

슬릿 카메라를 이용한 분광 관측의 이해

Hye-In Lee¹

¹*School of Space Research, Kyung Hee University*



제 2회 우주 광학 및 비선형 광학 융합 워크숍
(The second Inter-laboratory Workshop on Astronomical Optics and Applied Optics)

Contents

1. Introduction

- Spectroscopic Observation
- Pointing for Spectrograph
- Guiding

2. IGRINS

- Slit Camera System in IGRINS
- Optical Design

3. Observation Requirement for Slit Spectrometer

4. Summary



1. Introduction



Spectroscopic Observation

- 우주를 이해하는데 가장 기본이 되는 것은 '관측'.
- 관측은, 천체로부터 일정한 시간 동안 얻은 빛의 양을 측정하는 것.
- 분광 관측은 왜 하는가?
빛의 화학 조성을 통해 천체의 정보를 알 수 있으므로
- 분광 관측에서 효율성을 고려한다면, Pointing과 Guiding을 동시에 할 수 있도록 FOV (Field Of View)의 일부 혹은 전체를 Guide View로 활용할 수 있다.
- 천체 분광 관측의 3대 요소
 1. Identifying: 대상을 정확히 확인할 수 있는가
 2. Centering: Slit 안으로 얼마나 많은 photon을 넣을 수 있는가
 3. Guiding: 얼마나 긴 노출로 스펙트럼을 얻을 수 있는가



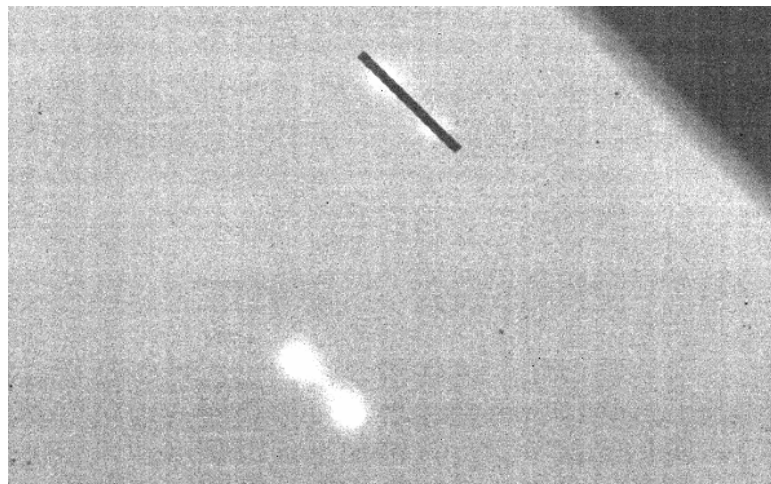
Pointing for Spectrograph

- Pointing은 관측하고자 하는 천체에 망원경을 가져가는 것.
- 분광기에서의 Pointing은 Slit 안에 바로 천체를 가져다 놓을 경우, Slit에 가려져 위치를 확인하기 어렵기 때문에, 관측 전에 위치를 확인하기 위한 과정이 필요하다.
 1. 망원경을 제어하는 프로그램 (Telescope Control System, TCS)에, 해당 천체의 위치 값을 입력한다.
 2. FOV를 촬영.
 3. 천체를 확인하고, Slit 주변으로 천체를 가져가기 위해, Slit 주변에 Reference Position (RP)를 정의한다.
 4. 천체를 Slit주변의 RP로 가져다 놓는다.
 5. Archive Data를 통해 Map을 확인.
 6. RP에 있는 천체를 Slit으로 이동.



