

세계 우주기구의 Space Link Extension 기술 구축 현황

글 / 구인회 freewill@kari.re.kr, 안상일

한국항공우주연구원 우주응용센터 위성운영실 지상체계개발팀

초 록

세계 각국의 위성임무를 수행하는 기관들은 지구상의 지리적인 제약에 구애받지 않고 자신들의 위성과 언제든지 데이터를 송·수신할 수 있는 기능을 확보하고자 많은 노력을 기울였다. 이런 시대적인 희망사항은 위성과 지상과의 프로토콜 국제 표준을 권고하는 CCSDS(Consultative Committee for Space Data System)에서 Space Link Extension 통신프로토콜 표준을 제정함으로써 Cross Support라는 개념으로 글로벌한 협력환경을 구축할 수 있게 되었다. 이렇게 구축된 Cross Support 환경은 교신할 수 없는 자신들의 위성에 교신을 필요로 할 때 그 위치의 위성과 교신할 수 있는 리소스를 가진 기관이 대신 미션에 대한 송·수신을 하고 지상망을 통하여 데이터를 전달하는 글로벌한 시스템을 이루고 있다. 현재 NASA를 비롯한 유럽의 ESA에서 이미 SLE 서비스가 이슈화되어 개발되었고, 많은 사례가 보고되고 있다. 해외 개발 사례로 현재 NASA와 ESA를 비롯한 해외 우주기관들이 개발한 SLE-SM(Service Management)를 들 수 있다. 이에 항우연에서도 위성응용에 유용하게 사용될 것으로 판단하여, 본 연구에서는 CCSDS에서 제공하는 SLE 서비스에 대한 개념과 해외 구축사례를 기술하였다.

주제어 : SLE 해외기술현황

1. 서론

2003년 10월 중국이 세계 3번째로 유인 우주선 ‘선저우 5호’ 발사에 성공함으로써 냉전이 종식된 이후 주춤했던 세계 우주 개발이 가속화되었다. 2006년 10월 18일 미국은 국제협정과 관계없이 우주를 개발하겠다는 정책을 일방적으로 발표하였고 군사목적으로 이용되는 위성에 대하여 지상과 우주공간에서 레이저를 발사하여 파괴하겠다는 프로젝트가 진행중이다. 또한 러시아는 21세기형 발사체 ‘앙가라’를 개발함으로써 우주강국의 면모를 과시하고 있고 중국은 이미 한국과 일본을 따돌리고 유인 우주선을 쏘아 올

릴 만큼 우주기술을 확보하고 있다. 또한 유럽은 ESA를 중심으로 세계최초의 혜성탐사선인 Rosetta호를 발사하여 운용중에 있고, 2025년까지는 화성에 유인 우주선을 착륙시키고 2033년까지는 태양계의 모든 위성에 유인 우주선을 보낸다는 ‘오로라 계획’을 추진하고 있다. 여기서 우리가 놓치지 말아야 할 점은 우주 기술은 곧 국가 안보와 직결될 수 있다는 것과 또한 현재 해외 각국의 기관들의 우주 기술 개발이 연합적으로 이루어지고 있다는 것이다. 미국이 자국 내의 독자적인 개발노선을 채택했다고 해서 모든 우주 기술 개발을 독자적으로 개발한다는 것은 아니다. 유럽 역시 ESA라는 하나의 우주기관을 통해 연합하여

우주기술 개발을 수행하고 있다. 즉 우주 미션을 수행하는 한 위성에 대해 다국적 기관들이 연합하여 미션을 수행시키고 결과를 수신받고 있다는 것이다. 그러기 위해 우주개발 선진국들은 이전까지 개발된 서로 다른 플랫폼의 위성들을 협력하여 운용할 필요성을 느끼게 되었고, 서로가 보유하고 있는 TT&C(Tracking, Telemetry and Command)장비들을 Cross-Support 환경으로 구축하여 서로에게 제공하는 것에 관심을 가지게 되었다. 또한 세계 각국의 위성임무를 수행하는 기관들은 지구상의 지리적인 위치의 제약에 구애받지 않고 자신들의 위성과 언제든지 데이터 송·수신이 가능하길 희망해 왔다. 이러한 복합적인 시대적인 희망사항은 위성과 지상과의 프로토콜 국제 표준을 권고하는 CCSDS (Consultative Committee for Space Data Systems)에서 SLE (Space link Extension)라는 지상 위성 데이터 통신 표준을 제정함으로써 Cross Support라는 글로벌한 협력환경을 구축할 수 있게 되었다. 이처럼 위성에 대한 국제적인 협력환경이 구축되면서 세계 각국의 우주기관들은 서로 협의를 하며 각 미션들을 수행하게 되었고 가장 두드러진 협력관계는 ESA (European Space Agency)와 NASA (National Aeronautics and Space Administration)의 JPL (Jet Propulsion Laboratory) 간의 DSN (Deep Space Network)의 활용이다. 현재 NASA의 SN (Space network)과 GN (Ground network)은 이미 세계 여러 국가의 우주기관들과 함께 SLE 서비스를 그들의 향후 우주 계획들을 위한 인프라로 선택했다. 현재는 이러한 움직임이 유럽 우주기관들 사이에서 많이 진행이 되고 있다는 것을 확인할 수 있다.

