

Jae-Ik Park, Sang-Young Park, Kyu-Hong Choi
Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul
 120-749, Korea

This study presents a formation-flying concept for close low-Earth-Orbit (LEO) satellite(baseline < 1km) aiming to achieve the mission objective. The distributed satellite system requires tight control of the relative motion of the formation flying satellites. A formation control concept is based on a relative eccentricity/inclination (e/i) vector parameterization of the relative motion. This concept of eccentricity/ inclination-vector separation, originally developed for geostationary satellites, is here extended to LEO formations. It provides immediate insight into key aspects of the relative motion and is particularly useful for orbit control purposes and proximity analyses. The adopted linear model incorporates the Earth's oblateness effects up to the second-order zonal coefficient J2 and makes use of the theory of Brouwer and Lynddane for the computation of mean relative orbital elements. A deterministic impulsive orbit control strategy is shown to be a straightforward application of the Gauss's variation equations in combination with the adopted relative motion model. Impulsive maneuvers are easily planned to counteract non-Keplerian orbital perturbations in order to maintain the formation. The numerical simulation is applied to a specific LEO formation and simulations clearly show the simplicity and effectiveness of the formation-flying.

[II-2-4] Current progress in bolometric performance measurement of breadboard AMON-RA energy channel instrument for deep space albedo measurement

Yunjong Kim^{1,2}, Hyun-Su Yi², Dongok Ryu¹, Kiljae Jung¹, Ki-Beom Ahn¹, Eun-Song Oh¹, Jae-Min Lee¹, Sun-Jung Ham^{1,3}, Ji-Yeon Yoon⁴, Hoseop Yoon^{1,4}, Jin-Seok Hong⁵, Ho-Soon Yang², Hanshin Lee^{3,6}, Sug-Whan Kim¹, Mike Lockwood^{3,7}

¹*Dept. of Astronomy, Yonsei University, Seoul, 120-749, Korea*

²*Korean Research Institute of Standards and Science, Daejeon, 305-340, Korea*

³*Rutherford Appleton Laboratory, UK*

⁴*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, 305-348, Korea*

⁵*ICRA Technology, Sungnam, 463-500, Korea*

⁶*Astronomy sub-dept. University of Oxford, UK*

⁷*Space Environment Physics Group, School of Physics and Astronomy, University of Southampton, UK*

The Albedo MONitor and RAdiometer (AMON-RA) instrument, as the primary payload of proposed EARTHSHINE mission, is to uncover the hidden connections between the solar activity and Earth climate change by measuring total solar irradiance (TSI) and Earth global albedo anomaly from

around L1 halo orbit. The instrument consists of two interconnecting optical systems i.e. a visible channel and an energy channel. Using a modified Winston cone and a pyro-electric detector, the energy channel instrument is to perform bolometric measurement of Sun and Earth shortwave irradiance between 0.3um and 4um. We report the design, fabrication and integration & test for the breadboard AMON-RA bolometer channel instrument. The trial laboratory measurement of the radiative power demonstrated successfully that the instrument performance falls well in the simulated performance prediction. We then discuss the current progress as well as the future plan for the AMON-RA instrument.

