

소백산천문대 2K CCD 카메라용 관측 프로그램 개발 AN OBSERVATION PROGRAM FOR THE SOAO 2K CCD CAMERA

김승리, 경재만, 권순길, 윤재혁
한국천문연구원

SEUNG-LEE KIM, JAE-MANN KYEONG, SUN-GIL KWON, AND JAE-HYOUK YOUN

Korea Astronomy Observatory

E-mail: slkim@kao.re.kr, jman@kao.re.kr, edgezone@kao.re.kr, jhyoun@astro6.chungnam.ac.kr

Received 2001 Dec. 20; Accepted: 2001 Dec. 24

ABSTRACT

We developed an observation program for a 2K CCD camera, which was newly attached at the SOAO (Sobaeksan Optical Astronomy Observatory) 61cm telescope. The program was designed to control the telescope as well as the CCD camera and to monitor the CCD image quality, with very easy under the window-based graphical user interface (GUI). Furthermore, applying the automated differential photometric algorithm, we can obtain the instrumental magnitudes of several variable and comparison stars in real-time. Simultaneous photometry enables us to get precise differential magnitudes of variable stars even if the weather condition is not photometric. This new observation system has been using for many astronomical observations from September, 2001.

Keywords: instrumentation: photometers – techniques: photometric – stars: variables

I. 서 론

소백산천문대는 1974년에 국내 최초로 연구용 천체망원경을 도입한 후, 1978년에 준공하여 사진 관측을 시작하였고 1980년부터 광전 관측 1992년부터는 CCD 관측을 수행하면서, 1996년 4월에 보현산천문대 1.8 m 망원경이 준공되기 전까지 국내 광학 관측 연구에서 선도적인 역할을 담당하였다. 특히 1993년부터 관측에 활용한 자동차등측광 시스템(ADPS; Automated Differential Photometric System, 박남규 1993)은 60 cm급 소형 망원경의 주요 연구 분야인 변광성의 차등측광관측을 매우 효율적으로 수행할 수 있도록 하였다.

그러나 기존의 PM512 CCD 카메라는 관측 시야가 4.3×4.3 으로 매우 작아서 소형 망원경의 최대 장점인 광시야(wide-field) 관측을 할 수 없었다. 또한 변광성의 차등측광시에 변광성과 비교성의 동시 관측이 거의 불가능하여 광전측광과 같은 단일채널(single channel; 한번 노출에 한 별만 관측) 시스템의 문제점 - 관측 자료의 질이 대기의 변화에 매우 민감 - 을 그대로 가지고 있었다. 더구나 구입후 약 10년이 지나면서 콘트롤러 등의 제어 시스템이 잦은 고장을 일으켜서 관측에 많은 지장을 주었다. 이런 배경하에 소백산천문대 61 cm 망원경의 연구 경쟁력 확보와 장비 유지 측면에서 광시야 관측을 위한 2K CCD 카메라를 새로 구입하였다.

2K CCD 카메라는 2001년 1월에 국내에 들어와서 시험과 수리를 거친 후, 6월에 망원경에 부착하여 첫번째 관측 영상을 얻었으며 9월부터 본격적으로 천체 관측 연구에 활용하고 있다. 이 논문의 주요 목적은, 2K CCD 카메라의 사양과 변화된 관측 시스템의 모습 및 새로 개발된 관측 프로그램을 소개함으로써 소백산천문대의 관측 장비를 이용하는 관측자들에게 필요한 정보를 주는 것이다. 특히 기존의 자동차등측광 시스템의 알고리즘을 많이 보완하여 광시야 관측에 적합한 새로운 개념의 차등측광 프로그램에 대해 자세히 설명하고자 한다. 제 II장에서는 2K CCD 카메라를 이용한 관측 시스템, 제 III장에서는 새로운 관측 프로그램에 대해 다루고 있다.

II. 소백산천문대 관측 시스템

(a) 2K CCD 카메라 시스템

새로 도입한 CCD 카메라 시스템의 사양을 표 1에 자세히 제시하였다. 소백산천문대의 평균 시상이 약 2."0인 것과 자료처리시에 CCD 영상에서 별의 반치전폭(FWHM; Full-Width at Half Maximum)이 약 3~4 화소일 때 측광오차가 가장 작다(Massey & Davis 1992)라는 것을 고려하여, 화소 크기가 $24 \times 24 \mu\text{m}$ 로써 화소당 0."6의 시야가 되는 CCD 칩을 선택하였다. 미국 SITe사에서 생산하는 SI-424A 모델의