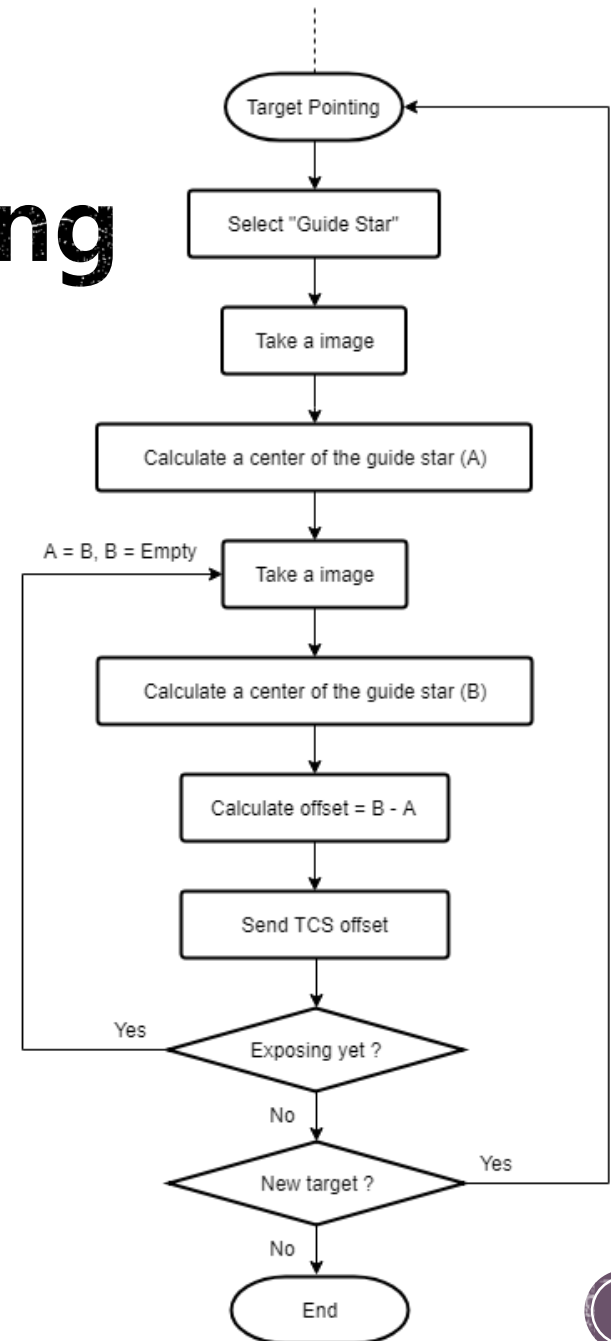
Guiding

- 지구의 자전과 대기의 요동에 의한 영향으로 망원경은 관측하고자 하는 천체를 따라가고, 지속적인 빛의 양을 확보하기 위해 요동에 따른 움직임도 함께 따라가야 한다.
- 관측의 결과는 날씨나 시스템의 영향 외에도, 얼마나 정확한 Guiding을 하는지도 영향을 받는다.
- 관측용 카메라 외에 Guiding을 위한 카메라가 추가로 필요.



Flow Chart for guiding

1. 관측 대상 Pointing
2. Guide star 선택
3. Guide star가 있는 FOV 촬영
4. Guide star의 중심값을 계산 (A)
5. Guide star가 있는 FOV 촬영
6. Guide star의 중심값을 계산 (B)
7. Offset = B - A 계산
8. 이 Offset을 TCS에 보내어 망원경을 보정한다.
9. 관측하는 천체를 필요한 노출시간 동안 촬영하는 동안, 5-8번 반복한다.



