

## 통신탑재체와 소프트웨어 위성버스체를 통합한 HITL 시뮬레이터의 설계 및 구현

김인준<sup>†</sup>, 최완식  
통신위성개발센터, 한국전자통신연구원

### DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HITL SIMULATOR COUPLING COMMUNICATIONS PAYLOAD AND SOFTWARE SPACECRAFT BUS

In-Jun Kim<sup>†</sup>, and Wan-Sik Choi

Communications Satellite Development Center, ETRI 161 Gajeong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-350, Korea  
E-mail: ijkim@etri.re.kr

(Received October 14, 2003; Accepted November 24, 2003)

#### 요 약

"국가우주개발 중장기계획"의 일환으로 "통신방송위성(CBS: Communications and Broadcasting Satellite) 탑재체 개발 사업"이 한국전자통신연구원을 중심으로 국내산업체와 공동으로 추진되었다. 통신탑재체는 Ku대역 및 Ka대역 통신중계기와 안테나로 구성되며, 2000년 5월부터 2003년 4월까지 3년 동안 기술검증모델 탑재체가 개발되었다. 본 사업에서 통신방송위성을 위한 위성버스체는 개발되지 않으므로 위성을 이루는 통신탑재체와 버스체의 구성이 완벽하지 않았다. 이러한 문제를 해결하기 위해 위성버스체를 대신할 소프트웨어 위성시뮬레이터의 개발이 요구되었다. 개발에 적용된 위성버스체는 무궁화위성 버스체를 그 대상 모델로 가정하였다. 독립적으로 존재하는 하드웨어 통신탑재체와 소프트웨어 위성시뮬레이터의 연동은 통신탑재체의 기능 시험 및 검증을 목적으로 개발된 전기적 지상시험장치(EGSE: Electrical Ground Support Equipment)의 전력, 원격명령 및 원격측정 시스템(PCTS: Power, Command and Telemetry System)를 통해 이루어지도록 설계되었다. 이러한 시스템 개발을 통해 하드웨어 통신탑재체와 실시간으로 연동되는 Hardware-in-the-loop(HITL) 통신방송위성 시뮬레이터(CBSSIM: CBS Simulator)를 구현하였다. CBSSIM의 위성버스체 모델은 모멘텀 바이어스 삼축 안정화 방식의 정지궤도 위성이고, CBSSIM은 PCTS와 TCP/IP로 연결되고, 통신탑재체는 DC하니스 및 MIL-STD-1553B로 PCTS와 연결된다. CBSSIM은 실시간 처리부를 통해 통신탑재체와 위성 버스체 모델로 원격명령을 전송하며, 통신중계기로부터 실제 원격측정 자료와 위성버스체 모델로부터 생성된 원격측정 자료를 수집한다. CBSSIM은 다양한 그래픽 사용자 인터페이스(GUI: Graphic User Interface)를 통해 위성의 상태를 감시할 수 있으며, 통신위성의 발사 전후 및 궤도 운용시의 상태를 모사할 수 있다. 본 논문에서는 객체지향 기법에 의해 위성버스체를 모사한 CBSSIM과 통신탑재체 및 통신탑재체와 CBSSIM을 연동시키는 PCTS를 포함한 HITL 시뮬레이터의 설계 및 구현 내용에 대해 기술한다.

#### ABSTRACT

Engineering qualification model payload for a communications and broadcasting satellite(CBS) was developed by ETRI from May, 2000 to April, 2003. For the purpose of functional test and verification of the payload, a real-time hardware-in-the-loop(HITL) CBS simulator(CBSSIM) was also developed. We assumed that the

<sup>†</sup>corresponding author

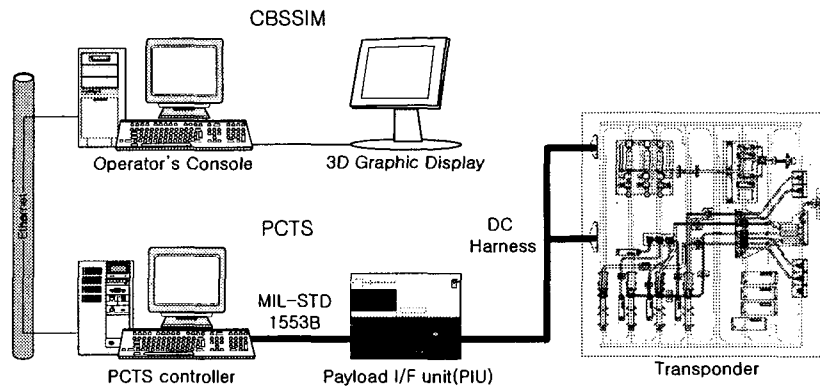


그림 1. 시스템 구성.

spacecraft platform for the CBSSIM is a geostationary communication satellite using momentum bias three-axis stabilization control technique based on Koreasat. The payload hardware is combined with CBSSIM via Power, Command and Telemetry System(PCTS) of Electrical Ground Support Equipment(EGSE). CBSSIM is connected with PCTS by TCP/IP and the payload is combined with PCTS by MIL-STD-1553B protocol and DC harness. This simulator runs under the PC-based simulation environment with Windows 2000 operating system. The satellite commands from the operators are transferred to the payload or bus subsystem models through the real-time process block in the simulator. Design requirements of the CBSSIM are to operate in real-time and generate telemetry. CBSSIM provides various graphic monitoring interfaces and control functions and supports both pre-launch and after-launch of a communication satellite system. In this paper, the HITL simulator system including CBSSIM, communications payload and PCTS as the medium of interface between CBSSIM and communications payload will be described in aspects of the system architecture, spacecraft models, and simulator operation environment.

