

4k CCD 관측자 소프트웨어

영상관측용 관측자 소프트웨어 사용법

박병곤

한국천문연구원 • 광학천문본부 • 2011년 10월 28일



Table of Contents



개요	2
1. Director	2
2. Detcom	2
관측 준비	4
1. CCD format 선정	4
2. 다중 읽기 방식을 채택할 경우 FITS저장 방식 선택	4
3. CCD 상태 확인	5
4. 관측자 이름 정보 설정	5
5. 영상 저장 디렉토리 및 파일 이름 설정	5
5. 필터 확인	6
5.1 필터 설정 파일	6
5.2 필터 초기화	6
관측	8
1. 영상 포맷 설정	8
2. 노출 종류 설정	9
3. 대상 전체의 이름 설정	9
4. 노출시간 설정	9
5. 필터 설정	9
6. 영상 획득	10
7. 초점 맞추기	10

개요

Director 및 Detcom

보현산천문대의 새로운 영상카메라인 4k CCD 카메라 제어프로그램의 사용법에 대하여 설명한다. 제어프로그램은 Linux 운영체제하에서 실행되며 CFHT의 Detcom V3.57을 채택하고 있다. Detcom의 실행환경은 Director V5.05이다. 이 프로그램들은 CFHT에서 현재 사용하고 있는 프로그램들이므로 CFHT를 이용하여 관측한 경험이 있는 관측자는 어려움 없이 사용할 수 있을 것이다.

1. Director

Director는 CCD카메라 제어프로그램인 Detcom을 위한 텍스트 기반의 윈도우메니저이다. 관측자용 컴퓨터에는 기본으로 이 창이 항상 실행되고 있다. 관측자가 사용하는 대부분의 명령은 이 창에서 실행할 수 있다. 창은 아래와 위 두 부분으로 나누어지는데 윗부분은 명령을 입력하고 그 결과를 볼 수 있으며 아랫 부분에는 현재 CCD 카메라의 상태가 보인다. 특히 명령 입력줄 바로 위의 파란색 텍스트 줄에서는 다음번에 저장할 영상의 파일이름과 영상의 크기, 노출의 종류, 노출 시간 등이 표시된다. 아랫부분에서 볼 수 있는 중요한 정보는 현재 CCD 컨트롤러에 다운로드된 프로그램의 이름과 CCD 컨트롤러의 각종 전압값을 실시간으로 확인할 수 있다. Director 창은 마우스를 이용한 스크롤이 지원되지 않으므로 지나간 텍스트를 읽으려면 PgUP / PgDown 키를 이용하여야 한다. Director 창에서는 다른 클론 터미널을 사용하고 있는 사용자와 텍스트를 이용한 채팅 기능도 지원한다.

2. Detcom

Detcom은 관측자용 프로그램이다. 관측자는 다양한 Detcom 명령을 이용하여 관측을 수행할 수 있으며 몇 개의 명령을 조합한 스크립트를 작성하여 복잡한 일련의 관측을 자동으로 수행할 수도 있다. 보현산천문대의 Detcom 프로그램은 원래의 CFHT용 프로그램에서 구현된 기능 이외에 보현산천문대 시스템의 특성에 맞게 온도 제어와 필터 휠 제어 등을 위한 외부 프로그램도 포함되어 있다. Detcom은 그래픽 사용자 환경이 아니므로 관측한 영상을 확인하기 위해서는 ds9과 같

은 프로그램을 이용하여 저장된 영상을 디스플레이하여야 한다. 또는 CFHT에서 사용하는 Vista가 준비되어 있으므로 이 프로그램을 이용하여도 좋다.

관측 준비

영상관측을 위한 사전 준비

실제 관측에 들어가기 전 관측자는 CCD format 선정, 영상 저장 디렉토리 지정, 파일 이름 및 번호 매기기 등의 사전 준비가 필요하다.

