

위성 공통지상시스템 개발 동향

글 / 최 종 연 jycho@kari.re.kr

한국항공우주연구원 위성기술사업단 위성시험실 위성기능시험팀

초 록

위성체 총조립 및 시험(AIT ; Assembly, Integration & Test)을 위한 전기지상지원장비(EGSE ; Electrical Ground Support Equipment)와 위성 임무 준비 및 운용을 위한 관제시스템(MCS ; Mission Control System)의 공동 개발은 미국과 유럽의 위성사업 기관 및 업체에서 지금까지 많은 연구가 되어 왔다. 비록 두 시스템이 다른 목적으로 사용되고 있지만 기술적으로 유사한 기능을 갖는 시스템으로서 많은 공통점과 호환 가능성을 갖고 있다.

두 시스템의 공동 개발은 시스템 개발과 위성 운용 교육 및 준비에 필요한 비용 절감뿐만 아니라 AIT 단계에서 위성운용단계로의 자연스러운 전환이 가능하다. 이는 AIT 단계에서 공통지상시스템 하드웨어 및 운영시스템, 시험/운용 절차서, 위성 데이터베이스의 사전 검증이 이루어지기 때문이다. 또한 위성 운용 요원의 AIT 참여를 통해 공통지상시스템 운용 훈련과 위성 관제 지식 습득이 자연스럽게 이루어 질 수 있다. 이로써 사업 일정과 개발 위험도를 최소화 할 수 있다.

이러한 두 시스템의 공통성과 호환성 및 공통시스템 개발 장점이 있기에 EGSE와 MCS의 공통 기능에 대한 표준화 작업은 1986년 만들어진 COES(Committee for Operations and EGSE Standard)에서 공식적으로 논의되기 시작하여 1994년 CNES와 ESA의 발의로 제정된 ECSS(European Cooperation for Space Standards)를 통해 국제 표준(ISO, CCSDS 등)을 바탕으로 한 지상시스템에 대한 유럽 표준화 작업이 ECSS-E-70 Working Group에서 진행되고 있다. 또한 검증된 지상시스템의 핵심 운영시스템의 소프트웨어 모듈의 재사용을 통해 최근에서 다양한 공통지상시스템이 개발되어 운용되고 있다.

이러한 배경으로 국내에서도 저궤도 위성 개발에서 EGSE 핵심 모듈인 TM/TC 처리 및 Database 관리 모듈을 AIT 단계에서 개발 및 검증 후에 MCS에서의 재사용을 적극적으로 고려하고 있다. 앞으로 국제적인 추세에 따라 AIT 및 지상국간의 기술 및 인력 교류와 핵심모듈 개발을 통한 공통지상시스템 개발의 활발한 전개가 예상된다.

주제어 : 공통지상시스템, 전기지상지원장비, 관제시스템, EGSE, MCS, ECSS-E-70, COES

1. 머리말

위성을 시험 및 검증하는 EGSE와 동일한 위성을 운용하는 MCS는 위성개발 사업에서 다른 목적으로

사용되고 개발 주체 또는 조직이 분리되어 비록 기술적인 측면에서 공통성이 있지만 관리와 계약적인 이유로 독립적으로 개발되어 왔고, 다른 임무를 수행하는 위성 사업별로도 별도의 EGSE와 MCS가 개발되

어 왔다.

그래서 위성 전주기 개발에서 탑재체 및 위성체 시스템 AIT와 위성 운용을 위해 다수의 지상시스템이 중복하여 개발되며 위성체 데이터베이스는 각 시스템에서 검증을 반복하게 된다. 그림 1은 위성 전주기 개발을 나타내고 있으며 그 결과로 시스템 개발 또는 업데이트에 비용과 위험도를 안게 되고, 복잡한 위성체 데이터베이스 형상관리 업무가 따르며, 호환성이 없는 시스템으로 AIT 및 위성운영 단계에서 비효율적인 업무 수행이 있고, 시스템 유지 보수에 대한 부담도 적지 않다.

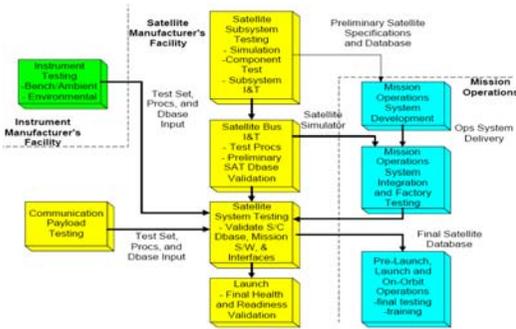


그림 1. 위성 전주기 개발 방법

비록 EGSE와 MCS가 호환성과 공통성을 갖고 Core Telemetry & Command Capability는 동일하지만 시스템 운용 목적과 요구도 차이에 따른 상이한 부분이 있다. EGSE는 상대적으로 많은 지상장비를 제어하기 때문에 API(Application Program Interface) 및 드라이버 개발이 필요하며 완전하지 않는 위성 데이터베이스 검증, 시험 환경 변화에 따른 빠른 대처 및 오류처리 기능 검증 요구 측면에서 시스템 유연성이 필요하다. MCS는 여러 위성의 운용 요구 측면에서 시스템 유연성이 요구된다. 표 1은 시스템 운용개념, Telemetry & Command, 지상 모니터링과 제어 측면에서의 MCS와 EGSE의 요구도를 비교, 정리하였다.

