

다목적실용위성 2호 위성시뮬레이터 상세 설계

이상욱, 조성기, 김재훈

한국전자통신연구원, 통신위성개발센터

대전시 유성구 가정동 161

Detailed Design of KOMPSAT-2 Simulator

Sanguk Lee, SungKi Cho, and Jae Hoon Kim

Communications Satellite Development Center, ETRI

요 약

위성의 자세 및 궤도, 추진기 등 상태의 동적 반응과 위성체 내부의 원격 명령 및 원격측정 처리과정을 시뮬레이션하여 관제시스템의 운용자 교육 및 위성 이상상태 분석을 위한 위성 다목적실용위성 2호 시뮬레이터를 객체지향설계기법을 이용하여 설계한 내용을 기술한다.

I. 서 론

다목적 실용위성 2호 (KOMPSAT-2 : KOREA Multi Purpose SATellite-2) 시스템은 고도 685km의 태양동기 저궤도를 선회하며 한반도의 정밀지도제작의 임무를 수행한다.

다목적 실용위성 2호 시스템은 위성체, 탑재체, 지상국 및 여러 외부 접속부로 구성되어 있다. 다목적 실용위성 지상국은 관제시스템 (MCE : Mission Control Element)과 영상수신국 (IRPE : Image Reception and Processing Element)으로 구성되어 있다.

다목적실용위성 2호 관제시스템[1][2]은 위성의 원격측정 데이터를 수신하여 위성체 및 탑재체의 상태를 감시하고, 필요시에는 원격명령을 송신하여 궤도 및 자세 조정, 탑재장치의 제어 등을 수행한다. 관제시스템은 위성을 추적하고 위성의 원격 명령 및 원격 측정 데이터를 송수신하며 위성체의 거리 및 위치를 측정하기 위한 Range 및 Range-rate 등을 측정하는 TTC 서브시스템 (이하 TTC), 원격

명령 / 측정 데이터의 실시간 처리를 위한 위성운용 서브시스템(이하 SOS), 궤도/자세의 결정, 예측, 분석과 원격명령 스케줄링, 영상 데이터처리 시스템과의 접속 등을 처리하기 위한 임무분석계획 서브시스템 (이하 MAPS), 위성의 자세 및 궤도, 추진기 등 상태의 동적 반응과 위성체 내부의 원격 명령 및 원격측정 처리과정을 시뮬레이션하여 관제시스템의 운용자 교육 및 위성 이상상태 분석을 위한 위성 시뮬레이터 서브시스템 (이하 SIM)으로 구성되어 있다. 위성 시뮬레이터는 위성 이상상태 분석과 운용자 훈련, Off-line 원격명령 검증 및 확인 등에 활용하도록 한다. 또한 관제시스템은 외국에 위치한 지상국과 접속할 수 있도록 하여 다목적 위성 발사 초기 운용 단계에서 지원할 수 있도록 한다.

II. 다목적실용위성-2호 SIM의 기능 및 구성

위성 시뮬레이터 서브시스템의 기능과 외부 인터페이스에 관하여 기술하면 위성 시뮬레이터 서브시스템의 기능은 원격명령 검증, 이상 상태 분석, 운용자 교육 훈련, 비행역학 시뮬레이션 등의 기능과 위성 시뮬레이터 서브시스템의 외부 인터페이스는 관제시스템의 타 서브시스템과의 인터페이스-TTC 서브시스템, 위성운용 서브시스템, 위성 임무분석 및 계획 서브시스템과의 인터페이스에 대하여 기술하였다. 그림 1은 이러한 시뮬레이터 서브시스템의 기능 블록도이다.