1. CCD format 선정

4k CCD는 세 가지의 읽기 방식이 있다. CCD의 출력 채널은 모두 네 개인데, 각각 E, F, G, H로 불린다. 읽기 잡음이 가장 작은 채널은 E이므로 단 하나의 채널을 이용할 경우에는 E 채널을 선택한다. 두 개의 채널을 이용하여 CCD를 좌우로 나누어 읽을 수 있으며 네 개의 채널을 모두 독립적으로 읽을 수도 있다. 단 하나의 채널을 사용할 경우 읽기 시간은 약 166초, 두 개를 사용할 경우에는 약 85초, 그리고 네 개를 모두 따로 사용하는 경우에는 약 43초의 시간이 걸린다. CCD를 지우는 Flush에는 약 2초가 필요하다.

CCD의 읽기 방식을 선정하려면, Director가 아닌 보통의 명령 터미널을 열어야 한다. 마우스의 왼쪽 버튼을 눌러서 새로운 터미널을 실행한다. 각각의 읽기 방식 선정을 위한 명령은 다음과 같다.

하나의 채널을 사용할 경우

```
[fourk@fourk:~/] Config_AmpSINGLE E ↵
```

두 개의 채널을 사용할 경우

```
[fourk@fourk:~/] Config_AmpEF ↵
```

-두 개의 채널을 사용할 경우에는 반드시 EF만을 사용한다.

네 개의 채널을 모두 사용할 경우

```
[fourk@fourk:~/] Config_AmpALL ↵
```

2. 다중 읽기 방식을 선택할 경우 **FITS**저장 방식 선택

여러개의 채널을 동시에 사용하는 경우 각각의 채널을 통해 읽은 영상은 별도의 FITS영상으로 저장된다. 이 때 이들을 별개의 단순 FITS로 저장할 수도 있고, 하

나의 다중 FITS로 저장할 수도 있다. 이것은 Director 창에서 다음의 명령으로 선택할 수 있다.

다중 FITS 파일 저장 선택
> **mef on ↵**

단순 FITS 파일 저장 선택
> **mef off ↵**

3. CCD 상태 확인

정상적인 환경이라면 CCD는 이미 관측하기에 적합한 상태로 준비되어 있을 것이다. 그러나 반드시 확인하고 싶다면 다음의 명령을 실행한다. 이 명령은 적합한 제어프로그램을 CCD제어기로 다운로드하며 CCD의 전원을 다시 한 번 켜고 관측 대기 상태가 되도록 한다.

> **boot -force <Enter>**

4. 관측자 이름 정보 설정

FITS 헤더에 관측자 자신의 이름을 넣으려면 다음의 명령을 사용한다. 만일 관측자의 이름이 Yuna Kim이라면,

> **header observer Yuna Kim <Enter>**

5. 영상 저장 디렉토리 및 파일 이름 설정

관측자의 영상을 저장할 디렉토리를 생성한 후 그곳으로 이동한다. 반드시 Director 창에서 이동하여야만 한다. 이후에 관측 영상은 모두 그 디렉토리에 저장된다. 참고로 일반 명령 터미널과 Director 창은 프롬프트의 모양으로 구분된다.

[fourk@fourk:~/] **mkdir yuna ↵**

> **cd yuna**

영상 파일의 이름은 관측자가 선정 할 수 있다. 영상 파일의 이름을 선정하는 방법은 다음과 같다.

> **filename yuna???.fits ↵**

위의 예에서 ‘???’는 파일 번호로 대치되며 ‘\$’는 노출의 종류에 따라 달라진다. 예를 들면, 첫번째 관측한 영상이 바이어스 영상이라면 이 파일은 ‘yuna001b.fits’가 된다. 숫자는 1부터 순차적으로 증가한다. 노출의 종류는 바이어스인 경우 ‘b’, 플랫인 경우 ‘f’, 천체인 경우 ‘o’, 비교광원인 경우 ‘c’ 등으로 지정되어 파일의 이름만으로 노출의 종류를 쉽게 알아볼 수 있다. ?의 갯수만큼 숫자가 커질 수 있기 때문에 매우 많은 파일을 저장하는 시계열 관측인 경우 ‘?????’ 등 큰 숫자를 지정할 수 있도록 하는 것이 좋겠다.