유럽의 경우, EGSE는 위성개발업체 책임 하에 개발되는 반면에 MCS는 위성 임무를 관제하는 운용 주체인 ESOC(European Space Operations Centre) 주관 하에 개발되므로, 위성개발업체는 특정 위성군을 위한 기존 EGSE 시스템 구조를 재사용하는 반면에 ESOC은 모든 위성 운용을 위해 재사용될 수 있

는 운용 개념과 시스템에 관심이 있었다. 그래서 ESA (European Space Agency)는 기술개발 합리화를 위해 EGSE와 MCS 개발을 같은 기술개발 책임 하에 두고, 두 시스템의 공통성과 호환성을 조사하여 공통지상시스템을 개발해 오고 있다.

표 1. MCS 및 EGSE 요구도 비교

CAPABILITY	MISSION SYSTEM	EGSE SYSTEM
Concept of Operations Support	Requires a very flexible capability for a the system to comply to a variety of operations models	Same range of variation as the mission operations system
Telemetry and Command	Requires complete T&C processing capability for satellite stream	In general, complete validation of the satellite requires the same T&C capability as the mission
Ground Monitoring and Control	Mission system interfaces with a set hardware configuration	External hardware configuration is changes as the test cycle progresses

즉, 위성 개발 비용 절감과 사업 일정 및 위험도를 줄일 수 있는 공통지상시스템 개발의 필요성이 대두됨에 따라 두 지상시스템의 공통성과 호환성 연구를 통한 표준화 작업으로 ECSS-E-70 WG에서 PLUTO(Procedure Language for Users in Test and Operations)와 PUS(Packet Utilization Standard) 등이 만들어졌다. 이러한 성과를 바탕으로 최근에 미국과 유럽에서는 연구기관을 중심으로 핵심 운영시스템 SCOS-2000(Spacecraft Control & Operation System-2000), CGS (Columbus Ground Software) 등이 개발되었고, 개발업체를 중심으로는 핵심 운영시스템을 바탕으로 한 'ECHO', 'EPOCH' 등의 상용 제품이 개발되고 있다.

여기에서는 지상시스템의 공통성과 호환성이 있는 분야와 개념에 대한 설명, 표준화 과정과 현황 소개 및 유럽과 미국의 공통지상시스템 개발 동향에 대해 기술코자 한다.

2. 지상시스템 호환성 및 공통성

EGSE와 MCS에 대한 공통시스템 개발 과정에서 등장하는 두 가지 중요한 용어가 있는데 이는 호환성

과 공통성이다. 본 절에서는 이에 대한 개념 정리를 통해 시스템 개발에 대한 이해를 돕고자 한다. 우선 EGSE와 MCS에서 호환성 및 공통성을 갖는 분야는 아래와 같다.

- System Hardware
- System Interface
- Test/Operation System Software
- Test/Operation Procedures
- Synoptic Pictures & Mimic Diagrams
- On Board Control Procedures(OBCP)
- System Database

먼저, 그림 2와 같이 호환 가능한 인터페이스를 통해 정보의 상호 변환이 가능하면 이러한 시스템에 대해 호환성이 있다고 한다. 이런 시스템은 비록 완전히 다른 구조와 방식으로 구현되지만 적어도 호환성이 있는 방법으로 정보 변환이 가능하다. 동일한 위성에 대해 AIT 기간에서 사용한 위성 데이터베이스, 절차서, 시스템 운용 환경이 위성 운용단계에서 그대로 재사용이 가능토록 하는 것이 매우 중요하다. 이런 변환은 체계적이고, 이해될 수 있으며, 전산화된 방법으로 이루어져야 한다.

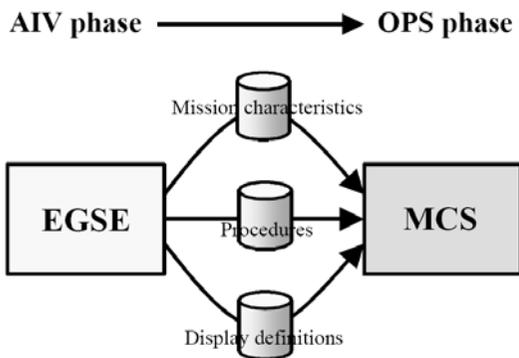


그림 2. EGSE 및 MCS의 시스템 호환성

시스템 호환성이 있으면 같은 정보를 반복해서 입력할 필요가 없으며, 수정된 오류가 다시 발생하지 않으므로 개발 위험도를 최소화하며 위성 운용요원이 AIT 참여를 통해 사전 교육이 이루어질 수 있다.

그리고 그림 3과 같이 시스템 A와 B가 핵심 모듈

인 System C를 상호 재사용할 수 있다면 두 시스템은 공통성이 있다고 한다. 시스템 C는 핵심 운영 시스템으로 공통 기능을 갖는 Kernel에 해당된다.

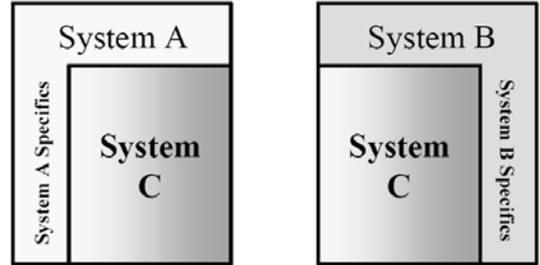


그림 3. System C를 통한 System A & B의 공통성

EGSE와 MCS 경우에는 그림 4와 같이 두 가지 형태의 공통성이 있으며, 수평 공통성은 EGSE 또는 MCS가 다른 위성의 시험 또는 운용에 재사용이 가능한 것이며 수직 공통성은 한 위성의 시험과 운용을 위해 AIT 및 위성운영단계에서 동일한 지상시스템을 재사용하는 것이다.