표 1. 소백산천문대 2K CCD 카메라 사양

CCD chip	SITe 2048 × 2048 scientific grade 2 back-illuminated, AR coated
pixel size	24 × 24 μm
full well	200,000 electrons
CTE per pixel	0.99999
pixel scale	0."6/pixel (20.'5 FOV)
gain	2.37 electrons/ADU
readout noise	5.43 electrons
readout speed	50 kHz (digitization of 16 bits)
Q.E.	10% @ 3000Å, 60% @ 4000Å 85% @ 7000Å, 55% @ 9000Å
cooling	LN2 (-110°C) regulated for longer than 24 hours
control	Windows-based PC

CCD 칩은 2048 × 2048 개의 화소로 이루어져 있으며 f/13.5의 61 cm 망원경에 부착시 총 관측 시야는 20.5' × 20.5' 이 된다. 이 CCD 칩은 후면조사방식(back-illuminated)이고 안시 파장대는 무반사(VIS-AR; Visual Anti-Reflection) 코팅이 되어 있어서 7000Å에서 85% 이상의 뛰어난 양자 효율을 보여주지만, U필터 영역인 3000Å에서는 약 10%로 매우 낮은 편이다. 기존에 사용하던 PM512 CCD 칩에 비해 관측 시야는 약 25배로 늘어났고, 7000Å에서 양자 효율은 2배 정도 높다. 이 CCD 카메라의 읽기 속도는 50 kHz이며 전체 CCD 프레임의 화소값을 읽는데 소요되는 시간은 약 100초이다. CCD 듀어 안에 액체 질소를 가득히 주입하면 보통의 관측 상황에서 24시간 이상동안 CCD 칩 주위를 -110°C로 유지한다.

2K CCD 카메라용 필터휠은 한국천문연구원이 자체 기술로 설계한 보현산천문대 1.8 m 망원경의 2K CCD 카메라용 필터휠(한인우 등 1997)를 약간 변형하여 국내 업체에서 제작하였다. CCD 칩의 물리적 크기가 약 49 × 49 mm인 것을 고려하여, 지름 100 mm의 대형 셔터를 사용하고 있으며, 총 6개의 80 × 80mm (또는 50 × 50 mm) 정사각형 필터를 장착할 수 있다. 현재는 Johnson-Cousins UBVRi 필터 시스템을 관측 연구에 활용하고 있다.

(b) 관측 시스템 개선

새로운 CCD 카메라 시스템의 도입으로 관측 시스템이 많이 바뀌었다. 먼저 하드웨어 부분은 카메라와 컨트롤러, 필터휠 등이 변경되었다(그림 1). 필터휠에는 필터의 위치 초기화 및 위치 센서가 부착되어 있어서 제어 프로그램에서 현재의 필터 위치를 확인할 수 있게 하였고, 셔터의 여닫임 여부를 알려주는 센서도 부착하였다. 이들 센서 신호는 CCD 컨트롤러의 TTL I/O 단자에 연결되어 있다. 소백산천문대 61 cm 망원경은 도입 당시에 키패들(key paddle)을 이용하여 수동식으로 움직이게 되어 있었으나, CCD 카메라가

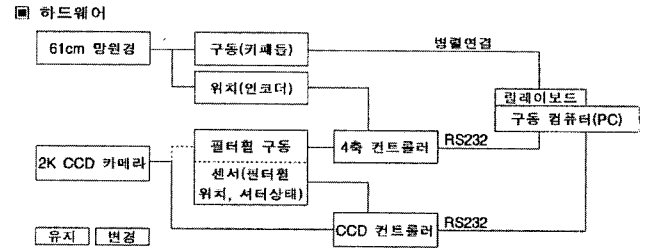


그림 1. 소백산천문대 관측 시스템의 하드웨어 변경. CCD 카메라 부분, 필터휠 구동 및 망원경 인코더 읽기용 컨트롤러가 바뀌었다.

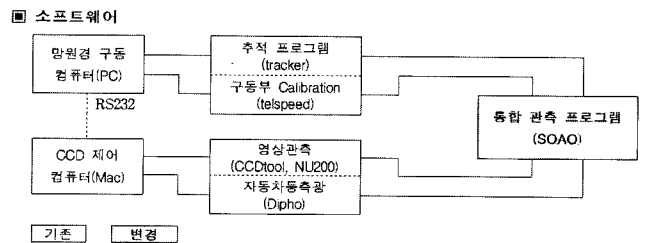


그림 2. 소백산천문대 관측 시스템의 소프트웨어 변경. 망원경과 CCD 카메라를 2대의 컴퓨터에서 4종류의 프로그램으로 독립적으로 운영하던 것을 1대의 컴퓨터에서 단일 프로그램으로 통합하였다.

도입된 1992년부터 PC에 꽂는 릴레이(relay) 보드를 키패들과 병렬로 연결하여 컴퓨터에서도 망원경의 속도와 방향을 제어하여 움직일 수 있도록 바뀌었다(박남규 1993). 망원경의 적경과 적위축에는 위치 확인을 위한 인코더(encoder)가 부착되어 있다. 인코더값 읽기와 필터 구동용 스텝 모터의 구동은 별도의 4축 제어 컨트롤러를 사용하고 있다. 이 컨트롤러는 한국천문연구원에서 자체 기술로 개발한 것(한인우 등 1999)으로 보현산천문대의 1 m 망원경과 교원대학교 청람천문대의 40 cm 망원경 등에 사용하고 있다. 이외에 망원경 초점과 돔의 원경 제어 등에 대해서는 김호일 등 (1999)에 자세히 기록되어 있다.

관측 시스템의 소프트웨어 부분은, 기존에 망원경 제어용 PC와 CCD 제어용 매킨토시 컴퓨터에서 각각 2종류의 제어 프로그램을 독립적으로 운영하던 것을 1대의 제어용 컴퓨터에서 단일 프로그램으로 통합하였다(그림 2). 이로써 관측자들이 여러 프로그램을 숙지해야 하거나 관측시에 두개의 컴퓨터를 다루어야 하는 번거로움이 없어졌다. 또한 CCD 프레임의 머리부(header)에 관측시의 망원경 위치 정보를 쉽게 넣을 수 있어서 자료 처리가 용이해졌다. 적도의식 망원경의 경우는 망원경의 추적이 추적 모터에 의해 자동으로 이루어져서 CCD 관측중에는 제어용 컴퓨터가 CCD 카메라의 상태를 계속 모니터링하는 대신에 망원경의 상태를 읽지 않아도 되고, 망원경의 포인팅시에는 컴퓨터가 망원경의 상태를 계속 모니터링하는 대신에 CCD 카메라를 구동할 일이 거의 없기 때문에, 1대의 컴퓨터로 망원경과 CCD 카메라의 통합 제어가 가능하다.

III. 관측 프로그램 개발

CCD 카메라의 제어를 위해 카메라 제작사에서 제공하는 프로그램은 CCD 카메라에 국한되어 있기 때문에 망원경의 제어와 관련한 부분, 즉, CCD 영상을 보고 망원경의 위치를 보정하거나 망원경의 위치 정보를 CCD 영상의 머리부에 넣는 것 등을 할 수 없다. 이런 이유로 새로 구입한 CCD 카메라와 61 cm 망원경을 통합 제어하고, 영상 관측뿐만 아니라 자동치동측광 관측을 할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 개발 환경은 Clock 833 Mhz, RAM 512 MByte의 펜티움III 컴퓨터에 윈도우 98을 운영체제로 사용하고 있다. 이 프로그램은 기기 제어용으로 많이 활용되는 National Instruments사의 LabWindows/CVI v5.5을 이용하여 C언어로 제작하였고, 사용자의 편의를 위해 GUI(Graphical User Interface)로 구현되었다.

(a) 망원경 및 CCD 카메라 제어

현재 시간과 망원경의 위치를 알려주고 망원경을 움직이기 위한 화면은 그림 3과 같다. 제어용 컴퓨터의 시간은 표준과학연구원에서 제공하는 실시간 동기 프로그램을 이용하여 세계시(UT: Universal Time)로 항상 맞추어져 있으며, 변광성 관측 자료에서 많이 사용하는 태양중심 율리우스일(HJD: Heliocentric Julian Date)을 같이 보여주고 있다. 망원경의 위치는 두 축에 달린 인코더값(ENC_RA, ENC_DEC)을 읽어서 계산하며, 관측자의 편의를 위해서 투과대기량(Airmass)과 국부항성시(LST: Local Sidereal Time)를 나타내었다. 관측을 시작할 때는 밝은 별을 보조 망원경으로 잡아서 CCD 프레임의 중심에 놓고, 그 별의 적경·적위값을 입력하여 망원경의 위치를 초기화시켜야 한다(Init 버튼). 이후에는 임의의 적경과 적위를 입력하여 망원경을 옮길 수 있고(절대적인 위치 이동, Move 버튼), 현재의 위치에서 한 방향으로 조금씩 이동시키는 기능도 있다(상대적인 위치 이동, Go 버튼).