다중 읽기를 선택하고 파일 저장을 단순 FITS로 선택한 경우에는 별도의 서브디렉토리를 만들어서 저장하며 각 출력 채널을 지정하는 번호가 별도로 붙게 된다. 예를 들어 앞서의 경우 두 개의 출력 채널을 지정하였다면, ‘yuna001b’라는 서브디렉토리를 만들고, 그 속에 ‘yuna001b00.fits’와 ‘yuna001b01.fits’라는 두 개의 파일을 생성하게 된다. 여기서 ‘00’은 E 채널을, ‘01’은 F 채널을 각각 가리킨다. 마찬가지로 네 개의 출력을 사용한 경우에는 E-F-G-H 출력의 순서로 각각 00-01-02-03의 번호가 부여된다. 별도의 디렉토리를 영상 하나 하나마다 따로 만들기 때문에 관측자는 자신만의 영상 저장디렉토리를 만들어서 작업하는 것이 바람직하다.

5. 필터 확인

5.1 필터 설정 파일

자신이 관측할 필터가 제대로 설치되어 있는지 확인할 필요가 있을 것이다. 현재 사용하는 필터의 이름은 다음 파일에 저장되어 있다.

```
[fourk@fourk:~/] cd .director/bin ↵
[fourk@fourk: ~/director/bin] cat filter.conf ↵
1 : U
2 : B
3 : V
4 : R
5 : I
6 : Ha
```

5.2 필터 초기화

필터박스에는 모두 6개의 필터휠이 들어 있다. 필터휠의 위치를 초기화하는 명령은 다음과 같다.

> home ↵

필터 훨을 한 바퀴 돌리는 데에는 약 15초가 소요되며 한 칸 이동은 약 5초 걸린다. 필터는 정지 위치를 정확히 하기 위하여 한쪽 방향으로만 돌도록 설계하였다.

관측

영상관측 방법

실제 관측에 필요한 Detcom 명령에 대하여 설명한다. 참고로 Detcom은 혹시 있을 수 있는 관측자의 실수를 예방하기 위하여 영상을 무조건 파일에 기록한다.

또한 영상 획득에 필요한 일련의 CCD 제어 명령 중 CCD를 지우는 ‘clean’ 명령과 노출 실행 명령인 ‘expose’ 이외의 개별 제어를 허용하지 않는다. 노출을 실행하고 파일에 저장하는 과정은 오직 ‘go’ 명령에 의하여 이루어진다.

1. 영상 포맷 설정

CCD의 전체를 모두 읽을 것인지, 2x2 또는 3x3의 binning을 사용할 것인지, CCD의 일부만 읽을 것인지 등을 결정한다. raster 명령으로 이러한 설정을 할 수 있다.

> **raster full ↴**

전체 영상을 1x1의 기본 설정으로 읽는다.

> **raster full [bin2 | bin4 | bin8] ↴**

전체 영상을 2x2, 4x4, 8x8 등으로 설정할 수 있다.

> **raster center <xs> <ys> [<xb> <yb>] ↴**

CCD의 원래 중심 좌표를 중심으로 하는 부분 영상을 설정한다. xs, ys는 각각 부분 영상의 X, Y 축을 나타내고 xb, yb는 binning을 나타낸다. xb, yb를 생략하면 1x1을 뜻한다.

> **raster <xc> <yc> <xs> <ys> [<xb> <yb>] ↴**

CCD의 임의의 위치 xc, yc를 중심으로 하는 부분 영상을 설정한다.

4k CCD의 물리적인 크기는 4096 x 4112이지만, 가로축 방향으로 50 픽셀의 프리 스캔 영역이 있기 때문에 전체를 읽어내면 4196 x 4112가 된다. 여기에 논리적 오버스캔 32픽셀을 더하여 1x1으로 전체를 읽어낼 경우 영상은 4228 x 4112이다. 부분 영상을 읽어내는 경우에도 32픽셀의 오버스캔이 더해지도록 설정하였다. 이 오버스캔 영역의 크기는 binning하는 경우 그 비율만큼 줄어들게 된다.