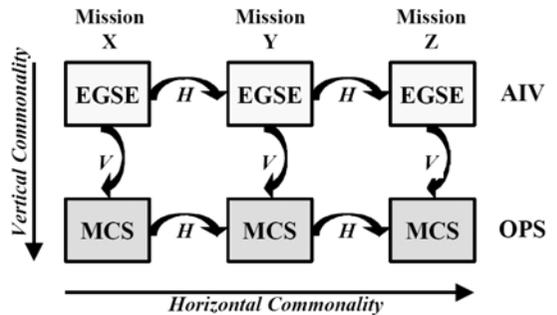


그림 4. 수평 및 수직 공통성

EGSE 수평 공통성이 위성개발업체가 Re-usable kernel을 활용하여 EGSE 시스템을 개발함으로써 이루어지고 있지만, 표준화가 되지 않고 개발업체별로 고유한 모델을 갖고 있다. MCS 수평 공통성은 ESOC을 중심으로 Re-usable kernel인 MSSS(Multi-Satellite Support System), SCOS-2000(Spacecraft Control & Operation System-2000) 개발을 통해 수십 기 이상의 위성 운용시스템에서 이루어지고 있다. 수직 공통성은 SCOS-2000와 같은 Re-usable kernel을 활용하고, EGSE와 MCS의 다른 요구도를 만족시킬 수

있는 고유 기능 또한 부분체를 쉽게 적용시킬 수 있는 개방 구조로 이루어질 수 있다.

수직 및 수평 공통성 개념이 합쳐진 즉, 하나의 지상시스템으로 AIT 단계에서는 EGSE로, 위성운용단계에서 MCS로 재사용되면서 여러 위성을 동일한 시스템으로 관제할 수 있는 완전한 공통지상시스템 개발이 가능하다.

3. 지상시스템 표준화

지상시스템 EGSE와 MCS에 대한 기술측면에서의 호환성과 공통성이 이들의 공통 기능들에 대한 표준화 작업의 요구를 이끌었고, 그 시작은 1986년 만들어진 COES(Committee for Operations and EGSE Standardization)이다. 계속적인 표준화 작업은 1994년 CNES와 ESA 발의로 만들어진 ECSS(European Cooperation for Space Standards)으로 이어졌다.

ECSS는 유럽 위성연구기관 및 위성개발업체들이 참여하고 있으며, 이 표준안의 주된 목적은 위성개발업체의 적극적인 참여와 공동 개발을 유도하는 것이다. 미국이 거의 모든 국제 위성 표준(예, ISO, CCSDS)을 이끌고 있는데 이는 NASA 협력 하에 미국 산업체의 적극적인 참여에서 이루어진 것이다. 그리고 ECSS는 국제 표준 기구 ISO와 CCSDS와 충돌하지 않고 오히려 보완 역할을 한다.

ECSS에서 그림 5와 같이 지상시스템 분야는 2단계 수준에서 ECSS-E-70으로 분류되었고, 3단계에서 6개의 표준안으로 나누어진다. 먼저 2005년 8월에 만들어진 E-70-11(Space Segment Operability)은 위성 운용 용이성에 대한 표준이다. 위성을 궤도상에서 쉽게 운용될 수 있도록 개발한다면 비록 지상시스템의 운용 및 유지보수 비용을 줄일 수 있지만 막대한 위성 개발 비용이 필요하므로, 위성 개발에 있어 위성 운용 용이성은 개발 비용, 위험도 및 일정을 고려해야 한다. 그래서 이 표준의 목적은 위성을 안전하고 비용을 절감하는 방법으로 시험/운용이 될 수 있도록 보장하고, 위성 시험 및 운용의 준비작업과 실행을 용이하게 하는 운용 용이성에 대한 요구를 정의하는 것이다.

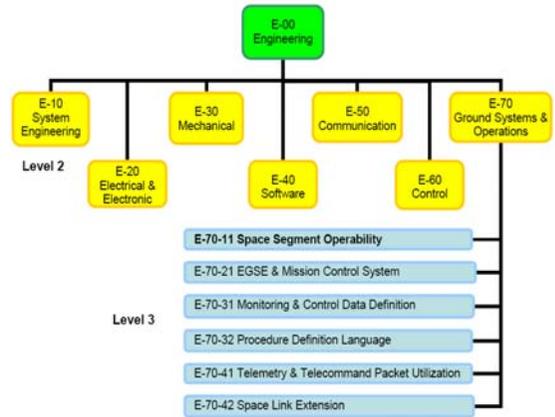


그림 5. ECSS 표준 및 E-70 3단계 표준

E-70-21(EGSE & Mission Control System Functionality)은 핵심 EGSE & MCS 기능성에 대한 최소한의 요구도를 규정하는 표준이다. 그 목적은 EGSE와 MCS의 공통성 촉진시키는 것으로 아직까지 구체적인 안이 마련되어 있지 않다.

E-70-31(Monitoring & Control Data Definition)은 Telemetry와 Telecommand를 통해 위성 시험 및 운용 중에 위성체 관측과 제어를 위해 필요한 모든 위성 데이터베이스를 규정하는 표준으로 모든 데이터 항목에 허용 가능한 형태를 규정한다. 이것은 E-70-41(TM & TC Packet Utilization)에 일대일 대응된다.

E-70-32(Procedure Definition Language)는 위성 기능시험과 운용의 자동 수행을 위한 절차를 규정하는 언어의 특성을 정의하며 시험/운용 절차의 구조와 동적 작용, 절차 언어 능력, 언어 구문과 의미의 예제를 담고 있으며 2006년 4월에 표준안이 마련되었다. 이 표준에서 규정한 PLUTO(Procedure Language for Users in Test and Operations)와 같은 언어를 위성 시험 및 운용 언어로 사용하면 시험 및 운용 절차는 쉽게 재사용이 가능하다.

