

# 국제우주정거장 범용 데이터인터페이스 시뮬레이터 소프트웨어 상세설계 및 검증

\*서석배, 김종우, 최해진  
한국항공우주연구원 위성운영센터  
e-mail : sbseo@kari.re.kr

## GUI Design and Realization of Universal Data Interface Simulator for International Space Station

\*Seok-Bae Seo, Jong-Woo Kim, and Hae-Jin Choi  
Satellite Mission Operation Department  
Korea Aerospace Research Institute

### Abstract

ISS UDIS (International Space Station Universal Data Interface simulator) is a data communication interface simulator between ISS and instrument. This paper explains design concept, and verifies operations of ISS UDIS simulator. By realization of the simulator, we ensure data interface skills for a manned-space data communication system.

### I. 서론

국제우주정거장 (ISS; International Space Station) 은 지구상에서는 수행할 수 없는 과학적인 연구들을 수행하기 위해 건설되는 우주 실험실로써, 생태학, 화학, 물리학, 생리학, 의학 등의 분야에서 세계적인 연구들이 수행되고 있다<sup>[1][2]</sup>.

가까운 미래에 수행될 우주실험에 대비하여 한국항공우주연구원에서는 유인우주급 장비 개발시 필요한 여러 가지 데이터인터페이스를 조사/분석하였고, 국제우주정거장과 Instrument 간의 명령과 데이터 송수신에 방식을 연구하였다. 또한 국제우주정거장의 데이터인터페이스 시뮬레이터에 대한 요구사항을 분석하고 하드웨어에 대한 기본

설계를 완료함으로써 시뮬레이터의 골격을 완성하였다<sup>[3]</sup>.

본 논문에서는 기존 국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터 하드웨어 개념설계를 바탕으로 각 모듈별 소프트웨어를 상세히 설계하고 검증한다.

### II. 국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터 하드웨어 기본설계

국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터 하드웨어는 UDIS (시뮬레이터 커널), 국제우주정거장, Instrument로 구성된다. 그림 1은 설계된 국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터의 데이터 포맷과 통신방식에 대한 설명을 도식화 한 것이고, 표 1에 각 모듈별 기능을 요약하였다<sup>[3]</sup>.

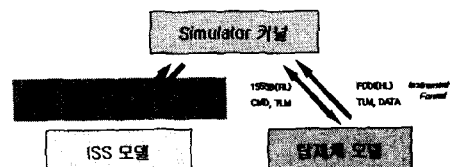


그림 1. 국제우주정거장 데이터인터페이스 모델

표 1. 국제우주정거장의 모듈별 기능

모듈	기능
UDIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Command/Telemetry 처리</li> <li>·1553B 제어</li> <li>·FDDI 제어</li> <li>·Simulator 제어 &amp; 조정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>: 초기화, 수행, 정지 및 일시정지 명령 수행 결과</li> </ul> </li> <li>·Command/Telemetry 데이터의 저장 및 유지 관리</li> <li>·시뮬레이션 데이터 디스플레이 &amp; 분석</li> </ul>
Instrument	<ul style="list-style-type: none"> <li>·전력, 열 제어 상태 처리 모델링 : CMD/TLM</li> <li>·데이터 수집 모델링</li> <li>·1553B 원격 접속</li> <li>·FDDI 원격 접속</li> </ul>
국제 우주정거장	<ul style="list-style-type: none"> <li>·고속데이터인터페이스모듈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- FDDI 접속</li> <li>- Instrument 데이터 수신 &amp; 저장</li> <li>- 저장 데이터 디스플레이</li> </ul> </li> <li>·저속데이터인터페이스모듈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1553B 버스제어 접속</li> <li>- Command/Telemetry 디스플레이</li> <li>- Command/Telemetry 생성 &amp; 전송</li> </ul> </li> </ul>

### III. 국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터 소프트웨어 상세설계

국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터의 개념설계에서 전체적인 구성, 각 모듈의 기본 동작, 패킷방식, 통신방식 등을 정의하였다. 소프트웨어 상세설계에서는 CMD (Command)와 TLM (Telemetry) 전송, CMD/TLM 처리 등 국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터의 동작을 위한 세부사항을 설계/구현한다.

