

자는 않지만 향후 다목적 실용위성 5호가 레이저 반사경을 가지고 임무를 수행하게 되면 레이저 거리측정 데이터를 이용하는 정밀궤도결정 시스템을 구축하고 활용하게 될 것으로 예상된다. 이 연구에서는 연세대학교 천문우주학과 우주비행제어 연구실과 한국전자통신연구원 위성관제기술연구팀이 개발한 레이저 거리측정 방식을 이용한 정밀궤도결정 시스템(YLPODS)를 이용해서 기존의 GPS기반 시스템의 정밀궤도결정 결과를 검증해보았다. 이 결과는 향후 수행될 레이저 거리측정 데이터를 사용한 다목적 실용위성 5호의 정밀궤도결정 결과 검증을 위한 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

[V-2-5] Optimal Mars Transfer Trajectory Design using Electrical Engines
 Young-Joo Song, Sang-Young Park, and Kyu-Hong Choi
Dept. of Astronomy, Astrodynamics and Control Lab., Yonsei University

Optimal Mars transfer trajectories characteristics are derived and analyzed using electrical engine as a main propulsion system. As the spacecraft propelled by low-thrust engines are capable of delivering a greater payload than conventional chemical propulsion system, wide range of researches has been done to establish various insights by utilizing these engine systems into interplanetary flights among so called "Space Powers". However, only limited domestic researches has been performed to prepare the future Korean Mars mission. Although they were performed, every researches were only focused on using chemical (impulsive) engines. To formulate this optimal low thrust trajectory problem, collocation method is applied and this is done by utilizing SOCS (Sparse Optimal Control Software) software which is developed by Boeing company. Modified equinoctial orbital elements are used to demonstrate fictitious Mars explore's equations of motion and JPL's DE405 ephemerides is used to calculate precise planetary locations. Under presumptions of explorer's specifications (i.e. mass, Isp, etc), both minimum propellant and minimum time solutions are derived to perform successful Mars transfer. Optimal Earth departure and Mars arrival dates are also derived with optimal thrust throttle setting histories including thrust firing directions (in-plane and out-of-plane angle histories). Demonstrated results certainly will give various preknowledges to prepare for the future Korean Mars mission, and also developed algorithm will make great contributions for further researches to design and analyze more detailed korean Mars missions using electric propulsion system.

■ SESSION VII-1 : 관측기기
 4월 25일(금) 13:30 - 14:45 (세미나실)

[VII-1-1] 신틸레이션 검출기를 이용한 의정부 지역에서의 고에너지 우주선의 시간에 따른 변화

김보금¹, 임선인¹, 남신우¹, 박일홍¹, 양종만¹, 조우람², 조일성², 권영준², 방형찬³, 천병구⁴, 박소희⁵, 임승연⁵, 이한솔⁵, 조준상⁵, 정유진⁵
¹이화여자대학교, ²연세대학교, ³서울대학교, ⁴한양대학교, ⁵경기북과학고등학교

1mx1m 면적의 플라스틱 신틸레이터(scintillators)와 PMT(Photo Multiplier Tube) 그리고 GPS 시스템으로 구성된 검출기를 사용하여 고에너지 우주선이 대기를 통과하여 생성되는 대기샤워를 측정하였다. 이 검출기는 두 장씩 겹쳐진 두 쌍의 신틸레이터가 한 스테이션을 구성한다. 검출기를 통과하는 아날로그 신호들은 신호처리장치의 FADC에서 100MHz의 디지털화된 파형으로 바뀌어진다. GPS 시스템으로부터 얻는 시간정보와 디지털화된 파형정보를 이용하여 신호들이 하나의 Primary Cosmic Ray(1차 우주선)로부터 붕괴된 것인지 여부를 판단한다. 경기북과학고등학교(의정부)에 설치된 세 개의 스테이션에서 얻은 데이터를 분석하여 그 결과를 보고하고자 한다.

[VII-1-2] Status of Korean Large Telescope Project
 Young-Soo KIM¹, Sang-Hyeon AHN¹, Dong-Wook LEE¹, Moo-Young CHUN¹, Sang Chul KIM¹, Ho-Il KIM¹, Byeong-Gon PARK¹, Hyun-Il SUNG¹, and Jeong-Yeol Han²
¹Korea Astronomy and Space Science Institute
²University of Science and Technology

KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute) plans to provide large telescopes for Korean astronomical community. A strategy of acquiring large telescopes is established so that Korean astronomers can access large telescopes of various sizes. KASI also participate in the GMT (Giant Magellan Telescope) project as an official observer. In this talk, the status of international environment and the project plan are presented.