*Keywords:* modeling, simulation, communications transponder, telecommand, telemetry, CBS, CBSSIM, EGSE, PCTS

## 1. 시스템 개요

CBSSIM은 위성버스체에 탑재된 각종 서브시스템의 물리적 성질과 기능적 특성, 그리고 위성의 자세 및 궤도 역학 특성을 수학적으로 모델링한 위성버스체 모사용 소프트웨어로서 사용자 인터페이스로부터 원격명령을 받아 실제 위성버스체와 유사하게 실시간으로 반응하고, 위성의 내부적인 상태를 계산하며, 원격측정 자료를 생성하여 출력한다.

EGSE의 PCTS는 본래 통신중계기를 원격명령을 통해 제어하고, 그에 따른 응답 및 통신중계기의 작동상태를 감시하기 위한 원격측정 정보를 수집할 수 있는지 검증함으로써 우주공간에서의 원활

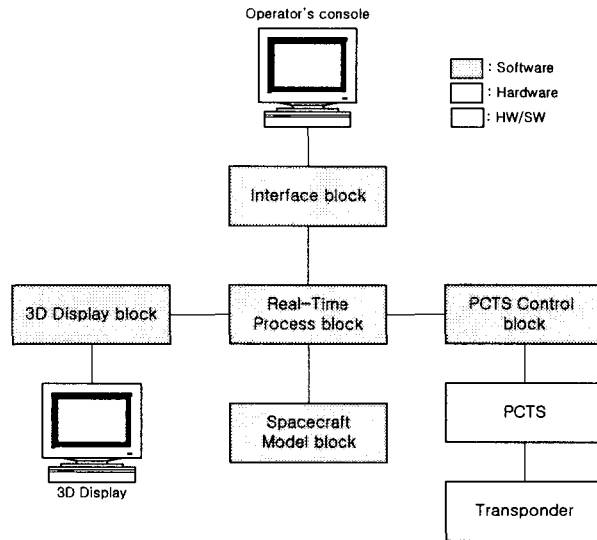


그림 2. 기능블록 다이어그램.

한 임무수행을 보장하기 위한 시험장비이다. 개발된 시스템에서는 CBSSIM에서 전송한 통신중계기의 원격명령 및 요청한 원격측정 정보를 중간 매개체로서 CBSSIM과 연동시키는 역할을 담당한다.

CBSSIM은 그림 1에 나타난 시스템 구성 환경에서 운용되도록 설계되었다. 주 컴퓨터는 윈도우 2000 운영체제를 탑재한 IBM PC를 사용하였으며 시스템의 운용 및 제어, 위성버스체 모사를 담당하고, 위성의 3차원 자세 및 궤도 표시를 위한 디스플레이 장치를 추가로 사용한다. CBSSIM의 주 컴퓨터와 PCTS의 제어컴퓨터는 LAN으로 연결되고, PCTS의 제어컴퓨터와 탑재체접속장치(PIU: Payload Interface Unit)는 MIL-STD-1553B로 연결되며, PIU는 DC하니스를 통해 다시 통신중계기까지 연결된다. 시뮬레이터는 C++ 언어를 이용해 개발하였으며, 3차원 그래픽 표현을 위해 Java3D를 사용하였다.

## 2. 소프트웨어 구조 설계

CBSSIM 소프트웨어는 그림 2와 같이 실시간 처리부, 위성모델, 인터페이스, 3차원 디스플레이, PCTS제어의 5가지 기능 블록으로 구성되어 있다. 실시간 처리부는 원격명령실행유닛(CEU: Command Execution Unit), 원격측정디스플레이유닛(TDU: Telemetry Display Unit), 공유메모리로 구성된다. 위성모델 블록은 자세 및 궤도 제어계 유닛(AOCSU: Attitude and Orbit Control Subsystem Unit), 전력계 유닛(EPSU: Electric Power Subsystem Unit), 원격측정명령계 유닛(TCRSU: Telemetry, Command and Ranging Subsystem Unit), 열제어계 유닛(TCSU: Thermal Control Subsystem Unit)으로 구성된다. 인터페이스 블록은 그래픽사용자 인터페이스 유닛(GUIU: Graphic User Interface Handling Unit), 그래픽 디스플레이 유닛(GDU: Graphic Display Unit)으로 나뉜다. 3차원 디스플레이 블록은 소켓통신과 3차원 처리 기능으로 나눌 수 있다. PCTS제어 블록은 소켓통신, Ka 대역 PCTS 원격명령 및 원격측정 처리, Ku 대역 PCTS 원격명령 및 원격측정 처리 부분으로 분류된다.

