

웹 카메라의 특성 분석 및 고해상도 행성촬영

박영식[†], 이동주, 진 호, 한원용, 박장현
한국천문연구원

SPECIFIC ANALYSIS OF WEB CAMERA AND HIGH RESOLUTION PLANETARY IMAGING

Youngsik Park[†], Dongju Lee, Ho Jin, Wonyong Han, and Jang-Hyun Park
Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea
E-mail: parkys@kasi.re.kr

(Received October 16, 2006; Accepted November 10, 2006)

요 약

일반적으로 웹 카메라는 PC간 화상통신을 위해 많이 쓰이고 있으나, 화소수도 적고 장시간 노출 촬영도 불가능하기 때문에 천문용으로 사용하기에는 어려움이 있다. 하지만 장시간 노출이 필요 없는 달이나 행성 등을 촬영하기에는 부족함이 없기 때문에 아마추어 관측자들이 행성 촬영용으로 많이 이용하고 있다. 웹 카메라 중에 CCD를 사용한 Philips사의 ToUcam Pro II를 사용하여 행성촬영을 하였고, 촬영한 동영상은 상용 프로그램인 Registax를 이용하여 합성을 하였다. 또한 웹 카메라의 기본적인 특성을 알아보기 위해, CCD의 특성 분석에 활용하는 직선성, 이득 등의 특성을 살펴보았다. 행성 촬영할 때 기존에는 필름이나 디지털 카메라, CCD로 한 장씩 찍었지만, 웹 카메라로 촬영할 경우 동영상으로 촬영하여서 좋은 이미지를 골라서 합성하기 때문에, 훨씬 더 고해상도의 행성이미지 촬영이 가능하게 되었다. 행성관측 방법과 동영상 합성 방법 등에 대해 논의하기로 한다.

ABSTRACT

Web camera is usually used for video communication between PC, it has small sensing area, cannot using long exposure application, so that is insufficient for astronomical application. But web camera is suitable for bright planet, moon, it doesn't need long exposure time. So many amateur astronomer using web camera for planetary imaging. We used ToUcam manufactured by Phillips for planetary imaging and Registax commercial program for a video file combining. And then, we are measure a property of web camera, such as linearity, gain that is usually using for analysis of CCD performance. Because of using combine technic selected high quality image from video frame, this method can take higher resolution planetary imaging than one shot image by film, digital camera and CCD. We describe a planetary observing method and a video frame combine method.

Keywords: web camera, ccd, image processing, planet

[†]corresponding author

1. 서 론

웹 카메라는 PC간 화상통신을 위하여 개발된 것이지만, CCD를 사용한 일부 웹 카메라를 개조하여 장시간 노출 및 16bit 이미지 촬영을 하는 아마추어 관측자들도 있다. 또한 밝은 행성들과 월면의 촬영 등에 쉽게 응용할 수 있기 때문에 아마추어 관측자들이 행성촬영에 웹 카메라를 활용하고 있다.

웹 카메라의 장점은 빠른 촬영(초당 30장)과 컬러 이미지 촬영이 가능하다는 것이다. 행성관측을 위해서는 망원경의 광학상태가 좋다고 하더라도, 상층대기 요동의 영향에 의해 일반적으로 2초각 정도의 시상을 얻을 수 있다. 또한 국내 상공을 지나는 제트기류의 영향도 시상을 나쁘게 하는 주 원인이다. 그러나 시상이 순간 순간 좋아지는 때에 동영상으로 촬영하여 선명한 이미지를 골라서 합성하면 한 장의 이미지를 촬영하는 것보다 고분해능의 행성 영상을 얻을 수 있다.

일반적으로 CCD 관측시 수 초 이상의 노출을 하게 되는데 이것은 노출시간 동안의 평균 시상의 개념으로 볼 수 있고, 초당 10장 정도의 촬영의 경우 순간순간의 시상의 영향이 그대로 적용이 된다. 초당 10장 정도로 100초간 촬영하게 되면 1000장의 이미지가 찍히게 되고 그중에 잘나온 500장 정도를 합성하는 방법으로 고해상도의 행성촬영이 가능하다. 웹 카메라로 촬영된 동영상은 avi file로 저장되는데, 상용 프로그램인 Registax(<http://registax.astronomy.net/>)를 이용하여 시상이 좋을 때의 이미지를 골라서 합성한다.

웹 카메라에 사용된 CCD의 특성을 알아보기 위해 천문용 CCD 카메라 테스트에서 수행하는 직선성 테스트, 이득, 촬영 속도와 합성 매수에 따른 잡음 특성 등을 알아보았다. 또한 실제 촬영한 행성영상으로 이미지 합성 및 처리 방법에 대해 논의 할 것이다.

2. 웹 카메라의 성능 측정

웹 카메라에 사용된 CCD의 특성과 행성 촬영이 가능한지 여부를 확인하기 위해 직선성 테스트와 같은 몇 가지 테스트를 수행하였다. Phillips ToUCam Pro II에는 Sony ICX-098BQ CCD가 사용되었고, 한 픽셀의 크기가 $5.6\mu\text{m} \times 5.6\mu\text{m}$ 이고, 촬영 면적은 $3.58\text{mm} \times 2.68\text{mm}$, 대각선 4.5mm로 VGA급의 CCD이다. CCD 표면에 R, G, B filter가 붙어 있어서 컬러 이미지 촬영이 가능하지만, 원래의 흑백 CCD보다 감도가 저하되는 것을 감수해야 한다. $640 \times 480\text{pixel}$ 의 동영상 촬영이 가능하고, 촬영된 영상은 avi file 형태로 저장된다. CCD는 Progressive scan 방식을 사용한 것이고, 전자셔터 기능을 사용하기 때문에 초당 30장 촬영이 가능하다.