#### 3.1 모듈별 상세설계

##### 3.1.1 국제우주정거장 모듈

국제우주정거장 모듈은 UDIS를 통하여 Instrument로 CMD를 전송하고, TLM과 데이터를 UDIS를 통하여 수신, 처리, 저장하는 기능을 가진다. 상세한 구성과 설명은 표 2와 같다.

##### 3.1.2 UDIS 모듈

UDIS 시뮬레이터는 국제우주정거장으로부터 수

신된 명령을 해당하는 Instrument로 전달하고, 각 Instrument가 전송하는 TLM 및 데이터를 저장 및 전송하는 기능을 가진다. 상세한 구성과 설명은 표 3과 같다.

표 2. 국제우주정거장 모듈 구성

구분	기능
Date & Time	국제우주정거장 시뮬레이터의 날짜 및 시간
COM Status	1553B, FDDI 통신 상태 (Active/Idle)
CMD Send	국제우주정거장에서 보낼 명령들
Power to UDIS	UDIS로 공급하는 전원
Message	국제우주정거장에서 일어나는 이벤트에 관한 로그
Base Directory for Buffer	국제우주정거장의 버퍼가 위치하는 기본적인 디렉터리

표 3. UDIS 모듈 구성

구분	기능	
Date & Time	UDIS시뮬레이터의 날짜 및 시간	
Operation Mode	UDIS시뮬레이터의 운영모드 (Normal/Survival)	
Power from ISS	국제우주정거장에서로부터 오는 전원의 크기	
Heater Status	내부에 설치된 2개 히터의 상태 (On/Off)	
Temperature	UDIS 내부 온도 (°C)	
Comm. Staus	1553B, FDDI 통신 상태 (Active/Idle)	
Log s	CMDs from ISS	국제우주정거장에서로부터 받은 명령에 관한 로그
	CMDs to Inst.	Instrument로 보낸 명령에 관한 로그
	TLMs to ISS	국제우주정거장으로 보낸 TLM에 관한 로그
	TLMs from Instrument	Instrument로부터 받은 TLM에 관한 로그
	Data to ISS	국제 우주정거장으로 보낸 데이터에 대한 로그
	Data from Isnt.	Instrument로부터 받은 데이터에 대한 로그
Total Status Viewer	UDIS에서 보내는 명령과 Instrument로부터 오는 명령과 데이터의 상태를 보여주는 GUI	
Received Data	Instrument로부터 받은 데이터 디스플레이	
Base Directory for Buffer	UDIS의 버퍼가 위치하는 기본적인 디렉터리	

### 3.1.3 Instrument 모듈

Instrument은 우주의 특정데이터를 수집하는 기능을 시뮬레이션 하는 기능을 갖는다. 각종 동작을 위한 명령은 국제우주정거장에서 UDIS를 통하여 전달되며 현재 상태를 TLM 형태로 UDIS로 전송하는 기능을 포함한다. 상세한 구성과 설명은 표 4.와 같다.

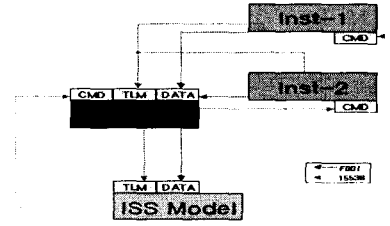


그림 2 각 모듈의 인터페이스 개념도

표 4. Instrument 시뮬레이터의 구성

구분	기능
Date & Time	국제우주정거장 시뮬레이터의 날짜 및 시간
Temperature	Instrument의 측정온도 (℃)
COM Status	1553B, FDDI 통신 상태 (Active/Idle)
Power status	Instrument, 히터의 전원공급 상태 (On/Off)
Latest CMD	UDIS로부터 받은 최근 명령의 로그
Message	국제우주정거장에서 일어나는 이벤트에 관한 로그
Base Directory for Buffer	Instrument CMD의 버퍼가 위치하는 기본적인 디렉터리

