

아리랑 위성의 Command/Telemetry 시스템

강수연*,이종인,천이진,정창호,김진철,백홍련
한국항공우주연구원

Command/Telemetry System of KOMPSAT-1

S. Y. Kang, J. I. Lee, Y. J. Cheon, C. H. Jung, J. C. Kim, H. Y. Paik
Korea Aerospace Research Institute

요 약

본 논문에서는 다목적 실용위성인 아리랑 위성(KOMPSAT-1)에서 지상과의 통신을 위해 사용하는 CCSDS(Consultative Committee for Space Data Systems) 표준 Command / Telemetry (CMD/TLM) 시스템과 KOMPSAT-1의 목적에 맞게 이를 적용한 CMD/TLM 시스템을 소개한다. 현재 한국항공우주 연구소는 Observer 회원 자격으로 CCSDS에 가입되어 있으며 국내 위성 개발에서 CMD/TLM 시스템에 CCSDS 프로토콜을 사용한 것은 처음이다.

1. 개 요

아리랑 위성은 한반도 지형 관측, 해양관측 및 과학실험을 목적으로 하며 한국항공우주연구소를 총괄 주관으로 국내 7개 기업체가 참여하여 미국 TRW사와 공동으로 1999년 8월 발사를 예정으로 개발되고 있다. 아리랑 위성의 지상과의 통신을 위해 채택하고 있는 CMD/TLM 시스템은 CCSDS(Consultative Committee for Space Data Systems) 권고 사항을 따르고 있다. CCSDS는 1982년 세계 각국의 space agencies들이 위성 데이터 시스템 개발과 관련한 공통적인 문제들을 트의하기 위해서 형성된 국제 위원회이다. 국제적인 전문가들의 많은 노력에 의해서 CCSDS는 end-to-end 시스템을 분석하고 보편적으로 발생하는 문제점들을 해결하기 위한 표준 접근방안들을 개발 또는 채택하였다. 이러한 접근 방안들이 검토되고 CCSDS 회원국들에 의해서 공식적으로 채택되어진 후 이러한 방안들을 CCSDS 권고 사항들로 발간되었다. Space agencies들은 점차로 CCSDS 권고 사항들을 채택하여 자신들의 우주 데이터 시스템에 따라 구현하고 있다.

한국항공우주연구소는 현재 CCSDS의 Observer 회원으로서 가입하여 활동하고 있으며 현재 개발 중인 아리랑 위성의 CMD/TLM 시스템은 CCSDS 권고 사항을 참고하여 아리랑

위성의 목적에 맞는 CMD/TLM 시스템을 개발하였다.

2장에서는 CCSDS CMD/TLM 시스템과 자료 구조를 소개하고 3장에서는 CCSDS CMD/TLM을 바탕으로 아리랑 위성 시스템에 맞게 적용된 KOMPSAT-1 CMD/TLM 시스템 구조와 상세한 자료 구조를 설명한다. 4장을 결론으로 하여 마치하고자 한다

2. CCSDS Command/Telemetry 시스템

CCSDS CMD/TLM 시스템의 계층화된 구조[1][2]는 그림 1과 같다 먼저 CCSDS Command 시스템 구조는 데이터 관리 서비스, 데이터 경로 배정 서비스, 채널 서비스와 같이 크게 3개 부분으로 나누어지는데 데이터 관리 서비스는 명령 전달과 사용자에 대한 관리 서비스를 제공하며 데이터 경로 배정 서비스는 오류 제어 전송과 표준 명령 패킷 또는 세그먼트를 위성체로 데이터 링크를 통해 재 전송하는 역할을 한다. 채널 서비스는 물리적인 uplink path를 통해 위성체로 명령 정보를 보낸다. 그림 2는 CCSDS Command 시스템의 구조[1]에서 패킷층, 세그멘테이션층, 전송층, 코딩층에서의 각각의 명령 데이터 구조를 나타내고 있다.

CCSDS의 telemetry 시스템의 목적은 위성체에서 측정된 정보를 지상으로 신뢰성 있고 알기 쉽게 전달하는 것이다.

CCSDS Telemetry 시스템 구조[2]는 패킷 telemetry와 Telemetry 채널 코딩으로 크게 나눌 수 있다.