E-70-41(TM & TC Packet Utilization)은 궤도상에 있는 위성 제어와 관측을 위해 데이터 통신 관점이 아니라 지상과 위성간의 운용 용이성과 데이터 처리 관점에서 TM & TC packet의 이용성을 규정하는 표준으로 2003년 1월에 만들어 졌다. 이 표

준을 따른 ESA PUS(Packet Utilization Standard)을 사용함으로써 동일한 EGSE 또는 MCS kernel을 쉽게 재사용할 수 있다. PUS를 사용하거나 사용할 계획이 있는 위성 사업은 XMM, MSG(Meteosat Second Generation), INTEGRAL, GOMOS(Envisat Instrument), ATV(Automated Transfer Vehicle), Orsted(Danish microsatellite), PROBA, MARS EXPRESS, CRYOSAT, GOCE, GALILEOSAT 등이 있으며 앞으로 ESA가 주도하는 모든 우주 사업은 PUS를 채용할 걸로 예상된다.

E-70-42(Space Link Extension)는 위성 운용기관 사이에 상호 운용 용이성을 얻기 위해 사용되는 서비스를 정의하는 표준이지만 ECSS는 CCSDS 권고안을 그대로 채용하며 별도의 표준안을 만들지 않았다.

ECSS 규정에 따라 만들어진 PUS와 PLUTO를 사용하면 그림 6과 같이 별도로 개발된 EGSE와 MCS 사이의 정보 변환 호환성을 갖기에 ECSS 표준 사용으로 앞에서 언급된 그림 2와 동일한 개념의 시스템 호환성을 유지할 수 있다.

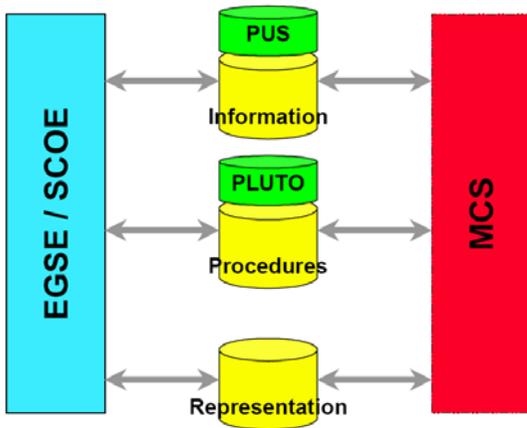


그림 6. ECSS 표준에 의한 시스템 호환성

4. 핵심 운영시스템 개발 동향

지금까지 EGSE와 MCS 지상시스템의 호환성과 공통성에 대해 알아보았고 또한 지상시스템 표준화 과정

과 현황을 조사하였기에 이를 바탕으로 본 장에서는 핵심 운영시스템(Operation System = Infrastructure)을 정의하며 개발 동향을 알아보고 다음 장에서는 핵심 운영시스템을 활용한 공통지상시스템 개발 및 상용화 동향 순서로 기술할 것이며 이는 그림 7과 같이 일반적인 공통지상시스템 개발 방법론과 동일한 순서로 진행된다. 핵심 운영시스템은 여러 위성의 시험과 운용을 위해 공통으로 EGSE와 MCS에 재사용이 가능한 일반적인 핵심 운영시스템 즉, 2장에서 언급된 Re-usable kernel이 여기에 해당된다.

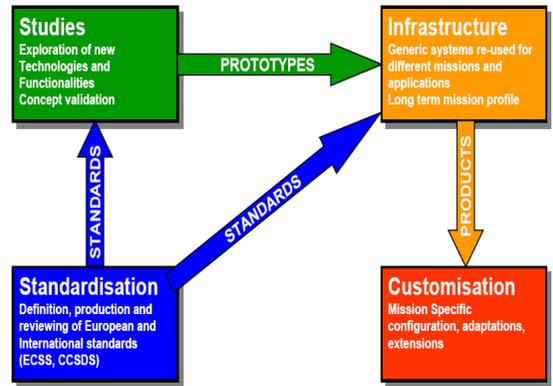


그림 7. 공통지상시스템 개발 방법론

대표적인 핵심 운영시스템 SCOS-2000 (Spacecraft Control & Operation System-2000)은 앞에서도 언급한 바 있듯이 MCS 핵심 운영시스템으로 개발되었고 많은 응용 프로그램과의 구성 용이성을 갖는 개방구조이며 확장성도 갖고 있다. SCOS-2000은 처음에는 SUN Hardware와 그 운영체제인 Solaris를 바탕으로 COTS들로 구성되었다가 차츰 Pentium PC와 LINUX OS를 바탕으로 하고 보다 개방형 COTS 제품으로 구성이 이루어진다. 2004년에 발표된 버전 4.0은 완전한 Multi-Mission과 EGSE 지원이 가능한 첫 단계로, 비로소 공통지상시스템의 핵심 운영시스템을 위한 초석이 마련되었다. SCOS-2000이 MCS와 EGSE를 동시에 지원할 수 있음은 PROBA 프로젝트에서 검증된 바 있다. 표 2는 앞에서 기술한 SCOS-2000 발전 단계를 정리한 것이며 표 3은 관련 기술을 요약한 것이다.