2. IGRINS



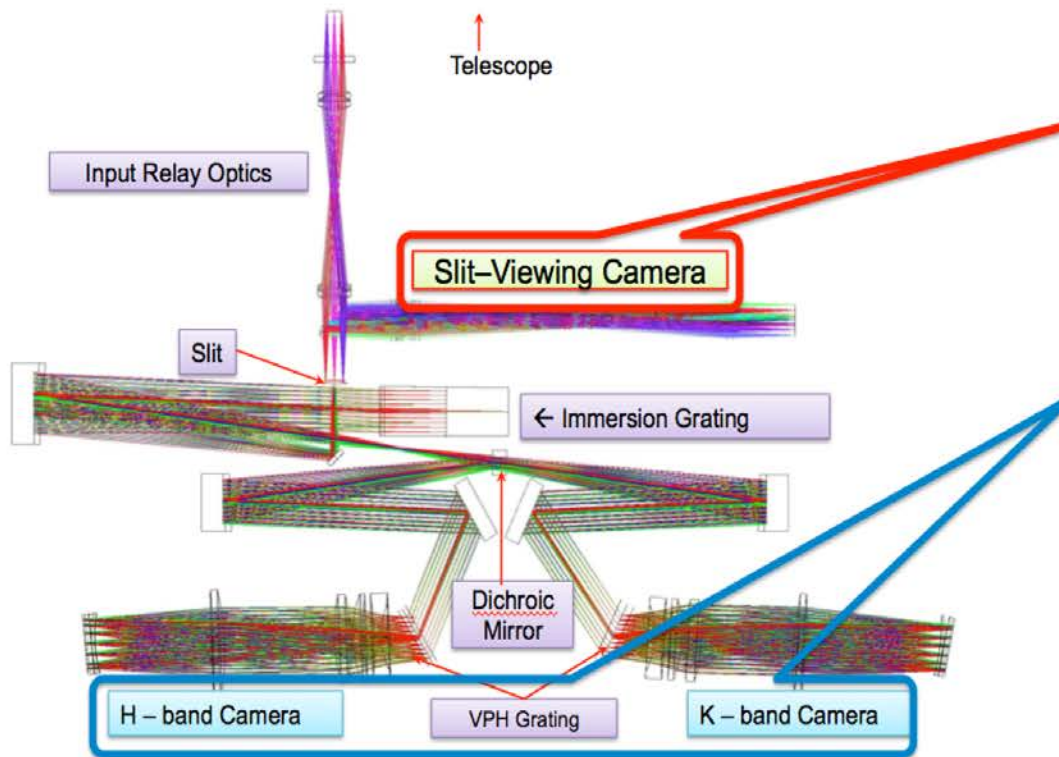
Slit Camera System in IGRINS

- 미국 텍사스 주 McDonald Observatory 2.7m 망원경에, 적외선 고분산 분해능(45,000) 분광기인 IGRINS (Immersion GRating Infrared Spectrograph) 장착.
- 분광기의 여러 시스템들을 제어하는 Package들이 있으며, 그 중에서도 Slit Camera Package (SCP) 에서 Pointing과 Guiding이 이루어진다.



Optical Design of IGRINS

• Optical Design



• SCP & DTP of IGRINS

1. Slit Camera Package(SCP)

- Acquisition of the target on the slit.
- I R auto-guiding.

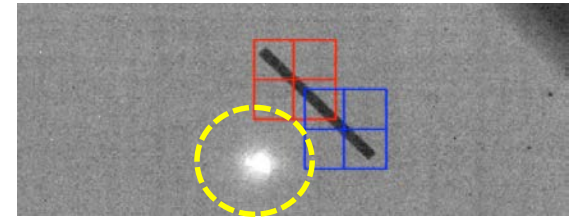
2. Data Taking Package(DTP)

- Taking images from H-band, K-band detectors.
- Control various observing modes.



3. Observation Requirement for Slit Spectrometer



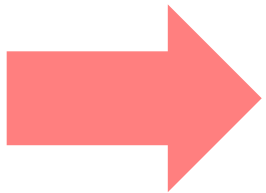


- **Target Centering**

- Reference position
(Yellow dashed line)
- Sending a target in the defined box (Red, Blue box)

