

<http://www.iass-workshop.org>

IASS

Program Book of the IASS Workshop 2019

천문우주관측기기 워크숍

Instrumentations for Astronomy and Space Science (IASS) Workshop

2019년 7월 11일(목) ~ 12일(금)

대명리조트 천안



한국천문학회
THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY



(사)한국우주과학회



한국천문연구원
Korea Astronomy & Space Science Institute

<http://www.iass-workshop.org/>

Program Book of the IASS Workshop 2019

천문우주관측기기 워크숍

Instrumentations for Astronomy and Space Science (IASS) Workshop



한국천문학회
THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY



(사)한국우주과학회



한국천문연구원
Korea Astronomy & Space Science Institute

환영사

Welcome Address

천문학 발전의 원동력은 새로운 기기, 첨단 또는 보다 대형의 기기로부터 나온다는 것은 주지의 사실입니다. 그럼에도 우리나라의 천문학계는 세계적으로 또 주변국과 비교해봤을 때도 천문우주기기 분야의 연구인력 규모와 투자 규모에 있어서 크게 뒤떨어져 있는 실정입니다. 다행히 2000년 대에 들어서서 천문학의 경쟁력을 높이고 훌륭한 연구성과를 얻는 일이 기기개발을 주도하지 않고서는 이루어질 수 없다는 점이 학계 내외에 천천히 공감대를 얻어가고 있었습니다. 세계와의 교류가 점차 확대되어 가면서 우리 학계는 이론과 시뮬레이션, 관측과 기기개발 네가지 모두가 튼튼한 버팀목이 되어야 천문학이라는 학문이 크게 발전할 수 있다는 사실을 절감하게 되었습니다.

한국천문학회에서도 올해에 들어 여러 회원들의 중지가 모여 지난 봄에 천문관측기기분과가 설립이 되어 정기학술대회 등을 통한 연구 교류와 인력 양성에 박차를 가하게 되었습니다. 또한 최근 광학천문분과, 우주전파분과 등의 활동도 크게 활발해지면서 관측기기에 대한 관심이 어느 때보다도 높아지고 있습니다. 이번에 2019 천문우주관측기기 워크숍 (IASS 2019)을 한국우주과학회와 함께 개최하게 된 것은 이러한 변화에 기인한 하나의 결실이라고 생각합니다. 천문우주 관측기기에 대한 학계의 인식이 달라진 이 때에 열리는 이 귀중한 워크숍이 국내의 천문우주 기기 분야가 활성화되는 본격적인 출발선이 되고, 후속세대의 유입의 도화선이 되기를 간절히 희망합니다. 이 워크숍이 열리기까지 노력해 주신 한국천문학회 광학천문분과와 한국우주과학회의 우주관측기기분과의 회원님들의 높은 뜻과 노고에 감사를 드리고, 참가해 주신 모든 연구자들에게 이번 워크숍이 보람있는 모임이 되기를 기원합니다.

한국천문학회장 박창범

환영사

Welcome Address

한국우주과학회에 우주관측기기 분과가 창립되고, 두 번째로 워크숍을 개최하게 되었습니다. 이번에는 한국천문학회 광학분과와 공동으로 개최하게 되어 더욱 의미가 깊게 생각합니다. 천문우주관측기기 워크숍은 예전에 한국천문연구원 연구원의 관측기기 전문가들이 열악한 국내 천문우주 하드웨어 연구 개발환경을 발전시키고자 2007년부터 2014년까지 진행해온 행사를 뿌리로 하고 있습니다. 이제 한국천문학회와도 공동으로 개최하게 되어 더욱 발전된 모습으로 더 많은 연구전문가와 개발회사들이 참여하는 마당이 되었습니다.

이번 워크숍은 작년보다 확대되어 100 여명이 참석하고, 8개의 기업 홍보부스가 설치되어 산학연이 모두 참여하는 기술교류회 성격을 가집니다. 즉 현재 진행 중인 대형 천문우주과제에 관련한 기술개발 현황이 소개됩니다. 특히, 카이스트에서 꾸준히 우주기기 개발 미션을 수행하여 오신 민경욱 교수님이 은퇴를 앞두고 지난 33년간의 기술개발 경험을 후학들에게 정리하여 소개해주는 소중한 자리도 마련되었습니다. 또한 TMT 망원경 관측기기 개발책임자이신 Chris Packham 교수가 방문하여 초청강연을 해주실 예정입니다. 그 외에 초청강연 5건 구두 발표 20 건이 준비되어 있습니다.

앞으로도 우주관측기기분과에서 워크숍 개최뿐만 아니라 워크숍의 좋은 정보를 널리 알릴 수 있는 프로시딩 발간도 준비하고 있으니, 한국우주과학회가 이 분야의 발전을 선도할 것으로 더욱 기대됩니다.

이 워크숍을 준비하시느라 수고하신 문봉곤 우주관측기기분과장께 감사드립니다. 또한 이 행사를 적극 후원해주신 이형목 한국천문연구원장께도 감사드립니다. 참가하신 모든 회원들과 전문가들이 유익한 정보를 나누는 보람찬 시간이 되시기를 희망하면서 제 인사말씀을 마치겠습니다.

한국우주과학회장 김 용 하

축사

Congratulatory Address

작년에 이어 천문우주관측기기 워크숍을 한국우주과학회 우주관측기기분과와 한국천문학회 광학분과가 함께 개최하게 된 것을 매우 기쁘게 생각합니다. 특히 금년에는 한국천문연구원 중소기업협력센터가 지원하여 연구원 패밀리 기업을 비롯한 많은 중소기업에서도 참여하는 명실상부한 산학연 협력 워크숍이 된 것으로 보입니다. 여러 분야에서 기기개발에 관련된 일을 하고 계신 분들이 적극적으로 참여해 주셔서 참석자 규모가 증가하고 있는 것도 매우 고무적인 일입니다.

우리나라가 기기개발 분야에서는 아직 경제 규모에 걸맞는 수준에 이르지 못하는 못했다고 생각합니다. 관측 기반 시설이 취약한 우리나라가 짧은 시간에 앞선 나라들을 따라가야 했기 때문에 아무래도 이론이나 기존 자료를 분석하는 연구에 집중할 수밖에 없었습니다. 또 연구개발에 투입하는 비용이 절대적으로 적었던 과거에는 기기 개발은 엄두도 내기 어려웠던 것도 사실입니다. 기기개발을 통해 자체적으로 생산하는 데이터의 중요성에 대해서는 이론의 여지가 없다고 생각합니다. 지금도 외국의 최첨단 대형 관측기기 건설 현장에 가 보면 언제쯤 우리가 이런 시설을 기획하고 개발할 수 있을지 걱정이 되기도 합니다. 또 기기 관련 전공자를 배출하기 어려운 우리나라 대학의 상황도 짧은 시간에 개선되기 어려워 보입니다. 그럼에도 다양한 종류의 기기를 개발하기 위해 노력하고 있는 여러분들이 있기 때문에 앞으로의 전망이 결코 회의적이지는 않다고 생각합니다.

저는 작년 워크숍에서도 광학, 전자, 기계, 소재, 냉각 등 다양한 분야의 전문가들이 함께 노력해야만 기기 개발이 이루어질 수 있다는 점을 강조했습니다. 그렇기 때문에 서로의 의견 교환을 할 수 있는 오늘같은 워크숍이 중요한 것입니다. 물론 우리가 추구해야 할 과학 연구 방향의 중요성은 더 말할 나위가 없습니다. 최근 연구의 동향을 살펴보면 다양한 종류의 변광 천체에 대한 대규모 탐사, 외계 행성의 탐색과 이들의 물리적 특성 규명, 우주 진화를 결정짓는 것처럼 보이지만 아직도 그 정체를 알 수 없는 암흑 물질, 암흑 에너지 규명 등이 중요한 화두입니다. 이러한 의문에 대한 답을 하기 위해 세계 곳곳에서 연구장비와 기자재들이 속속 개발되거나 제안되고 있습니다. 연구의 방향에 대한 우선 순위가 결정되고 이들을 추진하기 위한 대형 기기 개발에 막대한 예산을 투입하는 미국이나 유럽의 구조를 저희가 그대로 따라가기는 어렵겠지만, 우리도 나름대로 현대 천문학이 추구하는 중요한 문제를 검토하고 이들에 대한 답을 할 수 있는 혁신적이고 창의적인 기기를 개발함으로써 큰 기여를 할 수도 있으리라 생각합니다. 이번 워크숍에서 논의된 내용들을 바탕으로 천문연구원은 앞으로 어떤 역할을 해야 하는가를 더 치열하게 고민하겠습니다.

한국천문연구원장 이형목

위원회

Workshop Organizing Committee

공동위원장 (Chairs)

임명신 서울대학교 (Myungshin Im, Seoul National University)

문봉곤 한국천문연구원 (Bongkon Moon, Korea Astronomy and Space Science Institute)

위원 (Members)

강용우 한국천문연구원 (Yong-Woo Kang, Korea Astronomy and Space Science Institute)

고종완 한국천문연구원 (Jong-Wan Ko, Korea Astronomy and Space Science Institute)

민병희 한국천문연구원 (Byeong-Hee Mihn, Korea Astronomy and Space Science Institute)

박수종 경희대학교 (Soojong Pak, Kyung Hee University)

육인수 한국천문연구원 (In-Soo Yuk, Korea Astronomy and Space Science Institute)

이대희 한국천문연구원 (Dae-Hee Lee, Korea Astronomy and Space Science Institute)

이재준 한국천문연구원 (Jae-Joon Lee, Korea Astronomy and Space Science Institute)

정웅섭 한국천문연구원 (Woong-Seob Jeong, Korea Astronomy and Space Science Institute)

진 호 경희대학교 (Ho Jin, Kyung Hee University)

최성환 한국천문연구원 (Seonghwan Choi, Korea Astronomy and Space Science Institute)

한정열 한국천문연구원 (Jeong-Yeol Han, Korea Astronomy and Space Science Institute)

일 정 표

Time Table

7 월 11 일(목)