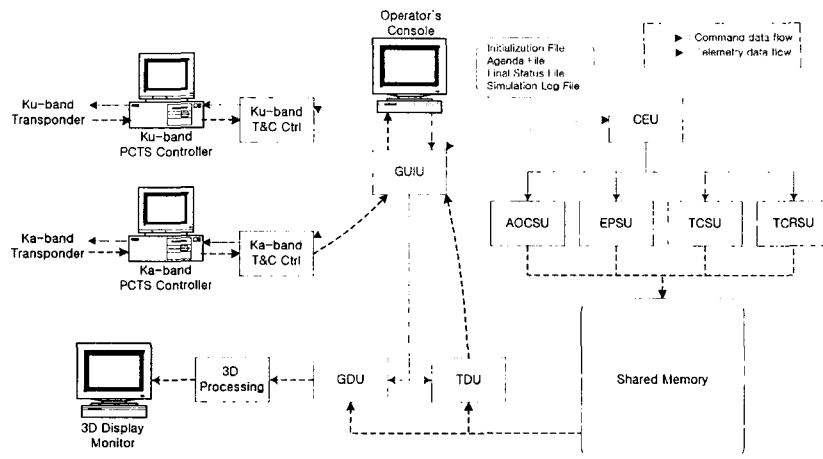


그림 3. CBSSIM 소프트웨어 구조.

각 유닛들간의 인터페이스 처리는 그림 3에서 나타낸 바와 같이 공유 메모리를 통해 이뤄지며, 디스플레이를 위한 인터페이스 처리는 GUIU를 통해 이뤄진다.

개발된 시스템의 주요 요구사항은 실시간의 효율적인 시뮬레이션 수행에 있다. 다시 말해 실시간으로 위성 원격명령을 전송하고, 그에 따른 정확한 원격측정 정보를 생성하여, 정해진 시간간격과 속도에 따라 원격측정을 디스플레이하는 기능을 제공하는 것이다.

실시간 처리부는 GUI와 모델부간의 인터페이스로서 원격명령처리, 원격측정처리, 모델 스케줄링 및 제어, 시뮬레이션 자료 저장의 기능을 갖고 있다. 원격명령처리 기능은 사용자가 실행한 원격명령을 수신, 디코딩, 검증하고, 시뮬레이터의 위성 모델과 통신중계기로 각각 원격명령을 실행한다. 원격측정처리 기능은 위성모델부를 통해 생성된 위성버스체의 원격측정과 통신중계기의 실제 원격측정 정보를 자료 형식에 맞춰 디스플레이부로 전송한다. CBSSIM은 다음과 같은 실시간 요구사항을 만족한다. 원격명령은 1초 주기로 처리되며, 위성버스체 모델은 0.25초의 최대주기로 원격측정을 생성 및 전송한다. 위성 자세역학 처리 유닛은 0.01초이며 전력계 유닛은 2초 주기로 시뮬레이션된다. 통신중계기에 대해서 모든 원격측정 자료는 1초 단위로 수집된다.

### 3. 위성버스체 모델

CBSSIM에 적용된 위성모델은 전형적인 모멘텀 바이어스 3축 안정화 방식 정지궤도 통신위성이다(Wertz 1986). 모멘텀 바이어스 제어 시스템은 모멘텀 휠(momentum wheel)을 회전시켜 자세를 제어하는 시스템으로 피치(pitch)축은 모멘텀 휠로, 롤(roll)축과 요(yaw)축은 마그네틱 토크 (magnetic torque)로 제어되며, 피치축과 롤축의 에러, 모멘텀 휠의 속도, 토크의 상태를 감시함으로써 제어할 수 있다(손병태 1999). 그러므로 모멘텀 바이어스 시스템은 3축 리액션 휠 시스템보다 더 적은 장치로 3축을 제어할 수 있다. CBSSIM의 위성모델 블록은 자세 및 궤도 제어계(AOCS: Attitude and Orbit Control Subsystem) 모델, 전력계(EPS: Electric Power Subsystem) 모델, 원격측정명령계(TCRS: Telemetry, Command and Ranging Subsystem) 모델, 열제어계(TCS: Thermal Control Subsystem) 모델로 구성되어 있다. 모델의 핵심 요구사항은 궤도내 위성과 비교하여 실제와 가까운

원격측정 자료를 생성하도록 모델링하는 것이다. 각 모델은 주기적으로 원격측정값을 출력하며 공유메모리에 원시값을 저장하고, 원격명령실행유닛(CEU)에 의해 발행된 위성 명령을 수신하여 명령에 따라 모델의 내부 상태값을 변경한다.

### 3.1 자세 및 궤도 제어계

CBSSIM의 자세 및 궤도 제어계 모델은 위성이 전이궤도 및 정지궤도 상에 있을 경우를 모두 모사하도록 개발되었다. CBSSIM은 위성의 자세 및 궤도를 유지 및 감시하기 위한 비행역학을 모델링하기 위해 센서, 액츄에이터, 제어전자장치 등에 대한 모델을 포함하고 있다.

