(NATURAL SCIENCE)

Vol. 62 No. 11 JUCHE105 (2016).

별영상분석의 정확도개선에 대한 연구

황 신 철

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《현시대는 과학기술의 시대이며 과학기술의 발전수준은 나라의 종합적국력과 지위를 규정하는 징표로 됩니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》단행본 38폐지)

CCD결합천체망원경에 의해 얻어지는 별영상으로부터 그 별의 겉보기등급을 정확히 결정하는것은 천체물리학적관측의 필수적인 과제이다.

론문에서는 관측하려는 별영상이 포함된 콤퓨터화상처리를 개선된 방법으로 진행하고 그 결과로 얻어지는 별영상의 밝음도를 평가하였으며 그로부터 별의 겉보기등급을 실험적으로 결정하였다.

1. 별관측화상처리

실험에서는 천체망원경과 CCD촬영기[1]로 별관측을 진행하였다. 콤퓨터화면에 주어지는 별영상의 평균밝기에 따라 직접 밝음도를 결정한것이 아니라 질좋은 별영상을 얻기위하여 별관측화상에 대한 처리를 하였다.

CCD촬영기에 의한 관측화상에 포함된 별영상의 밝기분포는 다음과 같은 수학적모형을 가진다.[2]

$$p(x, y) = p_s(x, y) + p_R(x, y) + n(x, y)$$
(1)

여기서 $p_s(x, y)$ 는 별목표신호(유효신호), $p_B(x, y)$ 는 배경신호, n(x, y)는 잡음신호이다. $p_s(x, y)$ 는 별영상의 유효신호성분으로서 다음과 같이 표시된다.

$$p_s(x, y) = A \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\left(\frac{x}{\delta_x}\right)^2 + \left(\frac{y}{\delta_y}\right)^2 \right] \right\}$$
 (2)

여기서 A는 별영상의 밝기최대값, δ_{x} , δ_{v} 는 별영상의 x, y방향에서의 너비이다.

관측된 화상에는 CCD촬영기의 고유잡음, 광학계에 의한 이지려짐, 대기산란잡음 등여러가지 잡음들이 섞여있다.[3]

이러한 잡음들을 제거하기 위하여 암장(bias), 평장(flat), 려파(filter)처리[4]를 진행한다. 암장처리를 위하여 관측전에 CCD촬영기입구 또는 천체망원경대물경을 차폐하여 CCD소편에 빛이 들어가지 못하게 한 다음 한번에 10개이상의 별화상을 얻어 평균한다. 이렇게 기본암장자료를 만든 다음 관측되는 모든 별화상들에서 기본암장자료를 제거한다.

$$f_{\stackrel{\circ}{\text{H}}_{i,j}} = p_{\stackrel{\circ}{\text{H}}_{i,j}} - B_{i,j} \tag{3}$$

여기서 f_{Ω} 은 암장잡음제거된 자료, p_{Ω} 은 원래화상, B는 암장자료이다.

평장처리를 위해 밝기분포가 고르로운 표준광원을 천체망원경의 대물경에 비쳐주어 화상들을 10개정도 얻는다. 이것을 평균하여 기본평장자료를 얻는다. 다음 암장처리후 준 위가 제일 높은 화소를 1로 하는 규격화된 자료를 만든다. 즉

$$F_{i,j} = P_{\exists j \mid r \mid j} / P_{i,j}. \tag{4}$$

여기서 P는 기본평장자료, F는 규격화된 평장자료, P_{all} 는 제일 높은 준위의 자료이다.

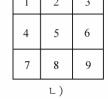
평장처리는 암장처리된 자료에서 평장자료를 다음의 식에 의하여 계산하는 방법으로 하다.

$$f_{\vec{P}_{0},j} = \frac{f_{\vec{Q},i,j}}{F_{i,j}} \tag{5}$$

여기서 $f_{
m g}$ 은 평장처리된 자료이다. 암장, 평장처리후에도 관측자료에는 대기산란잡음과 기타 잡음들이 백색잡음형태로 나타난다. 이 잡음들은 려파처리를 진행하여 제거한다.

로문에서는 매 화소를 린접화소들사이의 관계를 리용하여 중심화소를 재처리하는 방법 으로 즉 린접한 화소들사이의 밝기값의 차이를 줄이는 방법으로 화상려파를 진행하였다.