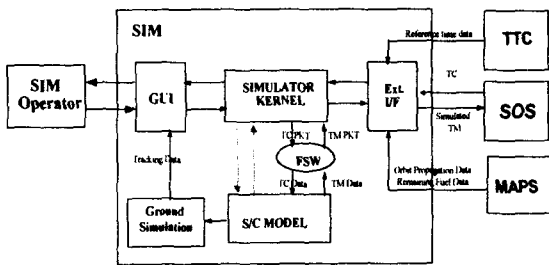


그림 1. SIM Functional Architecture

위성 시뮬레이터 서브시스템은 그림 2와 표 1에서 나타낸 바와 같이 한 대의 PC 서버에 다른 서브시스템과는 MCE LAN을 통하여 접속하고 운영체제는 Windows 2000을 사용한다.

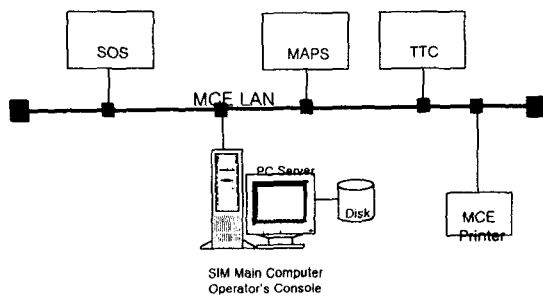


그림 2. SIM Hardware Configuration

표 1. SIM Hardware Specifications

Usage	Element	Specification
Simulator	Simulator	- Main Memory (above 1GB)
	Main computer	- Hard disk (above 20GB*2) - Above 1.0GHz Intel CPU
	Display device	- Color graphic monitor (21 inch)
Operation	인터페이스	- Ethernet LAN transceiver

III. 다목적실용위성-2호 SIM 설계

위성시뮬레이터 서브시스템은 객체지향 개발 방법 [3]에 의하여 설계, 개발되었으며, 각 단계별로 Use-Case Model, Domain Model, 운용자 인터페이스(GUI), Logical View, Implementation View, Process View, Deployment View가 도출되며, 본문에서는 이들을 개략적으로 기술한다.

Use-Case Modeling

Use-Case 모델링은 Use-Case 다이어그램과 Use-Case 다이어그램에 나타난 Use-Case에 대한 명세를 기술하며, 각 Use-Case에 대한 시나리오를 기술한다. 위성 시뮬레이터 서브시스템의 Use-Case 다이어그램은 그림3과 같다.

