 있다.

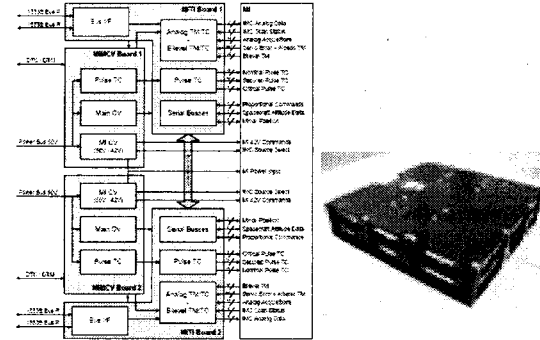


그림 5. 기상탑재체 접속장치 및 내부구조

Fig. 5. M2U and Internal Architecture

3. 결론

통신해양기상위성은 한반도의 기상변화를 예측하기 위한 기상탑재체와 해양을 관측하기 위한 해양탑재체, 위성통신 서비스를 제공하기 위해서 Ka-대역 전파를 사용하는 통신탑재체를 내장한 정지궤도복합위성이다. 이러한 임무가 성공적으로 수행되기 위하여 지상국 혹은 운영소프트웨어의 명령어를 받아 해당 시스템에 전달하거나 위성의 상태정보를 모니터링 하여 지상국 혹은 운영소프트웨어에 전달해 주는 것이 중요하다. 본 논문에서는 통신해양기상위성에서 사용되는 데이터처리 시스템계의 전반적인 설계 개념과 주 전자장치를 간략히 기술하였다. 본 기술은 향후 정지궤도 위성의 전자시스템 설계에 기초 기술이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 "통신해양기상위성 시스템 및 본체 개발 사업" 개발과제로 교육과학기술부지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] 조영호, " MIL-STD-1553B 버스를 이용한 통신해양기상위성의 시스템 버스 설계 및 해석", 대한전기학회 논문지, 1285-1289, 2008.
- [2] 조영호 외, " 통신해양기상위성의 탑재체 접속장치 설계에 관한 연구", 정보및제어학술대회 논문집, 369-370, 2008.
- [3] 조영호 외, " 통신해양기상위성의 탑재컴퓨터 설계", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 401, 2008.
- [4] 조영호 외, " 통신해양기상위성의 추력기 구동장치 설계", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 402, 2008.
- [5] "COMS System CDR presentation materials", Astrium 2007.
- [6] "TCR-DHS Design Description for COMS" COMS. DDD.00001.DP.T.ASTR, KARI, 2007