

위성 시뮬레이터 기능을 이용한 위성의 Contingency 대응방법 연구

조성기, 이상욱, 김재훈
한국전자통신연구원 통신위성개발센터
대전직할시 유성구 가정동 161

Recovery Study for Satellite Contingency Using Satellite Simulator

Sungki Cho, Sanguk Lee, Jae Hoon Kim
Communication Satellite Development Center, ETRI

요 약

위성의 운용 중 발생할 수 있는 Contingency에 대한 분석과 이의 해결을 위한 운용자의 대응 과정은 매우 중요하다. 현재 한국전자통신연구원에서는 2004년 5월 발사 예정인 다목적 실용위성 2호 관제시스템을 개발 중에 있으며 위성 시뮬레이터는 관제 시스템을 구성하는 하나의 서브시스템이다. 개발 중인 위성 시뮬레이터는 순수 소프트웨어 시뮬레이터이며 위성의 하드웨어 서브시스템, 위성의 비행 소프트웨어, 위성 비행역학을 높은 정밀도를 갖는 모델로 구성하여 원격측정과 원격명령의 처리, 위성 시스템 기능 검증, 위성 비행운동 예측과 분석, 위성 운용자 교육 등의 기능을 수행 할 수 있도록 설계되었다. 본 논문은 위성 운용 중 발생 예측되는 Contingency 상황을 설정하여 시뮬레이션할 수 있는 다목적 실용위성 2호 관제시스템의 위성 시뮬레이터 기능과 그 이용 방법을 설명하고자 한다.

I. 서 론

일반적으로 시뮬레이터는 대상 시스템을 모델링하여 필요한 기능을 시험, 분석하여 실제 시스템의 개발에 반영하고 기존의 시스템의 기능개선, 시스템 이용 교육 훈련에 사용한다. 위성 시스템의 경우, 시스템의 복잡성과 높이 요구되는 실시간 안정성, 운용시 운용자와 위성간의 원격성으로 인하여 위성 운용 지원 기능이 매우 중요하다. 위성 운용 관점에서의 시뮬레이터는 위성의 원격명령

(Telecommand)과 원격측정(Telemetry)의 검증, 제어 시스템의 검증, 위성 운용시스템의 검증, 위성 운동의 예측과 분석 등을 주 기능으로 한다. 이와 같은 기능들은 위성 운용자들에게 다양한 운용 시험 환경을 제공하며 이를 통하여 위성 운용시의 오류를 줄이고 오류 발생 시 대처능력을 향상시키는 기능을 한다. 특히 위성의 Contingency 상황에 대한 대응 방법의 교육 훈련에 이용할 수 있어 위성의 운용과 관리에 매우 중요한 역할을 할 수 있다.

본 논문은 이와 같은 관점에서, 현재 개발 중인 다

목적실용위성 시뮬레이터의 기능과 이를 이용한 위성의 Contingency 상황 대응 방법을 설명하고자 한다.

II. 위성의 Contingency

위성의 운용 중에는 다양한 원인에 의하여 오류가 발생할 수 있는데 위성의 경우 발사 후 운용과 관리를 지상국과의 원격 통신에만 의존하므로 이와 같은 오류에 대한 예측과 오류 해결 방법의 정립, 그리고 이의 교육 훈련이 매우 중요하다. 일반적으로 지상국의 위성 운용팀은 이와 같은 오류 상황을 예측하여 이에 대한 대처 과정을 체계적으로 수립한 CAS(Contingency Action Sheet)를 통하여 Contingency의 발생 시, 신속하고 정확하게 대응하도록 하고 있다[5]. Contingency Action은 주로 위성의 주요 하드웨어의 오류 또는 위성의 열제어 오류의 대처와 이와 연관되어 발생하는 Safe Mode로의 전이 후 이의 Normal Mode로의 재전이 과정을 등을 체계적으로 명시한다[5]. Contingency 상황에 대한 대처에 있어서 가장 중요한 것은 Contingency 상황의 빠른 인식이다. 위성의 상태를 모니터링 하는 운용자의 정확한 초기 오류 인식은 이로부터 파생되어 발생할 수 있는 Safe Mode와 같은 보다 더 심각한 Contingency Mode로의 전이를 방지할 수 있다. Contingency의 인식은 위성의 원격측정 값을 통하여 확인 할 수 있다. Contingency Action의 대략적인 흐름은 인식된 Contingency가 한 개 이상의 Action으로 세분된 경우 이를 CAS에 명시된 기준에 따라 Action의 방향을 결정하고 Action을 수행한다. Action의 수행은 일반적으로 이미 정의된 원격명령을 위성으로 송출하여 이의 수행을 통하여 Contingency를 해소하고 이의 결과를 원격명령 데이터로 통하여 확인한다.