[II-2-5] 달 탐사를 위한 국내 지상국 활용 가능성에 대한 연구

김경희, 채장수, 오치욱, 박성욱, 박홍영, 전주환
 한국과학기술원

달 탐사는 1958년 미국의 파이어니어(Pioneer) 위성 발사를 시작으로 주로 미국과 소련이 1970년대 중반까지 경쟁적인 개발을 시도하였다. 그러나 1970년 중반 이후에 달 탐사 프로그램은 소강 상태에 접어들었으나 1990년 접어들어 미국을 필두로 달 탐사에 대한 관심이 다시 증대되어 현재는 일본과 중국 등도 함께 달 탐사에 뛰어들어 상황이다. 최근 달에 대한 선진 우주국의 관심이 다시 고조되고 있고 주변국의 달 탐사 프로그램 동향을 반영하여 정부는 우리나라의 달탐사 계획을 발표하였다. 이 계획에 따르면 2017년까지 300톤급 발사체를 자력을 발사하고 2020년 달 탐사 궤도위성을 개발할 예정이다. 또한 2025년에는 달 탐사 착륙선을 보내어 달 표면에 착륙하고 탐사 로봇을 이용하여 달 표면을 탐사한다는 계획이다. 아직까지 지구 궤도 임무만 수행한 우리나라 우주기술 수준을 고려할 때 이와 같은 달 탐사 계획을 주도적으로 추진하기 위해서는 사전 하여 선행 연구가 요구된다. 달 탐사 위성은 지구궤도가 아닌 높은 고도의 달 궤도까지 도달하게 되는데 그 과정에서 달 탐사위성의 임무 수행 상태를 모니터링하기 위해 지상국이 구성되어야 한다. 이와 같은 지상 인프라가 국내에 아직 완벽하게 구축되어 있지 않기 때문에 자체적으로 구축하거나 혹은 국제 협력 방안을 고려해야 한다. 이 논문에서는 달 탐사를 위해 개발되었거나 개발되고 있는 달 탐사선의 통신시스템의 사례를 조사하여 최근의 통신시스템 개발 현황을 수집하고 DSN 등의 지상통신시스템의 이용현황을 검토한다. 또한 검토 결과를 토대로 국내 지상국 시스템을 국내 달 탐사 개발에 활용할 수 있는지 가능성에 대해 살펴보고자 한다.

[II-2-6] 달 탐사용 궤도선의 임무설계를 위한 제한조건

김방엽
 한국항공우주연구원 통신해양기상위성사업단

2020년 발사를 목표로 추진 중인 우리나라의 달 탐사용 궤도선을 모델로 삼아 달 탐사 임무설계와 해석을 위한 제한 조건을 도출하고자 하였다. 우선 태양, 달, 지구의 천체역학적 상관관계를 살펴보고, 각 천체가 달 궤도선의 임무궤도에 미치는 영향을

해석하였다. 또한 달 궤도선의 궤도환경 특성과 식의 발생 해석, 궤도선의 직하점 변화 등을 알아보았다. 달 궤도선을 발사하기 위한 발사체의 성능과 정확도 등을 알아보았으며 달 궤도에 진입하기까지의 대략적인 과정, 가상의 임무수행 시나리오를 검토하였다. 그리고 한국의 달 탐사 궤도선이 수행할 수 있는 임무 후보들에 대한 조사를 수행하였다.

■ SESSION V-2 : 과학위성3호 / 궤도 2
4월 25일(금) 10:00 - 11:15 (회의실)

[V-2-1] Wide-Field Survey IR Space Telescope, MIRIS Design

W. Han¹, J.-H. Park¹, U.-W. Nam¹, I.-S. Yuk¹, H. Jin¹, S. H. Lee¹, Y. S. Park¹, S. J. Park¹, D.-H. Lee¹, C. H. Lee¹, W. S. Jeong¹, S.-W. Ree², J.-O. Park², S.-H. Lee², H. M. Lee³, T. Matsumoto⁴.

¹Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI)

²Korea Aerospace Research Institute (KARI)

³Seoul National University (SNU)

⁴Institute of Space and Astronautical Science (ISAS)

We present conceptual design for the compact wide-field survey IR space telescope, MIRIS (The Multi-purpose IR Imaging System) to be launched in 2010 as the main payload of the Korea Science and Technology Satellite 3. MIRIS will perform astronomical observations in the near-infrared wavelengths of 0.9~2 μm using a 256x256 Teledyne PICNIC FPA providing a 3.67x3.67 degree field of view with a pixel scale of 51.6 arcsec. A high sensitivity will be reached by passively cooling the telescope below 200K and using a cold shutter in the filter wheel for accurate dark calibration. The scientific purpose of MIRIS is to survey the Galactic plane in the emission line of Pa α (1.88 μm) and to detect the cosmic infrared background (CIB) radiation. Comparing the Pa α map with the H α data from ground-based surveys, we will test the theories on the origin of the warm-ionized medium (WIM) of the Galaxy and study the physical properties of the turbulence of the WIM such as Mach number and magnetic field strength. The CIB is being suspected to be originated from the first generation stars of the Universe and we will test this hypothesis by comparing the fluctuations in I (0.9~1.2 μm) and H (1.2~2.0 μm) bands to search the red shifted Lyman cutoff signature. The MIRIS results will be also used to confirm the degree-scale structure found by IRTS and AKARI and reveal its nature.

