Instructions

1. 데이터 분석 시험은 3시간 동안 진행되며 총 150점 만점으로 점수가 매겨집니다.

2. 세부 과정 / 대략적인 과정을 수행하기 위한 **세부 워크시트(Detailed Worksheets)**가 있습니다. 각 **세부 워크시트에는** 다음을 기입하세요.

- 학생 코드
- 문제 번호
- 장 번호 및 총 페이지 수

3. 각 문제는 세부 워크시트의 새 페이지에서 시작하세요. 종이의 인쇄된 면에만 답안을 작성하십시오. 뒷면을 사용하지 마십시오. 채점되고 싶지 않은 내용을 종이에 적었다면, 줄로 그어 지우십시오.

4. 답안에는 그래프 용지가 필요합니다. 각 그래프 용지 시트에 다음을 기입하십시오.

- 학생 코드
- 문제 번호.
- 그래프 번호 및 사용된 그래프 용지의 총 개수.

5. 여러분의 최종 답안을 위해 학생 ID 코드가 포함된 요약 **답안지(summary Answer Sheet)가** 있습니다.

6. 채점자가 여러분의 언어를 이해하지 못할 수도 있습니다. 가능한 한 수학적 표현과 숫자만을 사용하여 답안을 작성하십시오. 글로 설명해야 하는 경우 짧은 문장(가능하면 영어로)을 사용하세요.

7. 허가 없이 시험 책상을 떠날 수 없습니다. 도움이 필요한 경우(계산기 오작동, 화장실 방문, 세부 워크시트가 더 필요한 경우 등) 손을 들어 감독관에게 신호를 보내주세요.

8. 시험 시작과 종료는 긴 소리 신호로 알려드립니다. 또한, 대회 종료 15분 전(마지막 긴 신호음이 울리기 전)에는 짧은 신호음이 울립니다.

9. 시험가 끝나면 즉시 답안 작성을 중단해야 합니다. 요약 답안지, 그래프 용지, 세부 워크시트를 순서대로 정리하고 한 스택에 넣습니다. 다른 모든 종이들은 다른 스택에 넣습니다. 시험장 밖으로 어떤 종이도 가져갈 수 없습니다.

10. 봉투가 수거될 때까지 여러분의 책상에서 기다립니다. 모든 봉투가 수거되면 학생 가이드가 시험장 밖으로 안내할 것입니다.

D1. 탐사 간 측광 비교 (Photometric comparison of surveys) (75 points)

당신은 슬론 디지털 스카이 탐사(SDSS) 및 암흑 에너지 탐사(DES)와 같은 대규모 측광 탐사를 다루는 천문학자이다. 두 탐사에 모두 당신의 소속 기관인 Observatório Nacional이 참여했다. SDSS는 2000년대에 미국 아파치 포인트(Apache Point)에 있는 2.5m 망원경을 사용했으며, DES는 2013년부터 2019년까지 칠레 세로 톨로로(Cerro Tololo)에 있는 4m 망원경을 사용했다. 두 탐사는 하늘의 다른 반구를 다루지만, Stripe 82로 알려진 적도 지역을 공통적으로 포함하고 있어 SDSS 및 DES와 같은 서로 다른 데이터 세트의 측광을 비교하고 보정하는 데 사용할 수 있다.

분석을 위해 Stripe 82에서 가져온 관측 대상의 위치 및 등급이 다음 표들에 나타나 있다. 그러나, 컴퓨터의 파일 시스템 손상으로 인해 파일 이름이 뒤섞여 이제 어떤 표가 어떤 탐사에 속하는지 알 수 없다.

표 1 와 표 2에는 각 대상의 식별 번호, 적도 좌표, g 밴드 등급(m_g) 및 오차(err m_g)가 나란히 주어져 있다.

(a) (5점) 이 표들에서, 어떤 탐사(SDSS 또는 DES)자료가 표 1이고 어떤 탐사가 표 2인가? 두 탐사는 검출기 반응 (detector response), 노출 시간 및 관측 장소 조건 측면에서 동등하다고 가정하시오.

(b) (35점) 표에 있는 데이터를 이용하여, Graph 1로 표시된 반로그(semi-log) 모눈종이에 x축에는 등급(m_g)을 (선형 스케일로), y축에는 등급 오차(err m_g)를 (로그 스케일로) 표시하여 그래프를 그려라. 각 데이터셋에 대한 기울기 A와 y절편 B를 추산하여라. 관련 오차를 계산할 필요는 없다.

(c) (5점) 신호 대 잡음 비((S/N)는 대략 등급 오차의 역수이다, $S/N \approx 1/(\text{err } m_g)$. 위 문제에서 계산한 선형 맞춤(linear fit)을 사용할 경우, $m_g = 21.5$ mag 일 때 각 탐사에서 획득한 S/N은 얼마인가?

(d) (15점) 표 1의 천체가 표 2에 있는 천체에 대해 1 arcsec 범위 안에 있다면 동일한 천체라고 여길 수 있다. 이제 각 탐사 자료의 RA와 Dec를 검토하여 동일한 천체들을

찾고, 두 탐사의 매칭된 아이디인, ID_1 과 ID_2를 포함하는 새로운 표를 작성하시오.

(e) (15점) 문제 (d)에서 만든, 매칭된 표(matched table)를 사용하여 각 탐사의 g-밴드 등급을 각각에 대해 플롯하시오. 표 1을 x-축, 표 2를 y-축으로 설정하여 Graph 2로 표시된 밀리미터(선형) 그래프 용지에 그래프를 그리십시오. 각 점에 대해 (2σ 불확실도로 알려진) err m_g의 **두 배**(**double** err m_g)를 활용하여 수평 및 수직 방향으로 오차 막대를 그리시오. 여러분의 그래프로부터, 두 탐사 간의 측광학적 보정(photometric calibration)에 적합한 별들을 찾고 그들의 ID들을 표 1에서 표시하시오.

표 1					**표 2**				
ID_1	RA	Dec	m_g	err m_g	ID_2	RA	Dec	m_g	err m_g
	(deg)	(deg)	(mag)	(mag)		(deg)	(deg)	(mag)	(mag)
1	0.047255	0.000406	21.7649	0.0120	1	0.006167	0.066874	21.9020	0.0576
2	0.064741	0.021568	21.1111	0.0067	2	0.018660	0.007450	21.8039	0.0529
3	0.064911	0.026395	21.3931	0.0084	3	0.047853	0.061487	21.3007	0.0418
4	0.098343	0.054871	21.3934	0.0088	4	0.050870	0.015659	21.1678	0.0388
5	0.022256	0.039129	21.9933	0.0157	5	0.051270	0.020812	21.2524	0.0401
6	0.006188	0.066928	21.5490	0.0088	6	0.057414	0.075999	21.8884	0.0578
7	0.083945	0.074259	21.9395	0.0126	7	0.064745	0.021583	21.3634	0.0422
8	0.076715	0.079496	21.4808	0.0089	8	0.064910	0.026419	21.6428	0.0488
9	0.057422	0.076006	21.8897	0.0127	9	0.071102	0.091058	21.9259	0.0751
10	0.024412	0.087688	21.8341	0.0126	10	0.074946	0.002792	21.3258	0.0410
11	0.044723	0.091782	21.8868	0.0172	11	0.076709	0.079474	21.5303	0.0476
12	0.071089	0.091053	21.4390	0.0098	12	0.092635	0.077395	21.6995	0.0513
					13	0.098343	0.054854	21.6542	0.0499
					14	0.099332	0.093711	21.8802	0.0577