12:00 - 13:00	등록 / 접수 (Registration)	
13:00 - 13:30	개회식 (Opening Ceremony) / 축사	민병희 (천문연)
13:30 - 14:40	초청강연 1, 2 (Invited Talk1, 2) Application of Deep Learning to Astronomical Data 과학기술위성 1 호의 관측 및 분석 결과	좌장 : 임명신 (서울대) 문용재 교수 (경희대) 민경욱 교수 (KAIST)
14:40 - 15:00	휴식 (Intermission) / 전체사진 촬영	진행 : 민병희 (천문연)
15:00 - 16:00	Session I Gemini Instruments and Instruments Program Development of GMT Near-Infrared Spectrograph (GMTNIRS) and its Early Application to Magellan 6.5-m Telescope G-CLEF Flexure Control Camera Alignment of Schwarzschild-Chang Off-axis Telescope Verified by Shack-Hartmann Test	좌장 : 육인수 (천문연) 황나래 (천문연) 이성호 (천문연) 오재석 (천문연) 이선우 (경희대)
16:00 - 16:10	휴식 (Intermission)	
16:10 - 17:00	초청강연 3 (Invited Talk3) 올바른 투자와 초기 기업구조	좌장 : 남욱원 (천문연) 김메이글 이사 ((주)크립톤)
17:00 - 17:20	휴식 (Intermission) / 기업부스 관람	
17:20 - 17:50	Session II 외계행성 탐색시스템(KMTNet) 성능 개선과 교훈 Plan for Network of Small Telescopes in Korea	좌장 : 진호 (경희대) 이충욱 (천문연) 임명신 (서울대)
17:50 - 18:30	초청강연 4 (Invited Talk4) Astronomical Instrumentation; Reflections on (OftenPainful) Lessons Learned	좌장 : 박수종 (경희대) Prof. Chris Packham (UT San Antonio)
18:30 - 20:30	저녁 만찬 (Banquet)	
20:30 -	휴식 / 취침	

7 월 12 일(금)

08:00 - 09:00	아침식사 (Breakfast)	
09:00 - 09:35	초청강연 5 (Invited Talk5) Development of a GPU spectrometer for a radio telescope	좌장 : 문봉곤 (천문연) 김종수 박사 (천문연, 전파본부장)
09:35 - 10:05	Session III 제미니망원경용 IGRINS 전단광학계 천문시계 흥경각루의 시보시스템 설계	좌장 : 문봉곤 (천문연) 박찬 (천문연) 김상혁 (천문연)
10:05 - 10:25	휴식 (Intermission) / 기업부스 관람	
10:25 - 11:55	Session IV Development of Squeezed Light Source in Vacuum State for Gravitational Wave Detector Network of telescopes for electromagnetic-wave counterparts of gravitational-wave sources 보현산천문대 1.8m 망원경용 투과스펙트럼 분광기 개념 설계 The Prospect of Adaptive Optics Instruments for 1-m class Telescopes of Korean Astronomical Community Status of 1-m Telescope at Seoul National University Astronomical Observatory (SAO) in 2019 Development of the SNU Coelostat: Prototype Design	좌장 : 최성환 (천문연) 김창희 (천문연) 백승학 (서울대) 김강민 (천문연) 김지훈 ((주)MetaSpace) 임구 (서울대) 강주형 (서울대)
12:00 - 13:00	점심식사 (Lunch) / 휴식 (Intermission)	
13:00 - 14:50	Session V Optical performance measurement of the Swedish atmospheric-research microsatellite, the MATS satellite Development of KAOS (KHU Automatic Observing Software) The Fast Imaging Solar Spectrograph and Its Upgrade Plan 드론 탐지 소형 감시 레이더 초소형 위성 신뢰성 확보 방안 연구 우주 탐사용 소형 AMR 자기장 측정기 Wrap-up & Discussion	좌장 : 강용우 (천문연) 박우진 (경희대) 이혜인 (서울대) 채종철 (서울대) 김정훈 ((주)에스티시스템) 이정규 ((주)솔탐) 진호 (경희대) 사회 : 민병희 (천문연)
14:50 - 15:00	폐회	

*홍보 부스 참여 기업

(주)그린광학, (주)Metaspace, (주)셋별, (주)솔탐, (주)아이트릭스, (주)에스티시스템, (주)에이디솔루션, (주)윤슬

목 차

Contents

환영사 / 축하(Welcome Address / Congratulatory Address).....	3
위원회(Committees).....	6
일정표(Time Table).....	7
초록(Abstract)	
Application of Deep Learning to Astronomical Data	13
과학기술위성 1 호의 관측 및 분석 결과.....	14
Gemini Instruments and Instrumentation Program.....	15
Development of GMT Near-Infrared Spectrograph (GMTNIRS) and its Early Application to Magellan 6.5-m Telescope	16
G-CLEF Flexure Control Camera	17
Alignment of Schwarzschild-Chang Off-Axis Telescope Verified by Shack-Hartmann Test	18
올바른 투자와 초기 기업구조.....	19
외계행성 탐색시스템(KMTNet) 성능 개선과 교훈	20
Plan for Network of Small Telescopes in Korea.....	21
Astronomical Instrumentation; Reflections on (Often Painful) Lessons Learned	22
Development of a GPU spectrometer for a radio telescope	23
제미니망원경용 IGRINS 전단광학계	24
천문시계 흥경각루의 시보시스템 개발	25
Development of Squeezed Light Source in Vacuum State for Gravitational Wave Detector ..	26
Network of telescopes for electromagnetic-wave counterparts of gravitational-wave sources	27
보현산천문대 1.8 m 망원경 용 투과스펙트럼 분광기 개념설계.....	28
Prospect of Adaptive Optics Instruments for 1-m class Telescopes of Korean Astronomical Community.....	29

Status of 1-m Telescope at Seoul National University Astronomical Observatory (SAO) in 2019	30
Development of the SNU Coelostat: Prototype Design	31
Optical Performance Measurement of the Swedish Atmospheric-Research Microsatellite, the MATS satellite.....	32
Development of KAOS (KHU Automatic Observing Software)	33
The Fast Imaging Solar Spectrograph and Its Upgrade Plan	34
드론 탐지 소형 감시 레이더 개발.....	35
초소형위성 신뢰성 확보 방안 연구	36
우주 탐사용 소형 AMR 자기장 측정기	37
Balloon test of LEO-DOS payload for the NEXTSat-2	38
발문(Postface)	43



IASS

Abstract

Application of Deep Learning to Astronomical Data

문용재

School of Space Research, Kyung Hee University

Multi-wavelength observations become very popular in astronomy. Even though there are some correlations among different sensor images, it is not easy to translate from one to the other one. In this study we review our recent progress of the application of deep learning to astronomical data. We apply a deep learning method for image-to-image translation, based on conditional generative adversarial networks (cGANs), to astronomical images. To examine the validity of the method for scientific data, we consider the following applications: (1) Generation of solar UV images from magnetograms, (2) Generation of solar magnetograms and UV images from historical sunspot drawings, (3) Generation of high resolution magnetograms from Ca II images, (4) Generation of nightside visible images from IR ones, (5) Generation of future magnetograms from past ones, (6) Generation of denoised magnetograms, and (7) Generation of denoised SDSS images. It is very impressive that AI-generated ones are quite consistent with actual ones. In addition, we apply the convolution neural network to the forecast of solar flares and find that our method is better than the conventional method. Our study also shows that the forecast of major solar flare profiles using Long and Short Term Memory method is much better than that of the autoregressive method. We will discuss several applications of these methodologies for scientific research.

과학기술위성 1 호의 관측 및 분석 결과

민경욱

한국과학기술원 물리학과

2003 년 9 월 27 일에 발사된 과학기술위성 1 호는 과학 관측을 목적으로 제작된 우리나라 최초의 위성이다. 위성의 본체는 앞서 개발된 우리별 3 호의 버스를 이용하였으며, 관측 장비는 원자외선 영역에서 분광과 영상을 동시에 취득할 수 있는 Far-ultraviolet IMaging Spectrograph(FIMS)와 저 에너지로부터 고 에너지의 전자를 측정할 수 있는 패키지 형태의 플라즈마 탑재체 Space Physics Package(SPP)로 구성되었다. FIMS 는 우리은하의 전천 탐사 수행을 목적으로 개발된 천문 관측 탑재체로 오로라 영상도 취득할 수 있도록 설계되어 극지역에서 자기권 침투 입자를 측정하는 SPP 와 동시 관측을 수행하였다. 과학기술위성 1 호는 약 1 년 동안 운영되며 전력 및 자세제어 문제로 만족할 만한 관측을 수행하지는 못하였지만, 많은 노력의 분석 작업 결과 해외 우수 저널에 약 50 편의 논문을 게재할 수 있었다. 본 논문에서는 이상과 같은 과학기술위성 1 호의 탑재체와 연구 결과를 소개하고자 한다.

Gemini Instruments and Instrumentation Program

Narae Hwang

Korea Astronomy and Space Science Institute

The Gemini Observatory is being operated by Association of Universities for Research in Astronomy (AURA) on behalf of the International Partnership that includes Argentina, Brazil, Canada, Chile, United States, and Korea. The Gemini has two 8.1m telescopes, one at Mauna Kea, Hawaii in US and the other at Cerro Pachon in Chile, providing the entire sky coverage with at least more than three science instruments that can be switched during the night. In this talk, I will introduce the current status and future plan for Gemini science instruments and multiple instrumentation programs that Korean community can participate for the purpose of technological and scientific development.