투유캠을 제어하는 프로그램에는 밝기, 컨트라스트, 게인, 셔터속도, white balance 등 조정해야 할 파라미터가 너무 많기 때문에 각 파라미터들을 조정했을 때 나타나는 특성에 대해 알아보았다. CCD 특성에 대한 분석은, Han(1993), 박영식 외(2000)에 의해 수행된 방법으로 진행하였으며, 노출 시간, 이득, 읽어내는 속도, 촬영 이미지 수에 따른 특성들을 알아보았다.

2.1 직선성 테스트

투유캠에 사용된 CCD인 Sony ICX-098BQ 센서가 빛에 반응 하는 정도를 알아보기 위해 직선성 테스트를 수행하였다. 테스트는 한국천문연구원 우주과학 실험실에서 수행되었다. 그림 1은 10fps(frame per second)로 투유캠의 노출설정만 변경하면서 촬영한 데이터이다. 노출시간은 각각 1/25s, 1/33s, 1/50s, 1/100s, 1/250s, 1/500s, 1/1000s이다. 백색 LED를 흰 종이에 비추고 반사된 빛

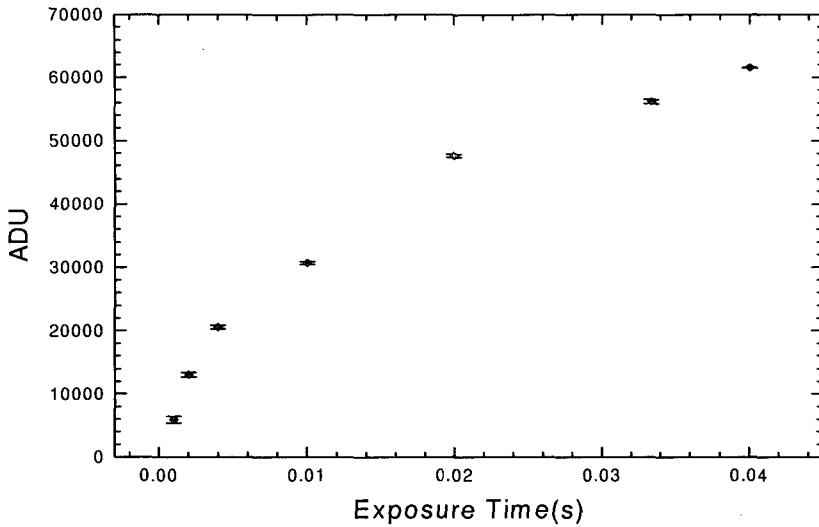


그림 1. 노출시간에 따른 특성 변화.

표 1. 투유캠의 노출시간 비교 (초).

입력 노출시간	촬영 노출시간	
	Katreniak	이 연구
1/25	1/10	1/10
1/33	1/15	1/15
1/50	-	1/50

을 투유캠으로 촬영한 것이며 외부 잡광의 유입을 막기 위해 투유캠이 있는 공간을 암실 처리하였다. 전체 영역 중 중심부의 50×50 pixel의 평균값과 표준편차 값으로 분석 처리에 활용 하였다.

1/50s보다 노출시간이 짧아지면 실제 노출 값보다 훨씬 더 광량이 저하되는 것을 볼 수 있다. 투유캠의 노출시간이 너무 짧기 때문에, 10fps로 촬영할 경우 직선성이 보장되는 구간은 1/25s~1/50s 구간이다. 그러나 실제 행성촬영에 사용하는 노출시간도 이 부근이기 때문에 촬영에는 별 문제가 없다.

fitting으로 실제 촬영되는 노출시간을 구한 것과 Katreniak(<http://www.pk3.org/Astro/>)이 구한 결과를 비교하여 표 1에 정리 하였다. 입력 노출시간은 투유캠 컨트롤 프로그램에서 설정한 노출시간이다. 표 1에서 촬영 노출시간으로 직선성이 보장되는 구간만의 데이터를 선택하여 그려보면 그림 2와 같이 된다. 투유캠 프로그램에서 설정한 노출시간 1/25~1/50s는 실제로 표 1과 같이 1/10~1/50s로 촬영이 되며, 이구간에서 직선성이 99% 이상의 좋은 특성을 보였다. 이후 본문의 노출시간은 입력 노출시간으로 표현하였다.