2. 노출 종류 설정

노출하려고 하는 영상의 종류를 설정한다. 다음 명령에 따른다.

> **etype bias** ↴ : 바이어스 영상 설정

> **etype dark** ↴ : Dark 영상 설정

> **etype flat** ↴ : 플랫 영상 설정

> **etype comparison** ↴ : 비교광원 영상 설정

> **etype object** ↴ : 천체 영상 설정

노출의 종류는 FITS 헤더에 기록된다. bias나 dark로 설정한 경우에는 셔터가 열리지 않으며 bias인 경우에는 설정된 노출시간도 무시한다.

3. 대상 천체의 이름 설정

관측 대상 천체의 이름은 다음 명령을 이용하여 설정한다.

> **header object NGC 7814** ↴

위의 예에서는 관측 대상의 이름을 NGC 7814로 설정하였다.

4. 노출시간 설정

노출시간은 다음 명령을 이용하여 설정한다.

> **etime 10** ↴ : 노출시간 10초

> **etime 60:** ↴ : 노출시간 60분

> **etime 1:30** ↴ : 노출시간 1분 30초 = 90초

> **etime 0.3** ↴ : 노출시간 0.3초

노출시간은 최소 1ms (0.001초)에서 3시간 (180분)까지 설정이 가능하다.

5. 필터 설정

필터 제어는 다음 명령을 이용한다.

> **filter U** ↴ : U 필터 사용

필터 이동명령은 즉시 실행된다. 필터의 이름은 FITS 헤더에 기록된다.

6. 영상 획득

지금까지의 명령들 중 필터 설정을 제외한 모든 명령은 실제 영상을 얻기 전에 준비하는 과정이다. 영상을 획득하려면 go 명령을 사용하여야 한다.

> go [n] ↵

여기서 ‘n’은 반복 회수이다.

go명령은 먼저 CCD의 온도를 읽고, TCS 정보를 읽어들인 후, ‘clean’을 실행하고 (CCD flush), 노출을 하고 (‘expose’ 명령), CCD를 읽고, 파일에 저장한다. 반복 회수가 지정되면 동일한 노출을 ‘n’회 반복 실행하게 된다.

반복 실행 도중 실행을 멈추는 방법은 두 가지가 있다. Detcom창에서

> go

* quit ↵ : 현재의 노출을 완료하고 반복을 중단한다.

* abort ↵ : 즉시 실행을 중단한다.

다만, ‘quit’나 ‘abort’는 CCD를 읽고 있는 동안에는 멈출 수가 없다.

7. 초점 맞추기

CCD 카메라를 이용하여 망원경의 초점을 맞추는 경우에는 특별한 노출을 할 필요가 있다. 즉, CCD를 읽어내지 않고 초점을 조절하면서 일련의 노출을 실행한 다음 마지막에 한꺼번에 읽어내는 것이다. Detcom에서는 이 특별한 노출을 위한 관측 모드가 따로 준비되어 있다.

초점 조절 모드

> etype focus ↵

초점 조절 모드에서는 etype이 ‘x’, 즉 나중에 저장되는 파일에 ‘x’가 들어간다.

준비

> etime <nnn> ↵ : 보통의 경우와 같이 노출시간을 설정한다.

> filter <filter name> ↵ : 보통의 경우와 같이 필터를 설정한다.

첫번째 노출

> go ↵

- 첫번째 노출은 ‘clean’, 즉 CCD를 깨끗이 지운 다음 노출만 실행한다. 즉, 초점 모드에서 go는 보통의 go와 다르다.

중간 노출

> go ↵

- 두번째 부터는 ‘clean’을 실행하지 않고 노출만 한다. 필요한 회수만큼 노출을 반복할 수 있다.

마지막 노출

> go -r ↵

- 초점 모드를 끝낼 때 이 명령을 실행한다. ‘go -r’은 ‘clean’을 실행하지 않고 노출을 한 뒤 CCD를 읽어내어 파일에 저장한다.

초점 모드 완료

> etype object ↵ : ‘focus’ 이외의 다른 노출을 선택한다.