#### 3.1.1 비행 역학 모델

비행역학 모델은 궤도 및 자세 역학으로 구성된다. 궤도역학 모델은 태양과 달에 의한 섭동력, 지구질량분포에 의한 섭동력, 태양의 복사압에 의한 섭동력을 포함하여 모델링되었으며, 자세역학 모델은 강체역학을 기본으로 하여 위성의 몸체와 모멘텀 휠 어셈블리 1개로 구성된 이체(two-body) 시스템으로 모델링되어 있다. 상세한 자세 및 궤도 역학 모델은 Kang(Kang 1995)의 논문을 참조하였다.

#### 3.1.2 센서 모델

센서 모델은 비행역학 모델로 얻은 위성궤도력(ephemeris)을 처리하여 자세제어장치모델을 위한 원격측정값 및 자세정보를 생성한다. 센서모델은 태양센서, 지평센서, 지구센서, 각속도측정센서로 구성된다. 태양센서는 전이궤도상에서 위성의 회전 축에 대해 태양각을 계산하고 사용자의 설정에 따라 가우스 잡음을 포함할 수 있다. 지평센서는 전이궤도상에서 태양센서에 의해 생성된 Command eye pulse(CEP)와 두개의 지평센서내 2개의 저항방사열계에 의해 생성된 Earth crossing envelope(ECE)에 의한 펄스간의 상대 시간거리를 계산할 수 있도록 모델링되어 있다. 지구센서는 위성의 임무수행 기간 동안 정지궤도 상에서 지구중심에 대해 위성의 롤(roll)과 피치(pitch) 값을 0.01도 단위로 계산하며, 출력값은 가우스 잡음을 포함한다. 각속도측정센서는 정지궤도 상에서 롤과 요의 각속도를 자세역학 모델로부터 입력받아 초기 drift 값을 더하여 각속도값을 출력하도록 모델링되어 있다.

#### 3.1.3 액츄에이터(actuator) 모델

액츄에이터 모델은 비행역학 모델에 보내지는 토크출력을 생성한다. 액츄에이터 모델은 롤/요 토크발생기, 모멘텀 휠, 로켓엔진장치, 전열하이드라진 분사기, 원지점모터에 대한 모델을 포함한다. 롤/요 토크발생기는 고정된 지구자기장 벡터와 쌍극자 모멘텀의 상호 작용에 의한 토크를 계산할 수 있다. 모멘텀 휠은 위성에 두개가 있으며, 각각 모멘텀 휠 피봇과 연결된다. 피봇의 운동은 전기적으로  $\pm 2.3$ 도로 제한된다. 모멘텀 휠은 각운동량과 모멘텀 휠 회전자의 회전축에 대한 반작용 토크 발생 기능을 가지며, 요구되는 속도를 얻기 위해 휠 속도 되먹임 기능을 포함한다. 모멘텀 휠은 비행역학 모델 내의 모멘텀 휠 역학으로 요구 속도를 출력한다. 로켓엔진장치와 전열 하이드라진 분사기 모델은 12개의 로켓엔진장치와 4개의 하이드라진 분사기의 추력벡터를 테이블화하여 추력기 사용시 해당 추력기에 의해 발생하는 추력벡터와 토크벡터를 계산하도록 모델링되어 있다. 원지점 모터는 전이궤도상에서 정지궤도로 진입할 때 사용하는 로켓모터로 질량의 감소, 무게 중심의 변화 및 추력방향의 변화를 고려한 모델이다.

표 1. PCTS 구성 장비.

| 분류      | 사용 장비 목록                                                                                                                                                                                         |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 제작 장비   | PIU (Payload Interface Unit)<br>DC Harness<br>Test Point Terminals Box<br>PCTS Controller S/W                                                                                                    |
| COTS 장비 | DC Power Supply(HP 6675A)<br>PCTS Controller H/W<br>- PC (P III 333MHz)<br>- 1553B Simulator Card<br>- GPIB Card<br>- LAN Card<br>Cable Assembly<br>- GPIB Cable<br>- LAN Cable<br>- 1553B Cable |

### 3.2 전력계

전력계의 주요 기능은 궤도내 기간 동안 위성을 운용하는데 요구되는 전력을 제공하는 것이다. 전력계 모델은 태양전지판, 태양전지판 구동기, 배터리, 전력분배 및 제어 모사 기능을 포함한다. 운용전 단계에서 태양전지판은 접혀 있거나 부분적으로 동작한다. 정지궤도 내 운용단계에서 위성이 식(eclipse)에 있을 때, 전력계는 필요한 전력을 공급하기 위해 배터리를 방전하며, 낮 동안에는 태양 전지판에 의해 생성된 전력으로 배터리를 재충전한다.

태양전지판 모델은 태양의 입사각 정보 및 위성식 상태를 고려해 발생전력량을 계산하고, 태양 전지판의 자연 감쇄 모델을 포함한다. 태양전지판 구동기 모델은 속도 조정, 순방향 및 역방향 지원, 태양전지판의 태양각을 출력하도록 모델링되어 있다. 배터리 모델은 충전율에 따른 충전, 소모전력에 따른 방전, 셀전압 감시 기능 등이 모델링 되어 있다. 전력분배 및 제어 모델은 각 서브시스템의 스위칭 상태를 확인하여 소모 전력량을 계산하고, 배터리 충전 제어기, 과전력 제어기, BPA(Battery Pullup Assembly) 기능이 모델링되어 있다.