Development of GMT Near-Infrared Spectrograph (GMTNIRS) and its Early Application to Magellan 6.5-m Telescope

Sungho Lee, Sanghyuk Kim, Chan Park, In-Soo Yuk, Moo-Young Chun,
Yunjong Kim, Ueejeong Jeong, Young Sam Y, Jeong-Yeol Han, Jae Sok Oh,
Chang-Hee Kim, Jeong-Gyun Jang

Korea Astronomy and Space Science Institute

The Optical Astronomical Technology Group at the Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) is making important contribution to the development of the Giant Magellan Telescope (GMT) including two of the first generation GMT instruments; the GMT-Consortium Large Earth Finder (G-CLEF) and GMT Near-Infrared Spectrograph (GMTNIRS). GMTNIRS covers all ground-accessible spectral bands from 1.12 to 5.3 μm with $R=50,000$ (1.12–2.5 μm) and $R=90,000$ (3–5.5 μm). GMTNIRS is fed by the GMT Adaptive Optics (AO) system and has a single 85 milli-arcsecond slit. This instrument is composed of five separate spectrograph subsystems for the different atmospheric windows. By use of dichroic mirrors, it observes the entire spectral grasp in a single exposure mode without using a cryogenic moving component for band selection. While the GMT AO functionality is developed, GMTNIRS will be designed and built early and optimized at the 6.5-m Magellan telescope. This early version of GMTNIRS will be implemented with Magellan-optimized optical bench and cryostat. KASI is working together with the University of Texas at Austin for GMTNIRS and its Magellan application.

G-CLEF Flexure Control Camera

Jae Sok Oh¹, Chan Park¹, Kang-Min Kim¹, Moo-Young Chun¹, Young Sam Yu¹,
Sungho Lee¹, Jihun Kim¹, Ueejeong Jeong¹, Yunjong Kim¹, Alan Uomoto²,
Andrew Szentgyorgyi³, Ian Evans³ Jeffrey Crane², Mark Mueller³, Stuart McMuldloch³,
Tyson Hare², William Podgorski³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)

²Observatory of the Carnegie Institute of Washington, USA

³Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA

The GMT-Consortium Large Earth Finder (G-CLEF) is the first instrument for the Giant Magellan Telescope (GMT). The G-CLEF is a fiber feed, optical band echelle spectrograph that is capable of extremely precise radial velocity measurement. The G-CLEF Flexure Control Camera (FCC) is included as a part in the G-CLEF Front End Assembly (GCFEA), which monitors the field images focused on a fiber mirror to control the flexure and the focus errors within the GCFEA. FCC consists of an optical bench on which five optical components are installed. The order of the optical train is: a collimator, neutral density filters, a focus analyzer, a reimager and a detector (Andor camera). The collimator consists of a triplet lens and receives the beam reflected by a fiber mirror. The neutral density filters are located just after the collimator to make it possible a broad range star brightness as a target or a guide. The focus analyzer is positioned at a pupil produced by the collimator and is used to measure a focus offset. The filters and focus analyzer are contained in a filter-wheel assembly and rotated by a servomotor. The reimager consists of two pairs of doublet lenses to focus the beam onto the CCD focal plane of the detector. The detector module housing Andor Camera includes a linear translator and a field de-rotator. In this article, we present the athermal lens mount applied to the collimator and the reimager. We also suggest the employment of the LM guides as a solution to the surface warping resulted from the CTE mismatch between the optical bench and G-CLEF instrument platform (GCIP).

Alignment of Schwarzschild–Chang Off–Axis Telescope Verified by Shack–Hartmann Test

Sunwoo Lee¹, Woojin Park¹, Seunghyuk Chang², Sanghyuk Kim³,
Yunjong Kim³, Soojong Pak¹

¹School of Space Research and Institute of Natural Science, Kyung Hee University

²Center for Integrated Smart Sensors, Korea Advanced Institute of Science and Technology

³Optical Astronomical Technology Group, Korea Astronomy and Space Science Institute

The Schwarzschild–Chang two mirror off–axis telescope is a linear astigmatism free confocal optical system. We performed 3D coordinate measuring machine (CMM) measurement to analyze the tilt and offset of the mirrors. We re–optimized mirror position based on the CMM measurement data. In this paper, we present the alignment results with the Shack–Hartmann test. Also, the point spread function test using collimated beam is measured. Moreover, simulations to predict experimental results of the re–optimization are compared to the test results. From the comparison, we can verify the advancement of the alignment of the Schwarzschild–Chang optical system.

올바른 투자와 초기 기업구조

김메이글 이사

(주)크립톤

Program Book of the IASS Workshop 2019

외계행성 탐색시스템(KMTNet) 성능 개선과 교훈

이충욱¹, 김승리¹, 이동주¹, 차상목¹, 김동진¹, 이용석¹, 임진선², 김윤종¹, 박홍수¹

¹한국천문연구원

²메타스페이스

4 deg² 광시야를 24 시간 연속 관측할 수 있는 외계행성 탐색시스템(KMTNet; Korea Microlensing Telescope Network)은 2015 년 10 월부터 본격적인 가동을 시작하여 미시중력렌즈 뿐 아니라 초신성, 소행성, 외부은하, 변광성 및 중력파 등 다양한 관측 연구를 수행하고 있으며, 연구결과는 6 월 현재 천문학 주요 저널에 81 편의 논문으로 출판되었다. 특히 미시중력렌즈 분야에서는 KMTNet 의 등장으로 과거 조기경보 + 추적관측으로 이루어진 관측 패러다임의 변화가 이루어졌고, 과거에는 볼 수 없었던 새로운 형태의 변광현상이 기록된 다수의 고빈도 광도곡선은 KMTNet 의 국제적 위상을 명실공히 해당분야를 대표하는 최고의 관측장비로 급부상시키고 있다. 이 발표에서는 관측 시스템을 최상의 상태로 유지하고 더 나아가 시스템의 성능을 개선하기 위한 지난 4 년간의 노력과 이 과정을 통해 얻은 교훈을 소개한다.

Plan for Network of Small Telescopes in Korea

Myungshin Im¹, Yonggi Kim², Wonseok Kang³, Hyun-Il Sung⁴, Hyunjin Shim⁵,
Chung-Uk Lee⁴, Heewon Lee⁶, Yo-Na Yoon²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Chungbuk National University

³National Youth Space Center

⁴Korea Astronomy and Space Science Institute

⁵Kyungpook National University

⁶Sejong University

Small telescopes, telescopes with the primary mirror sizes around 1m, are still very valuable research facilities. Due to easy access, such telescopes can be very valuable for follow-up or discovery of transients, and small bodies of the solar system, and the long-term monitoring of time variable objects such as active galactic nuclei and binary stars. Today, there are many small telescopes owned by Korean institutes that can be used for many competitive research projects. However, except for a few of them, these small telescopes are not much used for research activities due to lack of organization and proper support for the maintenance. One way to dramatically improve the situation is to form a network of these telescopes and link the facilities and users for a more efficient use of the facilities. In order to maximize the scientific return from these small Korean telescope, the division of the optical astronomy of the Korean Astronomical Society has started a feasibility study for constructing a network of small telescopes that can be used provide a basis for collaborative research among users of small telescopes and help improve education activities using Korean telescopes. In this talk, we outline our plan of the feasibility study and strawman proposal for the small telescope network.

Astronomical Instrumentation; Reflections on (Often Painful) Lessons Learned

Chris Packham

University of Texas at San Antonio & National Astronomical Observatory of Japan

As primary mirrors of telescopes increase in size leading to a r^2 increase in photon collection power, it is trivial to argue that instrument complexity has easily increased in sympathy. As we move into the 30m era of instrumentation, by drawing on experiences from instruments and observatories I have been involved with over the last ~25 years, I reflect on some of the often-painful lessons that I have learned (or plan to learn).

Development of a GPU spectrometer for a radio telescope

Jongsoo Kim

Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)

A GPU spectrometer for the Korean VLBI Network and the ALMA Total Power Array has been developed. A radio telescope generates huge amount of data. For example, one ALMA antenna generates 32 Giga samples per second. Due to the rapid performance improvement of GPU technology, it was possible to process data from a radio telescope based on GPU technology only a few years ago. There are four steps to get a power spectrum from time series data: (1) data transfer from CPU memory to GPU memory, (2) data conversion from 2 bits (or 3 bits) to 32 bits, (3) FFT (Fast Fourier Transform) and (4) multiplication and accumulation. I will show the performance of a GPU on each of the steps. Successful test observations have been done using the KVN and Nobeyama 45m radio telescopes.

제미니망원경용 IGRINS 전단광학계

박찬¹, 오재석¹, 육인수¹, 이한신², 김강민¹, 이성호¹, 나자경¹, 이재준¹

¹한국천문연구원

²맥도날드천문대

한국천문연구원과 미국 텍사스대학교가 공동으로 개발한 IGRINS 분광기는 한 번 노출로 1.45~2.5 μm 까지 스펙트럼을 동시에 산출해 내는 매우 독특한 고분산 적외선분광장치이다. 2014 년 하반기부터 2018 년 초까지 맥도날드천문대 2.7m 망원경과 로웰천문대 4.3m DCT 망원경에서 주요 관측장비로 활용되었으며 2018 년 하반기에는 칠레 소재 8.1m 남쪽 제미니망원경에 설치되어 50 일간 연구관측에 활용되었다. IGRINS 광학계는 망원경이 바뀔 때마다 망원경과 분광장치 사이에 위치하는 전단광학계 부품을 교체하도록 설계되어 있다. 본 연구는 제미니망원경을 위하여 새롭게 설계하고 제작한 IGRINS 전단광학계의 열 및 기계적 특성을 서술하고 개발 과정에서 부딪혔던 기술적인 문제점들의 구체적인 예와 해결방법에 대하여 소개한다.

천문시계 함경각루의 시보시스템 개발

김상혁^{1,2}, 민병희^{1,2}, 운용현³, 임병근^{3,4}, 윤명균⁵, 임병시⁴

¹한국천문연구원

²과학기술연합대학원대학교

³국립중앙과학관

⁴전흥공예

⁵키사이언

우리는 함경각루(欽敬閣漏, 1438년 장영실이 제작한 자동물시계로 태양의 운동을 포함하고 있음)의 가산(假山, 인공적으로 꾸민 산)에 있는 시보인형(시간을 알려주는 인형)들을 구동하는 내부구조를 분석하였다. 함경각루는 수차(水車)에 의해 발생한 회전 동력을 사용하여 가산 상층의 4신과 4신옥녀, 중층의 시보대의 인형들, 평지의 12신과 12신옥녀를 해당 시각에 따라 움직이게 한다. 산 위에서는 4신옥녀가 요령을 흔들거나 4신이 회전한다. 산기슭에서는 시보대에는 시간을 관장하는 사신(司辰)과 종·북·징을 타격하는 무사들이 있어 시간을 알려준다. 평지에서는 12신옥녀가 해당 시패를 들고 평지에서 출현하고, 12신은 엎드려 있다가 일어난다. 수차의 회전 동력이 가진 평균 운행에 대해서, 각 인형들의 운동은 개별적인 움직임을 갖고 있는데, 이를 구현하기 위해 구슬, 걸터(돌출된 형태의 신호장치), 지레(지렛대) 등을 활용하였다. 함경각루의 구슬은 보루각루(報漏閣漏, 자격루)에서 사용된 바 있다. 걸터는 북한 학자들의 연구(최상준 등, 1996)와 송이영의 혼천시계에서 근거하고 있다. 우리는 구슬과 걸터를 활용하여 함경각루의 주전(籌箭, 썸하는 잣대 장치)의 개념을 설계하고, 인형들의 세부적인 작동 모델을 실물 모형으로 제작했다. 이들 모형을 가산에 배치시켜 전체적인 함경각루 복원모형을 완성했다.

이 연구는 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 과학문화융합콘텐츠연구개발사업의 지원을 받아 수행되었음 (과제번호 : No. 2016M3C1B4906217).

Development of Squeezed Light Source in Vacuum State for Gravitational Wave Detector

Chang-Hee Kim¹, Sungho Lee¹, Yungjong Kim¹, Jaewan Kim²,
Haesik Min², Young-Sik Ra³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)

²Myongji University

³Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

During the recent years the international network of gravitational wave (GW) detectors are commissioned and LIGO* made a historic detection of GW on 14 September 2015. Although current GW observatories reached astrophysically interesting sensitivity level, extensive upgrades aimed for next decades are bringing us into the era of GW astronomy. One approach to enhance the detector sensitivity is the injection of squeezed vacuum state of light replacing the vacuum fluctuation entering into the detector through its antisymmetric port.

In this talk we introduce our ongoing experimental development to realize squeezed vacuum states of light for the GW application, led by KASI. Also a plan for next long-term project, including the development of broadband squeezing techniques below SQL** limit, is presented.

*: Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

** : Standard Quantum Limit

Network of telescopes for electromagnetic-wave counterparts of gravitational-wave sources

Gregory SungHak Paek, Myungshin Im, and SNU GW EM follow-up team

CEO, Astronomy program, Department of Physics and Astronomy,
Seoul National University, Republic of Korea

Recent observation of the neutron star merger event, GW170817, through both gravitational wave (GW) and electromagnetic wave (EM) observations opened a new way of exploring the universe, namely, multi-messenger astronomy (MMA). One of the keys to the success of MMA is a rapid identification of EM counterpart.

We will introduce the strategy for prioritization of GW source host galaxy candidates. Our method relies on recent simulation results regarding plausible properties of GW source host galaxies and the low latency localization map from LIGO/Virgo. We will show the test results for both NS merger and BH merger events using previous events and describe observing strategy with our facilities for GW events during the ongoing LIGO/Virgo O3 run. Finally, we report the result of follow-up observation on, the first neutron star merger event, S190425z, during LIGO/Virgo O3 run.

보현산천문대 1.8 m 망원경 용 투과스펙트럼 분광기 개념설계

김강민¹, 한인우¹, 이종웅², 박명구³, 장정균¹, 이병철¹, 박찬¹, 장비호¹,
최연호³, D. Kukushkin⁴, G. Valyavin⁵

¹한국천문연구원

²청주대학교 에너지·광기술융합학부

³경북대학교 천문대기과학

⁴ITMO University at St. Petersburg

⁵Special Astrophysical Observatory of Russian Academy of Science

천문학계에서 현재 가장 뜨거운 연구 주제 중 하나인 외계행성 분야 관측 연구는 그동안에는 주로 외계행성을 발견하는 수준에 머물러 오다가, 근래 들어서는 외계행성의 대기에 대한 연구가 시도되고 있다. 더구나 작년에 발사된 TESS(Transiting Exoplanet Survey Satellite)의 관측자료로부터 가깝고 밝은 행성계들이 많이 발견되고, 2020년대 중반 이후 GMT가 완공되어 G-Clef 분광기가 관측에 투입되면 지구와 가까운 천체 주위의 외계행성 대기에 대한 관측 연구가 본격적으로 진행될 것으로 예상된다.

경북대와 천문연에서는 이에 대한 준비로 보현산 천문대 1.8 m 망원경용 저분산 투과스펙트럼(Transmission Spectrum) 분광기를 개발하고 있다. Transit 기간 동안 100 Å 정도의 대역폭 단위로 시계열 측광을 하여 파장에 따른 행성 반경 스펙트럼을 구하고, 이를 통해 외계행성 대기의 특성을 추정하는 시도를 해보고자 한다.

VPH 그리즘을 사용하는 이 분광기는 400 ~ 800 nm 파장에서 250 정도의 분해능을 가지며, BOES의 CIM(Cassegrain Interface Module)에 장착하여 사용하게 된다. 현재는 개념설계를 마쳤고, 내년 여름 보현산에 설치되어 시험관측을 거친 후, 2021년부터 관측에 투입할 예정이다.

The Prospect of Adaptive Optics Instruments for 1-m class Telescopes of Korean Astronomical Community

Ji Hoon Kim, Soonchang Park, Seonghyeon Song

Metaspace

In the era of extremely large telescopes, adaptive optics (AO) is a fundamental technology to maximize their scientific capability while taking advantage of their large aperture sizes. In general, the studies which require a high angular resolution, such as exoplanet, or high redshift galaxy research, are the popular fields using AO instruments of the 10-m class telescopes at the moment. However, AO instruments for smaller telescopes become more of reality thanks to the advancement of technology. With this study, we review the current status of AO instruments and their components for 1-m class telescopes and discuss possible scientific projects suitable for those telescopes within Korean astronomical community.

Status of 1-m Telescope at Seoul National University Astronomical Observatory (SAO) in 2019

Gu Lim^{1,2}, Myungshin Im^{1,2}, Jinguk Seo², Kihyun Kim²,
Masateru Ishiguro², Yoonsoo P. Bach²

¹Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEOU)

²Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

A 1-m telescope has been operated more than a year after its installation at Seoul national university Astronomical Observatory (SAO). In this talk, we introduce characteristics of the telescope, instruments, and a current observing status. We measured limiting magnitudes, seeing values, and point spread functions (PSFs) based on sample images taken from 4096x4096 CCD imager (Field of view of 21.2'x21.2'). We present ongoing scientific topics using the telescope such as a transient survey, follow-up observation for electromagnetic counterparts of gravitational-wave sources, and minor objects in the solar system. These various topics suggest that SAO has a lot of potential to conduct observational studies under poor sky conditions in Seoul.

Development of the SNU Coelostat: Prototype Design

Juhyung Kang¹, Jongchul Chae¹, Hannah Kwak¹, Heesu Yang²

¹Seoul National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

A coelostat is used for imaging and spectroscopic observation of the Sun because it makes an irrotational solar image. For the educational purpose, we plan to develop the Seoul National University Coelostat (SNUC). The SNUC is the compact slope type coelostat which has a 45 cm primary plane mirror and a 39 cm secondary plane mirror. The primary mirror set is fixed at the east side, then we can observe the Sun all day at the summer and more than three hours at the winter season. The prototype of the primary part of this consists of a 20 cm mirror, a 1 m slope rail, a direct drive motor, a ballscrew and etc. We plan to make a control system and test the accuracy of this prototype until this year. After testing, the SNUC will be manufactured by 2020.

Optical Performance Measurement of the Swedish Atmospheric-Research Microsatellite, the MATS satellite

Woojin Park¹, Arvid Hammar², Soojong Pak¹, Seunghyuk Chang³, Jörg Gumbel⁴

¹Kyung Hee University

²Omnisys Instrument AB

³Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

⁴Stockholm University

The Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography Spectroscopy (MATS) satellite is a Swedish atmospheric research microsatellite. It will be launched in November 2019 into the sun-synchronous orbit at the altitude of 585 km. The limb telescope, the main optical system of the satellite, observes the gravity wave in altitude 70–110 km. Six narrowband channels, 2 UV and 4 IR, observe noctilucent clouds and O₂ atmospheric band in the wavelength range of 270 – 772 nm. We designed optics based on the off-axis confocal reflective system, with which the linear astigmatism is removed at wide field of view ($5.67^\circ \times 0.91^\circ$). The freeform aluminum mirrors are fabricated by a single point diamond turning machine. This is the first optical system that shows the feasibility of building a linear astigmatism free system. Optical performances are evaluated with the point source, the USAF target, and MTF measurement. We will present the final optical performance measurement and some characterization results.

Development of KAOS (KHU Automatic Observing Software)

Hye-In Lee¹, Tae-Geun Ji¹, Jimin Han², Changgon Kim², Hojae Ahn², Soojong Pak^{1,2},
Myungshin Im³

¹School of Space Research, Kyung Hee University

²Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University

³CEO/Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

The Kyung Hee University Automatic Observing Software (KAOS) is an all-in-one software system, which controls a camera, a filter wheel, an auto-focusing system, an auto-guiding system, a telescope, and a dome. It also monitors the environmental conditions for remote and robotic observations. The whole software is designed and developed based on software engineering method, i.e., Agile software process and model-based design. We are applying the KAOS to various small size telescopes, e.g., the McDonald Observatory 30 inch telescope (KAOS30), the Kyung Hee Astronomy Observatory 76 cm and 40 cm telescopes (KAOS76 and KAOS40), and a 10 cm telescope (KAOS10). In this talk, we show the development process and progress of the KAOS.

The Fast Imaging Solar Spectrograph and Its Upgrade Plan

Jongchul Chae¹, Jugyung Kang¹, Heesu Yang²

¹Seoul National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

The Fast Imaging Solar Spectrograph (FISS) is a dual-band imaging Echelle spectrograph installed in 2010 in the Coude room of the 1.6 meter Goode Solar Telescope (GST) of Big Bear Solar Observatory. Normally it records the $H\alpha$ band and the Ca II 8542 band of about 1 nm width simultaneously using two cameras. The order is selected by the interference filter attached at the front of each camera. The imaging is done based on the fast slit scan. The 100-step scan covers a $16''$ width field of view, and takes 16 s. The imaging quality is mostly determined by the seeing condition and the performance of adaptive optics. The acquired data contain spectral, spatial and temporal information of several spectral lines formed at different layers of the solar atmosphere. We find that the FISS data are very useful for the investigation of MHD waves in the solar atmosphere. We plan to upgrade the FISS by replacing the current two cameras by the new three cameras, and introducing a few dichroic beam splitters. The FISS2 will become a multi-band imaging spectrograph with a wider spectral coverage and a longer field of view.

드론 탐지 소형 감시 레이더 개발

김정훈¹, 장병선¹, 이철환¹, 이지혜¹, 홍순철¹, 노희선¹, 안지은¹, 정문희², 강용우²,
강현우², 남옥원²

¹(주)에스티시스템

²한국천문연구원

(주)에스티시스템은 2017 년부터 한국천문연구원과 위상배열안테나(Phased array antenna)를 이용한 드론 탐지 소형 감시 레이더를 개발하고 있다. 한국천문연구원에서는 패치 안테나 기술 및 위상 조절 기술 등의 하드웨어 기술 개발을, (주)에스티시스템은 신호처리 등의 소프트웨어 기술 개발을 담당하고 있다. 드론 탐지 소형 감시 레이더의 개발 초기에는 빔을 조향하기 위해 위상변환기(Phase shifter)를 사용하였다. 위상변환기를 이용하여 각 안테나의 위상을 조절하여 좌우로 90 도 조절이 가능하도록 안테나를 제작하였다. 위상변환기를 이용한 기계적인 빔 조향 방식은 적용이 간편하고 빔 제어가 용이하다는 장점이 있지만, 위상변환기에 의해 안테나의 노이즈 레벨이 높아지고 빔 제어 각도 및 속도에 한계가 있어 드론을 탐지하기에 적합하지 않았다.

2018 년 중반부터는 디지털 빔 합성(Digital Beamforming)을 이용한 위상배열안테나를 드론 탐지 소형 감시 레이더에 적용하기 위한 연구를 진행하고 있다. 디지털 빔 합성을 이용하면 원하는 방향으로 자유자재로 빔의 제어가 가능하며 디지털 신호처리(Digital signal processing)를 이용하여 안테나의 노이즈 레벨을 낮추는 것이 가능하다. (주)에스티시스템과 한국천문연구원은 디지털 빔 합성 기술을 적용하기 위해 패치 안테나와 Red Pitaya Board 로 구성된 수신 모듈을 개발하였다. 현재는 이 수신 모듈을 이용하여 레이더 시작품을 제작하였으며 기능을 테스트하는 과정에 있다.

본 발표에서는 2017 년부터 (주)에스티시스템과 천문연구원이 함께 진행한 드론 탐지 소형 감시 레이더의 개발 과정을 소개하고자 한다.

초소형위성 신뢰성 확보 방안 연구

이정규, 김홍래, 이보람, 김태수, 김호범, 이광현, 사공영보

(주)솔탑, 위성연구소

국내 초소형위성은 2006년 한국항공대의 HAUSAT-01 으로부터 총 14 개가 발사되었지만 임무를 완벽히 성공한 사례가 없다. 이는 대학주도 개발로 인한 경험 부족, 비행소프트웨어의 전문성 결여, 위성 개발 집중으로 인한 지상국 시설 열악, 지상 시험 부재, 부족한 예산 등의 다양한 문제로 해석될 수 있다. 또한 국내 초소형 산업 생태계가 조성되어 있지 않았기 때문에, 해외 업체의 수동적 지원에 의존할 수밖에 없었다. (주) 솔탑은 2016년 우주핵심기술개발 사업을 통해 초소형위성 Bus 플랫폼을 개발하였다. 이 플랫폼은 개발을 쉽고 빠르게 수행할 수 있도록 IDE 를 제공하고 Plug&Play 기술을 적용하였다. 위성 시스템의 신뢰성 확보를 위해 Component-based architecture 를 활용한 S/W 개발, 초소형위성용 EGSE, 대형위성 지상국을 기반한 초소형위성 지상국, Iridium 위성을 활용한 Iridium 통신보드를 개발하였다. 본 연구는 초소형위성의 신뢰성 확보를 위한 다양한 접근 방법과 개발 철학 등의 일련 과정을 소개하고자 한다.

우주 탐사용 소형 AMR 자기장 측정기

진 호¹, 이효정^{1,2}, 정병욱¹, 신재혁¹, 김관혁¹

¹경희대학교 우주탐사학과, ²인투물 (주)

자기장 측정기는 우주공간 물리학 및 우주탐사 분야에서 가장 기본적으로 사용되는 과학 관측용 장비일 뿐만 아니라 우주 부품 탑재체로서도 다양하게 활용되고 있다. 다른 물리량 측정 방법과 마찬가지로 자기장 측정기도 두가지로 분류할 수 있는데 하나는 자기장의 크기와 방향을 기록하는 벡터 자기장 측정기 (Vector Magnetometer)와 다른 하나는 방향 정보 없이 크기만을 측정하는 스칼라 자기장 측정기이다. 우주 관측용으로 가장 많이 활용되고 있는 벡터 자기장 측정기는 플럭스게이트 센서이다. 그러나 본 연구에서는 자기저항 소자 중에서 이등방성 자기저항 소자(AMR: Anisotropic MagnetoResistance)를 이용하여 개발한 자기장 측정기에 관하여 소개하고자 한다. 기존의 플럭스게이트 센서에 비해 AMR 센서의 경우, 자기장 측정 분해능 성능은 떨어지나 적은 소비전력, 크기, 무게의 이점이 있으며 상대적으로 분해능이 요구되지 않는 분야에서의 활용도는 매우 높다. 또한 대량으로 필요한 경우, AMR 센서를 이용한 자기장 측정기는 생산 시간은 상대적으로 빠르면서 동일 성능의 신뢰성이 높고 비용 또한 저렴하다. 이에 우리가 개발한 3 개의 AMR 센서를 이용한 3 축 자기장 측정기의 경우 10Hz 의 읽기 속도로 RS485 통신 등을 지원하며 동시에 여러 개의 3 축 자기장 측정기들을 동시에 제어할 수 있는 기능을 가지고 있다. 기본적인 성능은 3 축 모두 약 7 nT 이하의 분해능을 가지고 있으며 하나의 3 축 자기장 측정기당 약 0.2 watt 의 평균 소비전력을 가지고 있다. 우리가 개발한 AMR 시스템은 열진공, 진동, TID 등의 우주인증시험을 마치고 대한민국 시험용 달 궤도선에 탑재된 바 있다. 현재 상업용 AMR 소자를 이용한 가장 낮은 분해능은 약 1 nT 이나 CINEMA 큐브위성에서 시험 된 것 이외에 대부분 실험실 수준의 연구 발표만 제시되고 있다. 이에 본 연구팀은 향후 보다 안정적이고, 더욱 낮은 분해능을 가질 수 있는 시스템 연구를 통해 일반 산업용 활용뿐만 아니라 우주탐사 및 새로운 국제 달 탐사 임무 등에 활용하여 관련 연구를 지속하고자 한다.

Balloon test of LEO-DOS payload for the NEXTSat-2

Bongkon Moon¹, Ukwon Nam¹, Won-Ki Park¹, Jeong-Hyun Pyo¹, Jeong-A Hwang¹,
Jae-Jin Lee¹, Jong-Dae Son¹, Sung-Hwan Kim², Seong-Jun Ye³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Cheongju University

³Seoul University

The Korea Astronomy and Space Science Institute is developing a low-Earth orbit space radiation dosimeter (LEO-DOS) for the science payload of NEXTSat-2, which will be launched around 2021. The scientific missions of LEO-DOS payload are to create a global map of charged particles and neutron equivalent doses on orbit, to study the cosmic radiation environment based on the measurement data, to study cosmic radiation changes in the solar activity minimum, and to verify the human impact weight by energetic neutrons. All structures and detectors of LEO-DOS are being developed with domestic technology. Currently EQM design was finished by using DM test results and by the structural and thermal analysis. EQM detectors and housing structure were fabricated and assembled by controlling the space quality. We are now preparing the balloon test to precheck the performance of the LEO-DOS payload and to measure the altitude profile of space radiation in the atmosphere and the stratosphere. In this talk, we will present the readiness status for the balloon test. This work is supported by the NEXTSat-2 LEO-DOS project from the Ministry of Science and ICT (MSIT) and Satellite Technology Research Center (SaTReC) of Korea (NRF-2017M1A3A4A01077173).

Wrap-up & Discussion

Wrap-up & Discussion

Wrap-up & Discussion

Wrap-up & Discussion

발 문

Postface

2019 천문우주관측기기 워크숍에 산학연의 많은 관심과 성원에 감사드립니다. 올해는 작년보다 20 여명이 더 증가한 100 명 이상의 인원이 참석하고, 워크숍의 내용면에서도 산학연이 모두 적극적으로 참여함으로써 점점 내실을 이워가는 워크숍이 되어 가고 있습니다. 이 천문우주관측기기 워크숍은 조직적으로는 한국천문학회와 한국우주과학회의 기기분과에서 협력하여 주최하고, 한국천문연구원 중소기업협력센터가 중소기업을 네트워킹하고 준비를 지원하는 형태로 자리매김하고 있습니다. 이 행사는 매년 1회 정기적으로 (현재는 하계기간 중 고려) 계속 개최될 예정이며, 이 워크숍의 개최 목적은 천문우주과학 분야의 기기 개발 및 산학연 실무자들이 함께 모여 인적 네트워킹과 커뮤니티를 이루고, 서로의 기술 연구개발 결과를 함께 교류함으로써 향후 천문우주과학 분야의 기술 발전과 성장을 이루는 것입니다.