1	2	1		
2	4	2		
1	2	1		
٦)				



실례로 3×3 행렬의 마스크(그림의 기))를 리용하 여 관측화상(그림의 L))을 재정리한다고 하면 중심화 4 5 6 소 I_5 는 다음과 같이 재정리된다. - $I_1 + 2I_2 + I_3 + 2I_4 + 2I_6$

$$I_5 = \frac{I_1 + 2I_2 + I_3 + 2I_4 + 2I_6 + I_7 + 2I_8 + I_9}{16}$$
 (6)

이와 같은 조작에 의하여 린접화소들의 밝기차이

그림. 표준마스크(T))와 관측화상(L)) 가 줄어들어 별화상의 스펙트르륜곽은 잡음이 비교적 제거된 륜곽으로 된다.

2. 별영상의 밝음도-겉보기등급관계결정

콤퓨터화면에 얻어지는 개선된 별영상에 대하여 앞에서와 같은 방법으로 밝음도를 직접 평가할수 있다.

밝음도는 콤퓨터화면의 제일 어두운 검은색준위를 0으로 잡고 화면에 얻어지는 별영 상의 평균밝기에 따라 300까지의 값을 가지는 옹근수로서 상대세기를 기록하는 방법으로 결정하였다.

다음 관측되는 별의 밝음도(B)와 그 별의 겉보기등급 m사이의 함수관계를 결정하였다. 일반적으로 천체의 겉보기등급 m은 다음과 같이 표시된다.[3]

$$m = -\lg E + C \tag{7}$$

여기서 E는 CCD촬영기의 수감부에 대한 비침도, C는 E의 단위에 관계되는 적분상수이다. 비침도 E의 단위를 lx로 취할 때 $C = -14^m.2$ 으로 되며 따라서 식 (7)을 다음과 같이 쓸수 있다.

$$\lg E = -\frac{1}{25}m - \frac{14.2}{25} \tag{8}$$

웃식으로부터 $\lg E$ 는 겉보기등급 m과 선형관계에 있음을 알수 있다.

한편 별영상으로부터 결정되는 밝음도 B는 별의 비침도 E와 련관되므로 $\lg E$ 와 밝음도사이의 관계 $\lg E = f(B)$ 를 실험적으로 결정할수 있으며 결국 관측되는 임의의 별의 밝음도를 구하고 그로부터 $\lg E$, 나아가서 식 (8)에 의하여 m을 구할수 있다.

3. 별관측에 의한 별영상분석 및 정확성평가

날씨가 맑은 날들을 택하여 겉보기등급 m이 알려진 북극성(α UMi)주위의 9개 별들에 대하여 관측하였다.

관측된 별영상으로부터 이 별들의 밝음도를 결정하고 그것을 식 (8)에 의해 얻어지는 $\lg E$ 의 값과 대응시켜 프로그람 MATLAB를 리용하여 함수 $\lg E = f(B)$ 를 결정하였다.

다음 룡성좌(Dra)의 3개 별과 큰곰성좌(UMa)의 3개 별들을 관측하여 식 (7)로부터 그 것들의 겉보기등급을 결정하고 실제등급과 비교하였다.(표)

No.	별	실제겉보기등급	실험에서 얻은 겉보기등급	절대오차
1	η Dra	2.53	2.50	0.03
2	λDra	2.72	2.79	-0.07
3	ξDra	2.86	2.79	0.07
4	<i>β</i> UMa	1.80	1.74	0.06
5	γUMa	1.78	1.85	-0.07
6	ζUMa	2.12	2.18	-0.06

표. 룡성좌와 큰곰성좌들의 겉보기등급

실험적으로 결정한 별겉보기등급은 정확한 별겉보기등급에 비해 평균 2.5%의 상대오차를 가지는데 이것은 우에서 서술한 관측화상처리를 진행하지 않고 직접 겉보기등급을 결정하였을 때의 상대오차 4%[1]에 비하여 현저히 정확도가 높아졌다는것을 보여준다.

맺 는 말

별영상분석의 정확도를 높이기 위하여 별관측화상에 대한 잡음처리를 진행하였다. 별겉보기등급결정방법은 천체망원경으로 관측가능한 임의의 별의 겉보기등급을 직접 결정할수 있는 효과적인 방법이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 56, 10, 59, 주체99(2010).
- [2] S. B. Howell; Handbook of CCD Astronomy, Cambridge University Press, 208, 2006.
- [3] Jean-Lue Starck; Handbook of Astronomical Data Analysis, Cambridge University Press, 293, 2004.
- [4] E. Chaisson et al.; Astronomy Today, Addison-Wesly, Springer-Verlag, 259~262, 2012.

주체105(2016)년 7월 5일 원고접수

On the Improvement of Accuracy of Stellar Image Analysis

Hwang Sin Chol

We removed noises of stellar observational image to improve accuracy of stellar image analysis. The decision method proposed in this paper can be used as an effective one to decide directly apparent magnitude of observable any stars with astronomical telescope.

Key words: stellar image, noise