### 3.3 열제어계

열제어계 모델은 관련 원격명령에 따라 히터와 같은 열제어 장비의 스위치 상태를 변경하고, 각각의 모드에 따라 온도센서 위치의 온도를 읽어 원격측정값을 갱신한다. 열제어계 모델은 태양의 입사각에 따른 열 자료를 기본으로 하여 해당 자료를 계산한다. 열제어 관련 원격측정은 공유메모리에 저장된다.

### 3.4 원격측정명령계

위성의 원격측정명령계의 원격명령을 처리하여 해당 스위치를 작동하고 그 상태를 원격측정값으로 출력하도록 모델링되어 있다.

## 4. PCTS와 통신중계기 시스템

EGSE의 한 부분인 PCTS는 Ka대역 및 Ku대역 통신중계기로 +70V 주전력 공급기능과 중계기

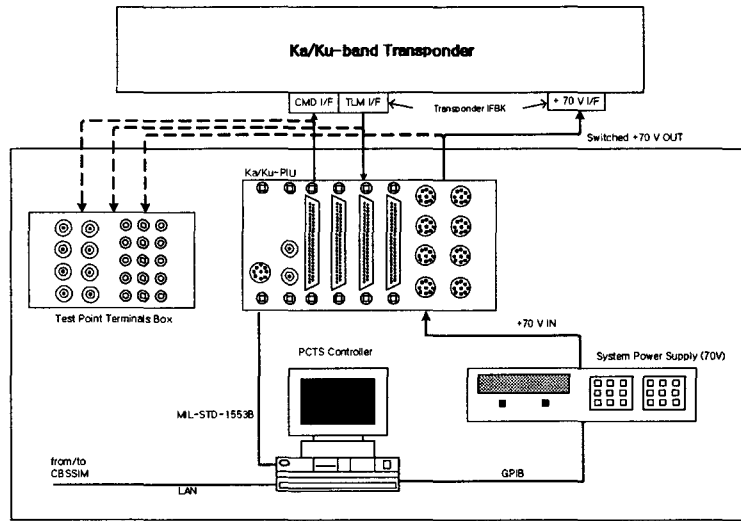


그림 4. PCTS와 통신중계기의 구성.

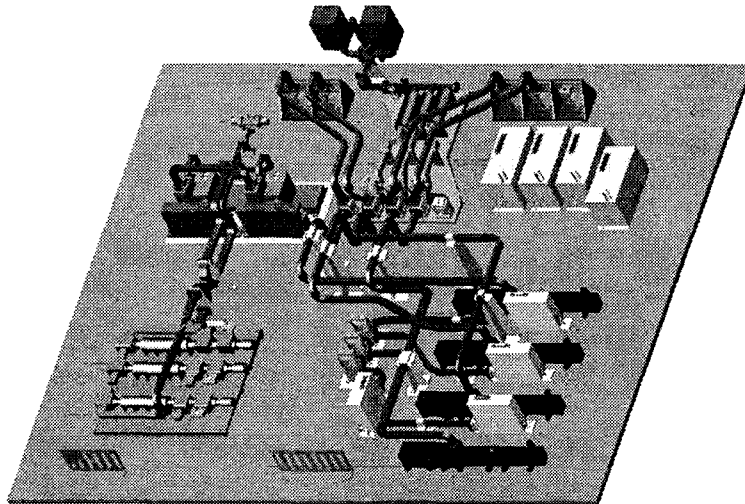


그림 5. Ka 대역 통신중계기 3D 레이아웃.

각 부품들에 대한 원격명령 및 원격측정 기능을 수행한다. 그림 4에 PCTS와 통신중계기를 포함한 시스템 구성을 나타내었다. PCTS는 직접 설계 제작한 장비와 COTS(Commercial off the shelf) 장치로 구성되어 있다. 표 1에 각 구성 장비를 표시하였다.

CBSSIM의 PCTS제어블록은 CBSSIM에서 발생한 원격명령을 LAN을 통해 PCTS로 전송하고, PCTS는 이 원격명령을 수신하여 통신중계기의 각 부품을 제어하는 펄스신호 또는 직렬통신자료로 PIU를 이용해 변환하여 통신중계기로 전달하는 기능을 갖는다. 원격측정은 PCTS의 PIU를 통해 수집되어 CBSSIM으로 전달된다. 원격측정은 1초 주기로 수집하거나 사용자의 요청에 따라 임의로 수집될 수 있다. 이와 같이 CBSSIM은 원격명령을 통신중계기로 전송하고, 통신중계기 각 부품으로부터