최근 한국의 천문학 및 우주과학계에서는 하루가 멀다 하고 뛰어난 연구성과가 발표되고 있습니다. 우리나라 천문우주과학자들의 연구역량은 이미 세계적 수준이 되었지만, 아쉽게도 대부분의 뛰어난 연구성과들이 다른 나라 관측시설에 크게 의존하고 있습니다. 다행히 이번 워크숍 프로그램에는 자신의 연구목표를 이루기 위해 특화된 천문우주관측기기를 능동적으로 구축하고, 그 기기를 사용하여 우주를 선도적으로 연구하는 논문이 많이 있습니다. 이번 워크숍은 우리나라 우주연구의 양대 산맥이라 할 수 있는 한국천문학회와 우주과학회가 공동개최하면서 더 넓게 학계의 참여를 끌어낼 수 있었다는 점이 뜻깊습니다. 이 워크숍에서 발표된 관측기기들이 더욱 차원 높은 천문우주과학 연구성과를 이끌어나가고, 또 그것을 바탕으로 우리나라 관측기기분야가 한층 더 발전해나가길 기대합니다.

2019 천문우주관측기기워크숍 준비위원회

- 공동준비위원장 임명신(광학천문분과), 문봉곤(우주관측기기분과)
- 광학천문분과 준비위원 박수중(총무), 고종완, 이재준, 육인수, 정웅섭
- 우주관측기기분과 준비위원 민병희(총무), 강용우, 이대희, 진호, 최성환, 한정열
- 한국천문연구원 중소기업협력센터

Instrumentations for Astronomy and Space Science Workshop

<http://www.iass-workshop.org>



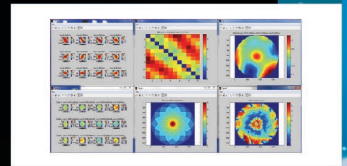
GREEN OPTICS

ZERODUR Lightweight Mirror

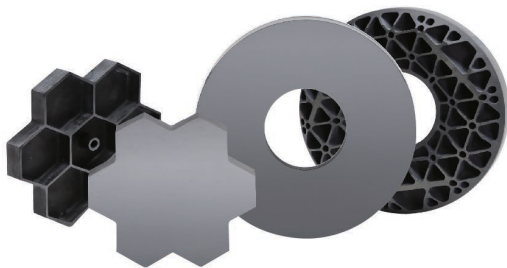
- ✓ Possible dimension
Diameter 200~1200mm
- ✓ Lightweight ratio
Upto 85%
- ✓ Rib thickness
Reached 1mm
- ✓ Lightweight design



Stitched figure

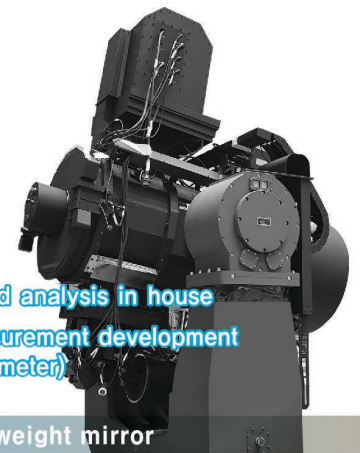


SiC Lightweight Mirror



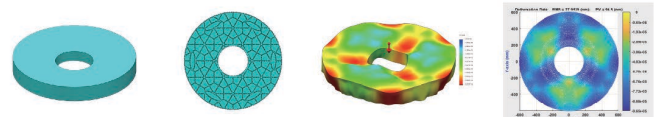
Off-axis fabrication and measurement development
(Stitching algorithm development)

Large Telescope



Lightweight, polishing and analysis in house
CGH interferometer measurement development
(15m tower type interferometer)

Design process of lightweight mirror

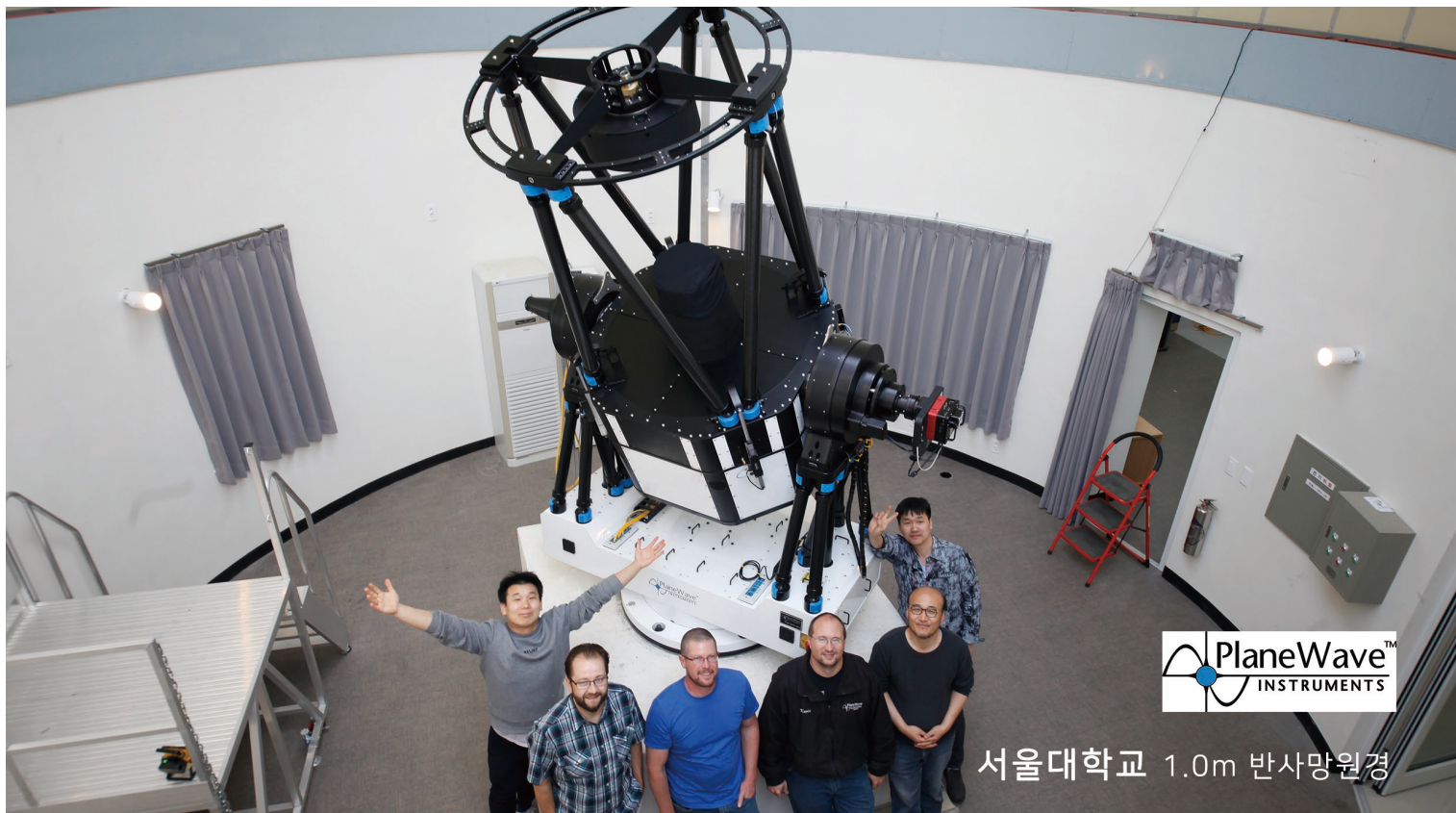


Primary Mirror, Zerodur		Secondary Mirror, Zerodur	
OCA	1600mm (CC Parabolic)	OCA	302mm (CX Aspheric, Lightweight)
Surface Errors	<7.5nm rms	Surface Errors	<4.5nm rms
Slope Errors	<0.5 μrad rms	Slope Errors	2.4 μrad rms
Protected Silver)98%		Protected Silver)98%	
(Visible and MWIR)		(Visible and MWIR)	

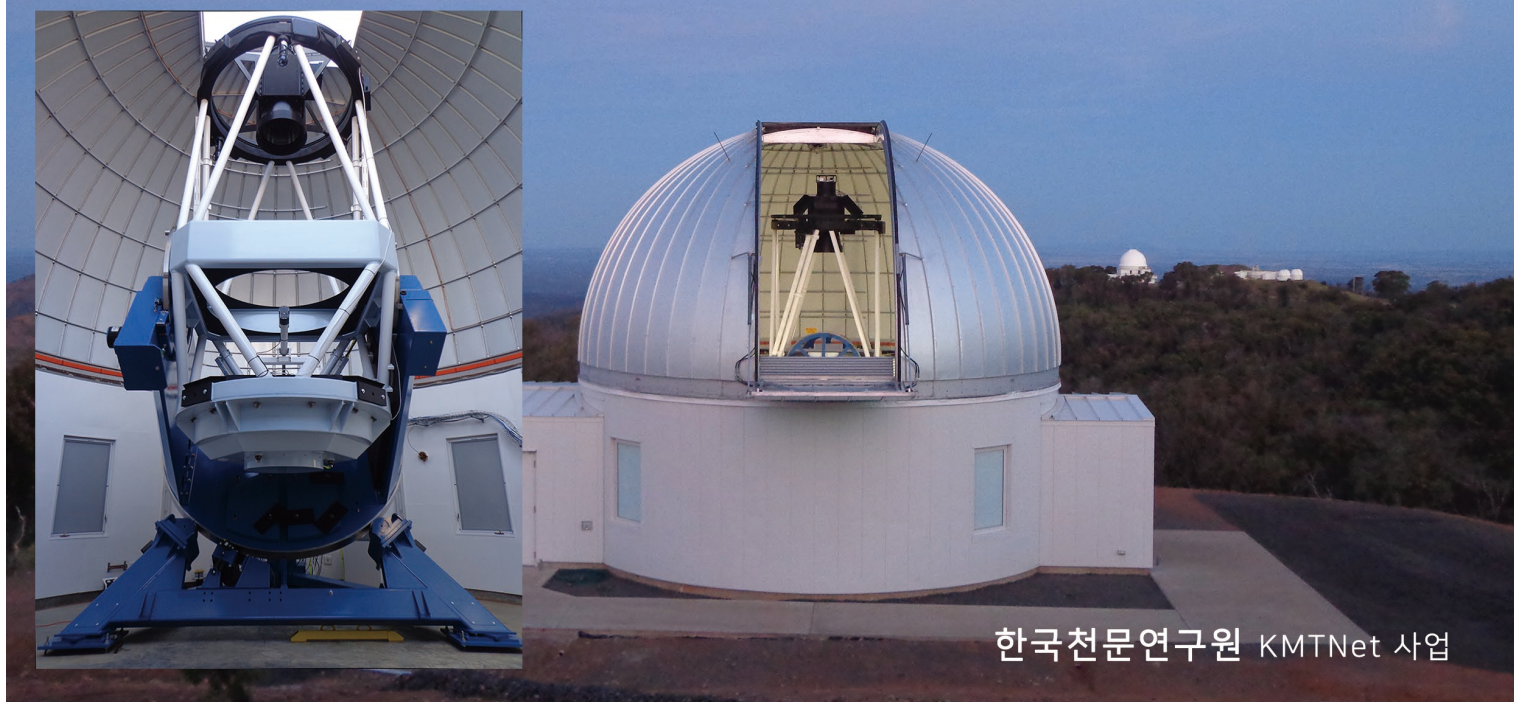


GREEN OPTICS

45, Gangni 1-gil, Ochang-eup, Cheongwon-gu,
Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Republic of Korea
<http://www.greenoptics.com/>
greenoptics@greenoptics.com