2.2 촬영 속도에 따른 특성분석

투유캠은 초당 5에서 30장까지의 고속촬영이 가능하다. 그러나 촬영 속도에 따라서 찍히는 이미

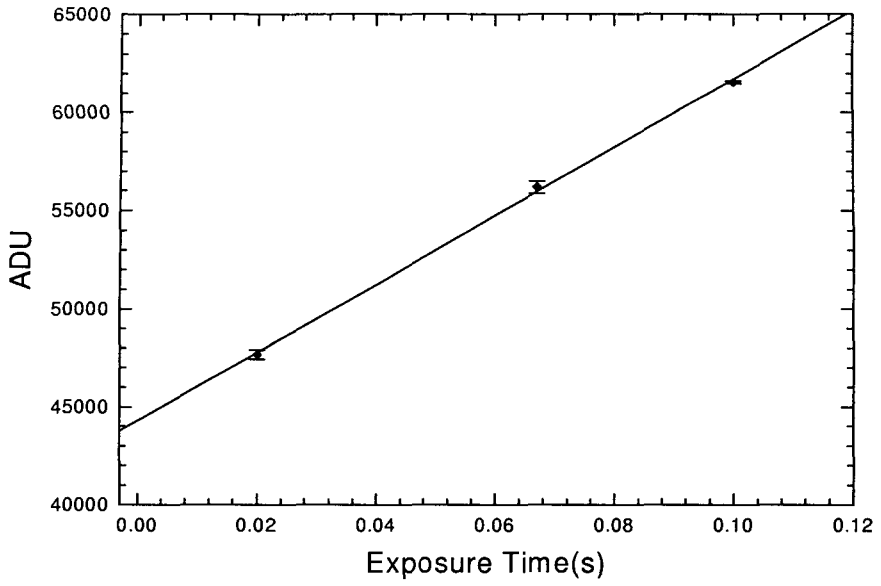


그림 2. 직선성 테스트 결과.

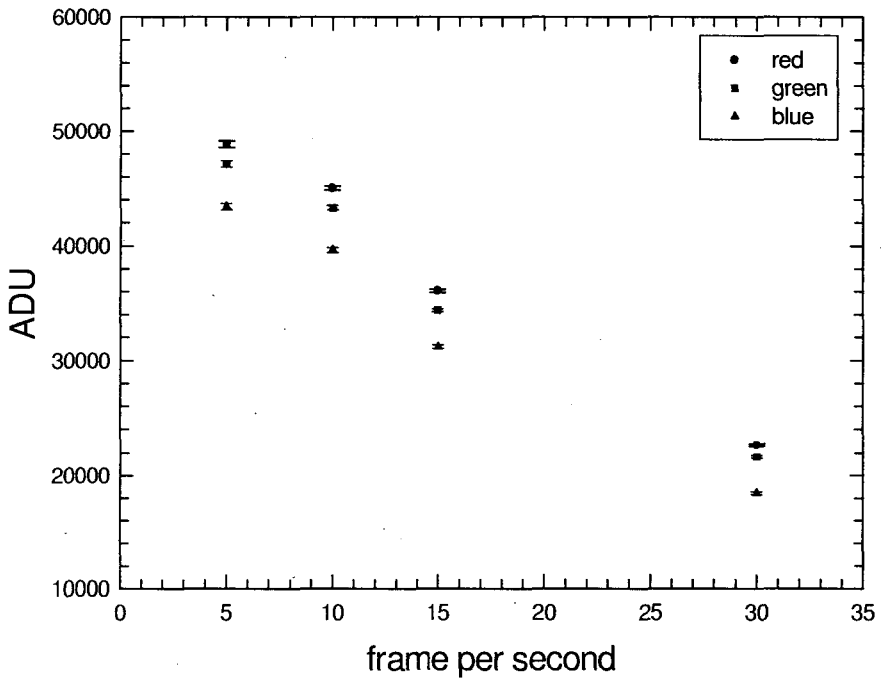


그림 3. 촬영 속도에 따른 특성 변화.

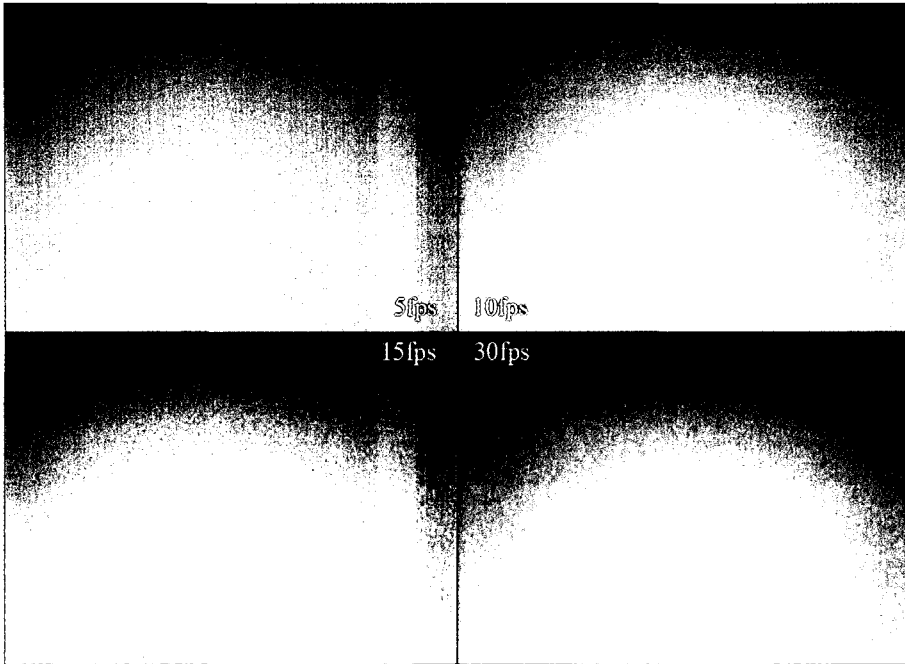


그림 4. Frame rate에 따른 이미지의 변화.

