UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-024-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Clasificación de aerosoles y nubes mediante imágenes obtenidas con ceilómetros aplicando técnicas de Deep Learning

Descripción general (resumen y metodología):

La correcta detección y análisis de nubes y aerosoles en la atmósfera es crucial para la comprensión de diversos fenómenos meteorológicos y climáticos. Los ceilómetros son instrumentos que miden la retrodispersión de la luz en la atmósfera a una longitud de onda y detectan múltiples capas de nubes y aerosoles (Cazorla et al., 2017). La interpretación y análisis de los datos generados por los ceilómetros presentan grandes desafíos, debido a la necesidad de identificar de forma precisa y automática la altura de las nubes y capas de aerosol. La señal de los ceilómetros puede representarse en mapas de color que a su vez pueden convertirse a imágenes. El ceilómetro mide de forma automática las 24 horas del día y genera una cantidad ingente de información. La inteligencia artificial ha demostrado su potencial para abordar problemas de big data. En este trabajo se abordará la clasificación y segmentación de las imágenes del ceilómetro con Deep Learning (DL), mediante Redes Neuronales Convolucionales (CNN) entrenadas bajo el paradigma de aprendizaje supervisado (He et al., 2017). Sin embargo, uno de los mayores retos asociados a estos modelos es la necesidad de disponer de grandes conjuntos de datos anotados para alcanzar altas precisiones en sus predicciones.

Este trabajo tiene como objetivo principal optimizar el proceso de etiquetado y entrenamiento, mejorando la eficiencia y precisión en la identificación de nubes y aerosoles a partir de las imágenes generadas por los ceilómetros (Herrero del Barrio et al., 2024). La implementación de esta metodología no solo facilitará el análisis de datos atmosféricos, sino que también contribuirá al avance en el uso de tecnologías de inteligencia artificial en meteorología y climatología. Al automatizar y perfeccionar el proceso de segmentación y clasificación de imágenes de ceilómetros, se espera que los resultados obtenidos puedan ser utilizados para mejorar modelos predictivos y estudios atmosféricos a gran escala.

En el presente estudio se propone generar una base de datos de imágenes basadas en el instrumento de teledetección ceilómetro Lufft CHM15k Nimbus. Este instrumento mide 24/7 a 1064 nm, por lo que se pueden generar mapas de color para cada día, que posteriormente se convertirían en imágenes para ser procesadas por diferentes técnicas de DL. Por tanto, se hará uso de bases extensas de datos (más de 10 años) con medidas del ceilómetro localizado en el Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía (IISTA), en el entorno urbano de Granada.

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

En este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

- Generar una base de datos de imágenes a partir de la señal del ceilómetro.
- Etiquetar una parte de las imágenes generadas en el paso previo.
- Aplicar técnicas de Deep Learning para clasificar los elementos de la atmósfera en nubes, aerosol y zona molecular.

Para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo, se propone el desarrollo de una **metodología** para automatizar el proceso de etiquetado y análisis de las señales medidas por los

ceilómetros. Inicialmente, se generarán quicklooks o mapas de color a partir de los datos recogidos por estos dispositivos. Estas imágenes servirán como base para la identificación y etiquetado de nubes y aerosoles. Posteriormente, se utilizarán estos datos etiquetados para entrenar una red neuronal, aplicando técnicas avanzadas de Deep Learning (DL) con segmentación. Por último, se validarán los elementos de la atmósfera clasificados por el método de DL con los productos del ceilómetro como la altura de la capa de aerosoles o nubes.

Bibliografía básica:

Cazorla, A., Casquero-Vera, J. A., Román, R., Guerrero-Rascado, J. L., Toledano, C., Cachorro, V. E., Orza, J. A. G., Cancillo, M. L., Serrano, A., Titos, G., Pandolfi, M., Alastuey, A., Hanrieder, N., & Alados-Arboledas, L. (2017). Near-real-time processing of a ceilometer network assisted with sun-photometer data: monitoring a dust outbreak over the Iberian Peninsula. In Atmospheric Chemistry and Physics (Vol. 17, Issue 19, pp. 11861–11876). Copernicus GmbH. https://doi.org/10.5194/acp-17-11861-2017

He, K., Gkioxari, G., Dollar, P., & Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. In 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). IEEE. https://doi.org/10.1109/iccv.2017.322

Herrero del Barrio, C., Román, R., González, R., Cazorla, A., Herreras-Giralda, M., Antuña-Sánchez, J. C., Molero, F., Navas-Guzmán, F., Serrano, A., Obregón, M. Á., Sola, Y., Pandolfi, M., Herrero-Anta, S., González-Fernández, D., Muñiz-Rosado, J., Mateos, D., Calle, A., Toledano, C., Cachorro, V. E., & de Frutos, Á. M. (2024). CAECENET: An automatic system processing photometer and ceilometer data from different networks to provide columnar and vertically-resolved aerosol properties. Copernicus GmbH. https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-581

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ALBERTO CAZORLA CABRERA

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: cazorla@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: Ana del Águila Pérez

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: anadelaguila@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: