

Determinación de la velocidad radial de una estrella mediante el análisis del corrimiento Doppler

Juan José Bustamante Guiral — CC. 1023627361

Camilo Nuñez Rodriguez — CC. 1027400583

Descripción del Problema

Para comprender las características físicas de las estrellas, es esencial estudiar su espectroscopia. Determinar la velocidad radial de un objeto, es decir, la velocidad a la que se aleja o se acerca a nosotros, es una de las aplicaciones más significativas. Esta velocidad puede deducirse midiendo el desplazamiento de las líneas espectrales, conocido como efecto Doppler.

Este proyecto analizará un espectro sintético o real (a partir de un conjunto de datos astronómicos) para hallar la correlación Doppler de líneas espectrales características (como la $H\alpha$ del átomo de hidrógeno) y determinar la velocidad radial correspondiente. Para ello, se utilizarán técnicas de interpolación para ajustar la curva espectral, técnicas de derivación para encontrar localizaciones máximas y técnicas de cálculo de errores para estimar la incertidumbre de la medida.

Ecuación relevante (efecto Doppler para la luz):

$$v = c \cdot (\lambda_{\text{obs}} - \lambda_{\text{rest}}) / \lambda_{\text{rest}}$$

Donde:

- v es la velocidad radial de la estrella.
- c es la velocidad de la luz.
- λ_{obs} es la longitud de onda observada.
- λ_{rest} es la longitud de onda de reposo.

Objetivo general

Estimar computacionalmente la velocidad radial de una estrella a partir de su espectro usando métodos numéricos.

Objetivos específicos

- Interpolarse el espectro para obtener una curva continua.
- Identificar los picos de absorción mediante derivación.
- Calcular el corrimiento Doppler y deducir la velocidad radial.
- Estimar la incertidumbre del resultado mediante análisis de errores.

Conceptos a aplicar

- Interpolación de datos: para convertir el espectro discreto en una función continua.
- Derivación numérica: para localizar las posiciones exactas de los mínimos (líneas de absorción).
- Cálculo de errores: para estimar la precisión de la medición.
- Aplicación de fórmulas físicas (efecto Doppler) para obtener la velocidad.

Metodología (Enfoque Computacional)

- Se obtendrá un espectro estelar real (por ejemplo del programa Sloan Digital Sky Survey) o simulado.
- Se interpolarán los datos del espectro usando el método más adecuado según los vistos (`scipy.interpolate`).
- Se calculará la derivada para localizar los mínimos del espectro (`numpy.gradient`).
- Se determinará el corrimiento Doppler de una línea conocida comparando λ_{obs} con λ_{rest} .
- Se calculará la velocidad radial con la fórmula del efecto Doppler y su error asociado.
- Se graficará el espectro original, la curva interpolada y los puntos clave.

Bibliotecas a utilizar:

- SciPy
- Numpy
- Matplotlib
- Pandas.

Resultados Esperados

- La estimación de la velocidad radial de una estrella.
- Gráfica del espectro con las líneas de absorción detectadas.
- Tabla con las posiciones de las líneas, corrimiento y velocidades calculadas.
- Análisis de la incertidumbre en la medición.

Estos resultados se presentarán mediante gráficos, tablas y una presentación del proceso seguido.

Referencias

1. Carroll, B. W., & Ostlie, D. A. (2017). An Introduction to Modern Astrophysics. Pearson.
2. Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Spectral Database. <https://www.sdss.org>
3. SciPy Documentation. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/>