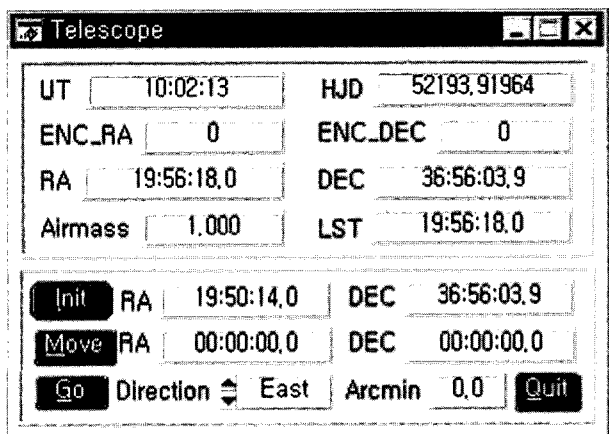


그림 3. 망원경 제어 화면. 현재 위치와 시간에 대해 알 수 있고, 위치 초기화와 이동을 할 수 있다.

CCD 카메라와 필터휠 등을 제어하는 화면은 그림 4와 같다. 노출시간은 61 cm 망원경의 추적 성능을 고려하여 최대 500초까지 조절할 수 있다. CCD 칩의 읽기 방식(“Readout Option”창)을 변경하면, 임의의 사각형 영역을 정하여 관측을 수행하는 서브이미지(subimage) 기능을 할 수 있고(빠른 읽기 속도를 요구하는 초점 맞추기나 초단주기 맥동변광성 관측 등에 사용), 시상이 매우 좋지 않을 때나 망원경의 포인팅 상태를 점검할 때는 비닝(binning)을 바꾸어서 영상의 공간 분해능은 손해를 보는 대신에 읽기 시간은 많이 줄일 수 있다. 셔터를 열어 노출을 시작하기 전에 CCD 칩에 남아있는 전자들을 없애기 위해서는 약 12초 정도의 시간이 소요된다(Clean 버튼). CCD 칩 주위의 온도 설정과 현재 온도는 “CCD Temp”창에서 보여주고, 필터와 셔터의 상태를 알 수 있는 센서는 “Sensor”창에 표시된다. 필터는 1번부터 6번까지 임의로 이동할 수 있으며(번호를 바꾼 후에 Change 버튼), 프로그램을 처음 실행했을 때는 반드시 필터의 초기화(Init 버튼)를 해야한다. 얻어진 영상은 일련번호 순으로 파일로 저장되며, 기기영점 영상(bias)이나 변광성 관측 등에 유용하게 사용할 수 있는 다중 노출(Multi 버튼) 기능도 있다. 왼쪽 아래의 “Idle”이라고 쓰여진 부분에는 CCD 카메라의 현재 상태를 표시하는데, 노출이나 자료 읽기 중에는 진행 시간을 보여준다.

(b) 영상 관측

프로그램을 실행하면 그림 5와 같이 주요 메뉴와 영상을 나타낼 창이 같이 나타난다. “Telescope” 메뉴에 있는 부메뉴 중에 “Control”을 선택하면 그림 3과 같은 망원경 제어 화면이 나타나게 된다. CCD 제어 화면의 “Acquire” 버튼을 누르면 노출과 읽기가 끝난 후에 그림 5와 같이 천체의 영상이 보여진다. 마우스를 옮기면 현재의 화소 위치와 화소

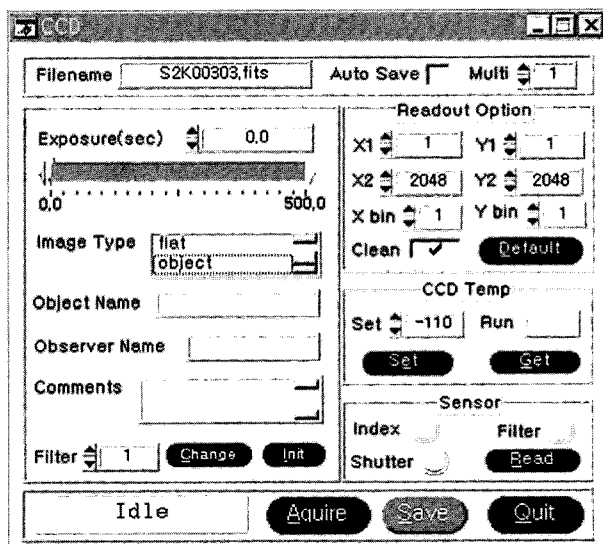


그림 4. CCD 제어 화면. CCD 카메라의 설정 상태와 필터 이동, 각종 센서의 상태 등을 알 수 있다.

