

# 우주 인프라 영향분석 툴 설계 연구

정 철 오\*, 박 재 우\* 정회원

## A Study on Design of Effect Analysis Tool for Space Infrastructure

CheolOh Jeong\*, JaeWoo Park\* *Regular Members*

### 요 약

우주 인프라 영향분석 툴은 태양폭발이 지구 궤도 상의 위성에 미치는 영향 분석과 통계 모델 도출 연구에 필요한 데이터의 체계적인 제공과 위성에 장애를 주는 핵심 요인에 대한 통계적 분석을 수행하는데 필요한 정보를 제공한다. 또한 위성장애와 관련된 우주전파환경 국내외 연구 자료를 종합적으로 검색할 수 있는 기능을 함께 제공함으로써 외국의 연구결과와 비교할 수 있는 환경을 제공한다. 본 논문은 DB 설계를 포함한 우주 인프라 영향분석 툴 설계 연구 결과를 제시한다.

Key Words: 위성장애; 검색 프레임; DB; GUI, 우주환경; 우주 인프라; 데이터 흐름도;

### ABSTRACT

Effect analysis tool for space infrastructure has a role to give essential information which is needed to perform research systematically as effect analysis for satellites on earth orbit due to solar burst and

statistical analysis for deriving key factor which is occurred anomalies to satellite. And retrieval function which is able to search domestic and foreign research data such as paper, report, journal and book related to satellite anomaly is also included. So this tool will be provided research environment for effect analysis from space environment to space infrastructure of earth orbit satellite.

In this paper, it is shown design result for effect analysis for space infrastructure including DB design.

## I. 서 론

태양에서 발생하는 X선 및 플라즈마는 지구 궤도 상의 우주 비행체에 직간접적인 영향을 미쳐 위성의 정상적인 운용을 어렵게 하는 경우를 발생하게 한다. 위성체에 대한 영향으로는 태양 고 에너지 양성자에 의한 위성 부품 손상(single event upset), 소프트웨어 변환 및 태양전지판 손상과 고에너지 전자에 의한 위성표면의 대전현상 및 방전현상 발생으로 위성부품 및 전자회로 파손 등 있다. 위성체에 영향을 미치게 된다. 특히 저궤도 위성의 경우 자외선 복사 에너지에 의해 지구 상층대기가 가열 및 팽창되어 대기밀도가 증가되어 이로 인한 위성과 대기간의 과도한 마찰(drag)로 위성의 속도 저하 및 궤도 변화가 발생하게 된다. 최악의 경우 저궤도 위성의 추락으로까지 이어지게 된다. 우주 비행사에 대한 영향으로는 태양플레어에 수반된 고 에너지 입자에 의한 피폭으로 인체의 염색체를 파괴하여 암을 유발

할 수 있다. 이러한 태양 방사선에 의한 영향은 태양이 양성자를 다량 방출할 경우 (solar proton event) 북극과 남극지역을 고공비행 하는 항공기 승무원 및 승객에 대한 고 단위 방사능 피폭 노출도 포함된다. 그리고 자기폭풍에 의한 항법시스템의 위치 오차 발생과 전리층 밀도 변화로 인한 GPS 신호 지연 등에도 영향을 미치게 된다. [1]

우주환경 영향으로부터 피해를 입지 않기 위해서 세계 각국에서는 지상 및 우주 관측시설을 이용한 우주환경 관측과 우주환경으로 인한 장애발생 현황을 관리하고 있으며, 또한 확보된 데이터를 이용한 분석을 통해 우주환경 진행 예측과 위성 및 지상 시설에 대한 영향 예측 연구를 수행하고 있다. [2], [3], [4] 이러한 연구를 수행하기 위해서는 지상 및 우주 관측시설을 이용한 데이터와 장애현황 정보 확보도 중요하지만 확보된 데이터를 관리하고 필요시 적시에 제공해 줄 수 있는 데이터 관리 및 분석 툴 개발을 통한 활용이 필요하다.

본 논문은 우주 환경 영향분석 연구 수행에 필요한 위성

\* 한국전자통신연구원 위성시스템연구팀 (cojeong@etri.re.kr)

접수일자 : 2011년 11월 21일, 수정완료일자 : 2011년 12월 9일, 최종게재확정일자 : 2011년 12월 15일

장애 데이터, 위성궤도 데이터, 우주환경 관측 자료 데이터 및 우주환경 연구자료를 관리하고 활용하기 위한 우주 인프라 영향 분석 툴 개발 시스템 설계 및 DB 설계 연구결과를 제시한다.