일반적으로 위성에 장착된 하드웨어의 오류에 의한 Contingency의 경우, 이에 대비한 하드웨어의

Redundancy를 이용하여 해결하게 되는데 이를 위하여 위성의 비행 소프트웨어에 CAS에 정의 되어 있는 일련의 원격명령을 보내어 수행한다.

III. 다목적실용위성 2호 위성시뮬레이터

한국전자통신연구원은 1999년 다목적 실용위성 1호 관제 시스템을 개발한 바 있으며[1] 현재 2004년 발사 예정인 다목적 실용위성 2호의[2] 관제 시스템을 개발하고 있다. 시뮬레이터(SIM: Satellite SIMulator)는 위성운용 시스템 (SOS: Satellite Operation Subsystem)[3], 임무분석 및 계획서브시스템 (MAPS: Mission Analysis and Planning Subsystem)[4], 위성추적 원격측정 및 명령서브시스템(TTC: Tracking Telemetry and Command)과 함께 지상국 관제 시스템을 구성하고 있다[4]. 다목적 실용위성 2호 시뮬레이터는 다목적 실용위성 1호 시뮬레이터와 같이 순수 소프트웨어 시뮬레이터로 개발되고 있다. 위성 시뮬레이터는 위성과 위성 서브시스템, 위성의 궤도와 자세운동, 이에 영향을 미치는 우주 환경 등을 모델링하고 위성운용 시스템 등의 지상국의 위성 운용기능의 일부를 포함한 전 기능 시뮬레이터로 개발되고 있다.

그림 1은 시뮬레이터의 개념적인 소프트웨어 구조를 나타내고 있다. 사용자는 GUI를 통하여 SIM을 운용, 제어하며 SIM Kernel을 중심으로 비행 소프트웨어와 위성 모델, 관제 시스템의 다른 서브시스템인 SOS, MAPS, 그리고 TTC와의 외부 인터페이스가 구성되어 있다. GUI에는 VR(Virtual Reality)을 비롯한 각종 분석도구와 시뮬레이터 운용도구를 포함하고 있다.

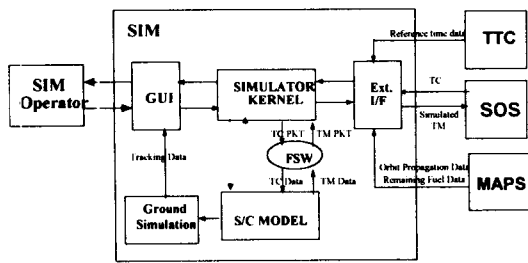


그림 1. SIM 소프트웨어 구조

IV. Contingency 시물레이션

시물레이션 시나리오 설정

시물레이터의 운용자는 임의의 시점 또는 임의의 상태를 설정하여 시물레이션할 수 있다. 이와 같은 기능은 운용자에게 다양한 위성의 상태를 경험할 수 있는 환경을 제공하며 이를 통하여 운용자는 위성 운용 기간 중의 모든 위성의 상태를 예측, 분석할 수 있으며 특정 상황에 대한 적응력을 높일 수 있게 된다. 그림 2에 시물레이션 초기 데이터 파일 편집의 화면을 표시하였다.

Anomaly 시물레이션

다목적 실용위성 2호 시물레이터는 임의로 정의된 Anomaly 상태를 설정하여 이를 시물레이션하는 기능을 제공한다. 이 기능을 통하여 운용자는 실제 위성 운용 중 발생할 수 있는 Contingency를 시물레이션해 볼 수 있으며 CAS에 의한 대처과정을 수행해 볼 수 있다. Anomaly의 정의는 하드웨어 기능이상 뿐만 아니라 위성 궤도와 자세 운동의 Anomaly도 정의할 수 있다. Anomaly의 선택은 제공되는 Anomaly 설정 화면(그림 3)를 통하여 수행하며 시물레이션 초기화에서만 아니라 시물레이션 수행 중에도 Anomaly의 선택과 실행이 가능하다. Anomaly 설정에 의한 위성의 Contingency는 시물레이터의 위성 모니터링 기능을 통하여 운용자가 인지할 수 있으며 이후 운용자는 운용 시나리오 따른 과정을 수행하거나

Anomaly를 해제할 수 있다.