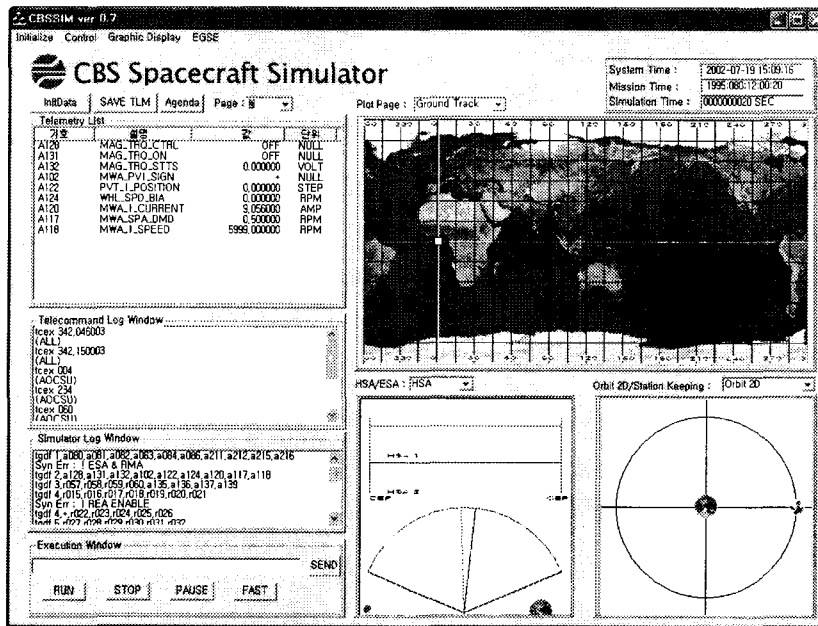


그림 6. CBSSIM 메인 화면.

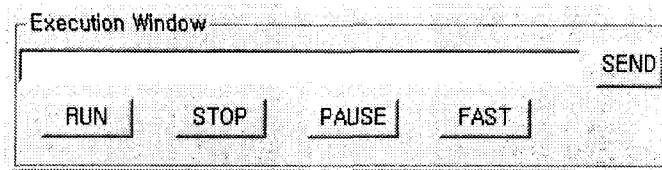


그림 7. 명령실행 윈도우.

터 원격측정을 수행할 수 있다.

그림 5는 Ka 대역 통신중계기의 레이아웃이다. Ka대역 통신중계기는 입력필터, C-스위치, 수신기/주파수변환기, 입력 디멀티플렉서, 입력 스위치 매트릭스, 채널증폭기, 진행파관 증폭기, 출력 스위치 매트릭스, 출력 멀티플렉서, 히터 및 열센서 등으로 구성되어 있다. CBSSIM은 원격명령에 의해 이들 각 부품의 ON/OFF, 각종 RF스위치 위치조정, 채널증폭기 이득조정 등을 제어할 수 있으며, 원격측정에 의해 각 부품의 ON/OFF상태, RF스위치 위치, 증폭기 상태, 온도 변화를 감시할 수 있다. Ku 대역 통신중계기의 구성도 Ka 대역과 유사하다.

### 5. 운용환경

CBSSIM의 GUI는 사용자와 시뮬레이터의 실시간 처리부 사이에 있는 중간 계층으로 사용자가 시뮬레이터를 제어, 모니터링할 수 있도록 한다. GUI는 알파뉴메릭 디스플레이, 경향분석, 3차원 그래픽 애니메이션을 통한 시뮬레이션 감시 기능뿐만 아니라 시뮬레이터 제어, 위성버스체 원격명령 수행, 통신중계기 원격명령 수행 등을 실시간으로 지원한다.



| Telemetry List |                |              |        |
|----------------|----------------|--------------|--------|
| 기호             | 설명             | 값            | 단위     |
| A080           | ESA_1_STATUS   | NORMAL       | NULL   |
| A081           | ESA_2_STATUS   | NORMAL       | NULL   |
| A082           | ESA_SWITCH     | 1&2_ON       | NULL   |
| A083           | ROLL_ANGLE     | -0.010000    | DEG    |
| A084           | ESA_SCAN_STS   | NORMAL       | NULL   |
| A086           | PT_ANGLE       | 32000.000000 | DEG    |
| A211           | INTG_YW_ANG    | 0.000000     | DEG    |
| A212           | INTG_RL_ANG    | 0.000000     | DEG    |
| A215           | YW_GYRO_1_RATE | 0.000000     | mRAD/S |
| A216           | YW_GYRO_2_RATE | 0.000000     | mRAD/S |

그림 8. 원격측정 디스플레이 윈도우.

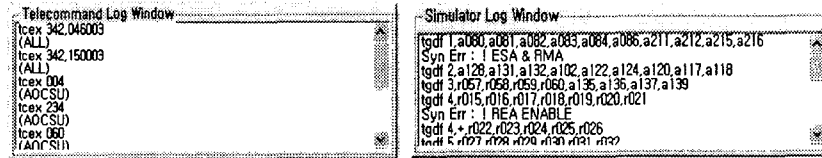


그림 9. 시뮬레이션 로그 윈도우.



그림 10. 경향분석 및 그라운드 트랙 디스플레이 윈도우.

그림 6의 윈도우는 CBSSIM의 메인 화면이다. 메인 화면을 구성하는 서브 윈도우는 다음과 같다.