## II. 우주 인프라 영향분석 툴 개요

우주환경이 지구 궤도에서 운용 중인 위성에 미치는 영향분석을 목적으로 하고 있는 우주 인프라 영향분석 툴의 시스템 개발 및 시스템 운용환경 요구사항은 다음과 같다. [45]

표1 툴 개발 요구사항

구분	기능
데이터 입력모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>파일 단위 입력</li> <li>입력화면에 의한 개별 입력</li> <li>데이터 종류에 따른 입력화면 제공</li> <li>주요 입력 key word 표출되는 GUI 형식 화면</li> </ul>
데이터 관리, 추출, 가공, 분석 모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>검색조건에 따라 해당 DB에서 관련 데이터 추출</li> <li>검색조건에 따른 추출 데이터 가공 (그래프, 이미지 등)</li> <li>검색조건에 따른 데이터 통계분석</li> <li>데이터 백업 및 DB 복구 기능</li> </ul>
검색조건 입력 모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 지정 검색 조건</li> <li>GUI 형식의 검색 화면</li> <li>주요 검색 key word 표출되는 GUI 형식 화면</li> <li>각 DB 연동 검색 기능</li> </ul>
데이터 표출모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 요구 조건에 따른 결과물 GUI 형식 표출</li> <li>위성장애 데이터 가공 및 분석결과 표출</li> <li>우주환경 지수 표출</li> <li>논문 리스트 및 내용 표출</li> <li>요청 데이터 동시 표출 (최대 5개 항목)</li> </ul>

표2 툴 운용환경 요구사항

항 목		세 부 내 용
SW	운영체제	Microsoft Windows 7
	개발언어	Python 2.6.x
	User Interface	Graphic User Interface
	Database	MySQL
HW	CPU	Dual Core 이상
	HDD	1TB 이상, 7200 RPM 이상
	Memory	8GB 이상
운영 형태	작동환경	Stand alone Network 연동

툴 개발 요구사항을 근거로 시스템 분석을 수행한 결과 입력 및 출력모듈과 검색모듈, DB 관리모듈, 검색 조건에 따른 데이터 추출, 가공 및 분석 모듈, 툴 상위 프레임 워크 관리 모듈로 전체 시스템 개념도가 구성된다.

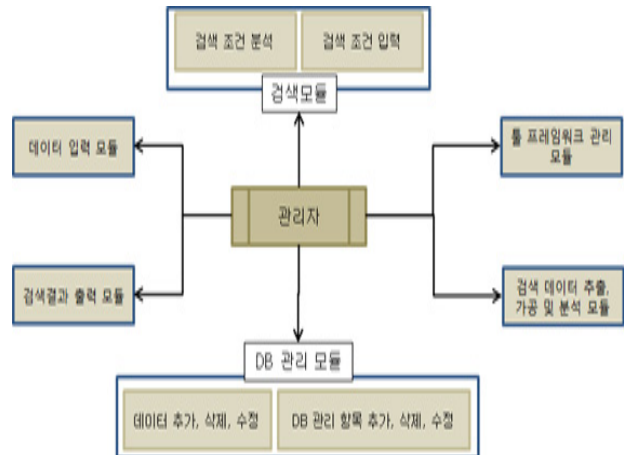


그림1 툴 시스템 개념도

시스템 개념도의 각 모듈들은 관리자가 접속하여 유지 관리가 이루어지며, 사용자는 검색모듈을 통한 검색 요청과 사용자 입력모듈을 통한 신규 데이터에 대한 입력만이 가능하다. 사용자 검색에 의한 결과 표출은 사용자 요구사항에 의해 관리자가 추가 및 보완이 가능하다.

우주 인프라 영향 분석 툴 시스템을 구성하는 구성모듈에 의한 시스템 블록 구성도는 다음과 같다.