지의 특성이 다르고, 어떤 촬영 속도에서는 FPN(fixed pattern noise)이 나타나기 때문이다. 그림 3은 노출시간은 1/50s로 고정하고 촬영 속도만 변경해가면서 촬영한 것이다. 노출시간이 고정되어 있음에도 불구하고, 빠른 촬영속도로 갈수록 점점 광량이 저하되는 것을 볼 수 있다. 30fps에서는 10fps의 절반정도로 출력 값이 많이 줄어들었음을 볼 수 있다. 실제 광원의 밝기는 변하지 않았지만 빠른 속도로 읽어냈기 때문에 출력 값이 줄어든 것으로 해석 할 수 있다. 각각의 촬영 속도 별로 전체 이미지를 보면 그림 4와 같다. 각각 5, 10, 15, 30fps로 촬영된 이미지이며, 5fps에서는 세로방향의 고정된 패턴들이 보이고, 30fps에서는 이미지가 뭉개지는 현상이 눈에 띈다. 실제 촬영할 경우에는 10fps나 15fps로 촬영하는 것이 고정된 패턴이나 뭉개지는 현상 없이 촬영이 가능하다.

2.3 이득 특성 분석

보통 천문용 CCD는 어두운 천체관측에 적합하도록 개발단계에서 이득(gain)을 미세하게 조정하였으나, 투유캠은 촬영할 때마다 프로그램 상에서 이득 값을 조정하도록 되어 있다. 이득 값의 조정은 단순히 밝기만 증가시키는 것이 아니라 디지털 카메라에서 ISO 감도를 조절 하듯이 조정하는 방법이다. 다만 이득을 너무 높게 설정하면 밝기에 민감하며 잡음이 증가하는 현상이 생기므로 적당한 값을 설정하는 것이 중요하다. 그림 5는 다른 파라미터들은 고정시키고 10 ~ 80%까지 이득 값을 증가시키며 촬영한 것으로 이득을 증가시키기에 따라 밝기가 일정하게 증가하는 양상을 보이며, 60,000ADU에서는 포화(saturation)되는 것을 볼 수 있다.

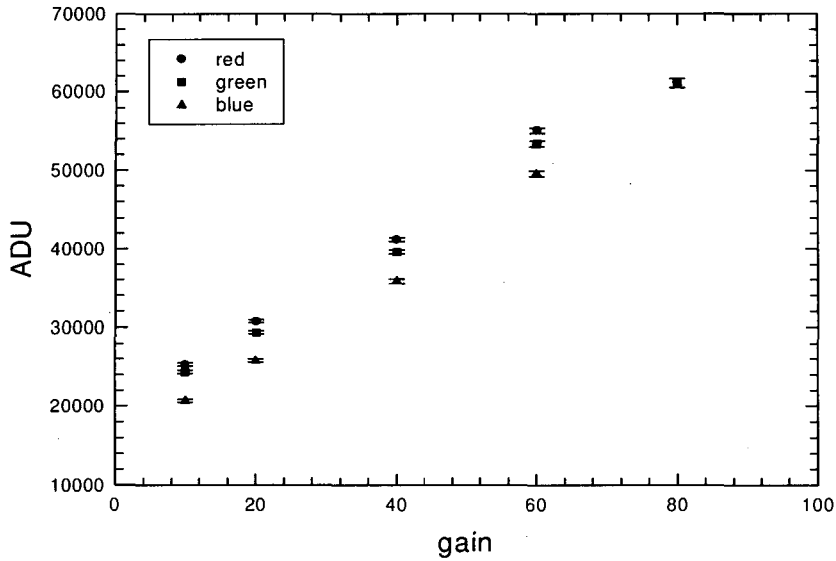


그림 5. 이득 값 설정에 따른 특성 변화.

표 2. 합성 이미지 수에 따른 RGB 채널별 출력 값(ADU)의 변화.

channel	10 frame	20 frame	40 frame	60 frame	80 frame	100 frame
Red	34062	34025	33986	33900	33841	33789
σ Red	337.1	274.1	229.2	192.2	204.8	198.6
Green	34032	34229	34161	34110	34090	34029
σ Green	320.7	263.3	219.3	175.8	194.0	186.3
Blue	34173	31430	31400	31333	31237	31199
σ Blue	355.5	296.4	233.5	196.1	208.4	204.4

2.4 영상 합성

동영상으로 촬영한 후 좋은 이미지를 골라서 합성하는 방식은 기존의 적정 노출로 촬영한 한 장의 영상에 비해 S/N비가 향상되는 장점이 있다. 또한 촬영된 여러 장의 동영상 중 시상이 좋을 때의 이미지를 골라서 합성함으로써 고 분해능의 행성이나 월면의 이미지를 얻을 수 있다. 이러한 이유로 한 장을 촬영했을 때와 여러 장을 합성했을 경우 잡음(σ 값)의 감소효과가 있는지 확인해 보았으며, RGB 채널별로 그 특성을 그림 6에 나타 내었다.

