

이루어진 주요 작업으로 주경 배플(baffle) 설치, 주경 코팅, 돔 플랫폼(dome flat) 장치 설치에 대해 발표한다. 망원경 주경의 가장자리(turn down edge)는 경면 가공이나 코팅 상태가 균질하지 않을 수 있으며, 이로 인한 난반사는 밝은 별 주위에 넓은 wing profile과 여러 갈래의 방사상 빛줄기를 만든다. 이런 난반사를 제거하기 위해 주경면 바로 앞에 배플을 설치하였다. 주경의 광학 성능과 집광력이 최적이 되도록 배플 내부 직경 값을 1,580 mm로 조정하여 설치한 결과, 관측 영상에서 별의 영상이 크게 개선되었다. 호주 관측소는 상대적으로 습기가 높아서 망원경 주경의 반사율이 빨리 낮아졌으며, 이를 개선하기 위해 기존의 코팅(protected silver)을 제거하고 알루미늄으로 새로 코팅하였다. KMTNet 3개 관측소는 주경의 반사율과 코팅 면의 확대 영상을 정기적으로 모니터링하여 광학 성능의 변화를 추적하고 있다. 밤하늘 플랫폼(twilight sky flat) 영상을 보완하기 위해, 돔 인클로저에 플랫폼 스크린과 광원을 설치하여 돔 플랫폼 영상을 획득하였다. 마지막으로 KMNet 관측시스템을 운영하며 발생한 돔 회전 및 돔 셔터 구동부 문제 등에 대해 소개하고, 문제 발생 원인과 주기, 문제 해결 방안을 발표한다.

[구 KMT-03] KMTNet 18k Mosaic CCD Camera System Performance Improvement and Maintenance

(외계행성 탐색시스템 18k 모자이크 CCD 카메라 시스템 성능개선 및 유지보수)

Sang-Mok Cha^{1,2}, Chung-Uk Lee¹, Seung-Lee Kim¹, Yongseok Lee^{1,2}, Bruce Atwood³, Beomdu Lim⁴, Thomas P. O'Brien³, Ho Jin²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute,
²School of Space Research, Kyung Hee University,
³The Ohio State University Imaging Sciences Laboratory
⁴Technologies and Astrophysics Research (STAR) Institute, University of Liege

외계행성 탐색시스템 18k 모자이크 CCD 카메라는 4개의 9k CCD로 구성되며 총 32개 채널의 영상영역과 리드아웃 회로를 가진다. 관측 영상에는 각 영상영역에 대한 오버스캔(overscan) 영역이 포함되는데, 영상 신호에 의한 오버스캔 영역의 바이어스(bias) 교란을 최소화하기 위해 리드아웃 회로의 인버팅 앰프에 대한 Common Mode Rejection Ratio(CMRR)를 미세 조정하였다. 그 결과 세 사이트의 평균 CMRR이 55 dB에서 73 dB로 향상되었고, 기존에는 영상 신호에 따른 오버스캔 바이어스 레벨의 선형적 관계가 약 2/1,000의 기울기를 가졌으나 조정 후에는 약 2/10,000로 바이어스 오차가 줄어들었다. CCD 리드아웃 회로의 미세조정과 클락(clock) 개선을 통해 물결 무늬 잡음 제거 및 읽기 잡음 감소가 이루어졌으며, 향후의 추가적인 바이어스 안정화와 크로스톡 개선 방안이 검토되고 있다. 카메라 전자부 조정 과정 및 결과와 더불어, 카메라 듀어와 부대장비 유지보수, Polycold CryoTiger 냉각기 운영 및 개선 관련 노하우도 함께 발표한다.

[구 KMT-04] KMTNet Real-Time Data Processing Status

Dong-Jin Kim, Chung-Uk Lee, Seung-Lee Kim, Hyun-Woo Kim, Kyu-Ha Hwang, Hong Soo Park
Korea Astronomy and Space science Institute

외계행성 탐색시스템으로 관측한 영상은 한국천문연구원 본원에 있는 자료처리 시스템으로 실시간 전송된다. 이를 위해 한국과학기술정보연구원이 운영 중인 첨단망과 UDP 전송 프로그램을 활용하고 있으며 연간 약 140TB의 관측 영상을 칠레 55Mbps, 남아공 39Mbps, 호주 410Mbps의 속도로 전송하고 있다. 관측 영상이 전송되면 MEF 포맷으로 구조화 하고 bias, flat, crosstalk 보정과 bad pixel masking 등의 전처리 과정을 거쳐 각 연구과 제별로 실시간 배포하고 있다. 중력렌즈 연구를 위한 우리 은하 중심부 관측영상은 차감영상 기법을 사용하여 약 3억 개의 별에 대해 측광하고 있으며, 18K×18K 크기의 대용량 관측 영상을 빠르고 효율적으로 처리하기 위해 256개로 분할하여 분산처리하고 있다. 2014년부터 자료처리를 위한 시스템을 구축하고 증설하였으며 현재 11대의 서버(212Core)와 2.7PB의 NAS 스토리지를 운영하며 연간 700TB이상의 자료를 처리하고 있다. 우리은하 중심부 측광자료에서 검출된 변광 현상을 정리하여 측광데이터베이스를 구축하였다. 본 발표에서는 KMTNet 실시간 자료처리 과정에 대한 상세한 내용과 향후 자료처리 시스템 개선 방향에 대해 소개한다.

[구 KMT-05] Applications of machine learning methods in KMTNet data quality assurance and detecting microlensing events

Min-Su Shin, Chung-Uk Lee, Hyoun-Woo Kim
Korea Astronomy and Space Science Institute

We present results from our two experiments of using machine learning algorithms in processing and analyzing the KMTNet imaging data. First, density estimation and clustering methods find meaningful structures in the metric space of imaging quality measurements described by photometric quantities. Second, we also develop a method to separate out light curves of reliable microlensing event candidates from spurious events, estimating reliability scores of the candidates.