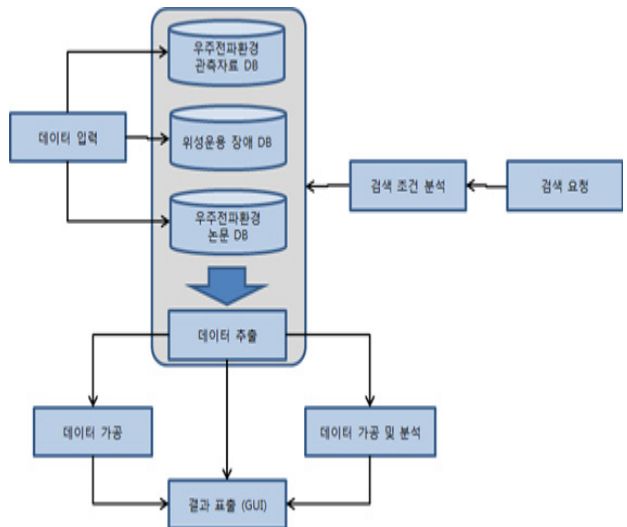


그림2 시스템 블록 구성도

본 시스템은 크게 위성장애 및 우주환경 관측 데이터를 저장, 관리, 검색 및 표출을 제공하는 위성장애 DB와 우주환경 국내의 논문을 저장, 관리, 검색 및 표출을 제공하는 논문 DB 부분으로 구성된다. 입력부를 통해 입력된 위성장애 데이터, 우주환경 관측 데이터 및 논문 데이터를 각각의 DB에 저장되고, 저장된 DB는 사용자 검색에 의해 요청된 데이터를 추출하며, 추출된 데이터 자체, 추출 후 가공 그리고 가공 후 분석된 형태로 제공된다. 검색결과는 GUI 기반의 화면으로 구성되어 제공된다.

시스템 블록 구성도는 세부적으로 위성장애 데이터 관리

및 표출과 연구자료 데이터 관리 및 표출로 구분된다. 데이터 처리 흐름 관점에서 보면 위성장애 데이터 관리, 가공, 분석 및 검색을 위한 데이터 처리 흐름과 우주전파환경 관련 논문 관리 및 검색을 위한 데이터 처리 흐름으로 나누어진다.

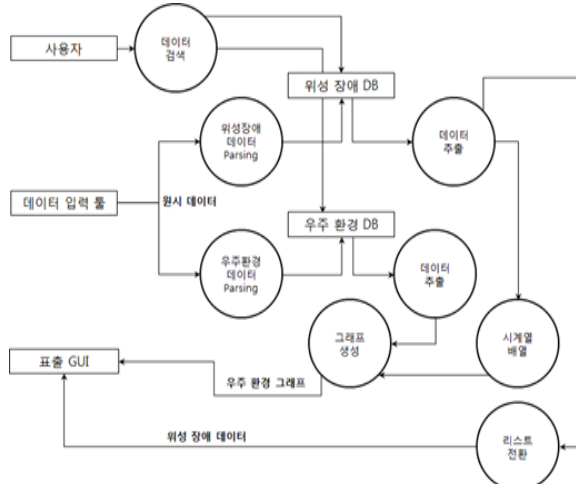


그림3 위성장애 데이터 관리 및 검색 데이터 처리 흐름도

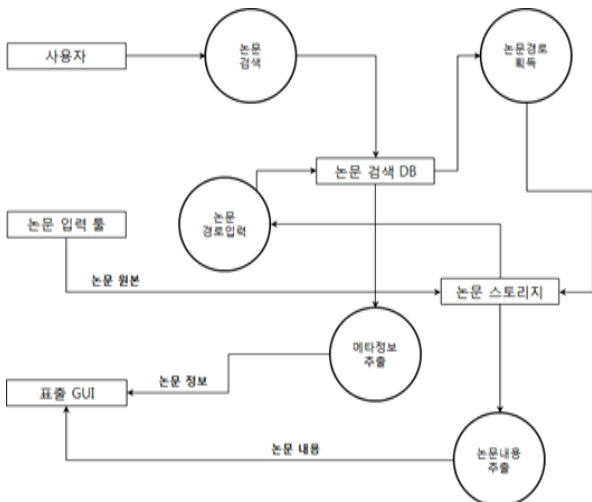


그림4 위성장애 데이터 관리 및 검색 데이터 처리 흐름도

그림 3 및 4의 데이터 처리 흐름도를 기반으로 우주 인프라 영향분석 틀을 설계하였다.