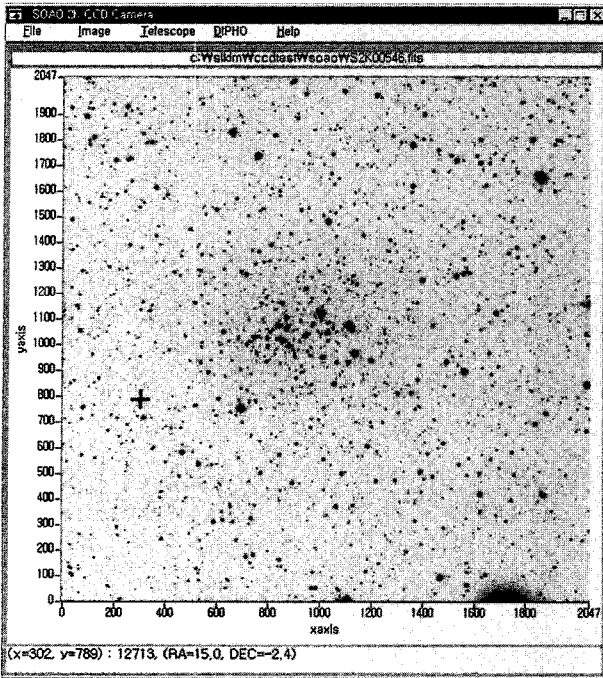


그림 5. CCD 영상 관측 화면. 산개성단 NGC7790의 관측 영상이다. 화면 왼쪽 아래에는 마우스의 위치(x,y)와 화소값을 보여 주고, 화면 중앙에서 벗어난 정도를 적경과 적위값(RA, DEC; arcmin 단위)으로 나타내었다.

값, CCD 프레임의 중앙으로부터 벗어난 정도를 적경과 적위값(단위는 arcmin)으로 화면 아래쪽에 나타난다. 특정한 별에 마우스를 위치시키고 그 위치값을 망원경의 상대적인 위치 이동값에 입력하여 움직이면 그 별을 프레임의 중심으로 이동시킬 수 있다.

CCD 프레임을 얻은 후에는 관측 상태를 점검할 필요가 있다. "Image" 메뉴에서 "ImageExam" 부메뉴를 누르면 그림 6, "ColumnRow" 부메뉴를 선택하면 그림 7과 같이 영상을 자세히 살펴볼 수 있는 화면들이 나타난다. 그림 6에서 별의 윤곽 그리기(radial plot) - 가우시안(Gaussian) 함수에 맞춤(화면 오른쪽 창에서 점은 화소값, 실선은 맞추기 곡선) - 와 반치전폭값(FW) 등을 이용하여 촛점 상태나 시상 변화를 살펴볼 수 있다. 그림 7은 마우스가 위치한 화소에서의 열(column)과 행(row)의 화소값을 알아보기 위한 것으로 기기 영점이나 바닥고르기(flat field) 영상의 평균값과 공간적인 변화를 살펴보는 데 주로 사용한다. 이런 기능들은 보현산천문대 1.8m 망원경에 부착하여 사용하고 있는 2K CCD 카메라용 관측 프로그램(육인수와 박병곤 1996)과 매우 유사하게 구현되어 관측자들이 편리하게 사용할 수 있다.

(c) 자동차등측광

소형 망원경을 이용한 천체 관측 연구중에 경쟁력을 유지하고 있는 분야로 대표적인 것은 변광성 연구라고 할 수 있다. 변광성 연구는 장기간의 자료가 필요하고 많은 시간을

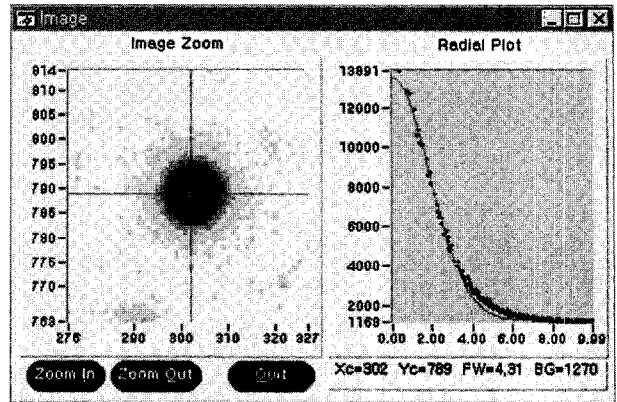


그림 6. 영상 관측 자료의 확대·축소 기능과 윤곽 그리기 화면. 촛점 상태와 시상 변화를 반치전폭값(FW)으로 추정할 수 있다.