표 2. SCOS-2000 버전

Classic	
>	Sun Hardware
>	Solaris 2.6
>	Costly COTS (Object Store, Orbix)
>	Culminates in version 2.4.1
Evolution (Release 2.1.e, 2.3.e)	
>	PC Hardware (HP, Dell..)
>	LINUX (SUSE 7.3) or Solaris 2.6
>	Open Source COTS (POST, OmniORB)
Release 3.0	January 2003
>	Classic + Evolution lines merged
>	Solaris 8
>	Archive Upgrades
Release 3.1	September 2003
>	Linux OS migration to version SUSE 8.1 Professional
>	MMI migration to ILOG views vers. 5.0
>	Integration of upgrades done by different missions
Release 4.0	June 2004
>	Multi-Mission (constellation, formation flying) (LEO, Geo, Deep Space)
>	Full EGSE compliant

표 3. SCOS 관련 기술

Object Oriented Analysis & Design
> Rational Rose (UML)
Unix, C++, STL
COTS:
> ILOG views - GUI library
> Ctree+ (packet archive)
> ObjectStore [SCOS-2000 Classic]
> Iona ORBIX (CORBA 2.1) [SCOS-2000 Classic]
> OmniORB (fully CORBA 2.3 compliant) [SCOS-2000 Evolution]
> POST++ [SCOS-2000 Evolution]
Public Domain:
> Flex, Bison (for OL parsing)
> Tcl/Tk (old launcher - now not used)
> a2ps (for postscript output printouts)
> zlib (for packet compression)
Documentation:
> MS-Word
> GEORGE (HTML)
Space Standards
> CCSDS standards for Packet Telemetry and Telecommands.
> ECSS Packet Utilisation Standards, a standard which defines the different packet types and sub-types in a systematic way, grouping them into a number of "services" that are offered between space and the ground.
SLE
> It is also possible to offer a suite of Ground Station Interface Software that is conformant to the Space Link Extension (SLE) standard, an CCSDS standard to allow more ready interoperability of ground stations between different operators.

ESOC이 1984년부터 개발하기 시작한 MSSS (Multi-Satellite Support System), 1989년 이후 개발된 SCOS-1, 1995년에서 1999년 사이에 개발된

SCOS-II, 그 이후 이를 대체한 SCOS-2000의 소프트웨어 계층도는 그림 8과 같다.

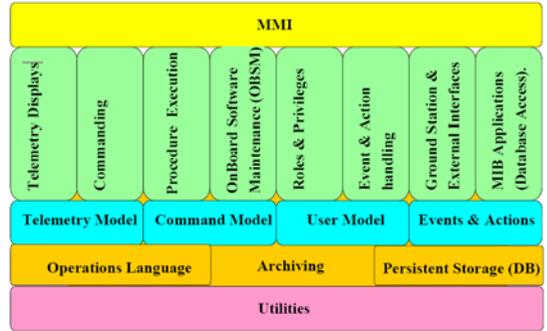


그림 8. SCOS-2000 Software Layers

그림 9의 SCOS-2000 인터페이스를 살펴보면, 먼저 사용자는 시스템 개발자와 최종 사용자를 말하며 NCTRS(Network Command, Telemetry & Ranging System)는 위성 인터페이스를 제공하는 시스템이다. Multi-mission 수행을 위해 미션별 API를 통한다.

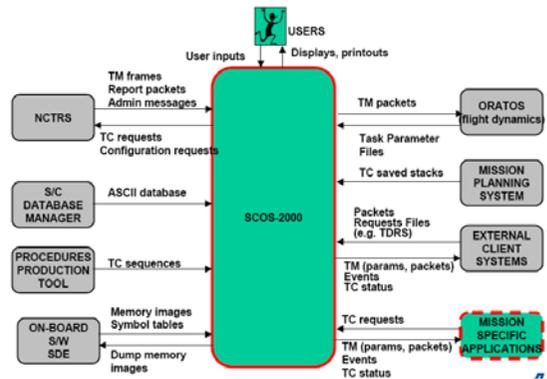


그림 9. SCOS-2000 Interfaces

SCOS-2000을 사용하는 대표적인 우주 사업은 다음과 같다.

- SOHO : NASA Goddard, USA
- PROBA : Experimental satellite
- Mars Express MCS : Mars exploration
- Cryosat MCS
- GOCE MCS
- Hershel/Planck MCS & EGSE

- ESA Vega Launcher EGSE
- Galileo MCS
- Radasat-2 : Canada
- GRACE : DLR-GSOC, Germany
- Cosmos Skynet : Italy

또 다른 핵심 운영시스템으로 CGS (Columbus Ground Software)가 있다. 국제정거장 ISS (International Space Station) 개발은 미국, 유럽, 일본, 러시아 그리고 캐나다가 참여하는 가장 큰 우주 사업으로 유럽은 콜럼버스(Columbus)와 ATV (Advanced Transfer Vehicle) 개발 참여하고 있다. 궤도상에 올라 간 콜럼버스는 MCS로부터 관제되며 이 MCS의 핵심 운영시스템, 즉 CGS는 콜럼버스 시스템의 AIT를 지원하기 위해 개발된 재사용성이 있는 운영시스템이다. CGS는 콜럼버스 시스템 개발, 시뮬레이션 및 소프트웨어 시험 장치 또는 시스템에 재사용할 수 있는 데이터 시스템이다.

먼저 콜럼버스 시스템 개발단계에서 그림 10은 도식화된 CGS 소프트웨어 구조이며 하부구조와 데이터베이스의 공통 기초 위에 각 서비스가 모듈별로 얹혀질 수 있기에, CGS는 개발 초기에 EGSE에 사용된 후에 탑재체 검증시스템, 운용요원 교육장치, 다른 ISS 모듈과의 호환성 시험을 위한 시뮬레이터를 포함한 모든 콜럼버스 지상시스템에 재사용될 수 있었다.