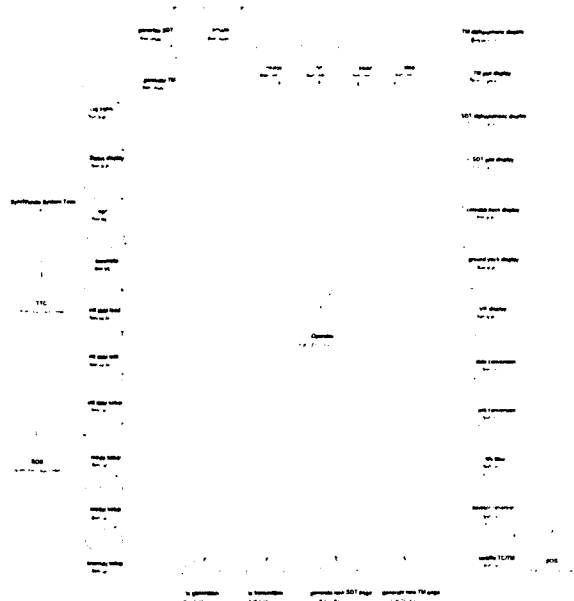


그림 3. KOMPSAT-2 SIM Use Case Diagram

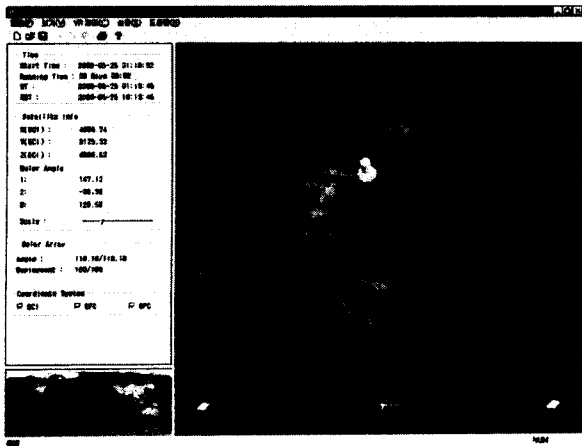


그림 8. 3D VR Display Window

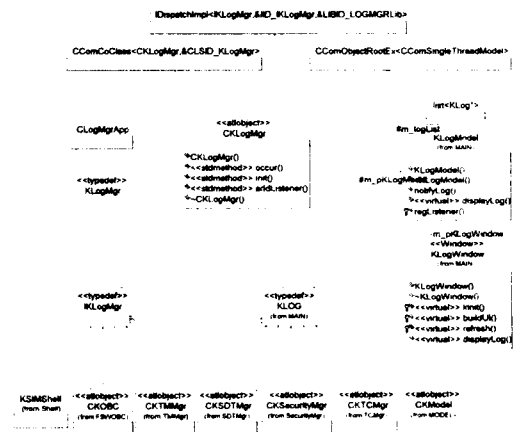


그림 10. Log Manager Package

Logical View

위성 시뮬레이터 서브시스템의 소프트웨어 Architecture를 개념적 논리적인 관점(Logical View)에서 기술하였다. Logical View에서는 전체 시스템을 개념적인 패키지들로 분해하여 그들 간의 연결을 기술하고 그들 간의 의존성 관계를 고려한다. 그림 9는 시뮬레이터 서브시스템의 구성 패키지의 연관 관계를 보인다.

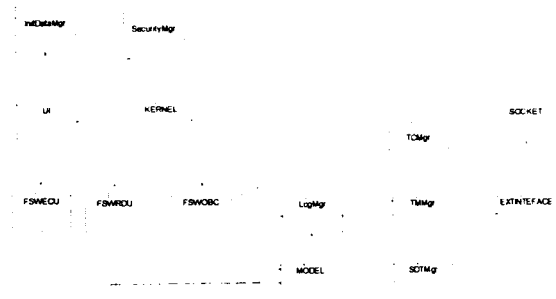


그림 9. Logical View of SIM Subsystem

그림 10은 시뮬레이터에서 발생하는 모든 이벤트 로그를 수집하여 처리하는 Log Manager Package에서 CKLogMgr Class를 주변 클래스와의 연관 관계를 표시하고 있다.

그림 11은 시뮬레이터에서 Timer와 Scheduler를 이용하여 시뮬레이션을 제어하는 Control Package에서 KSimulator, KScheduler 및 KTimer Class간의 연관 관계를 표시하고 있다.

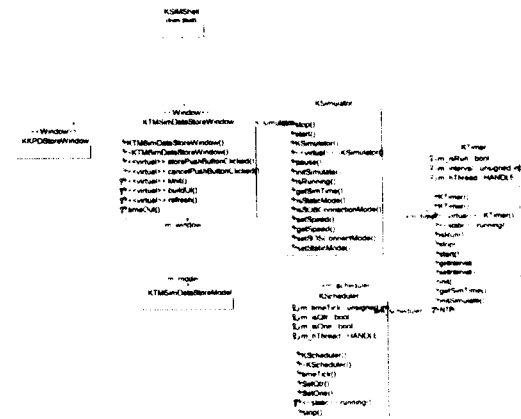


그림 11. Control Package

그림 12는 시뮬레이터에서 분석을 목적으로 시뮬레이션 데이터를 이용하여 위성의 Ground Track View, Celestial Track View 및 VR Display을 하기 위한 Display Package의 KGrTrkWindow와 그 모델 클래스, KCeTrkWindow와 그 모델 클래스 그리고 KVRDispWindow와 그 모델 클래스간의 연관 관계를 표시하고 있다.