본 논문에서는 SLE 서비스에 대한 탄생 배경과 개념을 설명하고, 그 동안의 세계 우주기관들이 수행한 SLE 활용사례를 소개함으로써 앞으로 우리도 세계 우주 기관들과 어깨를 나란히 하게 될 기술인 SLE 서비스에 대해 논의하도록 하겠다.

2. 배경

1991년, CCSDS는 Ground Station과 MDOS (Mission Data Operation System) 및 위성과 통신

하는 다른 기관들 사이에서도 TC(Telecommand), TM(Telemetry)을 주고 받기 위한 표준을 제정하기 시작했다. 그 후 90년대 중반 유럽의 ESA와 미국의 NASA간의 'INTEGRAL'이라고 명명되는 ESA의 우주관측 위성에 대한 미션이 수행되면서 TT&C Cross-Support 환경이 구축되고 이 두 우주기관의 협력관계를 이끌어 내게 되었다. 이 일로 인해 CCSDS에서는 SLE 서비스에 대한 연구가 가속화되었고 마침내 완벽한 SLE 서비스 아키텍처를 내놓게 되었는데 그것은 2가지의 주요한 서비스 요소로 구성되었다. 한 가지는 SLE Data Transfer Service이고, 다른 한 가지는 SLE Management Service에 대한 것이다. 이후 1999년에 각 우주기관의 내부 총회에서 Cross-Support 환경에서 미래의 미션을 수행하기 위한 2개의 기본적인 서비스를 정의했는데 Return 서비스와 Forward 서비스에 대한 것이다. Return 서비스로는 RAF (Return All Frame), RCF (Return Channel Frame) 서비스이고, Forward 서비스로는 CLTU (Communications Link Transmission Unit)이다. 이 서비스들에 대한 내용은 3장 SLE 서비스 개념에서 다시 논의할 것이다.

이렇게 SLE 서비스는 Cross support 환경을 구현함으로써 여러 우주미션들을 수행하는데 여러 국가가 협력하여 성공으로 이끌었다. 그 미션들 중 대표적인 것은 다음과 같다.

• Integral Mission

Integral은 γ 선과 X선, 그리고 가시광선을 이용한 첫 우주 관측 위성이다. 이 위성의 주요 목적은 감마선 폭발 천체 (Gamma ray Burst)인데 블랙홀이 포함된 우주공간의 특정 영역을 관찰하는 것이다. 감마선 폭발 천체는 냉전 시대인 1960년대에 발견되었다. 당시에 미국과 러시아 사이에 핵무기 실험 감시를 위하여 핵실험에 반드시 동반되는 감마선을 검출하는 장치를 인공위성에 탑재하였다.[6] 이 미션을 수행하는데 참가한 기관들은 ESA와 Russia, NASA의 DSN station이었다. 이 미션은 SLE 서비스 중 주요한 3가지 서비스를 이용하였는데, 앞에서 언급한 기본서비스 RAF, RCF, CLTU가 그것이다.



그림 1. Integral

이 미션을 수행하는데 ESA는 SLE 서비스 사용자 측 역할이었고 NASA는 SLE 서비스 제공자의 역할을 담당했으며 러시아는 발사체를 제공했다. 이 미션을 수행하던 중 ESA는 사용자와 제공자 인터페이스를 모두를 실행할 수 있는 커널 소프트웨어가 내부적으로 교환을 해주는 방식에 관심을 가지게 되었고 이 예를 들어 제공자 측의 인터페이스를 제공하는 시스템도 개발하여 자체적인 시뮬레이터에 설치하여 테스트를 목적으로 사용을 시작했다.

• Rosetta Mission

2004년 발사체 Ariane-5G에 실려 발사된 Rosetta는 그 후 이 위성을 운용하는데 ESA에 속한 유럽 각국의 우주기관들이 맡아서 임무를 수행하고 있다. Rosetta는 장주기 혜성의 관찰 임무를 수행하고 있고 향후 2007년 11월 13일에 두 번째로 지구 중력장의 도움을 받아 2008년 9월 13일에 소행성 Lutetia를 접근 비행할 것으로 예상된다. 이 미션 역시 유럽의 여러 기관들이 SLE 서비스를 통하여 수행하고 있다.[7]



그림 2. Rosetta

3. SLE 서비스 개념

Space Mission은 그 기능적인 특성에 따라 통신, 해양, 기상, 천문관측 등의 분야로 나눌 수 있다. 각 분야에 따라 운용되는 미션이 Space Link로 연결되어 위성에 포워딩되고 수신되는데 이 때 Space Link는 위성과 지상국간, 또는 위성과 위성 사이를 연결하는 통신 링크이다. 이는 Space Link Protocol이라고 하는 프로토콜로 구성되어있다. 그리고 SLE 서비스는 Space Link를 거리적, 시간적 측면으로 확장한 개념이다. Space Link 서비스 종류는 TM(Telemetry), TC(Telecommand)와 같은 서비스들인데 SDS(Space Data System)는 Space Element와 Ground Element로 구성된다. 이 두 요소를 연결하여 데이터를 주고 받는 것이 Space Link이고 이것을 거리적 시간적으로 확장한 개념이 Space Link Extension이다. 그림3은 SLE 서비스의 영역을 나타낸 그림이다.