### Ⅲ. 우주 인프라 영향분석 틀 시스템 설계

우주인프라 영향분석 틀 시스템은 1차로 PC 환경에서 동작할 수 있도록 구현하여 기능을 검증한 후 2차로 인터넷 연동 및 우주환경 예측모델과 연동하여 운용될 수 있도록 구현될 계획이다. 본 설계에서는 1차 PC 환경에서의 운용을 위한 시스템 설계에 대해 제시하였다.

시스템은 자료 검색 프레임 워크 설계, DB 구축 및 데이터 처리 설계, GUI 형식의 검색 및 출력 표출 화면 설계가 수행되었다.

자료 검색 프레임 워크 설계는 우주환경 관측자료, 위성 장애 데이터 및 관련 연구자료에 대해 DB 구축 및 검색범위 등 DB 구축을 위한 정의를 제시하였다.

우주환경 관측자료 DB는 지상 및 우주에서 관측한 14개 분야의 관측 데이터 및 이미지와 우주전파환경 예경보 지수로 구성된다. 우주환경 관측자료 검색은 사용자 검색 요구에 의해 선택한 우주환경 관측자료가 표출되며, 이와 함께 해당 기간의 우주환경 지수도 함께 표출된다.

표3 우주환경 관측자료 DB 구축 대상

구분	표출 대상 관측자료	비고
우주환경 관측자료	> X-ray Flux data	> GOES
	> Proton Flux data	
	> Electron data	
	> EUV Image	> SOHO EIT 171, 195, 284, 304
	> Coronagraph Image	> SOHO LASCO C2, C3
	> Coronagraph Image	> STEREO A, B
	> MDI Continuum Image	> SOHO or SDO
	> MDI Magnetogram Image	
	> Solar Wind Parameters	> ACE (Bx, By, Bz, speed, Ne)
	> Kp Index	>
	> Event Reports	> NOAA SWPC Reports
	> Solar-Geophysical Activity Summary	
	> Geophysical Alert	
	> Three day Prediction	
> 우주전파환경 지수 값	> 위성 장애 예측 용	

위성 장애 DB는 우주전파에 의해 발생된 위성 장애 데이터와 현재까지 발사된 국내외 위성 궤도 정보로 구성된다. 위성 장애 DB는 외국 위성보험사 자료, NOAA의 위성 장애 자료 및 SND(Satellite News Digest)의 위성장애 자료가 포함된다. 위성 장애 검색은 위성 장애 DB, 위성 궤도 DB 및 우주환경 관측 DB가 연동되어 사용자 검색요구에 따라 결과를 표출한다. 우주환경 관련 연구자료는 논문, 보고서, 단행본 및 잡지로 구성되며, 각 연구 자료는 개별 DB로 구축된다. 사용자 검색 요구에 따라 각각의 DB에서 검색된 리스트를 추출하여 표로 표출하며, 표출된 표의 개별항목을 선택하게 되면 해당 자료의 세부 내용이 표출된다. 자료 검색은 개별 DB별 내용만 표출될 수 있고, 모든 DB의 연관성 있는 내용이 모두 표출될 수 있다.

DB 구축 및 데이터 처리 설계는 우주전파 영향 연구 수행 필요한 관련 정보를 체계적으로 제공하기 위한 것으로, 정보 제공 및 검색 결과 제공을 위한 DB 구축 및 데이터 처리 절차 기능에 대해 설계하였다. DB 구축 및 데이터 처리 설계 시 고려 사항은 다음과 같다.

#### DB 구축 설계 고려 사항

- 데이터 규모를 고려한 기초 시스템 자원 산정
- 사용자 요구에 따른 데이터 입력 기능 제공
- 데이터 수집 및 데이터 량 증가를 고려한 관리 기능 구현
- 신규 데이터 발생 시 데이터 저장 및 이에 따른 분석 조건 변화의 자동 반영
- 구축 DB 백업 및 복구 기능 구현

- 차후 시스템 확장 고려

데이터 검색 및 처리 절차 설계 고려사항

- 표출 GUI에 구현되는 모든 데이터는 DB의 데이터 참조
- 표출 GUI에 구현되는 모든 그래프는 실시간 연산 수행
- 데이터 입력 틀은 GUI와 연계하여 신규 데이터 입력 수행
- 신규 입력용 데이터 포맷과 규격은 사전에 정의
- 논문/보고 등 연구자료는 포맷에 따른 내용 추출이 어려운 경우 검색 논문의 내용은 시스템 상 하드 디스크의 별도 공간에 저장
- 연구자료 검색용 DB는 연구자료 각각의 서식 정보 및 자료 위치 정보를 포함하여 저장
- 연구자료 신규 입력 시 각 연구자료의 제목, 저자, 주제 및 기타 부가정보는 수동 입력