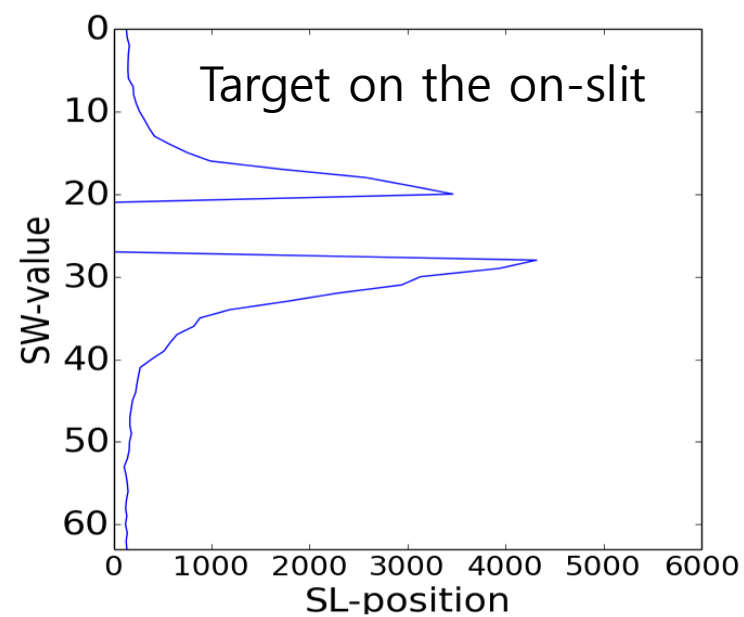
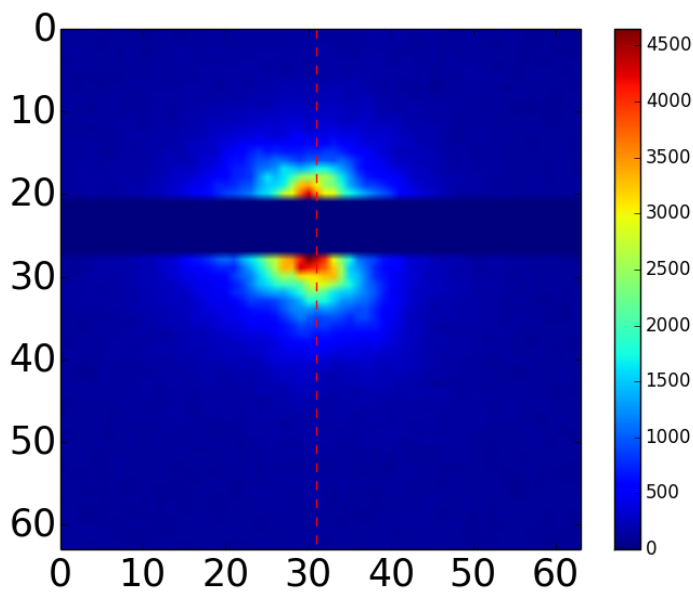
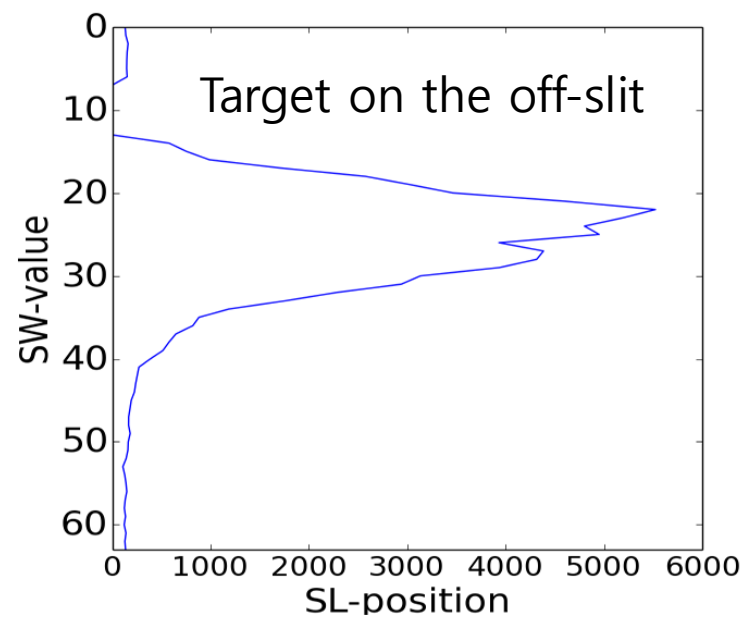
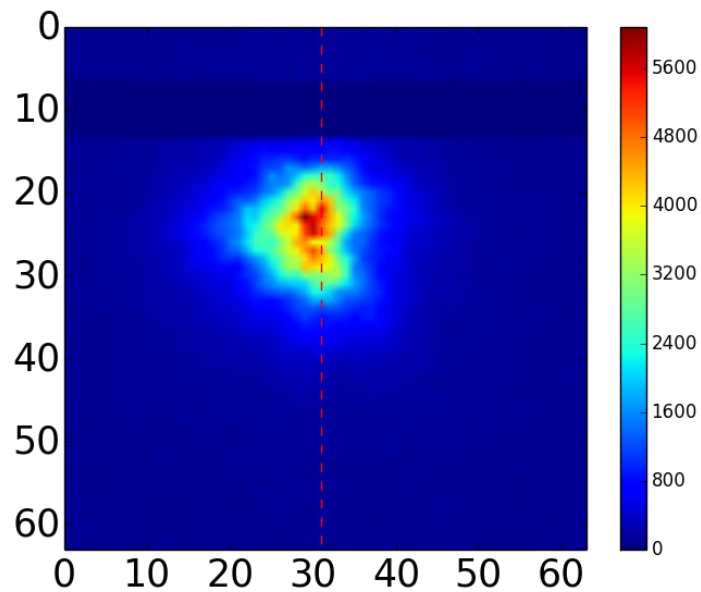
- **Auto-Guiding**