[VII-1-3] 근적외선카메라 KASINICS 개발과 특성
 문봉곤^{1,2}, 진호¹, 이성호¹, 육인수¹, 박영식¹, 남옥원¹, 차상목¹, 조승현¹, 박윤호¹, 경재만¹, 성현일¹, 김용하²
¹한국천문연구원(KASI), ²충남대학교 천문우주학과

한국천문연구원은 2004년부터 2006년까지 3년 동안 보현산천문대 1.8m 망원경을 위한 근적외선카메라 KASINICS(KASI Near Infrared Camera System)을 성공적으로 개발 완료했다. 2007년부터는 2년 과제로 일반 관측자들이 사용할 수 있도록 카메라 시스템의 안정화 및 관측자용 소프트웨어 개발을 수행하고 있다. KASINICS는 512x512 InSb Array 검출기를 사용하여 1~5 μ m 파장 영역을 관측할 수 있으며, 보현산천문대 1.8m (F/8) 망원경에서 0.39arcsec/pixel 분해능으로 3.3arcmin x 3.3arcmin의 화각을 가진다. 적외선 광학계는 광학 망원경으로부터 오는 열복사를 제거하기 위해 cold stop을 사용하는 Offner relay optics를 채택했다. 카메라의 Cold box는 80°K로 냉각되고 검출기는 30°K로 냉각 되어야 하기 때문에 모든 부품들은 열 수축을 고려

하여 설계 되었으며 적외선 검출기를 위한 전자부도 새롭게 개발되었다. 현재 카메라에서 사용할 수 있는 필터는 J($1.25\mu\text{m}$), H($1.64\mu\text{m}$), Ks($2.15\mu\text{m}$), L($3.50\mu\text{m}$) 밴드 광대역 필터와 H2($2.12\mu\text{m}$), H3+($3.53\mu\text{m}$) 협대역 필터이며 ND(Neutral Density) 필터도 1개 보유하고 있다. 현재 기기의 실험실 시험과 시험관측으로 얻은 결과로는 Gain= $2.56e_-/\text{ADU}$, Dark current= $18e_-/\text{sec}$ 이며 Readout noise= $38e_-$ 이다. 시험관측의 결과로부터 계산된 관측 한계등급은 100초 노출, S/N=10에서 J=17.6mag, H=17.5mag., Ks=16.1mag, L(narrow)=10.0mag이다. 이 논문에서는 KASINICS의 전체 개발 과정과 시험관측 결과로부터 얻은 시스템의 성능을 요약하고 소개한다.

[VII-1-4] 적외선용 광시야 비축 반사 광학계 정렬 시스템 개발

김상혁^{1,2}, 박수중¹, 김건희², 양순철², 국명호², 이상용², 장승혁³

¹경희대학교 우주과학과, ²한국기초과학지원연구원.

³삼성종합기술원

적외선 천문학에 대한 관심이 점차 높아지면서 적외선 망원경 개발의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 차세대 적외선 망원경과 카메라의 개발에 있어서 굴절 광학계는 중적외선 이상의 파장에서 색수차를 보정할 수 있는 렌즈의 재질을 찾기에 어려움이 있다. 반면, 비축(off-axis) 반사 광학계는 색수차가 없고 중앙 차폐 문제를 해결할 수 있기 때문에 광시야 설계가 가능하며 파장 영역의 제한도 적어서 SPICA를 비롯한 차세대 적외선 망원경 시스템에 적합하다. 비축 반사 광학계는 선형 비점수차를 가지고 있지만 최근에 개발한 비축 기하광학 이론에 의하면 비축 반사 광학계의 선형 비점수차를 완전히 제거할 수 있으며 3차 이상의 고차 수차를 최소화 할 수 있다. 이 연구에서는 Inverse Cassegrain과 유사한 개념인 Schwarzschild-Chang Type으로 설계한 반사 광학계의 F수는 2이고 $10\times 10^\circ$ 의 광 시야를 가지고 있으며 8- $12\mu\text{m}$ 파장대의 적외선 관측을 목적으로 한다. 반사경의 주경은 유효구경이 70mm, 부경의 유효구경은 130mm이며 알루미늄(Al6061-T6)소재로 5축 자유 곡면 가공기 Freeform700A를 이용하여 제작하였다. 비축 반사 광학계에 사용된 반사경의 광학 설계를 바탕으로 조립 및 정렬을 위해서 공차 분석을 CodeV에서 수행하였다. 반사경의 정렬을 위하여 x, y, z축과 2방향의 회전축을 조정할 수 있는 스테이지를 사용하였다. 반사경의 정렬은 레이저를 이용한 광선 추적 방법을 사용한다. 그리고 가공된 반사경 측정 결과로 가공된 반사경의 형상을 다시 설계하고 가공한 반사경과 설계한 반사경을 비교분석하여 허용 공차를 구하였다.

