

Capítulo III

Entorno de ejecución

3.1 Software, hardware y librerías

Para realizar este trabajo, han sido necesarias las siguientes herramientas de software:

- **FreeFem++:** es un código de software libre que sirve para resolver problemas de ecuaciones en derivadas parciales mediante el uso de elementos finitos. Se ha utilizado para generar las bases de datos correspondientes a las termografías y para implementar la derivada topológica y generar las bases de datos correspondientes a las derivadas topológicas.
- **Paraview 5.8.0:** es una aplicación de código libre para interacción y visualización científica. Se ha utilizado para ilustrar los resultados de los experimentos.
- **Spyder:** es un entorno de desarrollo integrado (IDE) de código abierto para programación en el lenguaje Python. Se ha utilizado para crear las redes neuronales artificiales y las gráficas de los datos resultantes.
- **CeSVima:** consiste en un centro de supercomputación situado en Madrid que alberga el superordenador Magerit. En los trabajos [1] y [2], se ha utilizado tanto para la realización del experimento termográfico, en sus diferentes configuraciones, como para las derivadas topológicas. Y en este TFG se ha utilizado como nube para almacenar dichos datos.
- **Google Colaboratory:** se trata de un entorno de desarrollo integrado basado en Jupyter que sirve para escribir y ejecutar código de Python en la nube. Como recurso computacional, utiliza los servidores de Google, incluidas GPUs. En este trabajo se ha utilizado como herramienta fundamental para el entrenamiento de las redes neuronales.

Uno de los principales problemas del proyecto ha sido la carencia de potencia computacional cuando se utiliza CPUs para el entrenamiento de las redes, por ello, se ha decidido trabajar con GPUs en este proyecto. Las GPUs son procesadores compuestos por muchos núcleos pequeños que resultan muy prácticos a la hora de realizar multiplicaciones matriciales como el caso del entrenamiento de redes neuronales. Por lo

tanto, las GPUs tienen la capacidad de mejorar el tiempo de entrenamiento de las redes neuronales hasta en dos órdenes de magnitud. Es por ello que Google Colaboratory ha sido fundamental en este TFG, puesto que ha solventado esta carencia computacional.

El entorno de ejecución de Google Colaboratory no tiene incorporada una GPU por defecto y ésta necesita ser activada de manera manual en la pestaña “Entorno de ejecución”, “Cambiar entorno de ejecución” y elegir “GPU”. La GPU asignada es la Nvidia Tesla K80 con 4992 núcleos CUDA y con un rendimiento de 2,91 teraplops en operaciones de precisión doble [11]. Hay que tener en cuenta que la librería utilizada para el entrenamiento de nuestra red neuronal es Tensorflow, por lo que las únicas GPU compatibles son las de Nvidia con núcleos CUDA [12].

En cuanto a las librerías de Python utilizadas, se encuentran las siguientes:

- Numpy 1.16.5
- Pandas 0.25.1
- Matplotlib 3.1.1.
- Time
- Math
- Pickle
- Os
- Tensorflow 2.1.
- Keras 2.3.1.
- Sklearn