10장을 합성했을 때보다 60장 이상 합성했을 때 잡음이 많이 감소하는 것을 볼 수 있다. 표 2는 각각의 이미지를 합성한 한 장의 이미지 중앙 부분 50×50 pixel의 평균값과 표준편차 값을 각각의 채널별로 나타낸 것이다. 합성한 이미지 수가 증가하면서 점점 표준편차 값이 작아지는 양상을 볼 수 있다. 즉 여러 장의 이미지를 합칠수록 잡음성분 값이 줄어드는 것을 의미한다. 실제 행성이나 월면을 촬영할 경우 500장 이상을 합성해야 잡음이 적게 나타남을 알 수 있다. 이것은 wavelet 조정 과정

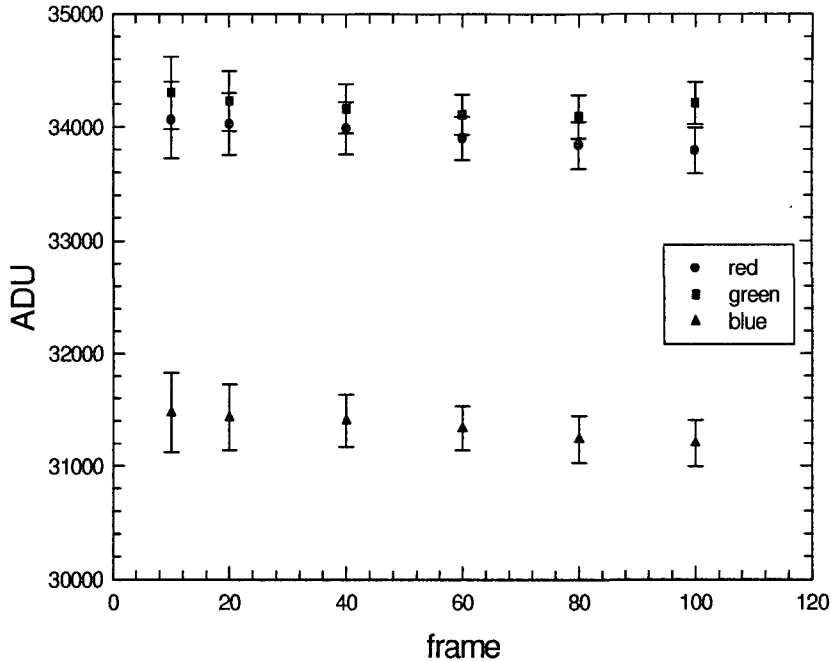


그림 6. 합성 이미지 수에 따른 잡음 특성 변화.

에서, high and low pass filter 과정을 거치면서 잡음 성분이 함께 증가하여 나타나는 것이며, 잡음 성분을 줄이기 위해서는 더 많은 이미지를 합성해야 한다.

3. 행성, 달 촬영 및 이미지 처리

행성촬영에는 Celestron 8인치 SCT(Schmidt Cassegrain Telescope)와 Meade 12인치 SCT를 이용하였다. 행성촬영을 위해서는 8인치 이상의 망원경이어야 확대 촬영시 광량이 확보되는 것을 알 수 있었다. 8인치 급 망원경으로 촬영할 수 있는 행성은 수성, 금성, 화성, 목성 토성 정도이며, 박명 전.후에도 고도가 낮은 수성과 금성의 경우 낮은 대기의 영향을 많이 받아서 촬영에 어려움이 많다. 보통 지구에 접근했을 경우의 화성과, 목성, 토성이 주 대상이다. 달은 광량이 충분하기 때문에 촬영에 크게 제약을 받지 않으나 합성 초점거리 $f/40$ 이상의 고배율 확대 촬영은 시상이 좋은날에나 가능했다.

행성촬영의 경우 시직경이 수십 초각으로 작기 때문에 보통 확대 촬영을 하게 되는데, 망원경의 초점면에 $2x \sim 5x$ 의 barlow 렌즈를 사용하여 초점거리 연장을 하며, 보통 $2 \sim 3x$ 의 barlow 렌즈를 사용한다. 예를 들어 8인치 SCT($f/10$, 초점거리 2,000mm)에 $2x$ barlow 렌즈를 사용하게 되면 초점거리가 4,000mm가 되며 합성 초점비는 $f/20$ 이 된다. $4x$ barlow 렌즈를 사용하거나, $2x$ barlow 렌즈를 두개 사용하면 초점거리는 8,000mm, $f/40$ 으로 연장되는 효과가 있으나, 너무 확대율이 높아 망원경

의 추적상태가 좋지 않을 경우 시야에서 금방 사라지며, 초점조절도 쉽지 않았다.

행성촬영을 위해서 SCT처럼 망원경의 경통이 닫혀있는 광학계에서는 경통과 보정렌즈, 미리가 상온으로 냉각 되어야 하는데, 보통 여름 밤에는 두시간 이상, 겨울에는 30분 이상의 냉각이 필요하다. 냉각이 충분히 되지 않으면 경통 내부의 대류현상으로 상이 왜곡되는 현상이 생기며, 이미지의 질을 떨어트리는 원인이 된다. 항성의 in/out focus 상을 보고 대기의 상태와 망원경의 냉각 상태 및 광학계의 정렬 등을 확인할 수 있으며 이는 Suiter(1994)의 자료를 참고하였다. 한국의 평균적인 시상은 경제만 외(1997)에 의하면 소백산과 보현산 관측 자료를 기준으로 2초각 정도이며, 이것은 CCD에 장시간(10초 이상) 노출로 누적된 시상이다. 그러나 동영상 촬영의 경우 순간순간 좋은 시상을 만날 수 있다. 좋은 시상이 유지되는 짧은 기간 동안 행성을 촬영하여 그중 선명한 영상만을 합성한다. 행성 확대 촬영은 정확한 초점조절, 경통의 냉각, 적도의의 추적상태 그리고 하늘의 상태에 따라 좌우되며, 어느 하나라도 좋은 조건이 아니라면 고분해능의 촬영이 어려워진다.