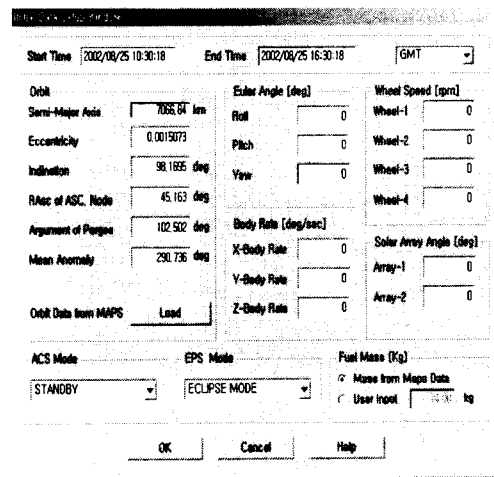


그림 2. 초기 데이터 편집 화면

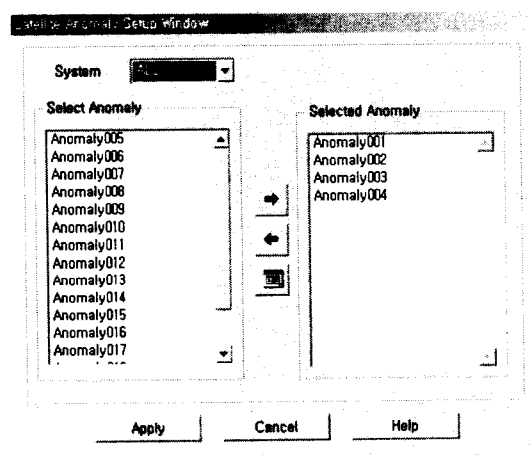


그림 3. Anomaly 설정 화면

Contingency Identification

시물레이터의 원격측정 데이터는 시물레이터의 위성 모델과 비행역학, FSW의 시물레이션을 통해 생성된 데이터로서 실제 위성에서 생성되는 원격측정 데이터와 동일한 형식으로 생성된다. 생성된 원격측정 데이터는 그림 4와 같이 원하는 원격측정 데이터를 선택하여 실시간 비실시간 그래프로 표시할 수 있으며 Alphanumeric 형태의 표시도 가능하다. 위성 운용자는 이 기능을 이용하여 위성의 Contingency 시물레이션 결과를 실제 위성 운

용에 따른 위성의 상태를 확인하는 것과 동일한 환경으로 모니터링을 할 수 있다.

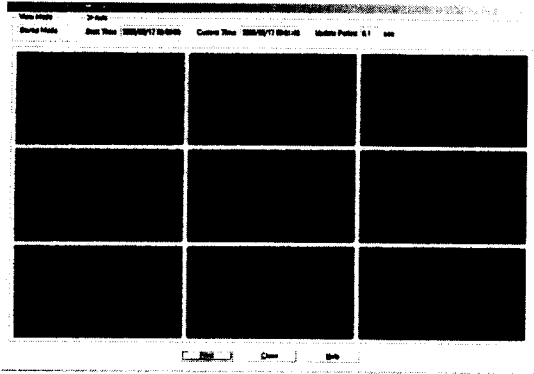


그림 4. 원격추정 분석 표시 화면

Contingency Action Simulation

시뮬레이터는 원격명령의 생성과 송출 기능을 제공한다. 운용자는 이 기능을 이용하여 CAS에 따른 원격명령을 생성과 이의 송출을 위성 운용시스템에서 수행하는 과정과 동일하게 수행해 볼 수 있으며 원격명령의 결과를 시뮬레이션에 의하여 생성된 원격추정 데이터를 비롯한 결과 데이터를 통하여 확인할 수 있다. 그림 5와 그림 6은 시뮬레이터에서 제공하는 원격명령 생성 화면과 원격명령 송출 화면을 각각 나타낸다.