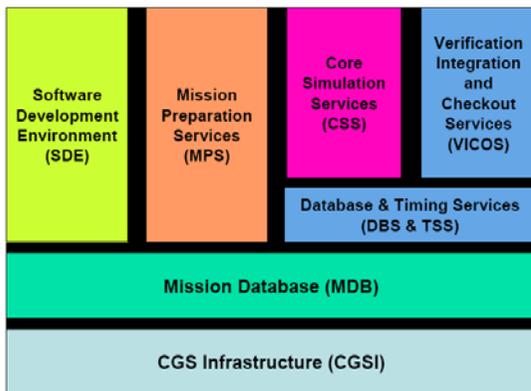


그림 10. 개발단계에서 CGS 소프트웨어 구조

CGSI(CGSI Infrastructure)는 ECSS PUS와 PLUTO 표준을 지원할 수 있는 하나의 상용 하드웨어와 소프

트웨어로 공급되며 Solaris/SUN workstation과 Linux/PC에서 수행된다. MDB(Mission Database)는 Oracle & Unix 상에서 수행되며 데이터 집중, 정의, 저장 및 모든 지상시스템으로 데이터 배포 역할을 하며 전체적인 데이터 일치성을 검사하며 형상관리를 수행한다. MDB는 시뮬레이션, 검증 및 시험을 지원하는 지식 저장소 역할을 한다. 그림 11은 기본적인 MDB 구조이며 개발단계에서 데이터베이스를 완전히 검증하므로 위성 운용단계에서 그 부담을 덜 수가 있다.

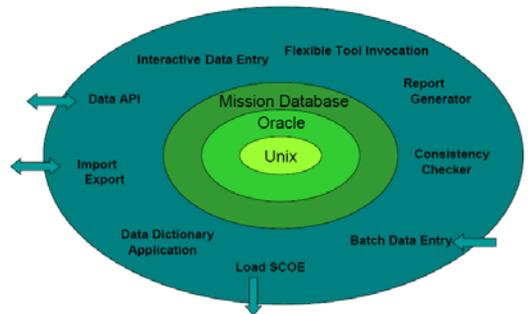


그림 11. MDB(Mission Database) 구조

콜럼버스 시스템 운용단계에서는 COL-CC(Columbus Control Center)에서 재사용 CGS를 근거한 MCS와 AIT 단계에서 검증된 MDB(Mission Database)가 지상운용시스템과 콜럼버스와 비호환성의 위험도를 줄일 수 있다. 그림 12는 운용단계에서 확장된 CGS/MCS 소프트웨어 구조이다.

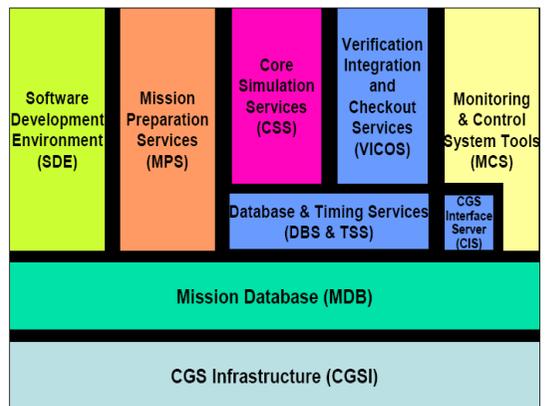


그림 12. 운용단계에서 확장된 CGS/MCS 소프트웨어 구조

지금까지 살펴본 SCOS-2000과 CGS 개발이 기술 외적인 측면에서 통합되지 못했던 지상시스템의 통합의 시발점을 제공하고 있으며 EGSE와 MCS에 적용할 때 동일한 장점을 얻을 수 있다. 두 핵심 지상운영시스템 개발에서의 기술 외적인 차이는 SCOS-2000은 위성 운용단계에서 축적된 경험을 바탕으로 개발되어 EGSE 개발에 적용되고 있는 추세이며 CGS는 거대한 ISS 우주 사업에서 많은 사용자와 개발자, 운용자를 고려하여 AIT 단계에서 개발된 핵심 운영시스템을 운용단계에서 확장하여 재사용하는 것이다.

5. 공통지상시스템 개발 동향

핵심 운영시스템이 정부 연구기관을 중심으로 개발되었고 이를 바탕으로 산업체에서는 그림 7에서 설명한 것과 같이 실제적인 공통지상시스템 개발하고, 차츰 SCOS-2000과 CGS와 같은 핵심 운영시스템을 응용한 상용 제품을 만들고 있다. 본 장에는 실제적인 공통지상시스템 개발 동향을 살펴볼 것이다.

ESA 주도하고 있는 Herschel/ Plank 위성은 2008년 4월에 발사 예정이며, 이 프로그램은 두 개의 위성으로 우주과학 임무를 수행하는 유럽에서 가장 큰 사업이다. Herschel 위성은 3개, Plank 위성은 2개의 탑재센서를 갖고 있고 모든 지상시스템의 공통 운영시스템으로 IEGSE(Instrument EGSE)를 사용하기로 결정하였다. 그 공통 운영시스템의 핵심 모듈로 SCOS-2000을 사용하며 실무 개발은 TERMA사와 VITROCISSET사가 맡았다. 그림 13은 SCOS-2000을 근거한 공통 운영시스템으로 탑재센서 시험과 탑재체 또는 위성체 시험 EGSE와 위성 운용 MCS에 활용되는 것을 보여 주고 있다.