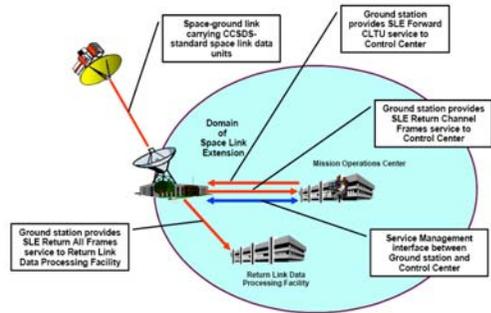


그림 3. Typical SLE Use Configuration

SLE 서비스는 크게 두 가지 요소로 구성된다. 하나는 SL-DUs (Space Link Data Units)를 TM, TC와 관련해서 송·수신하는 서비스이고 (SLE transfer service), 다른 하나는 SLE 서비스를 이용하기 위한 우주 기관들 사이의 서비스 매니지먼트와 관련된 것이다.

그 중 SLE 송·수신 서비스는 SLE 서비스 제공자와 SLE 서비스 사용자 사이에서 CCSDS의 표준 SL-DUs (Space link Data Units)을 송·수신 시키는 서비스이다. SLE 송·수신 서비스를 담당하는 시스템은 SLE 시스템이라고 하는데, SLE 시스템은 Space Element와 Space Link Data Unit(SL-DU)으로 지칭되는 스

트림, 즉 Space 패킷들을 송·수신함으로써 데이터를 교환한다. 이 데이터 스트림에 SLE 시스템이 추가정보를 덧붙인 것이 SLE Service Data Unit(SLE-SDU)이다. 그림 4, 5는 이 데이터 스트림의 SLE 시스템과 Space element간의 데이터 매핑이 어떻게 이루어지는가를 표현한 그림이다.[3]

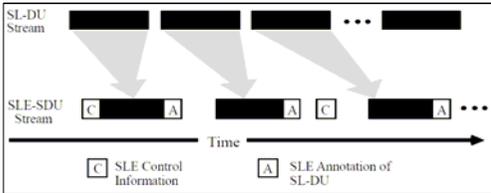


그림 4. SLE-SDU to Return SL-DU

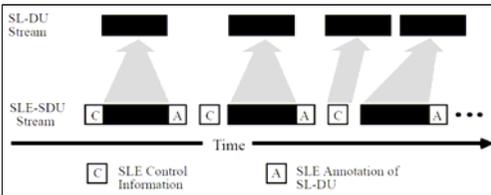


그림 5. SLE-SDU to Forward SL-DU

SLE-SDU와 SL-DU는 각자의 Data channel을 가지고 운반되는데 여기서 Data channel은 다른 데이터들과 구분할 수 있는 구분자(Identifier)를 가진 데이터 스트림이다. 이 Space Data Channel의 두 세트는 각각 SLE-DC(SLE Data Channel)와 SL-DC(SL Data Channel)인데 SLE-DC는 SLE 시스템과 MDOS간의 SLE-SDU 통신을 담당하고, SL-DC는 SLE 시스템과 Space element간의 SL-DU 통신을 담당한다. 결국 서비스 범위와 영역의 채널 구분에 의해 정확한 데이터 통신이 이루어진다. SLE Transfer Service는 표 1, 2와 같이 Return 과 Forward 서비스로 크게 분류할 수 있다.[4]

표 1. Return services

| 종류 | 서비스명 |
|------|----------------------------------|
| RAF | Return All Frame |
| RCF | Return Channel Frame |
| RFSH | Return Frame Secondary Header |
| ROCF | Return Operational Control Field |
| RSP | Return Space Packet |

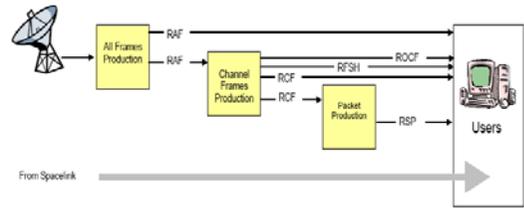


그림 6. Return SLE services

표 2. Forward services

| 종류 | 서비스명 |
|--------|---------------------------------------|
| FSP | Forward Space Packet |
| FTCVCA | Forward TC Virtual Channel Access |
| FTCF | Forward TC Frame |
| CLTU | Communications Link Transmission Unit |

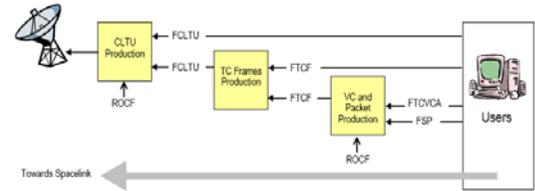


그림 7. Forward SLE services

SLE Management 서비스는 SLE 서비스 사용자가 SLE 서비스를 제공하는 측과 SLE 서비스를 이용하기 위한 스케줄 설정 및 관련정보 수집, 교환 등을 순조롭게 하는 기능을 수행한다. 이것을 가능하게 하기 위해서 SLE Service Management는 표준화된 Information Template과 Interaction Mechanism을 제공한다.

Information Template은 서비스의 타입과 서비스의 인스턴스가 무엇인지에 대해 세분화하고, 또 서비스 인스턴스의 스케줄링과 서비스 시스템의 접근 및 컨트롤 인터페이스를 생성하고 나타낸다. 마지막으로 서비스를 실행하는 동안 서비스 제공자측 SLE Complex 리소스는 환경설정, 모니터링 그리고 컨트롤하는 서비스로 구성된다.