검색 표출 설계 고려사항

- 검색 및 표출 후 사용자 컨트롤에 의한 검색기간 및 검색조건 변경 시 실시간 감지 후 검색결과 재 표출 기능 구현
- 사용자 컨트롤은 기본 검색 프로세스가 아닌 클릭 버튼에 의한 기간변경 및 라디오 버튼 이벤트에 따른 검색 데이터 조건 변경에 국한
- 사용자 컨트롤에 의한 검색조건에 부합하는 데이터가 없는 경우 이전 데이터 표출 및 경고 메시지 표출

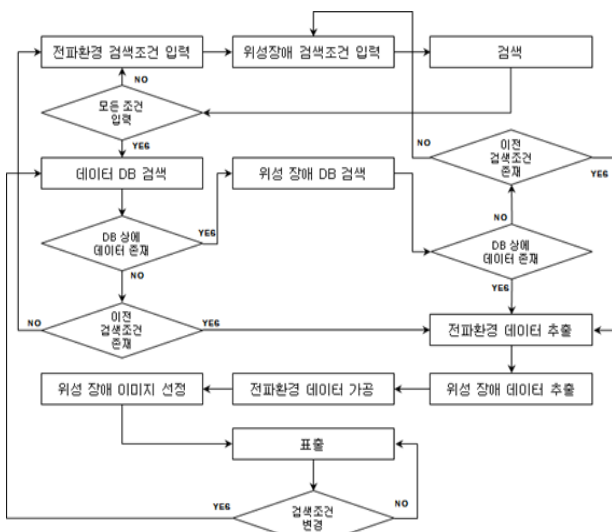


그림5 DB 검색 및 처리 절차

GUI 형식의 검색 및 출력 표출 화면 설계는 각 우주환경 관측 DB 및 위성 장애 DB 그리고 연구자료 DB로 부터 사용자가 지정한 조건에 따라 표출하는 표출화면을 설계하였다. 여기서 제시하는 기본적인 표출 화면 이외 사용자 요구에 따라 표출화면 추가 또는 별도의 화면으로 제공이 가능하도록 GUI 형식의 입출력 표출 모듈형태로 제공된다. 우주환경 관측자료 및 위성 장애 데이터의 메인 프레임 출력 화면은 각 데이터의 동시 표출 기능 (동시 표출 수는 최대 5개 이내), 기능 추가 및 신규 데이터 도입 등 시스템 확장 고려 그리고 우주환경 지수 표출 기능이 구현된다. 프로그

램 컨트롤은 검색 및 표출 데이터가 1일, 1주, 1개월 단위 시간 축으로 이동될 수 있는 기능을 포함한다.

우주환경 관측 데이터 및 위성 장애 데이터 검색을 위한 검색 입력 화면은 크게 3가지 검색 입력 인텍스로 구성된다. 첫번째는 우주환경 관측 데이터 검색 인텍스, 두번째는 위성장애 데이터 검색 인텍스 세번째는 검색하고자 하는 기간으로 검색기간을 key word로 우주환경 관측 데이터 DB 및 위성 장애 데이터 DB를 연동하여 관련 자료를 검색 및 가공하여 표출하게 된다. 차후 검색기능에 Key word를 사용자 지정에 의해 입력하여 데이터를 추출하고, 새로운 DB 구성 및 이를 이용한 통계분석이 수행될 수 있는 기능모듈과 연계를 할 수는 시스템 확장기능을 고려하였다.