Herschel/Planck 위성의 탑재센서 AIT에서부터 위성운용 단계까지 같거나 매우 유사한 시험/환경을 유지하여 ESA가 공통 운영시스템으로 얻고자 하는 것은 공통 정보를 단계별 전환 또는 새로운 개발 노력과 위험도를 최소화할 뿐만 아니라 전 단계에서 얻게 되는 지식과 공정을 다음 단계에서 자연스럽게 활용할 수 있다는 점이다. 이러한 활용은 지상시스템간의 소프트웨어와 데이터베이스 재사용을 통한 호환성 유지가 필요하다.

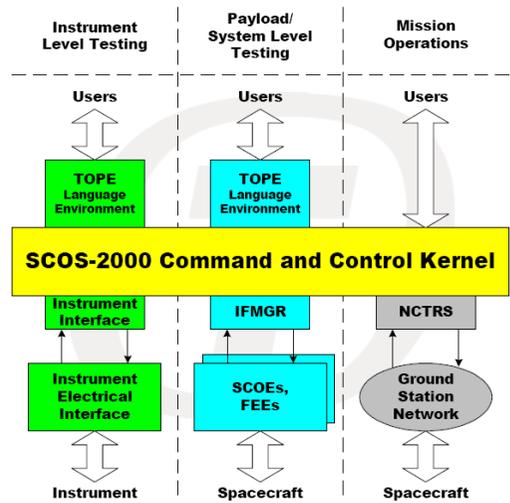


그림 13. SCOS-2000을 근거한 공통 운영시스템

MCS 기본 운용 개념을 갖고 있는 SOCS-2000을 근거로 한 EGSE에는 아래와 같은 기능이 추가되었다.

- Test Session
- Test Sequences
- Replay
- EGSE Interfaces
- Kernel Changes
- Analysis Tools

그림 14는 각 단계별 Herschel 위성의 데이터베이스 호환성을 설명하고 있다. HCSS(Herschel Common Science Centre)는 EGSE-ILT, CCS(Central Checkout System)과 MCS과 교환하는 데이터의 호환성을 유지하도록 각 지상시스템과 데이터베이스를 이입(import) 및 이출(export)을 관리한다.

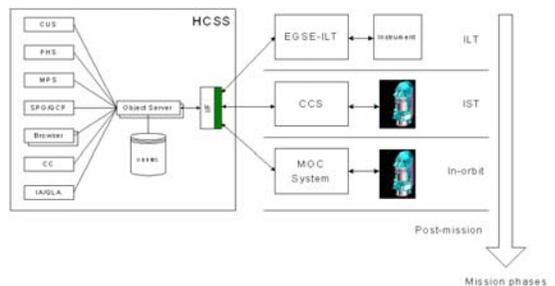


그림 14. 각 단계별 Herschel 지상시스템의 DB 호환

그리고 공통지상시스템 상용 제품 개발도 활발히 이루어지고 있다. 그 하나의 예로 INTEGRAL SYSTEMS 사가 개발한 'EPOCH' 제품은 1996년에 첫 소개가 되었고 지금은 거의 모든 정지궤도 지상시스템에 사용되고 있고 저궤도 경우는 Tiros/DMSP(NOAA), METOP (Eumetsat), ROCSAT-2(Astrium), AQUA/ AURA (NASA) 등에 사용되었다.

그림 15는 'EPOCH'를 활용한 지상시스템의 CCP (Command and Control Processor)가 시스템 레벨 시험 환경을 나타내고 있으며 'eScribe'는 웹기반 보고 툴로 자동적인 시험 보고서를 만들어 인터넷을 포함한 네트워크를 통해 열람할 수 있다. 그리고 'ABE'는 원격측정 데이터들의 통계 분석 툴로 단/장기 데이터 추세 분석에 사용된다.

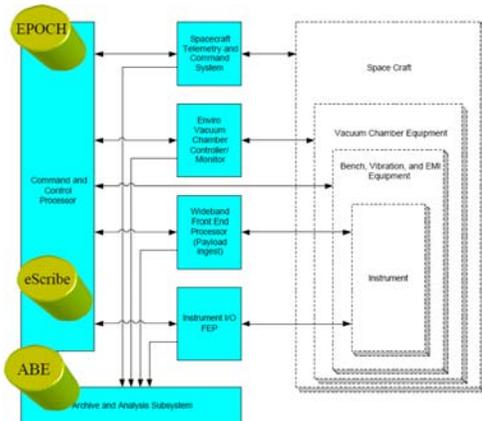


그림 15. EPOCH를 활용한 시스템 레벨 시험 환경

그림 16은 MESSENGER(MERcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry, and Ranging) 사업을 포함한 JHU/APL(John Hopkins University Applied Physics Laboratory)에서 추진하는 모든 우주 사업에 활용하고 있는 공통 지상 운영시스템의 구조이다. 이 공통 지상운영시스템은 Telemetry, Commanding, Planning 및 Assessment 기능으로 구성되며 그 중에서 Commanding과 Telemetry 기능은 'EPOCH-2000'을 활용하고 있다. 이런 결과로 JHU/APL은 AIT EGSE 소프트웨어를 MCS 개발에 87% 재사용함을 밝히고 있다.[12]

공통 지상운영시스템의 상용화의 또 다른 하나의 예는 LABEN사는 15년의 EGSE 개발 경험을 바탕으로 컴퓨터 및 소프트웨어 기술을 접목하여 'ECHO'를 개발하였다. 그림 17은 LABEN의 EGSE 개발 경험과 현재 'ECHO'를 활용하고 있는 우주 사업을 도식적으로 보이고 있다.

LABEN사는 'ECHO'와 SCOS-2000의 호환성을 추가하는 MCS 개발을 추진하고 있으며 이는 공통 데이터베이스 관리 모듈 개발과 PLUTO 표준을 따르는 시험/운영 언어 개발 등으로 최적의 공통지상 운영시스템을 지향하고 있다.