서울대학교 1.0m 반사망원경



한국천문연구원 KMTNet 사업

한국천문연구원 KMTNet 망원경
 한국천문연구원 KMTNet CCD카메라
 한국천문연구원 1m 망원경 광학계 제작
 한국천문연구원 KVN용 수소 Maser

서울대학교 1m 망원경
 과천과학관 1m 망원경
 마이다낙천문대 CCD 카메라
 전파연구소 2.8 GHz 태양 전파 수신기

메타스페이스

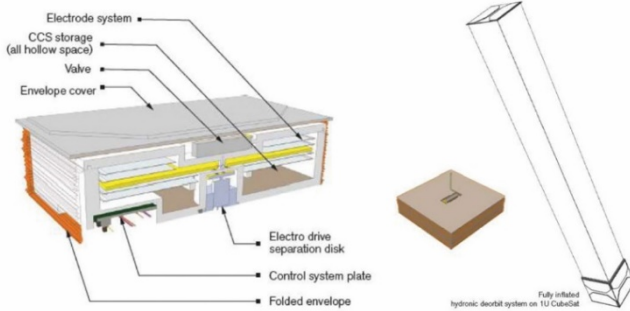
과학,공간,인간을 생각하는 천문관련 기업
 서울시 강남구 개포동 1194-7 태양빌딩 401 <http://metaspace.co.kr>



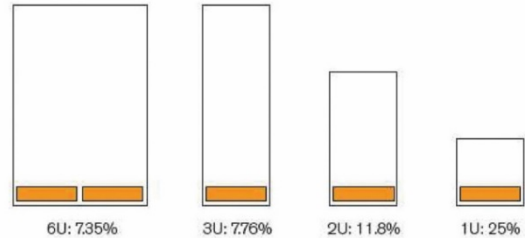
(주)카이로스페이스 Kaiospace Co., Ltd.

“모든 위성에 Deorbit System을 탑재, 안전하고 깨끗한 우주를 보존”

Cubesat Hydronic Deorbit System



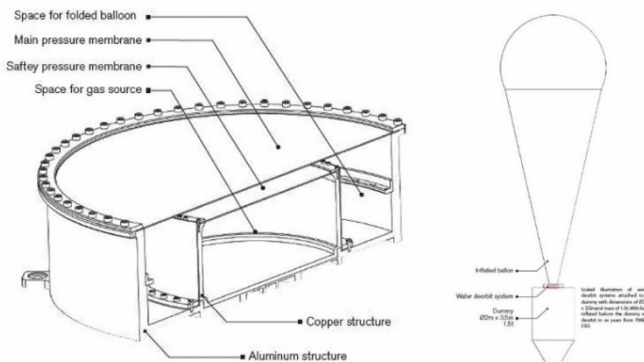
- 초소형, 1U부터 맞춤형 제작
- 전자동, 아날로그 작동
- Plug-and-Play
- Piggy-Back 발사에도 안전



CubeSat lifetime comparison

CubeSat size, mass and orbit	Life time	Life time with hydronic deorbit system
1U, 2 kg, 700 km	63 years	7 years (after mission lifetime)
2U, 4 kg, 700 km	81 years	15 years (after mission lifetime)
3U, 6 kg, 700 km	85 years	18 years (after mission lifetime)
6U, 12 kg, 700 km	> 150 years	22 years (after mission lifetime) with 2 deorbit systems

Satellite Water Deorbit System



- 초소형, 경량, 전원 불필요, 전자동
- 소형-대형의 모든 위성체에 탑재 가능
- Plug-and-Play
- Piggy-Back 발사에도 안전

Specifications

	Large system	Small system
Dimensions	Ø41cm x 11.4cm	Ø20cm x 7cm
Mass	12 kg	2 kg
Added drag area	18.56~80m ²	1.14~15.27m ²
Maximum orbit altitude for 1t satellite	850km SSO	600km SSO
xx error	±1-4 months	±1-7 months

lifetime comparison

Satellite mass (700km orbit)	Drag area (with fully inflated system)	Life time
100 kg	1.9m ²	21.89 years
500 kg	9m ²	23.30 years
1t	18m ²	23.18 years
1.5t	27m ²	23.30 years
2t	35m ²	23.88 years
3t	55m ²	27.76 years

(주)카이로스페이스 (Kaiospace Co., Ltd.)

- ❖ Deorbit System
- ❖ Space Data Collection & Delivery Service
- ❖ 우주용 센서 및 광학시스템
- ❖ 소형위성 위성군 제조 및 서비스
- ❖ 각종 우주기술 IT융합 솔루션

Contact Information

(주)카이로스페이스

13383
경기도 성남시 중원구 성남대로 1115 (406호)

contact@kaiospace.com
www.kaiospace.com

NanoSatellite

Miniaturized satellite for space



Space Plug & Play Architecture

솔탑은 Rapid Integration Architecture를 이용하여 빠르게 위성을 조립할 수 있도록 Space Plug & Play 기술이 포함된 구성품 및 플랫폼을 제공합니다. Space Plug & Play 기술은 가상 채널을 이용하여 실제 하드웨어 없이 구성품 모사 장치를 통해 비행소프트웨어 개발이 가능합니다. CAN 통신(CAN 2.0B/C) 기반의 Space Plug & Play를 제공하며 구성품 연장이 용이하도록 개발되었습니다. 구성품은 ASIM(Applique Sensor Interface Module)을 이용하고, 다른 인터페이스는 CAN 통신으로 Plug & Play 구성품을 등록하여 사용할 수 있도록 지원합니다.

초소형위성 서비스

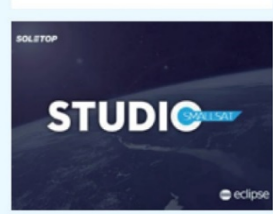
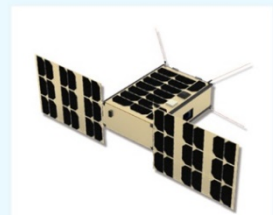
기존의 대형위성 개발 경험과 초소형위성 개발 경험을 바탕으로 다음과 같은 다양한 서비스를 제공하고 있습니다.

- 임무 및 시스템 설계
- 시스템 설계 및 개발
- 서브시스템 설계 및 개발
- 구성품 설계 및 개발
- 신뢰성 있는 플랫폼 공급
- 구성품 공급 및 판매
- 비행소프트웨어 개발
- EGSE 및 MGSE 제작
- 초소형위성용 지상국 개발
- 지상 시험 및 교육용 시뮬레이터 (동역학 모사기, GNSS 모사기 등)

3U/6U 초소형위성 플랫폼

3U/6U 초소형위성용 플랫폼 제공이 가능하며 사용자의 요구사항과 임무에 맞게 변경 가능합니다. 솔탑은 초소형위성 소프트웨어 개발을 위한 Eclipse 기반의 SmallSat Studio를 제공하고 있으며, 이를 통해 비행소프트웨어 개발, 배포, 시험이 용이하게 합니다.

Mass	< 4 kg	< 12 kg
Size	3U or 3U+	6U or 6U+
Attitude Control	RW/MTQ(<0.1 deg.)	RW/MTQ (<0.05 deg. w/ST)
Power	13 W (Norminal) Solar Panel Deployable (Optional)	45 W (Norminal) Solar Panel Deployable (Optional)
Mission Lifetime	1 year	2 years
Orbit Determination	< 20 m (On-board GPS)	< 20 m (On-board GPS)
Downlink	S-band (1Mbps) for TT&C	S-band (1 Mbps) for TT&C X/ Ku/Ka-band (Depend on GS)
Uplink	UHF or VHF (1,200 bps)	UHF or VHF (1,200 bps) S-band (115,200 bps)
Data Bus	CAN	CAN/SpaceWire
Feasible Mission	Tech. Demo. Earth Observation IoT/M2M Mission	Tech. Demo. Earth Observation IoT/M2M Mission



SOLETOP

Remote sensing & Telepresence

409, Expo-ro, Yuseong-gu,
Daejeon, 34051, South Korea

T +82-42-334-0218 F +82-42-867-7445
sales@soletop.com www.soletop.com

주식회사 아이트릭스테크놀로지

(주)아이트릭스테크놀로지와 파트너가 된 당신, 당신의 프로젝트는 성공입니다.
고객을 이해하고 정확한 설계와 기획으로 완벽한 솔루션을 제공합니다.

극미광 초저조도 카메라 시스템



핵 심개발중인 극미광 초저조도 카메라 시스템은 양자효율 및 Frame Rate가 높은 CCD 센서를 적용하여 우주천문관측에 사용하는 카메라 시스템이며, 발열 등을 고려한 보드 설계 및 기구 제작을 통해 안정적인 영상 획득이 가능한 제품이다. 함께 개발된 전문 Viewer를 통해 영상을 확인할 수 있다.