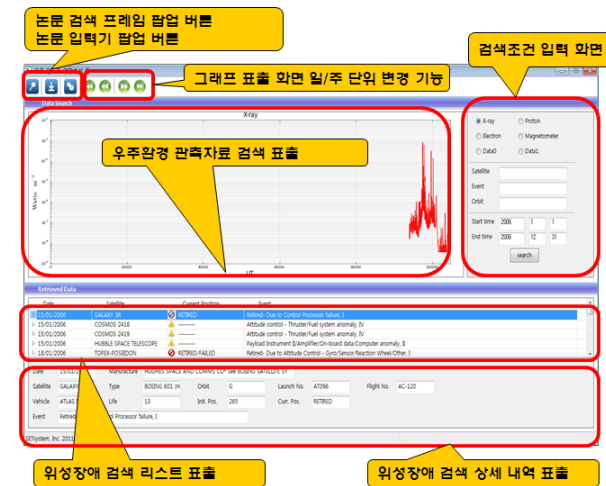


그림6 메인 프레임 출력 화면

연구자료 데이터 검색은 위성장애 데이터 메인 프레임 화면에서 논문검색 프레임 팝업 단추를 선택하면 시작하며, 다음과 같은 검색 및 결과 표출 화면이 그림 7과 같이 pop-up 되게 된다. 연구자료 데이터 검색은 검색조건 항목 입력에 의해 수행되며, 입력 항목은 기간, 저자, 논문명으로 구성되며, 빠른 검색 지원을 위해 연구자료 구분 및 자료 색인어 검색 기능을 포함한다. 또한 연구자료 검색은 연구자료 자체만 검색할 수 있고, 위성장애 검색과 연동하여 검색할 수 있는 기능이 포함된다. 검색조건에 의해 표출되는 화면은 검색 입력 화면 아래 검색된 리스트가 나열되며, 나열된 리스트 중 하나를 선택하면 논문의 세부내용이 표출된다.

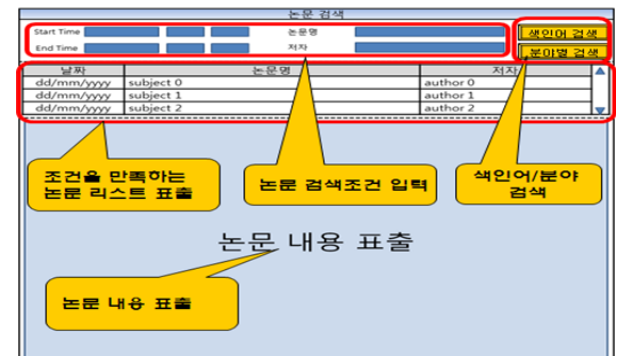


그림7 위성장애 데이터 관리 및 검색 데이터 처리 흐름도

우주 인프라 영향분석 툴의 시스템 분석 및 데이터 처리 흐름 분석을 통해 시스템 설계를 완료하였다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 우주환경 변화에 따른 우주 인프라 영향 분석에 활용될 분석 툴 설계 결과를 제시하였다. 우주 인프라 장애 데이터 및 위성궤도 데이터와 태양 및 우주환경 관측 데이터를 연동하여 우주 인프라에 미치는 영향요인과 통계분석 연구에 필요한 자료를 제공하게 된다. 우주 인프라 영향분석 툴은 우선 stand alone 시스템으로 구축하여 기능이 잘 동작하는지를 검증한 후 네트워크 연동 시스템으로 확장할 예정이다. 설계가 완료됨에 따라 툴 제작이 진행되고 있으며, 기능 확장을 고려하여 모듈 단위 개발로 진행될 예정이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 안병호, 선종호, 최원호, "우주 환경의 영향과 예보", 물리과학과 첨단기술, 10권 10호, 2010.10.
- [2] Juha-Pekka Luntama, "ESA SSA SWE element status and near future plans", ESWW 2010, 2010.11.
- [3] Giovanni Lapenta, "SWIFT: Space Weather Integrated Forecasting Framework", ESWW 2010, 2010.11
- [4] T. Nagatsuma, S. Watari, H. Shinagawa, "Japenese Operational Space Weather Activities - Surrent and Future", SWW 2010,, 2010.04.
- [5] 정철오, 박재우, "우주인프라 영향분석 툴 설계서", 기술문서, 2011.07.
- [6] 안병호 등, "우주환경 예보모델 개발 및 시스템 구축 방안 연구 보고서", 전파연구소, 1998.

#### 저 자

정 철 오 (Cheol Oh Jeong)

정회원



1988년 2월 : 동국대학교 통계학 석사  
1988년 4월~현재 : ETRI 책임연구원

<관심분야> 우주전파 영향분석, 통신탑재체 제품보증

박 재 우 (Jae Woo Park)

정회원



1997년 7월 : 러시아 우주연구소 박사  
2000년 4월~현재 : ETRI 책임연구원

<관심분야> 우주전파환경연구, 위성임무해석