Interaction Mechanism은 서비스 사용자측인 Utilization Management (UM)측과 서비스 제공자측인 Complex Management (CM)측 사이에 안전하고 효율적인 정보교환을 가능케 하는 메커니즘이다. 그림 8은 Management에 대한 구성도이다.

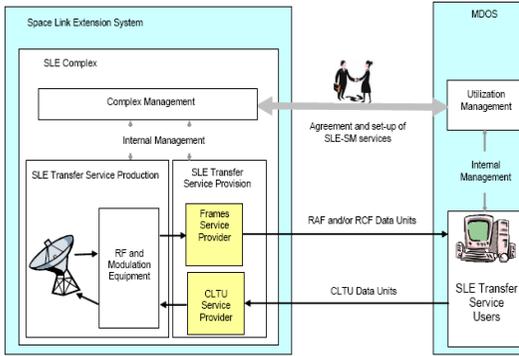


그림 8. Management Context

4. 해외 구축 사례

4.1 SLE-SM(Service Management)

CCSDS는 각국의 우주 미션을 수행하는데 필요한 각종 표준 권고안을 제정해왔다. 그 중 SLE 서비스는 어플리케이션 단계의 운용적인 측면에 대해 특성화한 표준인데 이것은 각 우주국 사이의 네트워크를 이용하여 SL-DUs를 교환하는 데이터 구조를 정의한다. 그 중 두드러지는 개발사례는 NASA와 ESA의 예에서 찾아볼 수 있다. 그 중 ESOC(European Space Operations Centre)와 JPL은 각각 ESA와 NASA에 속해 있는 기관으로서 처음 ESA의 Integral mission에 NASA의 DSN station을 제공받아 수행하였는데 이 때 SLE 서비스가 기본적으로 사용되었다. SLE 서비스를 이용하다 보니 그 서비스들의 설정을 매니지먼트하는 요구가 도출되었고 그것을 관리하는 서비스까지 설계하게 되었다. 이에 따라 사용자와 제공자 간의 서비스를 이용하고 등록하는 각각의 매니지먼트를 정의하게 되었다. UM, 즉 Utilization Management 라고 하는 사용자측 서비스 매니지먼트는 미션을 수행하기 위한 SLE 서비스와 TT&C 운용을 얻어내는 기능을 담당한다. 그리고 제공자측 매니지먼트를 담당하는 기능은 CM이라고 하여 미션에 대한 TT&C와 SLE 서비스간의 관계를 정립하고 서비스 레벨에 대한 협상을 진행하며 개별적인 교신을 위한 서비스 요청과 서비스 설정파일 변환 요청 및 상태정보에 대한 응답을 담당한다. 그림 9는 SLE-SM 구성도이다.

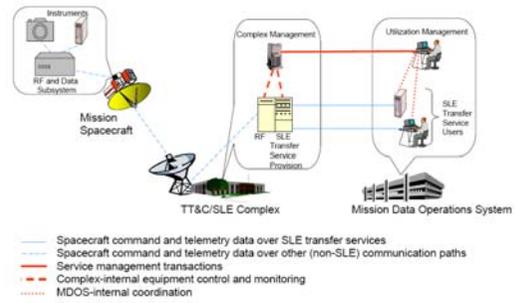


그림 9. SLE-SM Context

또한 CCSDS에서 정의하는 SLE-SM Resource Model 은 그림 10과 같다.

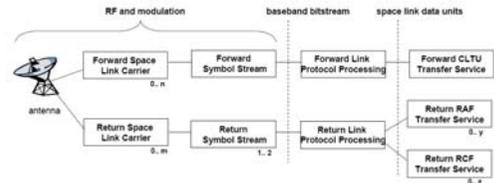


그림 10. SLE-SM Resource Model

이와 같은 구성으로 세계 각국의 우주기관들은 Cross Support 환경을 구축하여 SLE 서비스를 이용하는 SLE-SM 프로토타입을 개발하고 있다.

4.2 SLE-SM 프로토타입 개발현황

- **BNSC(영국)/VEGA Group** : 웹서버를 기반으로 한 XML파일형식의 SLE 게이트웨이를 개발하였다. 이 프로토타입에서 SLE 서비스의 범위는 RAF, RCF, CLTU로 구성되며 서비스 매니지먼트과정은 다음과 같다.[12]

먼저 TT&C 서비스 제공자는 웹사이트를 통해 그들의 서비스 제공에 대한 가용성과 이용료를 포함한 GS(Ground Station) 정보를 제공하는데 임의의 TT&C 서비스를 이용하기로 결정한 미션 관리자(SLE 서비스 사용자)는 Cross Support 환경에 등록된 하나 또는 그 이상의 TT&C 서비스 제공자 측에 위성에 Uplink 또는 Downlink frequency와 Data rates와 같은 파라미터에 대한 범위를 보내고 그 위성의 궤도 데이터 파일을 XML 포맷으로 전송한다.