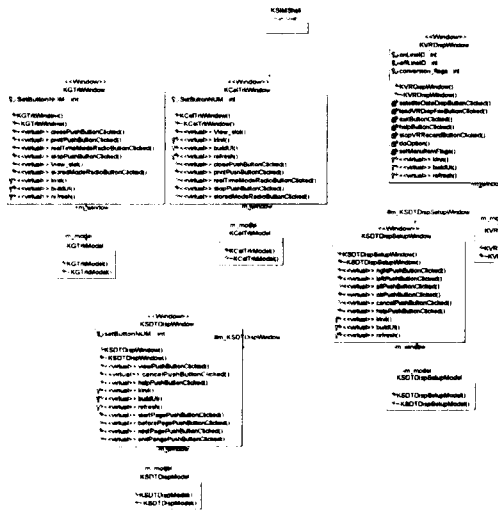


그림 12. Display Package

그림 13은 위성 시뮬레이터의 Actuator Package를 나타내며 이는 위성 H/W 서브시스템으로부터 상속받은 클래스로 모델의 확장성과 재사용성을 극대화하기 위해 설계되었다. Actuator 패키지에는 SADA, Thruster, RWA, MTA로 구성되어 있고 이들은 상위의 Actuator Class로부터 상속받으며 각각의 Actuator Class는 해당 Actuator를 특성화하는 Parameter를 포함한 Parameter Class를 두어 모델의 확장성을 높였다. 그림 14는 이 Actuator중에서 RWA Class의 상세설계 내용을 보여주고 있다. 또한, 그림 15는 RWA Class중에서 calculateTorque Method의 Activity를 Flow Chart 형태로 보여주고 있다.

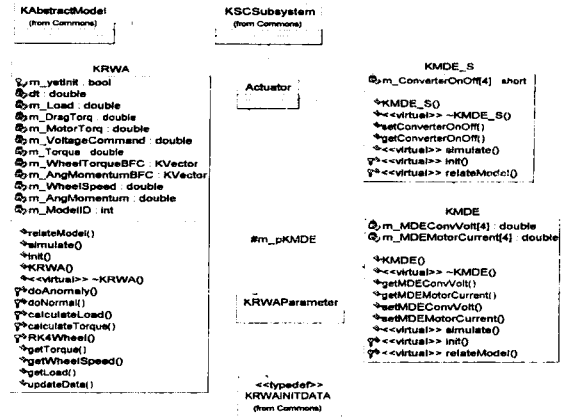


그림 14. KRWA Class

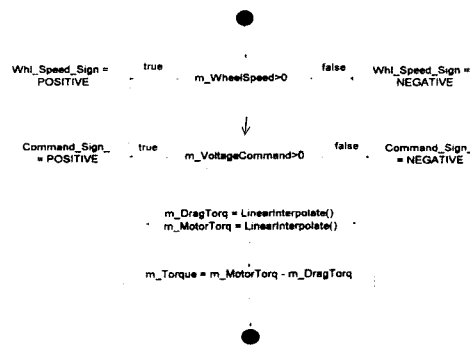


그림 15. Activity Diagram of calculateTorque Method

Implementation View

위성 시뮬레이터 서브시스템의 구현관점에서 설계한 것으로 구현 모듈의 구성과 그 모듈간의 관계를 표시한다. 그림 16은 SIM의 Control 패키지 Implementation View이다.