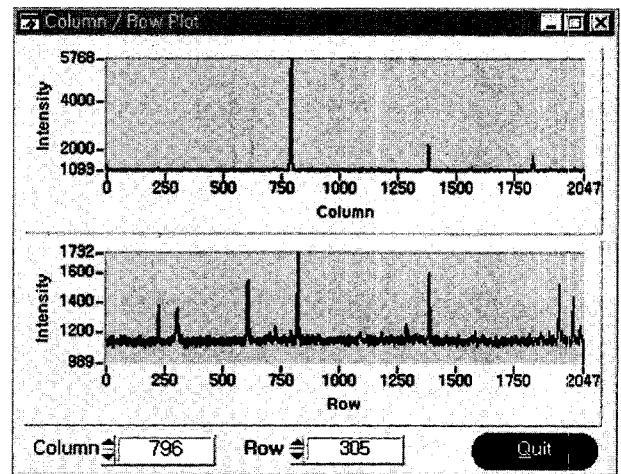


그림 7. 특정 열(column)과 행(row)의 화소값 조사 화면. 기기 영점이나 바닥고르기 영상을 얻을 때 유용하다.

집중해야 하는 분야이기 때문에 관측 시간의 경쟁이 치열한 대형 망원경으로는 연구를 수행하기가 적절하지 않다. 변광성은 밝기 변화가 가장 중요한 관측 요소이기 때문에, 변광성과 비교성을 같이 관측하여 두 별사이의 밝기 차이를 구하게 된다. 이것을 차등측광이라 하며, 두 별의 밝기를 반복적으로 측정하는 것이기 때문에 관측 방법이 단순하여 망원경과 연동하면 자동화(automation)가 가능한 분야이다. 소백산천문대에서는 1993년부터 PM512 CCD 카메라를 이용하여 DIPHO(Differential PHotometry)라고 불리는 자동차등측광 시스템을 개발하여 운영하였다(박남규 1993). 이 시스템은 변광성의 차등측광을 자동화하여 관측자들이 쉽게 관측 자료를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 실시간으로 밝기 변화를 컴퓨터 화면에 보여줌으로써 날씨 변화나 측광 정밀도를 추정할 수 있어서 관측 효율을 극대화시킬 수 있었다.

이런 배경하에 새로 도입된 2K CCD 카메라에 적합한 자동차등측광 시스템을 개발하였다. 특히, 기존 시스템이 4.3×4.3의 관측 시야밖에 가지질 못하여 거의 단일채널 관측을 수행하던 것에 비해, 새로운 시스템은 20.5×20.5의 광시야 관측이 가능하기 때문에 다수의 변광성과 비교성을

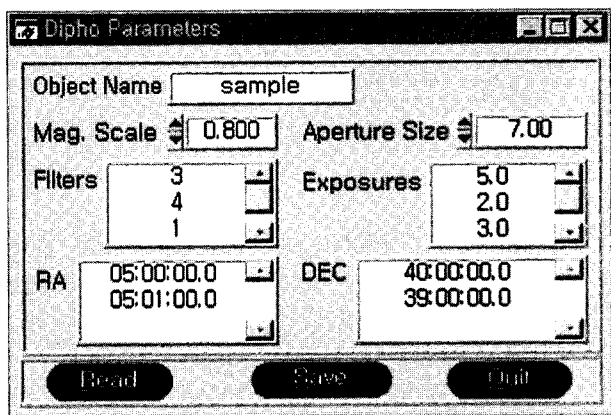


그림 8. 자동차등측광을 위한 변수값 입력 화면. 각각의 필터에 따라 노출 시간을 다르게 설정할 수 있고 여러 위치를 번갈아가며 관측할 수 있다.

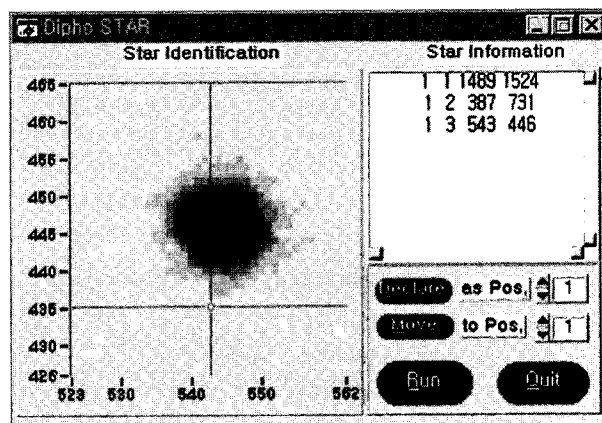


그림 9. 자동차등측광을 위한 별의 선정 화면. 각각의 관측 영역에서 다수의 별들을 마우스로 선정하여 실시간으로 기기등급을 얻을 수 있다.

동시에 모니터링하는 새로운 알고리즘(MFMO; Multi-Fields and Multi-Objects)을 적용하였다. 별이 밀집되지 않은 표준성 관측 등에 주로 사용하는 단순 구경측광(simple aperture photometry) 방법으로 별의 밝기를 계산하고, 별의 중심 좌표를 이용하여 망원경의 추적 상태를 자동으로 보정하면서 관측을 반복적으로 수행할 수 있도록 설계되었다.