표 5. 각 모듈별 버퍼 및 기능

Buffer	Instruction	Application		
		ISS	UDIS	Inst.
CMD	수행할 명령어를 전송하는 버퍼로, ISS 모듈은 명령 전송만 하므로 가지고 있지 않다.		✓	✓
TLM	TLM을 전송하는 버퍼로, Instrument 모듈은 가지고 있지 않다.	✓	✓	
DATA	Data를 전송하는 버퍼로, 생성된 데이터를 UDIS로 전송하므로 Instrument에는 없다.	✓	✓	

### 3.1.4 모듈별간 CMD, TLM, 데이터 전송

그림 2는 각 모듈의 인터페이스 개념을 나타낸 것으로 각각의 모듈은 1개에서 3개 사이의 버퍼를 가지고 있다. 임의 모듈에서 다른 모듈로 명령을 줄 때는 명령을 전달하고자 하는 모듈의 CMD 버퍼에 데이터를 보내고, (모든 모듈은 아주 짧은 주기로 버퍼를 감시하고 있다가) 받은 측에서는 CMD가 버퍼에 들어오는 즉시 처리하는 방식이다. TLM이나 데이터도 마찬가지로 구현되지만, CMD와 TLM은 1553B(저속, 1Mbps)로 데이터는 FDDI 방식(고속, 100Mbps)으로 통신이 이루어지는 차이를 갖는다. 각 버퍼의 기능과 필요 모듈을 표 5에 정리하였다. 각 모듈사이에서 데이터/CMD가 전달될 때, UDIS는 그림 1과 같이 CCSDS 또는 MSC 포맷으로 변환된다.

본 시뮬레이터에 사용된 CMD, TLM, 데이터 전송방식의 특징은 통신방식에 구애받지 않으며, 통신방식을 변경하더라도 시뮬레이터의 고유기능에 대한 모듈은 변경할 필요가 없이 데이터를 전송하는 통신방식에 대한 부분만 수정하면 된다.

### 3.2 환경변화 모델링

국제우주정거장은 90분에 지구를 한 바퀴씩 회전하며, 자세, 온도, 방사선 등 여러 가지 환경이 변화된다. 본 설계에서는 국제우주정거장, UDIS, Instrument에 대해서 온도와 전원의 환경변화를 모델링 하고 시뮬레이터에 반영하였다. 시뮬레이션 결과를 검증하기 위해서 우주외부 온도는 9분을 주기로 우주환경을 고려하여 시뮬레이션 하였으며, 최고 값, 최저 값, 주기, 변화량을 파라미터로 설정하였다.

전원은 국제우주정거장에서부터 공급되므로 자체전원에 대한 전원모델은 고려할 필요가 없으며, 국제우주정거장과 UDIS 사이만 고려하였다. 평상시는 110V의 전원이 공급되고 국제우주정거장 전원의 정상적인 공급이 어려울 경우는 50V로 공급되는 것으로 설계되었다. 국제우주정거장에서부터 정상전압이 공급되지 않으면 UDIS는 전원공급을 체크하여 자동으로 Survival 모드로 전환되며, 각각의 Instrument에 UDIS는 Survival CMD를 전송하여 Instrument도 Survival 모드로 운용되게 설계하였다. 그리고 필요시에 국제우주정거장이나 지상에서 Survival 모드 전환 CMD에 따라서 Survival 모드 전환하여 운용할 수 있

다.

### 3.3 소프트웨어 구현

이상의 설계를 소프트웨어로 구현하기 위해서 각 클래스와 클래스 간의 상관관계를 정의하였다. 정의된 클래스와 상관관계는 그림 3과 같다.