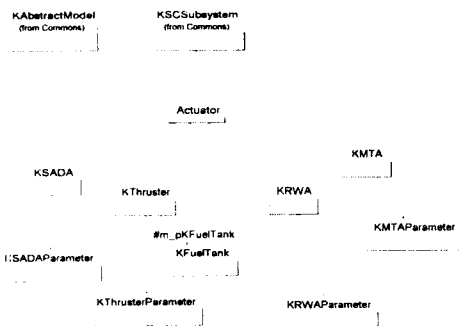


그림 13. Actuator Package

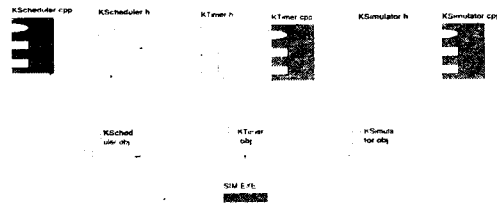


그림 16. Implementation View of Control Package

Process View

위성 시뮬레이터 서브시스템의 Process View는 SIM의 Target System에 설치될 프로세스의 구성을 표시하는 것으로 SIM의 경우에는 SIM.EXE, 단일 프로세스와 이 프로세스에 의해 구동되는 여러 개의 DLL로 구성되어 있다. 그림 17은 이러한 SIM의 Process View를 나타내고 있다.

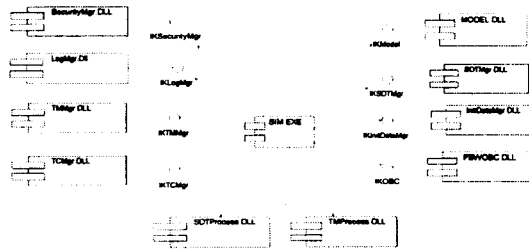
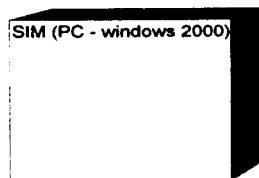


그림 17. Process View of SIM

Deployment View

위성 시뮬레이터 서브시스템의 Development View는 Process View에서 나타난 구성요소가 시뮬레이터 서브시스템의 컴퓨터시스템인 PC Server에 어떻게 설치되어 활용될 것인가를 표현한다. 그림 18은 위성시뮬레이터 서브시스템의 Deployment View를 나타내고 있다.



- SIM.EXE
- SecurityMgr.DLL
- LogMgr.DLL
- TMMgr.DLL
- TCMgr.DLL
- FSWOBC.DLL
- FSWRDU.DLL
- FSWEPS.DLL
- MODEL.DLL
- SDTMgr.DLL
- InitDataMgr.DLL
- SDTProcess.DLL
- TMPProcess.DLL

그림 18. Deployment View of SIM

IV. 결 론

객체지향기법에 의해 설계된 다목적실용위성 2호 위성시뮬레이터 기능 및 구조 그리고 설계내용을 기술하였다. 다목적실용위성 2호 위성시뮬레이터의 기능요구사항으로부터 이들이 객체지향설계기법에 따라 어떤 단계를 거쳐 위성시뮬레이터 서브시스템으로 설계가 완성되는 과정을 설명하였다.

위성시뮬레이터서브시스템 설계 내용은 2002년 7월 상세설계검토회의 (CDR : Critical Design Review)를 통하여 확정되었고, 설계서에 기술된 내용에 따라 서브시스템 구현이 진행되고 있으며, 서브시스템 구현이 끝나는대로 블록 시험, 서브시스템 시험, 관제시스템 시험 등 여러 단계의 시험을 거쳐, 모든 요구사항을 만족하고 있음을 검증받게 된다. 검증이 완료되면 항공우주연구원 지상국에 설치되어 다목적실용위성 2호의 운용에 직접 활용할 예정이다.

Acknowledgements

본 연구는 정보통신부의 지원에 의해 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] Electronics and Telecommunications Research Institute, KOMPSAT-2 MCE Critical Design Review, 2002.
- [2] 한국전자통신연구원, "연차보고서-다목적실용위성 2호 주 관제시스템 개발 (Ⅲ)", 2002.
- [3] James Rumbaugh, Michael Blaha, William Premerlani, Frederick Eddy, & William Lorensen, "Object-Oriented Modeling and Design", Prentice Hall, 1991.