문제 1: CCD 영상 처리 (60점)

영상 처리 연습으로, 이 문제에서는 간단한 계산기와 표 자료(표 1.1)를 쓴다. 표 1.1에는 주어진 노출 시간 동안 얻은 영상의 픽셀 값들이 들어 있다. 이 영상은 더 큰 CCD 영상의 일부로, 아마추어 망원경에 단 소형 CCD 카메라로 V 밴드 필터를 써서 찍은 것이다. 그림 1.1은 별 5개가 들어 있는 50×50 픽셀 영상이다.

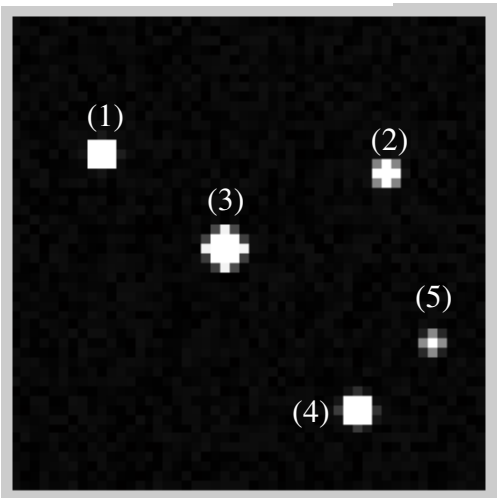


그림 1.1

표 1.1에서 첫 행과 첫 열은 픽셀의 x, y 좌표를 나타낸다. 표 1.2는 망원경과 영상의 사양이다.

표 1.2

망원경 초점 거리	$1.20\ m$
CCD 픽셀 크기	$25 \times 25\ \mu m$
노출 시간	$450\ s$
망원경 천정 거리	25°
평균 소광 계수(V 밴드)	0.3 mag/airmass

관측자는 이 영상을 표준성 목록과 비교하여 별 1, 3, 4를 밝혔다. 표 1.3은 목록에 주어진 이 별들의 진등급(m_t)이다.

표 1.3

별	m_t
1	9.03
3	6.22

4	8.02

a. 주어진 자료를 써서 영상 속 별들의 기기 등급을 구하라. 암전류는 무시할 수 있고 영상은 평탄화(flat field)되어 있다고 가정한다. 간단히 하기 위해 정사각형 구경(aperture)을 써도 된다.
힌트: 기기 등급은 구경 안에서 잰 별의 선속과 같은 넓이의 어두운 하늘에서 잰 선속의 차이를 써서 계산한다.

b. CCD 영상에서 별의 기기 등급은 진등급과 다음 관계가 있다.

$$m_I = m_t + KX - Zmag$$

여기서 K는 소광 계수, X는 대기 질량(airmass), m_I와 m_t는 각각 별의 기기 등급과 진등급이며, Zmag는 영점 상수이다. 밝혀진 별들에 대해 영점 상수(Zmag)를 계산하라.
평균 영점 상수(Zmag)를 계산하라.

힌트: 영점 상수는 소광을 보정한 등급을 진등급으로 바꾸어 주는 상수이다.

c. 별 2와 별 5의 진등급을 계산하라.
d. CCD 카메라의 픽셀 척도를 각초 단위로 계산하라.
e. 어두운 하늘의 평균 밝기(m_sky)를 제곱각초당 등급(mag/arcsec^2)으로 계산하라.
f. 알맞은 그래프를 그려 천문 시상(seeing)을 각초 단위로 어림하라.