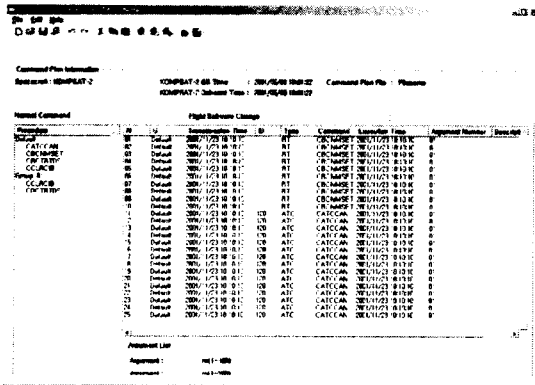


그림 5. 원격명령 생성 화면

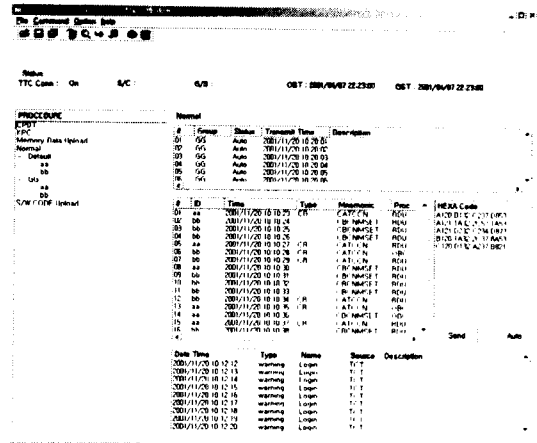


그림 6. 원격명령 송출 화면

기타 분석 도구

시뮬레이터는 다양한 시뮬레이션의 결과를 실시간 또는 비실시간으로 표시하고 저장, 분석 할 수 있는 도구를 제공한다. 위성의 상태를 표시하기 위한 도구로는 그림 4와 같은 원격추정 데이터와 시뮬레이션 결과 데이터를 그래픽 또는 Alphanumeric 형태로 표시하는 화면이 제공되며, 위성의 센서를 통한 지구, 달, 태양의 위치와 방향을 표시하는 Celestial Track View, 지상 궤적과 기본 데이터를 표시하는 Ground Track View(그림 7), 위성의 운동을 3차원으로 표시할 수 있는 가상현실 표시기(그림 8)가 제공된다. 이 밖에 데이터 변환기, 단위 변환기 등이 운용자의 분석 도구로 제공된다.

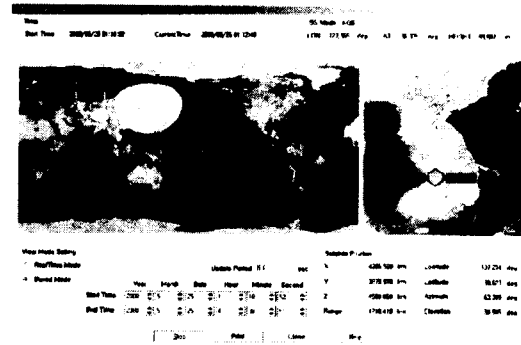


그림 7. Ground Track 표시 화면

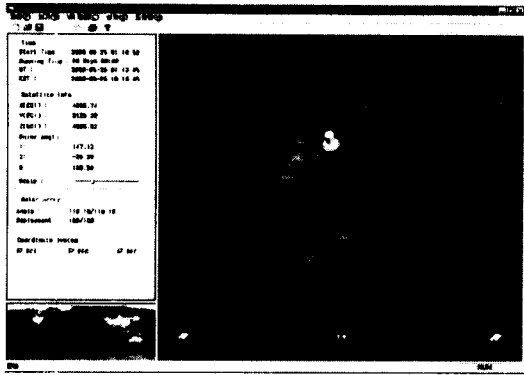


그림 8. Virtual Reality 표시 화면

V. 결 론

다목적 실용위성 2호 시뮬레이터는 전 기능 소프트웨어 시뮬레이터로서 Static 시뮬레이션과 Dynamics 시뮬레이션을 수행할 수 있으며 가상 현실 표시기를 비롯한 여러 가지 분석 도구를 함께 제공한다. 이러한 기능을 이용하여 지상국의 위성 운용자는 원격명령의 처리와 확인, 원격추정의 분석, BSW 검증, 위성 궤도, 자세의 검증과 예측, 위성의 Anomaly 상대 시뮬레이션과 이의 처리 등을 수행할 수 있으며 특히 이를 통하여 위성 운용 중의 Contingency 상황에 대한 대응 방법을 습득할 수 있으며 이에 따라 실제 운용 중 발생할 수 있는 Contingency에 대한 적응력을 높일 수 있다.

Acknowledgements

본 연구는 정보통신부의 지원에 의해 수행되었음.

참 고 문 헌

[1]Wan Sik Choi, Sanguk Lee, Jong Won Eun, Hanjun Choi, Dong Suk Chae, "Design

Implementation and Validation of the KOMPSAT Spacecraft Simulator", *KSAS International Journal*, Vol. 1, No. 2, 2000, pp. 50-67.

[2]Korea Aerospace Research Institute, *KOMPSAT-2 System Design Review*, 2000.

[3]Sanguk Lee, Sungki Cho, Jae Hoon Kim, and Seong-Pal Lee, "Object-Oriented Design of KOMPSAT-2 simulator including onboard Flight Software" *14th International Conference in System Science*, Wroclaw, Poland, Sept. 11-13, 2001.

[4]Electronics and Telecommunications Research Institute, *KOMPSAT-2 MCE Critical Design Review*, 2002.

[5]Electronics and Telecommunications Research Institute, *KOMPSAT-2 MCE Operation Concept Documnet*, 2002.