촬영한 행성의 동영상은 Registax라는 상용 이미지 처리 프로그램을 이용하여 정렬과 합성을 하였다. Registax의 기능 중에 wavelet 필터 기능이 있는데, 이것은 이미지를 여러개의 layer로 나눈 후에 high and low pass filter 처리를 한 후에 다시 한 장의 이미지로 합성하는 기술이다.

3.1 행성, 달 촬영

행성은 보통 화성, 목성, 토성 등을 촬영하게 되는데, 태양의 위치에 따라 촬영 할 수 있는 기간이 제한적이다. 외행성들이 충의 위치에 있다면 밤새도록 촬영이 가능하지만 태양에 가까울 때에는 촬영이 어렵기 때문이다. 또한 행성의 적위에 따라 남중 고도가 결정되는데, 주로 천구 적도 위쪽에 있는 행성은 남중고도가 50도 이상으로 높기 때문에 대기의 영향을 덜 받게 된다. 우리가 촬영한 행성들과 달은 2005~2006년 기간동안 촬영한 것이며, 화성의 경우 시직경이 아주 작기 때문에 2년 2개월마다 지구에 접근하여 시직경이 커지는 2005년 10월경에 촬영을 했다. 투유캠으로 행성을 촬영할 경우 미리 극축조정을 마친 적도의 위에 망원경을 설치하고, 투유캠을 접안부에 고정하고 초점을 맞추면서 촬영을 하게 된다. 관측은 주로 한국천문연구원 옥상에서 소형 적도의(Takahashi EM200)와 8인치 SCT를 이용하였고, 광량확보를 위해 12인치 SCT를 사용하기도 하였다. 노트북에 웹 카메라를 연결하고 웹 카메라에서 나온 영상들을 보면서 시상이 좋은 순간 촬영을 하였다. 투유캠의 동영상은 비압축 방식으로 저장하기 때문에 10fps로 90초 정도 촬영할 경우 파일 크기가 약 400Mb이므로 10장 정도의 동영상을 촬영하려면 5Gb 이상의 하드디스크 공간이 필요하다. 그러므로 촬영에 앞서 충분한 노트북 하드디스크 공간을 확보하여야 한다. 촬영이 시작되면 행성의 영상이 모니터에 실시간으로 보여지며, 투유캠의 동영상 촬영 크기를 640 × 480pixel로 설정하고, 촬영 속도, 밝기를 설정하고, camera control 창에서 white balance, exposure(셔터 속도, 이득) 등을 변경해 가며 촬영을 한다. 하늘의 조건이 크게 바뀌지 않는한 설정을 바꾸지 않고 capture 메뉴에서 촬영을 한 다음 file 메뉴에서 저장을 하면 된다.

3.2 이미지 처리

투유캠 프로그램에서 행성을 촬영을 하면 약 400Mb의 avi file로 저장이 된다. 동영상 합성 프로그램에는 여러 종류가 있는데, 일반인들이 사용하기에 편리한 Registax라는 상용 프로그램을 사용하였다. 처리 과정은 정렬, 최적화, 합성, wavelet 조정의 순서로 진행된다. 합성이 끝난 후의 이미지가 좋지 않을 경우 정렬 과정부터 다시 수행하여 이미지를 선택하여 처리할 수 있다. 시상이 안정

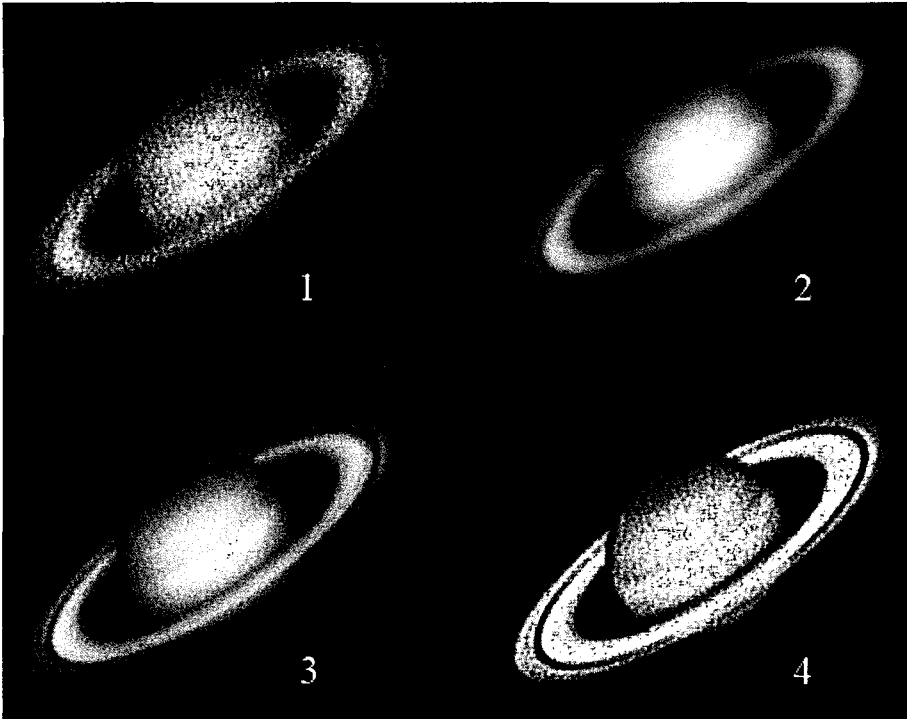


그림 7. 촬영한 토성 이미지 처리의 각 단계별 모습.