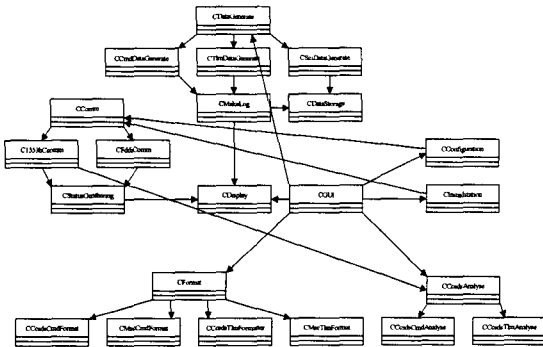


그림 3. 정의된 클래스와 클래스간의 상관관계

그림 4는 각 모듈별 기능 블록 데이터 흐름에 대한 상관관계에 대한 설명이다. 각 모듈간에 데이터는 1553B와 FDDI를 통해 이루어진다.

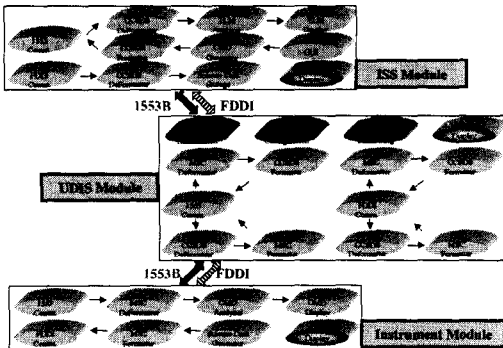


그림 4 각 모듈별 기능블록

### IV. 설계검증

그림 5는 이상 설계된 결과를 검증하기 위한 프로그램이다. 온도는  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 변화주기 9분, 변화량 1%로 설정하였다. 그림 5에서 Memory, OBC, EPU는 추후 구현할 모듈로 분

논문에서는 고려되지 않으며, Instrument를 켜고 끄는 간단한 명령을 통하여 CMD와 TLM 전송을 검증하였고, 해당 버퍼의 파일 유무 및 데이터 분석을 통해 데이터 전송을 체크함으로써 전반적인 설계를 검증하였다.

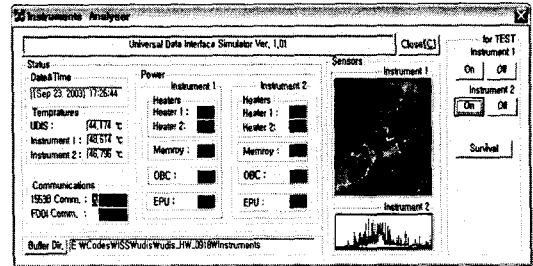


그림 5. 검증을 위한 프로그램

### V. 결론

본 논문에서는 기존 국제우주정거장 데이터인터페이스 시뮬레이터 하드웨어 개념설계를 바탕으로 각 모듈별 소프트웨어를 상세히 설계하고 검증하였다. 향후 개발 방향은 각각의 CMD 및 TLM에 포함될 구체적인 정보를 추가하고, 각 모듈을 완전히 독립시켜 구현 및 검증하는 것이다.

### VI. 참고문헌

- [1] NASA Johnson Space Station Center ISS Program, "Attached Payload Accommodation Handbook: International Space Station Program," NASA Johnson Space Center Contract No. NAS15-10000 (PA12), 1999.
- [2] NASA Johnson Space Station Center ISS Program, "Attached Payload Interface Requirement Document: International Space Station Program," NASA Johnson Space Center Contract No. NAS15-10000 (PA09), 1999.
- [3] 김종우, 서석배, 이주희, 임현수, 최기혁, 최해진, "우주활용을 위한 데이터인터페이스 시뮬레이터 개발," 한국우주과학회보 12권 1호, pp22, 2003.