자동차등측광을 위해서는 먼저 변수값을 설정해주어야 한다. 그림 8에서 관측 대상의 이름, 차등 등급의 범위 (Mag. scale, 그림 10의 가운데 화면에서 Y축 범위), 구경측광을 위한 구경 크기(Aperture size), 사용하는 필터 번호와 각 필터당 노출 시간, 모니터링하는 관측 영역의 적경(RA)과 적위(DEC) 값을 입력한다. 구경 크기는 관측시의 시상(seeing)에 따라 달라져야 하지만 대략 반치전폭(FWHM)의 4배인 값을 많이 사용하며, 기본 설정값은 소백산천문대의 시상을 고려하여 10 화소(6."0 = 4 × 1."5)로 되어있다. 관측 영역의 갯수는 한계가 없으나 국내 기상 여건이 나쁘다는 것과 망원경의 추적 능력을 고려하면 3개 지역 이내가 적당하고, 가능하면 변광성과 비교성이 포함된 1개 지역만을 계

속 모니터링하는 것이 측광정밀도를 높이는 측면에서 좋다.

변수값을 설정한 후에는 각 관측 영역의 CCD 영상을 얻고 그 영역에서 모니터링할 별을 마우스로 선정해야 한다. 그림 9에서 Run 버튼을 누르면 각 관측 영역으로 이동하여 CCD 영상을 얻는다. 이 영상은 그림 5와 같이 중앙 화면에 보이고 이 화면에 마우스를 클릭하면 그림 9의 왼쪽과 같이 별이 확대되어 나타나고, 이 별의 중심부에 마우스를 이동하여 클릭하면 오른쪽 위의 화면과 같이 관측 영역의 번호, 별 번호, CCD 영상에서의 좌표값(X, Y)이 나타난다. 이런 과정을 반복하여 실시간으로 차등측광 자료를 얻을 별들을 선정한다. 여기에서 첫번째 관측 영역의 1번 별이 실시간으로 모니터링할 변광성이고 2번 별이 비교성이다.

차등측광 변수 설정과 별의 선정 과정이 끝난 후에는 본격적인 자동차등측광을 실행한다. 그림 10의 Run 버튼을 누르면 첫번째 관측 영역으로 망원경이 이동하고 첫번째 필터로 맞추어진 후 노출을 시작한다. 얻은 CCD 영상을 이용하여 이미 선정된 별들에 대해 구경측광으로 기기등급을 구한 후, 두번째 필터로 이동하여 영상을 얻는다. 설정된 필터들

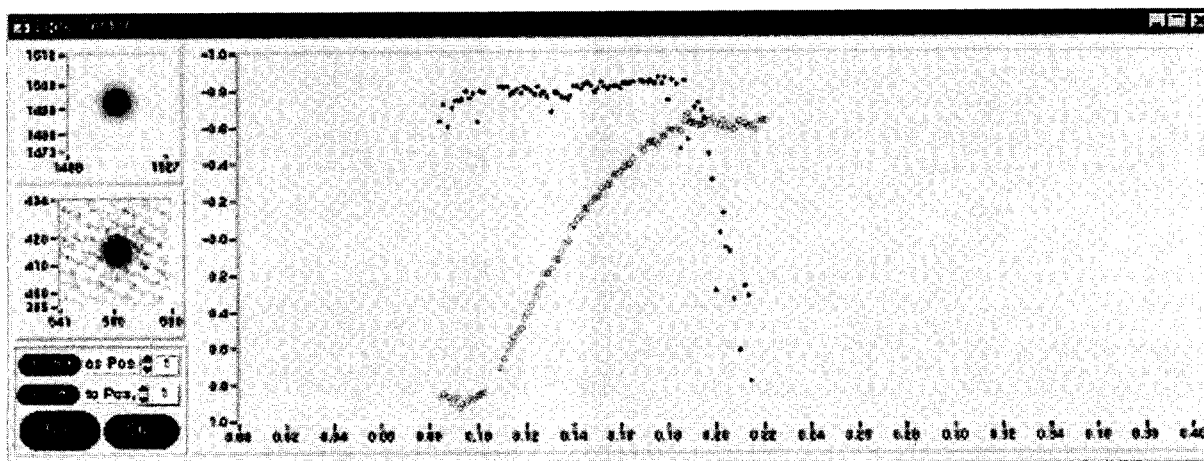


그림 10. 자동차등측광 실행 화면(2001년 10월 8일 식쌍성 RZ Cas의 관측 자료). 왼쪽위에 변광성과 비교성의 확대 영상이 보이고, 가운데에는 관측 시간에 따른 비교성의 기기등급(작은점)과 변광성의 차등등급(빈원)의 변화를 모니터링하고 있다.