된 날은 행성의 이미지가 심하게 이동하지 않지만, 상층대기 요동이 심한 날은 행성상이 수십 픽셀씩 이동하는 것을 볼 수 있으며, 이렇게 어긋난 각각의 이미지들을 정렬하는 것이다. Registax의 정렬 알고리즘은 FFT(Fast Fourier Transform)을 이용하며, 촬영된 각각의 이미지에서 정렬 박스(보통 250×250 pixel)로 지정된 이미지와 유사한 패턴을 찾아서 이미지의 이동을 계산한다. 정렬이 끝나면 quality를 선택한 정도에 따라(보통 90% 선택) 수 백 장의 이미지들이 선택이 된다. 선택된 이미지들은 최적화 과정으로 넘어가게 되며, 각각의 이미지들의 이동량을 미세 조정하여 최종 합성할 이미지로 다시 한번 최적화가 되는 과정이다. 최적화 과정이 끝나면 선택된 수 백 장의 이미지들이 한 장의 이미지로 합성되며, 이렇게 합성된 이미지는 high and low pass filter 역할을 하는 wavelet 조정 과정을 거쳐 보통 tiff file 형태로 저장을 하며, 포토샵 등에서 레벨과 커브 정도만 조정하면 최종 이미지가 나오게 된다.

정렬, 최적화, 합성 과정은 거의 일련의 과정처럼 지나가게 되고, 고분해능의 행성 이미지를 얻기 위해 wavelet 조정과정을 거치게 된다. Wavelet은 총 6개의 layer로 조정이 가능하며, High and Low pass filter를 미세하게 조정하면서 선명한 행성 이미지를 얻는 것이며, 이미지 처리의 정도에 따라 인위적인 효과가 들어가게 되면 어색할 정도로 이미지의 변형이 생기게 된다. 그림 7은 촬영한 토성의 이미지를 가지고 각각의 단계별로 이미지 처리과정을 나타낸 것이다. 첫 번째 이미지는 동영상에 촬

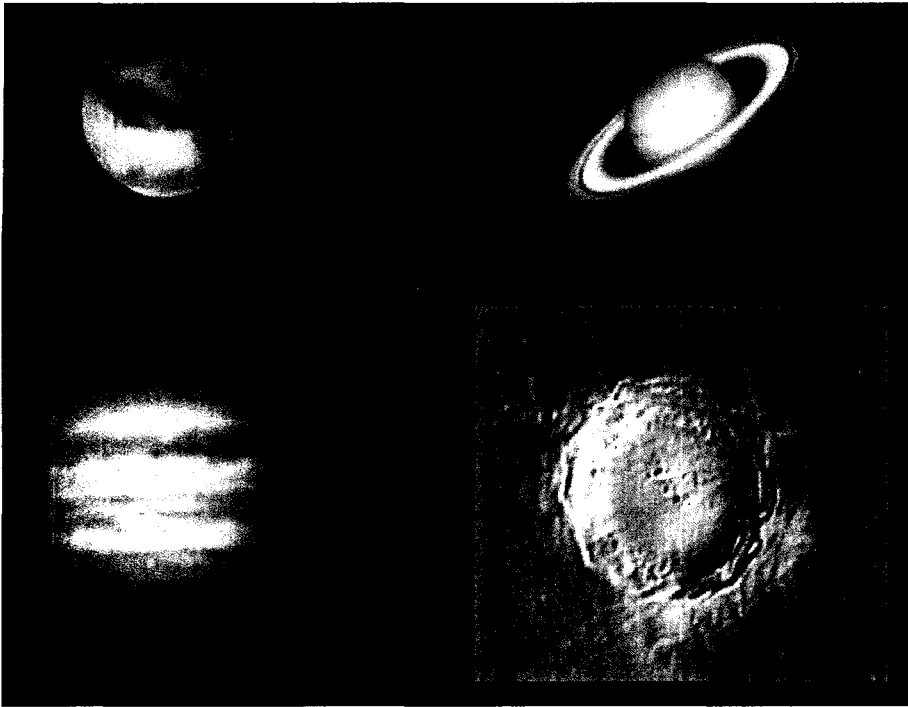


그림 8. 촬영한 화성, 토성, 목성, 달표면.

영된 단 한 장의 이미지이며, 잡음이 많이 포함된 것을 볼 수 있다. 700여 장을 합성한 이미지가 두 번째 이미지이며 S/N이 아주 향상된 것을 볼 수 있다. 세 번째 이미지는 wavelet을 조정한 이미지인데, 토성 표면과 고리의 미세한 구조를 더 잘 볼 수 있으나 잡음이 약간 증가하였다. 네 번째 이미지는 wavelet을 잘못 조정했을 경우에 나타나는 이미지의 변형을 나타낸 것이다. 실제보다 카시니 간극의 폭이 넓어지는 등 부자연스러운 토성의 이미지가 된다. 이미지 처리의 정도는 특별한 기준이 없기 때문에 대기 밖에서 촬영한 HST의 이미지를 기준으로 하여 컬러와 선명도 조절을 하였다. 최종 이미지를 얻고 난 후에, 그림 7의 2번과 3번 이미지를 다시 합성하여 선명하고 잡음이 적은 이미지를 얻을 수도 있다.