[VII-1-5] 대중천문교육프로그램 개발

김용기, 이용삼, 최고은

충북대학교

최근 늘어나는 지자체 천문대와 사설천문대의 대중천문교육의 수요에 맞추어 충북대학교 천문대는 지난 수년동안 많은 천문우주 체험프로그램들을 자체개발하여 현장에서 활용하고 있다. 이 연구에서는 청주 우암어린이회관 천문관의 별학교와 청주기적의 도서관 천문우주교실에서 적용되어왔던 대중천문교육프로그램들을 기준으로 대중천문우주프로그램의 예를 제시하여 보고, 향후

대상에 맞는 맞춤형 프로그램의 필요성을 논의하여 본다.

■ SESSION III-2 : 위성체

4월 24일(목) 16:30 - 18:00 (회의실)

[III-2-1] 영상레이더(SAR) 위성의 영상 품질 교란 요인 분석

천용식¹, 나성웅²

¹한국항공우주연구원, ²충남대학교

영상레이더 위성의 SAR(SAR, Synthetic Aperture Radar) 탑재체는 전자광학(Electro-Optics) 센서나 적외선 센서와는 달리 전자파를 이용함으로써 비, 구름 등의 기상조건이나 주야에 관계없이 영상 수집이 가능하며, 광범위한 지역의 영상 획득이 가능한 특징을 가지고 있다. 영상레이더는 전자파가 가지는 특성에 따라 전파 반사 표면의 특성, 즉 지표면의 굴곡, 지형, 물과 육지의 경계, 인공 가공물의 재질 및 특징, 흙의 습도, 바다 표면의 특징 등에 따라 고유한 반사 성질을 보여주므로 전자광학영상과는 다른 종류의 유용한 정보를 제공 한다. 이러한 전자파를 사용하는 레이더 영상의 품질은 SAR 탑재체 설계 및 제작을 통해 구현되는 탑재체 레벨의 고유 성능인자가 우주 공간에서 얼마 정도 시스템 레벨에서 저하를 경험하느냐에 따라 최종 평가된다. 일반적으로 탑재체 성능은 발사 이전 지상에서 시험과 해석을 통해 영상품질 인자를 도출함으로써, 예측이 가능하다. 그러나, 우주공간 상에서 위성의 궤도 오차, 지향 및 안정화 오차가 발생함에 따라, 이로 인한 추가적인 영상품질의 저하가 필연적으로 발생하게 된다. 따라서, 위성 발사 이전에 이러한 영상품질 저하 조건을 충분히 검토하고 해석을 수행하여, 최적의 위성 궤도 오차, 지향 및 안정화 오차 설계치를 결정할 필요가 있다. 이 연구에서는 SAR 탑재체에서 획득하는 고해상도 영상에 대하여 위성체의 각종 교란 요소가 위성 영상 품질에 미치는 영향을 연구하였으며, 이러한 교란 요인을 위성체 설계 단계부터 최소화 할 수 있는 영상 품질에 대한 설계 요구사항을 사전 검증할 수 있는 방법을 제시하였다.

[III-2-2] Dawn-Dusk 궤도의 차세대 SAR 위성 에너지 평형 분석

원영진¹, 이진호¹, 서민석², 윤석택¹, 천용식¹

¹한국항공우주연구원 다목적실용위성5호사업단 다목적5호 체계팀, ²한국항공우주산업(주)

SAR(Synthetic Aperture Radar)를 이용한 영상 레이더의 이점은 태양광이 없는 야간 시간대나 구름이 많거나 기상 상황이 좋지 않은 전천후 기상 상황에서도 지속적인 영상의 획득이 가능하다는 것이다. 따라서 이러한 이유로 차세대 위성의 탑재체로 SAR가 많은 연구가 진행되고 있으며 최근들어 많은 SAR 탑재 위성들이 발사되고 있다. SAR 탑재체를 장착한 위성의 경우 밤과 낮에 관계없이 영상을 얻을 수 있으며 따라서 태양 전지판이 항상 태양을 지향할 수 있도록 주로 Dawn-Dusk 궤도를 이용한다. 차세대 SAR 위성의 경우 고도 550km에서 1일 14.5회의 궤도 회수와 28일의 동일한 지점을 방문하는 재방문 주기를 가지게 된다. Dawn-Dusk 궤도를 이용하므로 에너지 이용 측면에서도 장점을 가지게 되며 에너지 평형 분석 방법도 기존의 방법과는 다르게 된다. Dawn-Dusk 궤도를 이용하게 되면 대부분의 궤도