[구 KMT-06] KMTNet Microlensing Event-Finding in the Galactic Bulge

Hyoun-Woo Kim, Dong-Jin Kim, Kyu-Ha Hwang, Sun-Ju Chung, Seung-Lee Kim, Chung-Uk Lee
Korea Astronomy and Space science Institute

We introduce a coordinate catalog for photometry of the KMTNet Galactic bulge observation program and how to find the microlensing event candidates in the photometry result. Basically, the KMTNet bulge program is monitoring a total of 27 target fields (108 deg²) with four different cadences of 0.5, 1.0, 2.5, and

5.0 hours. In order to measure the stellar flux of each target, we made a 'observation coordinate catalog' by using the 'OGLE-III catalog' and 'DoPhot package'. The catalog contains approximately 0.3 billion stars in the bulge fields. We also search for a microlensing event candidates by means of the 'Event Finder algorithm' which calculates the restricted single-lens fitting (t_0 , t_{eff} , u_0 ; $u_0 = 0$ or 1) model. As a result, we found more than 2,000 microlensing event candidates per each year including about 700 events from the other survey groups such as OGLE and MOA. In this year, we will improve our current pipeline system, e.g. upgrading the catalog and applying real-time photometry.

[7 KMT-07] Current status and future plans of KMTNet microlensing experiments

Sun-Ju Chung^{1,2}, Andrew Gould^{1,3,4}, Youn Kil Jung¹, Kyu-Ha Hwang¹, Yoon-Hyun Ryu¹, In-Gu Shin⁵, Jennifer C. Yee⁵, Wei Zhu⁶, Cheongho Han⁷, Sang-Mok Cha¹, Dong-Jin Kim¹, Hyun-Woo Kim¹, Seung-Lee Kim^{1,2}, Chung-Uk Lee^{1,2}, Yongseok Lee¹
¹*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea,* ²*Korea University of Science and Technology, Korea,* ³*Department of Astronomy, Ohio State University, USA,* ⁴*Max-Planck-Institute for Astronomy, Germany,* ⁵*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA,* ⁶*Canadian Institute for Theoretical Astrophysics, University of Toronto, Toronto, ON M5S 3H8, Canada*

We introduce a current status and future plans of Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) microlensing experiments, which include an observational strategy, pipeline, event-finder, and collaborations with Spitzer. The KMTNet experiments were initiated in 2015. From 2016, KMTNet observes 27 fields including 6 main fields and 21 subfields. In 2017, we have finished the DIA photometry for all 2016 and 2017 data. Thus, it is possible to do a real-time DIA photometry from 2018. The DIA photometric data is used for finding events from the KMTNet event-finder. The KMTNet event-finder has been improved relative to the previous version, which already found 857 events in 4 main fields of 2015. We have applied the improved version to all 2016 data. As a result, we find that 2597 events are found, and out of them, 265 are found in KMTNet-K2C9 overlapping fields. For increasing the detection efficiency of event-finder, we are working on filtering false events out by machine-learning method. In 2018, we plan to measure event detection efficiency of KMTNet by injecting fake events into the pipeline near the image level. Thanks to high-cadence

observations, KMTNet found fruitful interesting events including exoplanets and brown dwarfs, which were not found by other groups. Masses of such exoplanets and brown dwarfs are measured from collaborations with Spitzer and other groups. Especially, KMTNet has been closely cooperating with Spitzer from 2015. Thus, KMTNet observes Spitzer fields. As a result, we could measure the microlens parallaxes for many events. Also, the automated KMTNet PySIS pipeline was developed before the 2017 Spitzer season and it played a very important role in selecting the Spitzer target. For the 2018 Spitzer season, we will improve the PySIS pipeline to obtain better photometric results.

[7 KMT-08] The KMTNet View of Variable Stars : Pulsation and Rotation of the EL CVn-type Eclipsing Binary J0247-25

Seung-Lee Kim¹, Jae Woo Lee¹, Chung-Uk Lee¹, Yongseok Lee^{1,2}, Dong-Joo Lee¹, Kyeongsoo Hong³, Sang-Mok Cha^{1,2}, Dong-Jin Kim¹, Byeong-Gon Park¹
¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,* ²*School of Space Research, Kyung Hee University,* ³*Institute for Astrophysics, Chungbuk National University*

EL CVn-type eclipsing binaries are composed of a massive A-type main-sequence primary star and a hotter B-type secondary one. These are worthy of particular attention because the secondary stars are rare objects to be extremely low-mass white dwarf precursors (ELM proto-WD) with the mass of $\leq 0.2 M_{\odot}$, evolving to higher effective temperatures and higher surface gravities. A few of them were discovered to show multi-periodic pulsations in one or both components.

We monitored one of these rare and interesting objects, J0247-25 (=1SWASP J024743.37-251549.2), at two KMTNet sites of SAAO in South Africa and SSO in Australia. The observations were performed with the KMTNet 1.6m telescopes and pre-science 4K CCD cameras during the system test run from July to November 2014. Using the photometric data obtained for a total of 23 nights, we constructed well-defined eclipsing light curves in B/V-bands and derived absolute parameters (mass and radius, etc.) of each binary component. After subtracting model eclipsing curves from the data, we detected seven frequencies with 33-53 cycles per day (c/d) and identified them to be Delta Sct-type pulsations originated from the A-type primary component. Five frequencies were turned out to be excited by rotational splitting of non-radial pressure modes, enabled us to investigate rotational properties. We could not detect any frequency higher than 100 c/d, implying that pulsation amplitudes of the proto-WD secondary decrease greatly.