다방면 적용가능한 기술



한 국천문연구원에서 이전받은 특허기술과 i-trix의 탁월한 이미지 센서처리 기술로 천문관측용 외, 체외 진단기기(지혈 진단시장) 및 검안기(안구측정용)가 포함된 의료용 영상분야 머신비전에 적용이 가능하다. 또한 산업용 검사 장비, 예를 들어 반도체 검사장비나 LCD 검사장비 등에도 적용 가능하며, 또한 야간 감시 장치, 군사목적용 카메라 등에도 적용 가능하다.

임베디드(FPGA)개발 전문기업

주소 : 대전광역시 유성구 가정북로 96, 706호 (장동, 대전경제통상진흥원)
대표 : 김정웅_Homepage : <http://i-trix.co.kr/> _Tel:042.369.1999_Fax:042.369.1997



우주환경 및 해양 감시를 위한 시스템 구축과 데이터 분석을 위한 소프트웨어 개발, 효율적인 관리를 위한 유지보수 및 컨설팅 등 다양한 분야의 기술력과 노하우를 통해 차별화 된 서비스를 제공합니다.

X-band UAV Detection Radar

드론 탐지 소형레이더

저출력 송신파워를 이용한 원거리 감시

- 미량의 신호 검출이 가능한 전파천문 위상배열 안테나 기술 활용
- 1W 이하의 낮은 송신파워를 이용하여 상대적으로 원거리 (500m 이상)에 위치한 고속 이동 물체 탐지 가능

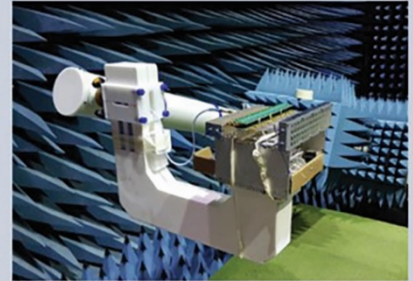
넓은 감시 영역

- 레이더 1개당 $\pm 45^\circ$ 의 관측시야를 가지며, 약 200,000m² 영역의 감시 가능
- 레이더 4개 사용 시 사각지대 없이 감시 가능

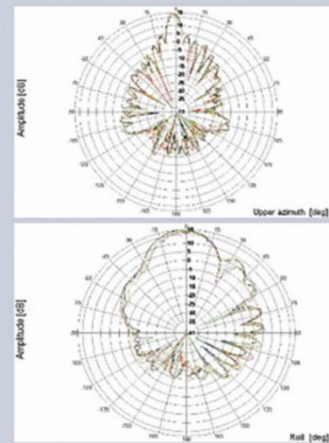
소형 물체 정밀 감시

- X-band 대역 신호와 좁은 빔 폭의 패치 안테나 사용으로 소형 물체 탐지에 탁월
- 인접하고 있는 2개 이상의 물체 구분 가능

소형 · 경량의 송수신 모듈 사용으로 이동 및 설치 용이

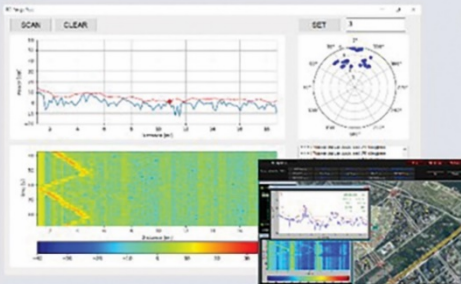


패치 안테나 시험



Far-Field Pattern 측정
(상: H-plane, 하: E-plane)

제어 및 표출 프로그램



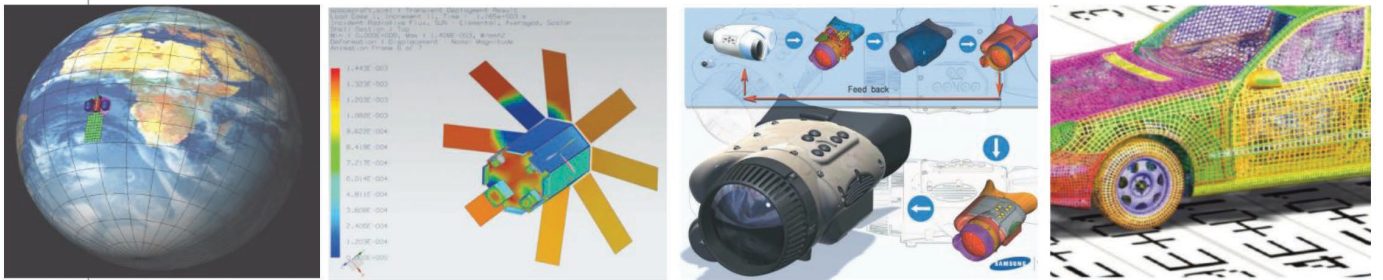
CA-CFAR(Cell Averaging – Constant False Alarm Rate) Algorithm을 이용하여 타깃의 거리 및 속도 변화 검출

- 송수신 모듈 제어
- Phase-Shifter Controller 제어
- Range-Power 그래프: 단위 거리 별 수신 파워 표출
- Range-Time 그래프: 타깃의 단위 시간 별 파워 표출
- Range-Azimuth 그래프: 안테나 지향 방향 및 타깃 거리 표출

앞서가는 기술력과 노하우로
고객사의 솔루션 정착과 창조를 위해 최선을 다하겠습니다.

ADSolution

product demonstration



NX

NX는 개념적인 설계에서부터 제품 모델링, 분석, 제조에 이르기까지 전체적인 제품개발 프로세스를 위한 소프트웨어로, CAD/CAM/CAE 및 CAID(컴퓨터 보조 산업 설계)의 차세대 기술 도약을 나타내며 미래의 제품설계기술 개발을 위한 토대를 제공하는 **Total Product Engineering** 솔루션입니다.
광범위한 제품 애플리케이션 전반에서 기업들이 낭비를 줄이고 품질을 개선하며 개발 주기를 단축시키고 제품 혁신을 촉진한다는 비즈니스 목표를 달성할 수 있도록 지원하는 것을 주 목표로 개발되었습니다.

NX-NASTRAN

NX-NASTRAN은 자동차, 항공 우주, 국방, 중장비 및 조선업계에서 해석의 표준으로 그 신뢰성을 세계적으로 인정 받고 있는 범용 구조 해석 프로그램입니다. NX Nastran Basic은 NX Nastran의 기본이 되는 Product로서 선형해석, 고유모드해석, 좌굴해석, 열전달해석 등을 수행합니다. 다양한 유한요소, 하중조건, 라이브러리화 되어 있는 재질 등을 적용할 수 있어 신뢰성 있는 정적 해석 결과를 얻을 수 있게 해줍니다. 열전달해석에 있어서는 **steady state** 해석과 함께 **transient** 해석도 수행이 가능합니다.

NX Space Systems Thermal

NX Space Systems Thermal은 NX Advanced Simulation 환경에서 궤도 열 해석을 수행 할 수 있는 포괄적인 우주 산업 분야 어플리케이션입니다. 위성의 설계 프로세스 초기에 열 엔지니어링 문제를 해결하는데 도움이 되며 우주 경계선, 궤도 및 행성 간 위성의 열물리학을 예측하고 이해하는데 유용한 도구입니다. 또한 NX Space Systems Thermal은 복잡한 3D 설계 형상을 가진 위성 어플리케이션에 이상적입니다. 사용자는 NX Space Systems Thermal을 사용하여 고 충실도 분석이 필요할 때부터 상세한 기하학적 모델에 이르기까지 개념 연구를 위한 작은 열 모델을 쉽게 구축 할 수 있습니다.

AD Solution Consulting

전 분야에 걸친 구조, 충돌, 유동, 열, 광학 해석.
디지털 목업 설계 및 해석 자동화 구축
시험기, 지그, 제품 개발



(주)에이디솔루션

대전시 유성구 봉명동 535-5 신한진오피스텔 1101호
TEL. 042-603-5621 FAX. 042-603-5623
<http://www.adsolution.co.kr>

YOONSEUL



Our company consists of a research institute, a production engineering team, a purchasing control team, and a quality control team



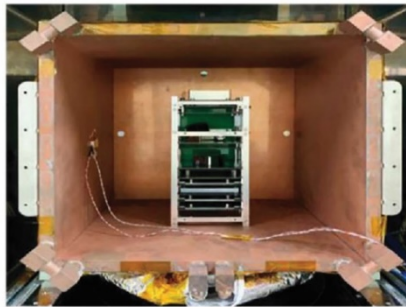
Performing entire processes of fabricating precision parts including design, modeling, machining, measurement, automatic control and assembly with the skilled technical workforce



Participating in government tasks and registering number of patents through R&D with government agencies

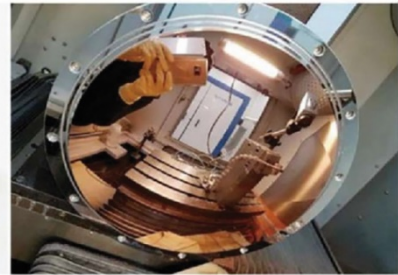
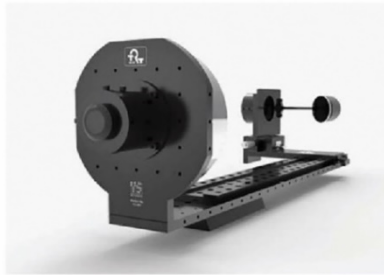
S16002 CUBESAT TEST

External size : 1.5m(W) x 1.6m(D) x 2m(H)
 Internal size : 0.3m(W) x 0.3m(D) x 0.3m(H)
 Temperature: -100°C ~ +80°C
 Tolerance: ±1°C
 Adjustment rate: 1°C/min
 Vacuum: 9.0 x 10⁻⁶ torr (3hour)
 Cooling: Mixed refrigerant



OPTICS DEVICE

- Optics Housing
- IR Camera
- Diagnostics Device
- Blackbody Box
- Adapter



Visible Camera
 F/# : 4.0
 FOV : 30° diag.
 EFL : 5.4mm
 MTF : >0.2@160 lp/mm



IASS

Program Book of the IASS Workshop 2019

천문우주관측기기 워크숍

Instrumentations for Astronomy and Space Science (IASS) Workshop