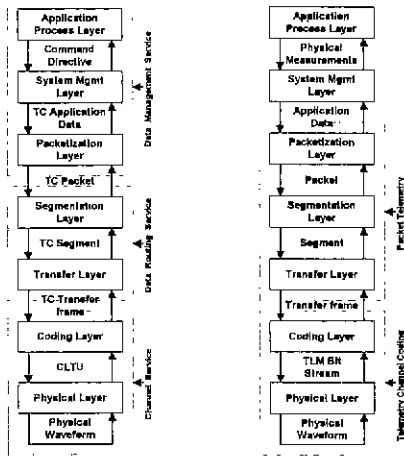


그림 1 CCSDS 계층화된 Command/Telemetry 시스템

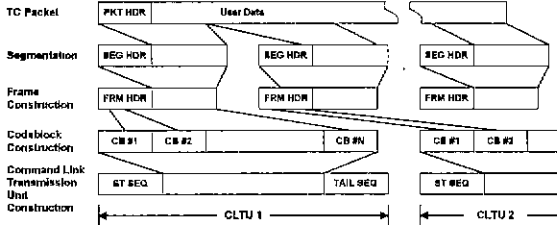


그림 2 CCSDS Command 자료 구조

패킷 telemetry는 소스로부터 획득한 데이터의 전송을 용이하게 하기 위한 표준화되고 고도로 자동화된 방법이며 이는 위성체 임무 시스템들의 개발과 동작을 확장할 수 있는 공통 자료 구조들과 프로토콜을 구현하기 위한 메커니즘을 제공한다. Telemetry 채널 코딩은 서로 다른 메시지들이 서로 다른 내용들로부터 쉽게 구별이 가능하게끔 생성되도록 자료를 처리하여 생성지로부터 자료가 전송되어질 수 있도록 하는 방법으로 이는 낮은 오차 확률을 가진 자료의 재 구축을 가능하게 함으로서 채널의 성능 향상을 가져온다.

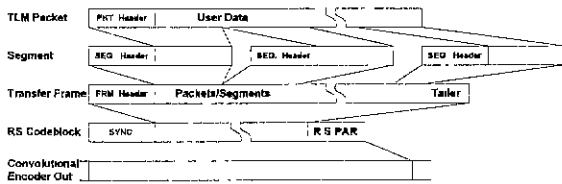


그림 3. CCSDS Telemetry 자료 구조

Telemetry 시스템 하위 5계층 구조에서 각 계층별로 생성되는 CCSDS Telemetry 자료 구조는 그림 3.과 같다

3. KOMPSAT-1 Command/Telemetry 시스템

KOMPSAT-1의 CMD/TLM 시스템은 기본적으로 앞의 2장에서 언급한 CCSDS 권고 사항을 따르면서 KOMPSAT-1의 목적에 맞게 재 설계되었다.

KOMPSAT-1은 약 685km의 고도를 갖는 저궤도 위성으로 대전에 위치한 지상국과의 통신은 하루에 4~6번 정도이다. 통신시 명령을 송신하고 위성체가 수집한 데이터를 수신하므로 짧은 시간에 신뢰성 있는 정보를 송/수신 가능하도록 CMD/TLM 시스템이 구현되어야한다. 그림 4.는 KOMPSAT-1 Command 형태[3]를 나타낸다.

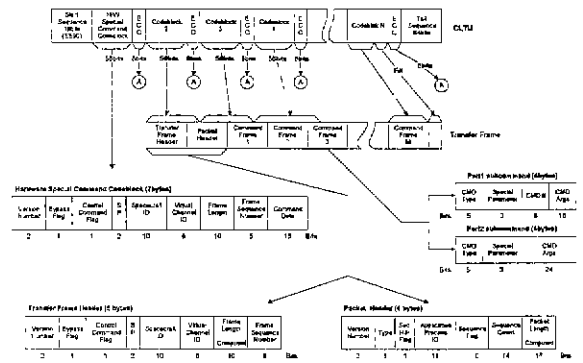


그림 4. KOMPSAT-1 Command Format

KOMPSAT-1 Command System의 경우 위성으로 올려지는 한 개의 명령의 길이는 4bytes 또는 8bytes로 구성되어진다. 이 하나의 명령은 명령 프레임 형태로 구성되고 일련의 명령 프레임들은 하나의 명령 전송 단위(CLTU, Command Link Transmission Unit)를 이룬다. 이를 CCSDS command 자료 구조의 형태로 나타낸 것이 그림 5.이다.

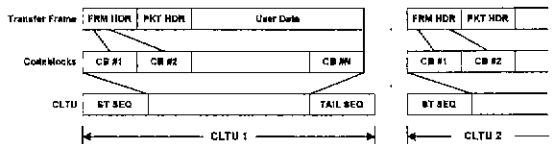


그림 5. KOMPSAT-1 Command 자료 구조

그림 5.에서 볼 수 있듯이 하나의 CLTU에는 다중 codeblocks이 존재하며 이 일련의 codeblocks은 한 개의 전송 프레임을 구성하는 동시에 전송 프레임은 바로 한 개의 패킷이기도하다. 즉 한 개 전송프레임에 한 개 패킷이 구성되어 있는 형태이다. 이는 2장에서 설명한 CCSDS Command 자료 구조는 여러 전송 프레임과 비교해보면 자료 구조가 매우 단순화되어진 것을 알 수 있다 KOMPSAT-1 command 자료 구조의 단순성은 명령 유형 변형 등의 유연성 면에서는 부족하지만 위성체와 같이 고도의 신뢰성이 중요시되는 시스템인

경우에서는 위성체에서의 명령 처리 시간의 속도 향상과 처리의 단순성으로 인한 위성체 시스템의 신뢰성 증가를 가져올 수 있다.