그러면 제작자측에서 지리적인 위치조건이 적당한지 검증하게 된다. 그 후 제작자는 미션 관리자로부터 전송받은 데이터를 체크해서 작업의 비율을 고려하여 가격을 제안하고 미션 매니저는 다른 TT&C 서비스들과 가격을 비교하여 적당하다고 판단되면 계약을 맺고 서비스 신청을 등록한다. 이 과정은 UM이 미션관리자에게 SLE 서비스 인스턴스를 포함한 인터페이스를 제공함으로써 이뤄진다. 그리고 CM으로부터 SLE 서비스를 이용하기 위한 소프트웨어 개발이나 구매가 필요하지 않도록 자바 애플릿을 제공받는다. 이 인터페이스는 자바 RMI(Remote Method Invocation)로 구현된다. 또한 XML 인터페이스는 미션관리자가 TT&C 서비스 제공자에게 제공해야 할 데이터 형식으로 구성된다. 이것은 직접적으로 웹 브라우저를 통해 표준화된 파일형식으로 미션을 생성하고 등록할 수 있게 한 것이다. 그 후 CM은 모든 데이터를 제작자측 데이터베이스에 저장한다. 여기까지는 서비스 매니저먼트에 구성에 대한 것이었고 다음은 데이터 송수신에 대한 구성을 알아보겠다.

각각의 미션에 대해 CM은 미션관리자가 다운로드 받을 수 있도록 데이터 송·수신에 관련된 전송계층의 설정과일을 생성한다. 그리고 서비스 인스턴스가 CM 설정을 할 준비가 되면 전송계층과 GS 하드웨어가 IPC 메시지 서비스 준비상태로 들어간다. 이렇게 전송계층이 설정되고 나면 TCP/IP통신을 기반으로 한 데이터 통신(BIND, START 그리고 TARNSEFER_DATA 오퍼레이션)을 실행한다.

들고 미션당 \$200,000(이십만달러)를 절약할 수 있다. 그림 11은 SLE SM prototype 구성과 플로우를 보여준다.

· **Lockheed Martin/ CSOC** : Lockheed Martin은 NASA의 GS 발전계획을 수행하는 첫 번째 계약자로서 CCSDS의 SLE 권고안이 GS 발전에 합당한 포맷이라고 판단하여 개발하게 되었다. NASA에서 처음에 SLE 서비스를 이용하게 된 것은 미래의 DSN 인터페이스를 지원하기 위해 시작했다. SLE는 한동안 NASA의 몇 년 동안 관심의 대상이었다. 비록 GSFC(Goddard Space Flight Center)의 저궤도 미션이나, 중궤도 미션에서는 SLE가 수용되지는 않았지만 NASA는 SN과 GN에서 SLE의 사용에 대한 지원과 테스트를 지속했다. 이에 Lockheed Martin은 CSOC(Consolidated Space Operations Contract)의 전문기술을 이용하기로 결정하고 NASA에 개발을 제안했다. 처음 개발한 SLE Testbed는 NASA와 AFSCN(Air Force Satellite Control Network)간에 Cross Support를 구축하게 됨으로써 그 가능성을 증명하는 계기가 되었다.

그 후 더욱 더 높은 수준의 성과물을 나타내게 되었는데 NASA의 JPL과 ESA간의 INTEGRAL 미션에 SLE 서비스를 사용한 것이 그러한 예이다. 그림 11은 Lockheed Martin/CSOC가 개발한 프로토타입의 구성을 나타내고 있다.[9]

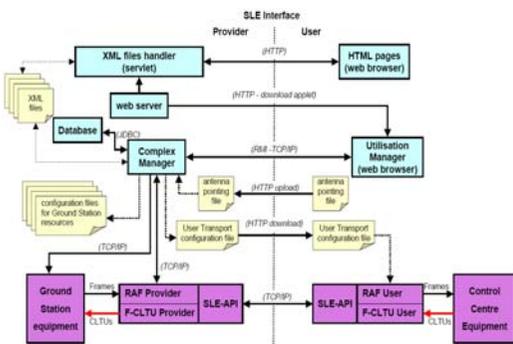


그림 11. SLE-SM XML Prototype

이렇게 웹 서비스로 SLE 서비스를 이용하면 오프라인으로 서비스 이용하는 것보다 시간소비가 줄어

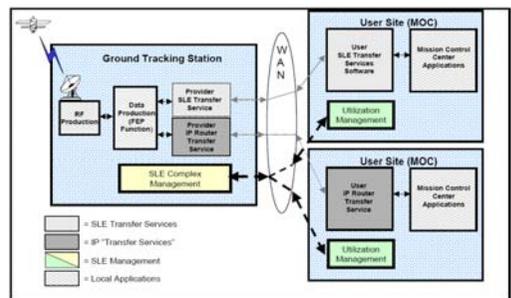


그림 12. Lockheed Martin prototype

UM과 CM 사이의 필요한 데이터 교환은 XML과 일 포맷을 사용했고 SLE 서비스 신청을 등록하고 설정하고 서비스 시작을 하는 단계는 BNSC/VEGA의 사례와 동일하다. 이 프로토타입의 서비스 진행순서는 그림 13과 같다.

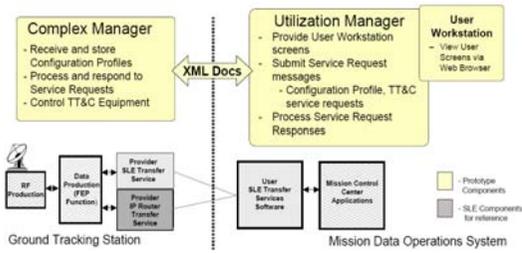


그림 13. Prototype Approach

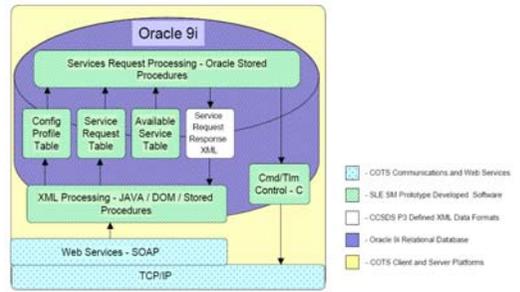


그림 16. Complex Manager

이 프로토타입의 시스템 컴포넌트 구성을 살펴보면 그림 14와 같다.

