

Inversión de los parámetros de Stokes mediante modelos de Inteligencia artificial

Los métodos de inversión de parámetros de Stokes son una de las herramientas básicas para el estudio de la atmósfera solar. Estos métodos nos permiten obtener las magnitudes termodinámicas y electrodinámicas que caracterizan el comportamiento físico de las diferentes capas superficiales del sol, entre las que se encuentran la fotosfera y la corona. El conocimiento de estas magnitudes nos brinda información física que se puede estudiar para comprender distintos fenómenos solares, como los flares, los CMEs y el calentamiento de la corona, entre otros. Los algoritmos de inversión de los parámetros de Stokes se aplican a los datos obtenidos por diversos instrumentos espectropolarimétricos que realizan mediciones en diferentes longitudes de onda de los parámetros de Stokes. Entre los instrumentos de medición espectropolarimétrica se encuentran misiones como HINODE y SDO/HMI, junto con la llegada de nuevos y más avanzados instrumentos que nos ofrecerán una mayor resolución espectral, espacial y temporal.

Gracias al desarrollo de herramientas avanzadas para la observación solar, como el nuevo telescopio DKIST, se está generando una gran cantidad de datos que requieren análisis complejos y prolongados. Por ejemplo, los códigos de inversión necesarios para analizar las propiedades de la atmósfera solar pueden ser extremadamente sofisticados, teniendo en cuenta las posibles suposiciones sobre la composición atmosférica, el comportamiento termodinámico y la interacción de la radiación con la atmósfera, lo que conlleva tiempos de procesamiento prolongados y una mayor exigencia de recursos computacionales, además de la significativa huella de carbono asociada. Este desafío exige métodos innovadores para desarrollar algoritmos de inversión que utilicen técnicas modernas de procesamiento de datos y las unidades de procesamiento más avanzadas, como las GPU.

En este contexto, aprovechando el auge de la inteligencia artificial, nos hemos enfocado en crear un modelo de aprendizaje profundo basado en redes neuronales convolucionales unidimensionales. Este modelo explora la distribución de propiedades termodinámicas y magnéticas a lo largo de la altura óptica de la atmósfera solar. Para validar estos algoritmos, hemos seleccionado la fotosfera solar en el centro del disco durante periodos de S_o en calma. Los datos utilizados para entrenar nuestras redes neuronales fueron generados con el código de simulación magnetohidrodinámica (MHD) MURaM y el código de transferencia radiativa NLTE NICOLE. Los resultados preliminares de nuestro enfoque han conducido a un método de inversión estratificado que, en comparación con los algoritmos numéricos tradicionales que pueden tardar semanas, ofrece tiempos de entrenamiento de solo minutos y tiempos de generación de unos pocos segundos, produciendo resultados que coinciden de manera efectiva con los datos sintéticos.

Nivel de formación

Maestría

Autor primario: AGUDELO ORTIZ, Juan Esteban (Universidad Nacional de Colombia)

Coautores: Sr. MORALES SUAREZ, Germain Nicolás (Universidad Nacional de Colombia); Dr. VARGAS DOMÍNGUEZ, Santiago (Universidad Nacional de Colombia); Dr. SHELYAG, Sergiy (Flinders University)

Presentador: AGUDELO ORTIZ, Juan Esteban (Universidad Nacional de Colombia)