KOMPSAT-1 Telemetry 시스템은 CCSDS Grade-2 표준에 따라 설계되었으며 KOMPSAT-1 Telemetry 형태[4]는 그림 6과 같다. Telemetry는 일련의 CADU의 형태로 지상으로 송신되어진다. 256 bytes의 한 개 CADU(Channel Access Data

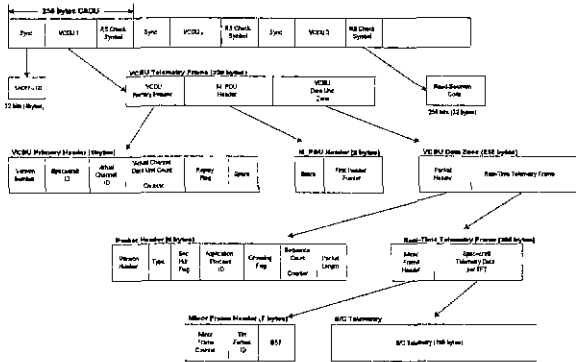


그림 6. KOMPSAT-1 Telemetry Format

Unit)에는 한 개 telemetry 패킷을 담고 있는 VCDU(Virtual Channel Data Unit)를 가지며 이 VCDU에는 5개의 가상 채널들(SOH 데이터, EOC 데이터, LRC 데이터, SPS 데이터, IMS 데이터) 중에 한 개 가상 채널 데이터가 포함된다.

VCDU Primary Header내의 VCID로 지상에서 수신하고 있는 현재의 CADU의 내용이 5개 가상 채널들중 어느 데이터 인지를 인식할 수 있다.

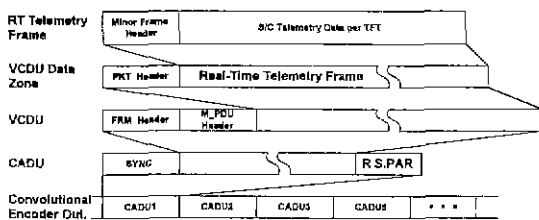


그림 7. KOMPSAT-1 Telemetry 자료 구조

그림 7.의 KOMPSAT-1 Telemetry 자료 구조를 CCSDS Telemetry 자료 구조의 형태와 비교해보면 CCSDS Telemetry 자료 구조에는 하나의 전송 프레임에는 다중의 세그먼트화가 되어져 있고 이들 다중 세그먼트들이 하나의 패킷을 이루고 있다. 그러나 KOMPSAT-1 Telemetry 자료 구조에서 다중의 세그먼트들이 없이 하나의 전송 프레임에 하나의 패킷이 들어 있다. VCID로서 패킷 데이터의 다양성을 구현하고 한 개 패킷을 유일한 채널 데이터를 할당하므로써 데이터의 처리의 단순성을 가져왔다. 이러한 점은 위성체의

다양한 데이터가 존재한다는 점과 각 데이터의 크기가 작지 않다는 점을 고려하여 설계한 결과이다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 KOMPSAT-1의 CMD/TLM 시스템을 살펴보고 이에 근간이 되는 CCSDS CMD/TLM 시스템과 비교 설명하였다. KOMPSAT-1의 CMD/TLM 시스템은 위성체의 특성과 위성체의 목적에 따라 설계되어 구현되었다. 앞으로 KOMPSAT-1의 우주에 발사되어 그 임무를 수행할 때의 CMD/TLM 시스템의 성능을 연구하여 KOMPSAT-2 CMD/TLM 시스템 및 그 외에 위성체 CMD/TLM 시스템의 더 나은 성능 향상을 위해 도움이 되고자한다.

5. 참고 문헌

- [1] Consultative Committee for Space Data Systems, "Telecommand, Summary of concept and rationale", Recommendation CCSDS 200.0-G-6, Green Book, January 1987
- [2] Consultative Committee for Space Data Systems, "Telemetry Summary of concept and rationale", Recommendation CCSDS 100.0-G-1, Green Book, December 1987
- [3] Electrical Design & Integration team, "KOMPSAT Command Allocation Document", D24298, 28 June 1998
- [4] Electrical Design & Integration team, "KOMPSAT Telemetry Allocation Document", D24299, 28 June 1998