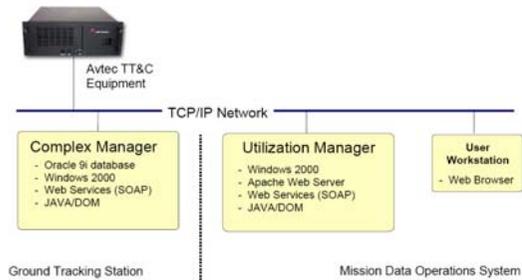


그림 14. System component

UM의 구성을 살펴보면 웹서비스로 SOAP을 사용하고 있는 것을 확인할 수 있다. 그림 15는 UM의 아키텍처를 나타낸 그림이다.

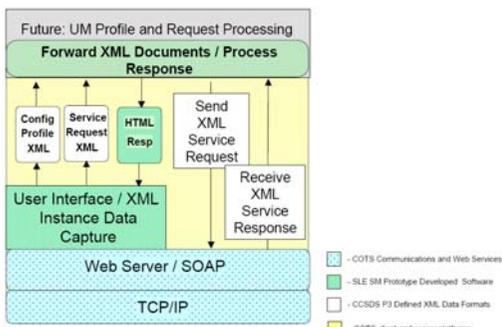


그림 15. Utilization Manager

UM은 UI에서 서비스를 요청하면 XML 다큐먼트에서 XML 포맷으로 CM에게 서비스 요청을 웹서비스를 통해 전송한다.

그림 16은 CM의 구성을 나타낸 그림이다.

CM은 웹서비스를 통해 요청된 XML 파일을 처리하여 데이터베이스에 설정파일 테이블과 서비스요청 테이블, 가용할 수 있는 서비스 테이블을 저장하고 서비스요청에 대한 응답을 XML 포맷의 파일로 UM에게 전송한다. 이렇게 전송된 응답은 UM으로 가서 서비스가 성립된다. 이러한 서비스 순서를 전체적으로 알아보면 그림 17과 같다.

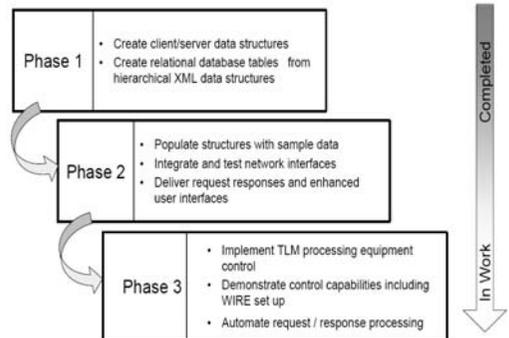


그림 17. Phase Implementation

· NASA JPL : Lockheed Martin의 프로토타입 개발 후 더욱 진행된 SLE 서비스 프로젝트는 앞에서 얘기한 바 있는 JPL과 ESA와 수행한 INTEGRAL 미션이다. JPL에서는 DSN의 DSMS(Dep Space Mission System)와 AMMOS(Advanced Multi-Mission Operations System)로 구성된 프로토타입을 개발하였는데 DSN station은 SLE CLTU 서비스를 처리하고, AMMOS는 RAF, RCF 서비스를 처리하도록 구성했으며 각 서비스 요청은 역시 XML 파일로 구성하였다. 간단한 DSMS 구성도를 살펴보면 그림 18과 같다.[11]

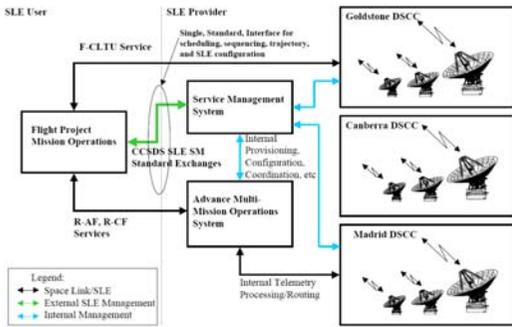


그림 18. DSMS Architecture Overview

과거 DSMS 구성은 SLE를 고려하지 않은 타입이 었지만 Lockheed Martin/CSOC가 보여준 가능성을 인정하고 SLE 서비스를 표준으로 본 NASA의 정책에 영향을 받아 새로이 구성된 것이다. JPL은 이 프로토타입에서도 XML 포맷을 사용했다. 여기서 과거의 시스템과 SLE 서비스를 이용하는 시스템간의 프로토타입을 비교해 보면 그림 19, 20과 같다.