에 대한 영상을 모두 얻은 후에는 두번째 관측 영역으로 이동하여 각 필터당 영상을 얻는 형식을 반복한다. 왼쪽 화면에는 각 영역에서 1번 별과 2번 별의 확대된 모습이 나타난다. 첫번째 관측 영역의 첫번째 필터에 대한 영상을 얻은 후에는 오른쪽 화면과 같이 비교성의 밝기(작은점)와 변광성의 차등등급(빈원)을 그리고, 변광성의 중심 좌표를 계산하여 별 선정시에 설정된 위치와의 차이를 구해서 망원경의 추적 상태를 보정한다. 비교성의 밝기는 기상 상태의 변화나 대기소광(atmospheric extinction)에 따라 달라지는데, 그림에서 보는 것과 같이 식쌍성 RZ Cas의 관측 후반부에는 구름이 끼어 비교성이 어두워졌던 것을 알 수 있다. 이런 날씨 상태에서도 변광성과 비교성의 밝기 차이인 차등등급은 큰 오차없이 잘 얻어지는 것을 볼 수 있다.

IV. 결 론

소백산천문대에서는 2K CCD 카메라를 새로이 도입하여, 61 cm 망원경에 부착하고 시험 관측 후에 2001년 9월부터 천체 관측 연구에 활용하고 있으며, 카메라와 망원경을 연동하여 영상 관측 및 자동차등측광 관측을 수행할 수 있는 2K CCD 카메라용 관측 프로그램을 새로 개발하였다. 이 카메라는 관측 시야가 20.5°×20.5°로써 광시야 관측이 필요한 산개성단 관측 연구와 소행성 등의 신천체 탐색 연구에 유용하다. 뿐만아니라 소형 망원경을 이용한 관측 연구의 중요한 부분인 변광 천체의 자동차등측광은 실시간으로 측광 자료를 얻을 수 있고(관측 능력 증대), 변광 천체와 비교성의 동시 관측으로 날씨나 기기의 변화에 둔감하게 매우 정밀한 차등등급을 얻을 수 있다는 장점이 있다(관측 효율 향상, 그림 10 참조). 망원경의 크기와 추적 능력, 변광 천체의 주변에서 밝기가 비슷한 비교성의 선정 등을 고려하면, 7등급보다 어둡고 12등급보다 밝은 변광 천체가 소백산천문대

2K CCD 카메라로 자동차등측광을 수행하기에 가장 적합한 관측 대상이다.

소백산천문대에서는 새로운 CCD 카메라를 이용하여 국제 경쟁력있는 연구 과제를 꾸준히 수행할 계획이다. 예를 들면, 식쌍성 진화 연구 등과 같이 장기간의 관측 자료가 요구되는 과제, 식쌍성계의 구성원에 대한 맥동 현상 탐색 연구 등과 같이 정밀 차등측광 자료가 요구되는 과제, 산개성단 측광(성단내 변광성 관측 포함)이나 소행성 탐색 및 측광 연구 등과 같은 광시야 관측 과제, 마지막으로 맥동 변광성의 국제 공동 관측 연구 등과 같은 국제 공동 관측 과제 등이다. 이런 관측 과제를 수행하는 데 있어서 새로이 개발한 2K CCD 카메라용 관측 프로그램은 매우 유용한 도구로 사용될 것이다.

소백산천문대 2K CCD 카메라용 필터휠 제작과 망원경 콘트롤러 변경 등 하드웨어 관련 작업에 많은 도움을 준 보현산천문대 장정균, 성현철, 장비호, 한인우 님께 감사드립니다.

참고문헌

- 김호일, 김승리, 경제만, 문홍규 등 1999, “소백산천문대 61cm 망원경 이전 및 관측 환경 개선”, 한국천문연구원 기술보고서, #99-006-034
- 박남규 1993, “소백산천문대 61cm 반사망원경을 위한 자동차등측광 시스템 개발”, 천문학 논총, 8, 185
- 육인수, 박병곤 1996, “보현산천문대 CCD 카메라 제어 소프트웨어 개발”, 천문학 논총, 11, 147
- 한인우 등 1997, “보현산천문대 천체관측 연구 및 운영”, 연구 보고서
- 한인우, 남옥원, 장비호 1999, “스테핑 모터 콘트롤러 STEP4 개발”, 한국천문연구원 기술보고서, #99-008-036
- Massey P., Davis L.E. 1992, A User's Guide to Stellar CCD photometry with IRAF