3.3 행성 및 월면 촬영결과

그림 8은 촬영한 행성들과 월면의 이미지이며, 표 3에 망원경과 기타 촬영정보들을 나타냈다. 보통 1/25s의 노출시간을 많이 사용하였으며, frame rate는 그날의 대기 상황에 따라 빠르게, 혹은 느리게 조정을 해가면서 촬영을 하였다. 그림 8에 있는 행성들은, 화성은 워낙 시직경이 작아서 합성 초점비가 $f/50$ 정도로 무리하게 확대 하였지만 그날의 시상이 좋아서 8인치 망원경으로도 화성의 표면을 볼 수 있는 이미지를 얻을 수 있었다. 목성은 기존의 필름이나 DSLR(digital single lens reflex), CCD로 한 장씩 촬영하는 것에 비해 대적반이나 상층대기의 구조가 보일 정도로 아주 세밀한 표면

표 3. 행성 촬영정보.

대상	관측일시(KST)	노출시간(s)	frame rate(fps)	frame 수	망원경	합성 초점거리(mm)
화성	2005. 11. 17. 22:30	1/25	10	900	8 inch SCT	9600
목성	2006. 03. 31. 03:22	1/25	20	500	12 inch SCT	9000
토성	2006. 01. 24. 00:20	1/25	10	1500	8 inch SCT	7000
달	2005. 05. 19. 22:10	1/33	30	500	8 inch SCT	4000

의 모습을 얻을 수 있었고, 토성 또한 카시니 간극과 표면의 대기 모습을 볼 수 있었다. 달 표면은 매우 밝기 때문에 행성보다 촬영하기 쉽지만 투유캠의 촬영 면적이 워낙 작기 때문에, 분화구 하나 정도만 촬영이 가능하다. 촬영한 달 표면은 코페르니쿠스라는 90km 정도의 큰 분화구이며 한 픽셀이 약 500m의 크기로 달 표면을 구별 할 수 있다.

4. 결론 및 토의

투유캠은 CCD를 사용하고 있지만 본래의 목적이 화상카메라 이기 때문에 장시간 노출이 어려워 어두운 천체들을 찍는 데에는 적합하지 않다. 하지만 8인치 정도의 반사망원경에 부착하면 밝은 행성들과 달을 촬영할 수 있으며, 밝은 행성들의 표면이나 대기의 모습을 관측할 수가 있다. 또한 CCD를 사용한 웹 카메라의 여러 파라미터들을 변경 하였을 때 나타날 수 있는 이미지의 특성에 대해 분석을 하였으며, 잡음이 적을 때의 촬영 환경을 연구하여 실제 촬영에 응용 하였다. 광학계의 특성이 같더라도 하늘의 조건에 따라 고분해능의 행성촬영이 좌우 되는 것을 확인하였다. 또한 하루밤 내내 관측해보니, 시간에 따라 시상이 급변하는 것도 확인하였고, 시상이 좋을 때 촬영한 이미지로 훨씬 더 선명한 행성상을 얻을 수 있었다.

웹 카메라는 보통 천문용으로 사용하는 필터 시스템과 달리 RGB 컬러 필터가 CCD 표면에 붙어있기 때문에 천문용으로 분석 할 수 있는 자료는 만들 수 없으나, 행성의 표면 모니터링 등에 사용할 수 있다. 다만 Hill(<http://www.lpl.arizona.edu/alpo/>)에 의하면 최근에는 흑백 16bit 촬영이 가능한 웹 카메라와 메탄 필터를 이용하여 촬영된 이미지들에서 목성형 행성의 대기연구에 사용 가능성이 확인되고 있다. 이렇게 촬영된 전 세계의 행성 이미지들을 모아 행성대기의 변화에 대한 통계 자료로 활용하기도 한다. 또한 웹 카메라 자체의 사용의 편리함 때문에, 태양표면의 모니터링이나 오토가이더 등으로 활용도가 점점 늘어나고 있는 추세이다. 최근에는 16bit 이미지로 동영상 저장이 가능한 Lemenera LU075M CCD 카메라로 행성 동영상 촬영에 쓰이고 있으며, 국내에서도 NADA(<http://www.astronet.co.kr/>)라는 아마추어 천문 동호인들을 중심으로 웹 카메라를 이용한 행성촬영이 보급되고 있다. 국내에서도 아마추어 천문인들의 관측자료를 DB화 하여 행성 대기 연구에 활용하는 방안을 모색할 수 있을 것이다.

웹 카메라의 이미지 처리를 상용 프로그램으로 한 것은, 중·고·대학교 학생들의 교육에 활용하기 용이하게 하기 위함이다. 망원경과 웹 카메라 그리고 노트북만 있으면 언제 어디서든지 쉽게 관측 환경을 구성할 수 있기 때문에 교육 및 일반인을 위한 각종 천문프로그램에 쉽게 응용할 수 있을 것이며, 이 논문의 자료가 참고가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 경제만, McGregor, P., 성언창, 김호일 1997, 1.8m 망원경용 근적외선 관측시스템 개념 설계 기술보
고서 (대전: 한국천문연구원)
- 박영식, 이청우, 진호, 한원용, 남옥원, 이용삼 2000, 한국우주과학회지, 17, 53
- Han, W. Y. 1993, PhD Thesis, University of London
- Suiter H. R. 1994, Star Testing Astronomical Telescopes (Virginia: Willmann-Bell), pp.122-145