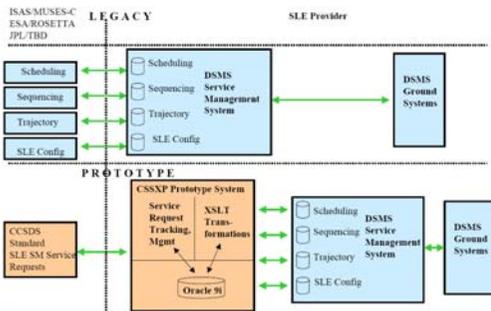


그림 19. CCSDS SLE service XML Prototype

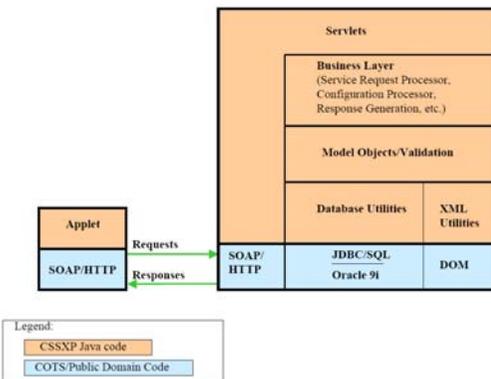


그림 20. CSSXP S/W Architecture

· 기타사례 : AFSCN(Air Force Satellite Control Network)과 GST(Global Science & Technology)는 독립적으로 개발된 SLE SM prototype의 상호운용성을 높이기 위한 목적으로 UM을 개발했는데 JPL의 CM과 함께 SLE 서비스를 테스트 했다. 먼저 GUI UM을 구축하여 새로운 서비스에 대한 요청과 삭제, 시나리오를 불러오고 서비스 요청에 대한 쿼리 등에 대한 것을 발생시킨다. JPL은 서비스 요청에 대한 기능여부 및 DSN 지원 자원을 할당하고 XML 포맷으로 요청에 대한 응답을 전송한다. 또한 E-mail을 이용한 메시지 교환방식을 구성했다.[8]

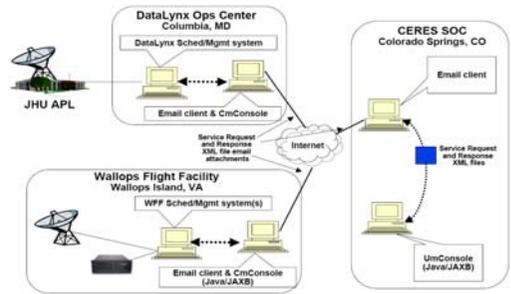


그림 21. AFSCN/GST SM Prototype

· JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)는 NASA의 DSN과 함께 서비스 유저와 제공자의 역할을 각각 맡는 식으로 Cross Support 환경을 테스트 하면서 2006년 Multi-agency 통합계획을 NASA, ESA와 함께 발표했다. 이 테스트에서는 SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)을 이용한 SLE 서비스 인터페이스와 Shadow Tracking에 대한 테스트가 이뤄졌다. 이 테스트의 주요한 목적은 SLE SM 표준 프로토타입의 효용성과 CCSDS 기관들 사이의 SM 상호운용성을 증진시키기 위함이다.[10]

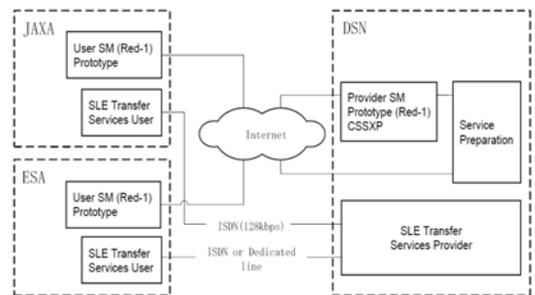


그림 22. Interface Test Prototype

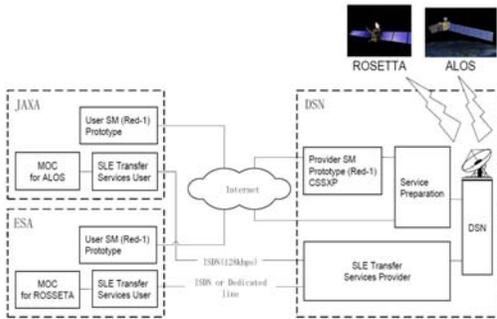


그림 23. Shadow Tracking Test Prototype

5. 국내 개발 계획

위에서 살펴본 바와 같이 SLE 서비스에 대한 활용은 전 세계적인 이슈이다. 이에 따라 KARI에서는 프랑스 IN-SNEC의 SLE 제공자 게이트웨이를 구입할 계획이 진행 중에 있으며, SLE 서비스를 이용하기 위한 인프라를 구축하기 위해 SLE 사용자 게이트웨이 개발이 시작단계에 있다. 이는 세계 유수의 개발 사례를 들어 알 수 있듯이 SLE 서비스 범위인 RAF, RCF, CLTU를 기반으로 구성될 것이다. 그림 24는 현재 ESA에서 주로 사용되고 있는 Cortex SLE 제공자 게이트웨이의 프레임워크를 나타낸 그림이다.