[V-2-2] 과학기술위성3호 주탑재체 MIRIS의 과학연구 활용

이성호¹, 박장현¹, 한원용¹, 남욱원¹, 육인수¹, 진호¹, 박영식¹, 이대희¹, 정웅섭¹, 이창희¹, 박성준², 이형목³, 구본철³, 임명신³, 박수종⁴, 송인옥³, 선광일¹, 조정연⁵, 안경진⁶, T. Matsumoto^{3,7}

¹한국천문연구원, ²한국과학기술원, ³서울대학교, ⁴경희대학교, ⁵충남대학교, ⁶조선대학교, ⁷ISAS/JAXA

과학기술위성 3호(STSAT-3) 주탑재체 다목적 적외선 영상 시스템 (Multi-purpose Infrared Imaging System, MIRIS)의 우주관측 카메라는 광시야(시야각 3.67x3.67도, 픽셀시야각 51.6 arcsec), 근적외선 (0.9~2 μm) 관측시스템이다. 이러한 시스템 특성에 맞는 관측 형태는 우주배경복사, 성간가스 등 광범위하게 분포하는 복사의 광역 탐사이다. MIRIS는 근적외선 우주배경복사의 기원을 규명하기 위해 I(0.9~1.2 μm) 및 H(1.2~2.0 μm) 광대역 밴드를 통해 황도광의 영향이 적은 황도 북극 영역을 관측할 계획이다. MIRIS의 관측결과는 일본 적외선 우주망원경 IRTS 및 AKARI가 발견한 우주거대구조의 연구에 활용될 계획이다. MIRIS는 협대역 밴드 필터를 사용하여 Pa α 수소이온 방출선 관측을 수행한다. 이를 통해 성간가스의 3대 요소 중 하나인 WIM (warm-ionized medium)의 발생기작을 연구하고 성간난류 (turbulence)의 물리적 특성을 조사하고자 한다.

[V-2-3] 편대비행 궤도제어를 위한 SDRE

제어기의 안정성 검증

박한열, 박상영, 장인수, 최규홍

연세대학교 천문우주학과

여러 대의 위성을 제어하여 공동의 임무를 수행하는 위성 편대비행에 관한 연구가 세계적으로 활발하게 진행되고 있다. 특히 위성들의 대형 유지와 재배치에 관한 연구는 임무의 성공과 직접적인 관련이 있기 때문에 대단히 중요하다. 위성 편대비행에서 여러 대의 위성들을 제어하기 위해 다양한 선형, 비선형 제어기가 적용되어 왔으며 그 중에서도 상태 의존 Riccati 방정식 (SDRE) 비선형 제어 기법은 이미 대형 유지 및 재배치를 위한 제어기가 연세대학교 우주비행제어 연구실을 통해 개발된 바가 있다. 하지만 SDRE 비선형 제어 기법은 유사한 Linear Quadratic Regulator (LQR) 제어 기법과는 달리 전 상태 변수 영역에 대해서 안정성을 보장 받지 못한다. 따라서 이 연구는 몇 개의 편대비행 미션들에 대해서 SDRE 비선형 제어기의 안정성을 보장 할 수 있는 안정 영역을 조사하고, 이를 통해 SDRE 비선형 제어기가 편대비행 연구에 충분히 적용 될 수 있음을 확인한다.

[V-2-4] 레이저 거리측정(SLR) 데이터를 사용한 GPS기반 시스템 정밀궤도결정 결과의 검증

김영록¹, 박은서¹, 박상영¹, 최규홍¹, 황유라², 김해연², 이병선², 김재훈²

¹연세대학교 천문우주학과 우주비행제어 연구실,

²한국전자통신연구원 위성관제·항법연구팀

정밀궤도결정(POD) 시스템은 위성의 위치를 정확히 결정하기 위한 시스템으로 위성의 성공적인 임무수행을 위해 필수적인 부분이다. 특히, 위치의 오차가 수 mm 수준에 이르는 레이저 거리측정(Satellite Laser Ranging) 방식을 이용한 정밀궤도결정 시스템은 위성의 궤도를 결정하는 가장 정밀한 방법으로 그 자체 만으로도 활용가치가 높고 GPS와 같은 다른 추적시스템을 보정할 수 있는 참고 자료가 된다는 점에서 중요하다. 우리나라는 아직 레이저 거리측정을 위한 레이저 추적 시스템을 보유하고 있