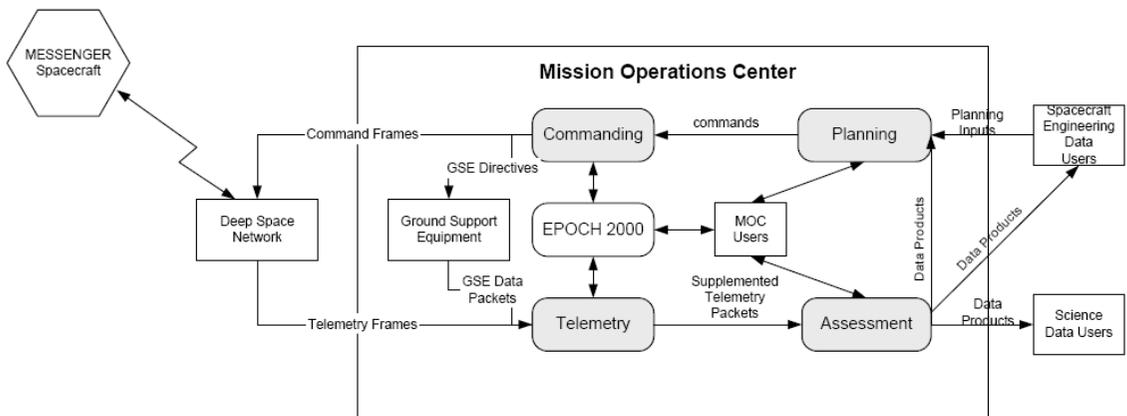


그림 16. 모든 JHU/APL NASA 사업에 사용되는 공통 지상운영시스템 구조

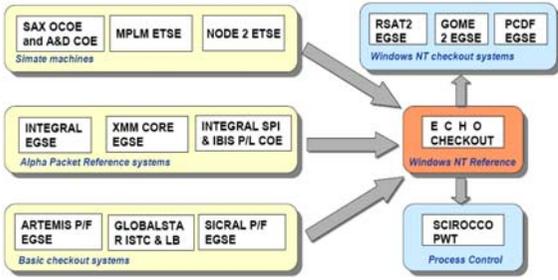


그림 17. LABEN사의 개발 경험 및 ECHO

6. 맺는말

우주 사업의 핵심 지상시스템인 EGSE와 MCS는 사용 시기와 개발 조직이 달라서 오랫동안 별도로 발전해 왔다. 그러나 두 시스템이 기술적인 측면에서 유사한 기능과 역할을 하기 때문에 통합 또는 공통 개발에 대한 요구도 끊임없이 제기되어 왔다. 두 시스템이 기술적으로 유사하지만 사용 목적 및 요구도가 다르므로 이를 통합하는데 어려움이 있지만, 통합/공통 개발에 따른 장점들이 훨씬 더 설득력 있게 대두되고 있다.

공통 개발은 표준화 작업과 핵심 지상운영시스템이 개발이 최근에 기술적인 성숙도를 이루자 현재 거의 모든 우주 사업에서 핵심 지상운영시스템을 활용하거나 더 나아가 상용 제품을 적용하여 공통지상시스템을 개발하고 있다.

우리의 경우는 짧은 우주개발 역사에서 그 동안 괄목한 성장을 이루었고, 특히 지상시스템, EGSE와 MCS는 100% 국산화로 기술적으로 완전히 자립화에 성공하였다. 그러나 다른 여타의 우주개발 선진국처럼 공동 개발이 아닌 완전 독립적인 별개의 시스템으로 개발해 왔다.

이제는 우리도 자립화된 지상시스템 기술을 바탕으로 지상시스템 표준화, 핵심 운영시스템 및 공통지상시스템을 개발할 시점이 되었다. 그 일환의 하나로 저궤도 위성의 경우, Command Generator, Telemetry Parser 및 DB Manager 다시 말해 위성 시험 및 운용에 핵심 모듈인 TM/TC 처리기 및 데이터베이스 관리 모듈을 AIT EGSE에서 개발한 후에, MCS에서의 재사용을 적극적으로 고려하고 있다.

참고문헌

1. ESA-ESTEC, "European Cooperation for Space Standardization, ECSS-E-70-11A"
2. ESA-ESTEC, "European Cooperation for Space Standardization, ECSS-E-70-32A"
3. ESA-ESTEC, "European Cooperation for Space Standardization, ECSS-E-70-41A"
4. P. Kaufeler, SPACEOPS 1998, "Ground systems and Operations Standardization in the Frame of ECSS"
5. S. Valera, EGSE Workshop 2003, "Status of ECSS Standards for Ground Systems and Operations"
6. M. Schmidt, SPCEOPS 2004, "The ECSS Standard on Space Segment Operability"
7. N. Peccia, GSAW 2003, "SCOS-2000 ESA's Spacecraft Control for the 21st Century"
8. P. Kaufeler, SPACEOPS 1998, "Spacecraft Checkout and Flight Control Systems : Compatibility or Commonality"
9. R. Patrick, SPACEOPS 2002, "Cost Saving by the Use of SCOS-2000 for Spacecraft Checkout and Spacecraft Control within the Same Program"
10. N. Peccia, SPACEOPS 2002, "Common EGSE and MCS for ESA Herschel/Planck Missions"
11. C. Gilbert, RCGSO 2003, "Reducing the Cost of Ground Systems & Operations through Software Re-use"
12. W. Stratton, RCGSO 2003, "Reuse of the JPL CFDP Software in the JHU/APL Messenger Ground System"