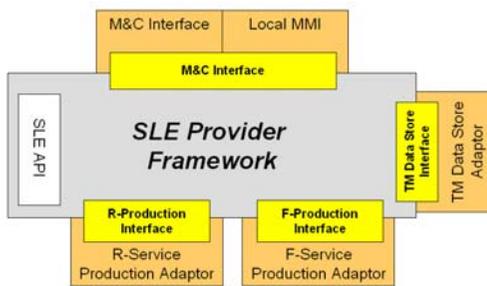


그림 24. Cortex Provider Framework

그림 25는 ESA에서 사용하는 Cortex SLE 제공자 게이트웨이의 인터페이스이다. [12]

그림 25에서 알 수 있듯이 구현될 사용자 게이트웨이는 크게 4 부분으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 게이트웨이 설정에 관한 부분이고, 두 번째는 게이

트웨이 서비스의 선택, 세 번째는 게이트웨이의 상태를 모니터링하고 보여줄 수 있는 창이 필요하고, 마지막으로 SLE 서비스에 대해 시간동기화가 필요할 때 TM, TC를 저장할 수 있는 데이터베이스가 필요하다. 따라서 Cortex SLE 제공자 게이트웨이와 연결할 수 있는 SLE 사용자 게이트웨이를 구현하기 위한 요구사항을 분석하면 표 3과 같이 정리할 수 있다.

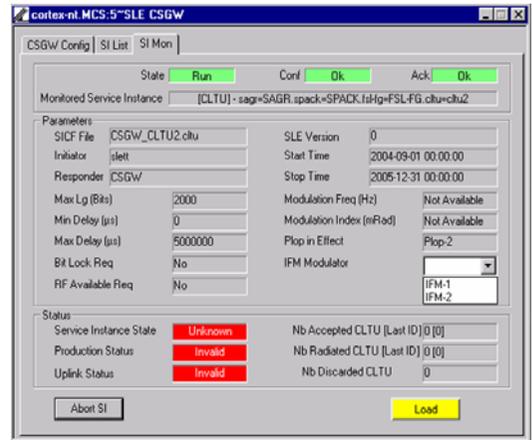


그림 25. Cortex Provider Gateway

표 3. User gateway 요구사항 분석

| 순서 | 기능 |
|----|--------------------------------|
| 1 | SLE 서비스 범위 설정 기능 |
| 2 | 사용자 인터페이스 |
| 3 | SLE system 과의 Connect 인터페이스 설계 |
| 4 | RAF, RCF 서비스 인터페이스 설계 |
| 5 | CLTU 서비스 인터페이스 설계 |
| 6 | Configuration 관리 및 모니터링 기능 |
| 7 | SLE 동시 서비스 기능 |
| 8 | 서비스 Operation 기능 |
| 9 | 서비스 Instance의 상태 디스플레이 기능 |
| 10 | 로그 저장 기능에 대한 데이터베이스 설계 |
| 11 | TM/ TC 저장 기능 |
| 12 | User Application 과의 링크확인 기능 |

6. 결론

앞에서도 언급했듯이 세계 여러 국가의 우주기관들은 SLE 서비스를 이용하여 우주 개발에 대한 관심을 집중시키고 있다. 유럽 및 미국 같은 선진국

뿐만 아니라 가까운 일본에서도 세계와 함께 SLE 프로젝트 진행했다는 것은 글로벌한 시각에서 보면 고무적인 일이 아닐 수 없다. 한국 역시 점차 우주개발에 대한 연구가 끊임없이 발전되어 나갈 것이며, 이는 국가 안보와 밀접한 관련이 있는 분야로서 세계적인 이슈에 동참할 자세가 마련되어야 한다. 본 논문에서 주로 다뤄진 SLE 서비스 프로토타입들의 해외 개발 사례에서 볼 수 있듯이 한 프로젝트를 여러 나라가 함께 공동으로 미션을 수행하는 것이 많이 관찰되고 있다. 최근 ESA에서는 여러 국가가 관련된 우주 미션을 서로 연합하여 수행할 수 있도록 Cross Support를 지향하는 SLE 개발을 가속화하고 있다. 이에 KARI도 이번 SLE 서비스 사용자 게이트웨이 개발을 기반으로 SLE 서비스에 대한 세부적인 연구가 수반되어 세계 유수의 우주기관과 함께 공동으로 드넓은 우주개발을 진행할 수 있는 것을 기대해 본다.

참고문헌

1. CCSDS 911.1-B-2, "Space Link Extension-Return All Frames Service Specification" 2004.
2. CCSDS 911.1-B-1, "Space Link Extension-Return Channel Frames Service Specification" 2004.
3. CCSDS 910.4-b-1, "Cross Support Reference Model" 2005.
4. CCSDS 910.3-G-3, "Cross Support Concept-Part 1 : Space Link Extension Services", 2006.
5. John Pietras, "An Interface Specification for Requesting Space Link Extension Services from NASA TT&C Networks", 2002, SpaceOps.
6. <http://www.esa.int/SPECIALS/Integral>
7. <http://www.esa.int/SPECIALS/Rosetta>
8. <http://www.gst.com/>
9. <http://www.lockheedmartin.com/>
10. <http://www.jaxa.jp>
11. <http://www.nasa.gov/>
12. <http://www.vega-group.com>

약어표

표 4. 약어표

| | |
|----------|---|
| CLTU | Communications Link Transmission Unit |
| CM | Complex Manager |
| MDOS | Mission Data Operation System |
| RAF | Return All Frame |
| RCF | Return Channel Frame |
| SL | Space Link |
| SL-DC | Space Link Data Channel |
| SL-DUs | Space Link Data Units |
| SLE | Space Link Extension |
| SLE-DC | Space Link Extension Data Channel |
| SLE-SDUs | Space Link Extension Service Data Units |
| TC | Telecommand |
| TM | Telemetry |
| TT&C | Tracking, Telemetry and Command |
| UM | Utilization Manager |