A. 원격명령 실행 윈도우

원격명령은 그림 7의 명령라인에 사용자가 명령어를 입력함으로써 실행된다. 실행된 명령은 실시간 처리부로 전송되기 전에 명령구문 오류를 검증받는다. 그 밖에 시뮬레이터 작동에 관한 시뮬레이터 제어명령은 모듈 초기화, 시뮬레이션 시동, 종료, 일시정지, 재개, 고속모사, 원격측정 출력 제어, 디스플레이할 원격측정 설정, 이벤트 파일 처리 등이다.

B. 원격측정 디스플레이 윈도우

그림 8의 원격측정 디스플레이 윈도우는 원격측정 변수를 정해진 알파뉴메릭 형식으로 보여준다. 사용자는 디스플레이 레이아웃을 정의할 수 있으며, 주요 변수를 선택할 수 있다.

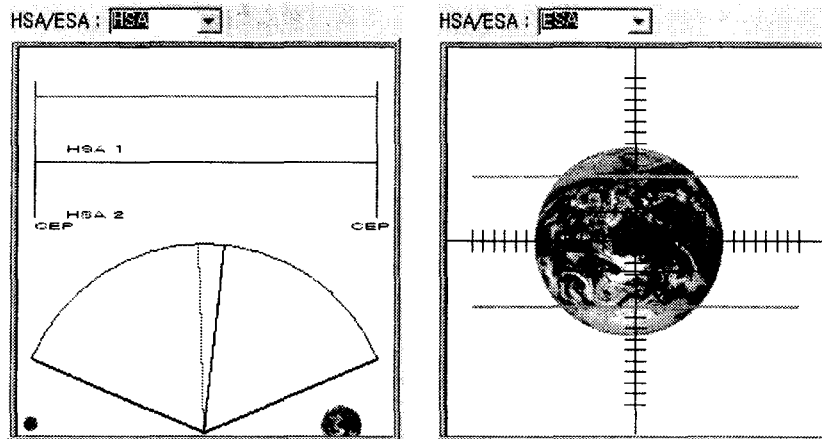


그림 11. 센서 뷰 윈도우.

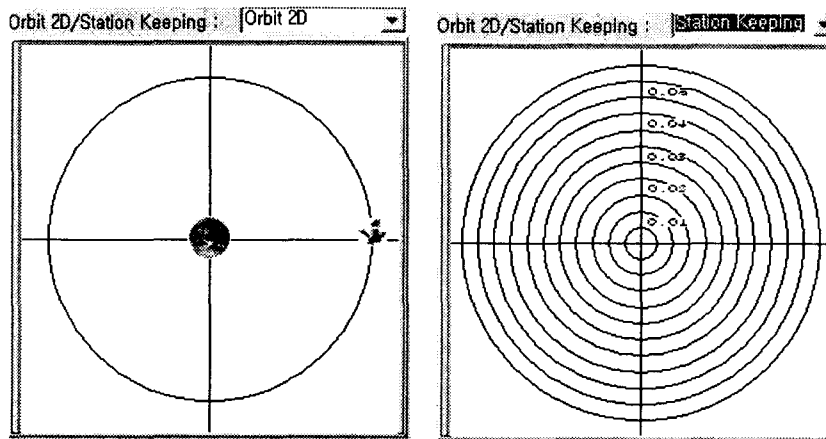


그림 12. 궤도 위치 및 위치유지 윈도우.

C. 이벤트 로그 디스플레이 윈도우

시뮬레이션 로그는 시뮬레이션이 진행되는 동안 발생하는 주요 이벤트 정보를 추적할 수 있도록 그림 9의 원격명령 로그 및 시뮬레이터 로그 윈도우에 표시되고 파일로 저장된다. 원격명령 로그 윈도우는 원격명령 실행 결과를 표시하며, 시뮬레이터 로그 윈도우는 명령구문 오류 또는 시뮬레이터 구동과 관련된 각종 이벤트를 표시한다.

D. 경향분석 및 그라운드 트랙 디스플레이 윈도우

그림 10의 윈도우는 그래프 형태로 원격측정 결과에 대한 경향분석을 위해 사용되거나, 세계지도 위에 위성의 궤적을 표시하는 두가지 모드로 동작한다. 그래프 모드에서는 최대 5가지의 그래프가 그려질 수 있다

E. 센서 뷰 윈도우

그림 11에 센서뷰 윈도우를 나타내었다. 운용전 모드에서는 태양센서와 지평센서의 시계와 지구, 태양, 달에 대한 위성의 자세상태를 표시하고, 운용모드에서는 단지 지구센서의 시계와 지구에 대한

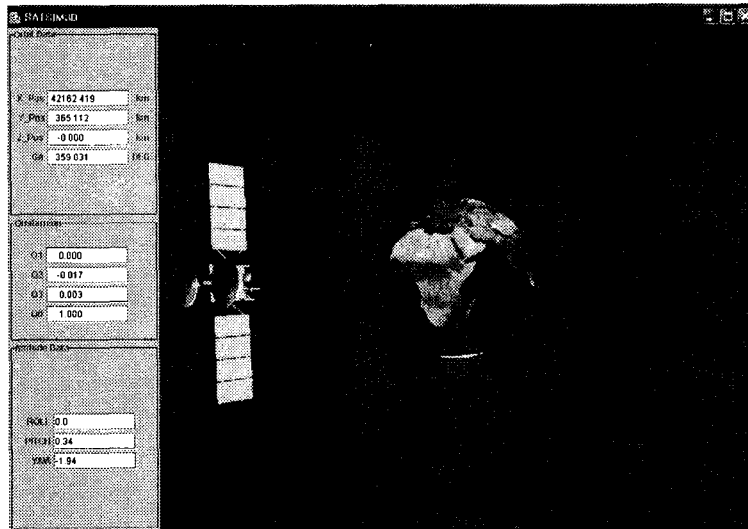


그림 13. 3차원 자세 및 궤도 감시.