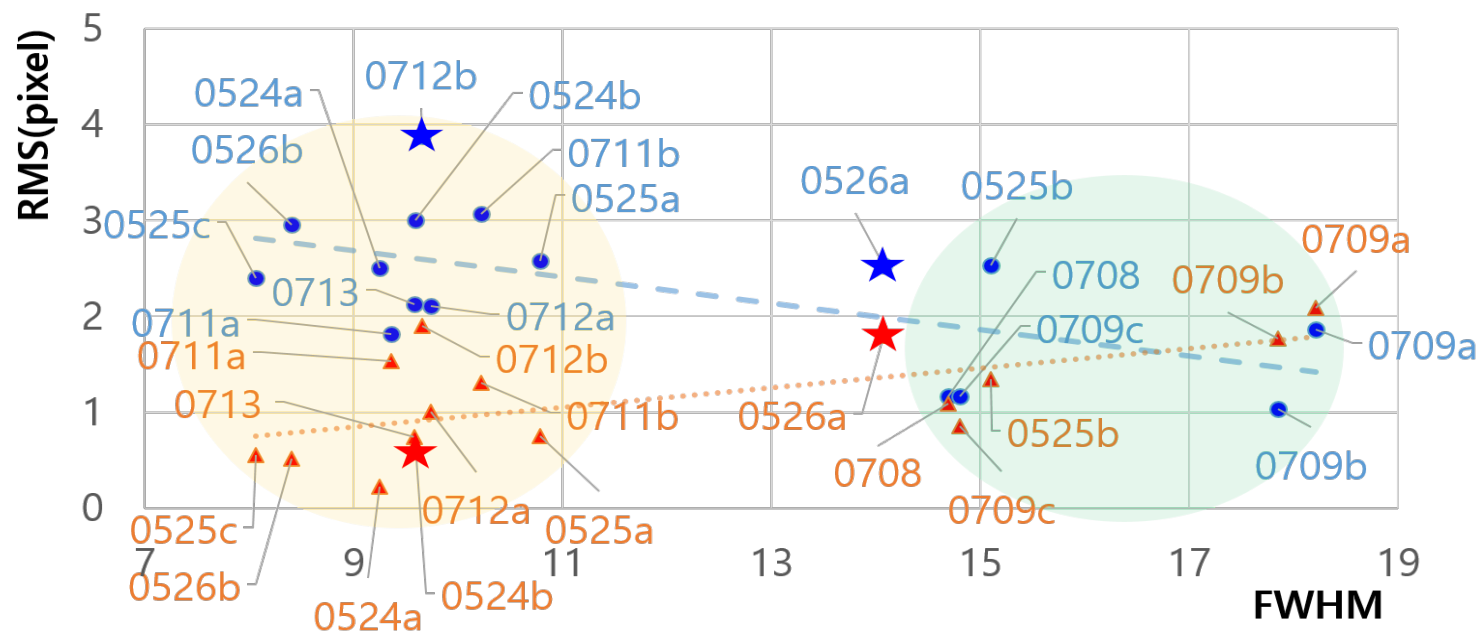
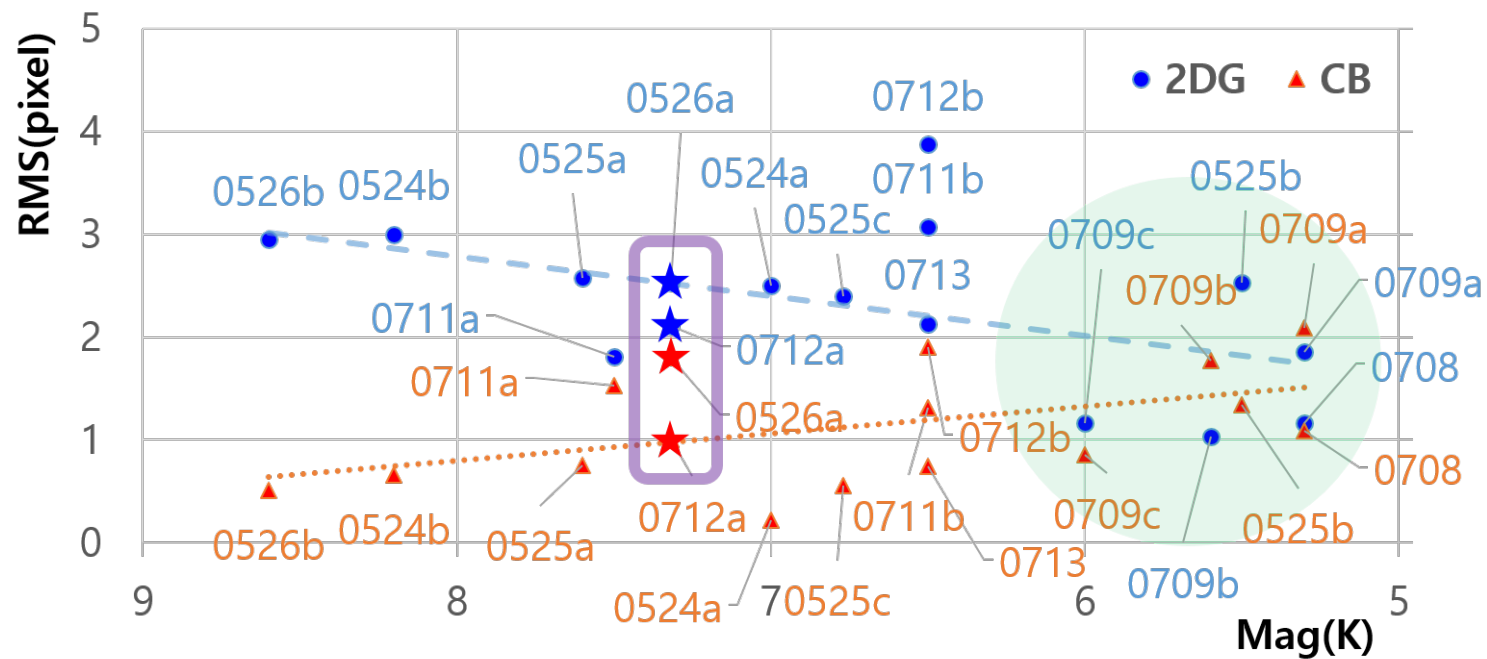
- On-Slit Guiding: No point source besides the target
- Off-Slit Guiding: General guiding method



We need a "Center Fitting Algorithm" on the slit.









4. Summary

- 분광 관측에서는 Slit에 천체가 가려지는 상태에서 노출을 주어 관측을 해야 하므로, 이를 위해 효율성을 고려한 관측 Operation이 필요하다.
- 분광 관측을 위한 중요한 요소는 Identifying, Centering, Guiding이라고 말할 수 있다.
- 적외선 고분산 분해능 분광기인 IGRINS에서, Slit Camera System 을 제어 하는 Slit Camera Package 를 통해 Reference Position, On/Off Slit Guiding을 이용한 효율적인 관측을 Operation하였다.
- On Slit Guiding을 위한 Center Finding Algorithm을 개발하여 적용하였고, 그 성능 평가를 위해 Simulation을 수행하였다. 일반적으로 사용되는 Fitting Algorithm인 2D Gaussian Fitting보다 더 좋은 결과를 보여주었다.

Thank you:)