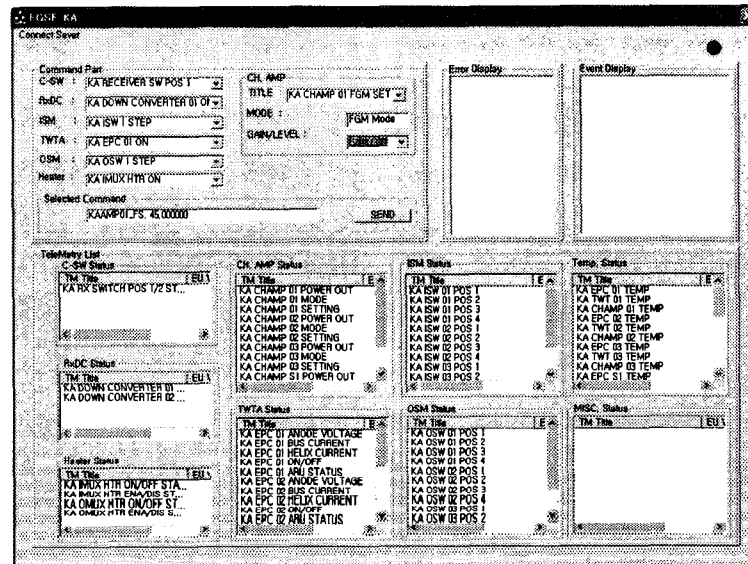


그림 14. 통신중계기 원격명령 및 원격측정 처리 윈도우.

위성의 자세상태만을 표시한다.

F. 궤도 위치 및 위치유지 윈도우

그림 12의 궤도 위치 및 위치유지 윈도우에서는 궤도 상에 위성의 위치나 동서, 남북방향 위치유지에서 위성 위치 에러 가운데 하나를 선택하여 디스플레이할 수 있다.

G. 비행역학 감시

보조 모니터가 위성 비행 상태를 실시간의 3차원으로 표시하는데 사용된다. 위성의 자세 및 궤도

는 비행역학 모델에 의해 계산된 대로 그림 13과 같이 3차원 그래픽 애니메이션으로 표현된다.

#### H. 통신중계기 제어 윈도우

그림 14는 CBSSIM에서 통신중계기 관련 원격명령 및 원격측정 처리를 수행하기 위한 사용자 인터페이스 윈도우로, 통신중계기 제어를 위한 원격명령 윈도우에서는 수신기/주파수변환기, 채널증폭기, 진행파관증폭기, 각종 RF스위치, 히터와 같은 중계기 부품으로 사용자가 원격명령을 전송, 실행할 수 있는 기능을 갖고 있으며, 원격측정 출력 윈도우는 각 통신중계기 부품의 상세한 원격측정 값을 디스플레이한다.

## 6. 결 론

개발된 시뮬레이터는 위성버스체를 모사하고, 통신중계기의 원격명령 및 원격측정 기능을 시험 검증하기 위해 개발되었다. 사용자에게 친숙한 PC 윈도우 환경을 제공하는 CBSSIM은 객체지향 기법을 통해 개발하였으며, 3차원의 위성 자세 및 궤도 표시 기능을 포함한 실시간 그래픽 감시 기능을 Java3D를 이용해 구현하였다. 하드웨어 통신탑재체와 소프트웨어 위성시뮬레이터의 인터페이스를 통신탑재체의 기능 시험 및 검증을 목적으로 개발된 PCTS를 활용해 구현함으로써 추가적인 인터페이스 구현 비용 및 노력을 최소화하였다. 그러므로 앞서 기술한 시스템을 통해 통신위성의 기능 대부분을 모사할 수 있는 위성시스템 구현이 가능하다. 향후 탑재체 개발만을 수행할 경우 위성버스체 시뮬레이터와 연동된 시스템이 실질적인 효과를 얻기 위해서는 우주환경시험과 위성버스체 시뮬레이터 그리고 탑재체가 연동된 시뮬레이션 시스템을 구현함으로써 위성의 발사, 궤도진입, 궤도내 환경 모사에 따라 우주환경시험 시설의 환경조건을 변화시켜 실제 위성운용환경과 유사한 상황에서 탑재체를 시험할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 손병태 1999, 위성통신공학 (서울: 연학사), p.296
- Kang, J. Y. 1995, Development of the Korean First Satellite Simulator-ARTSS, AIAA Flight Simulation Technologies Conference (Baltimore: AIAA), AIAA-95-3384
- Wertz, J. R. 1986, Spacecraft Attitude Determination and Control (Dordrecht: D. Reidel), pp.601-602