

Redes neuronales convolucionales

Inteligencia Artificial – Ingeniería del Software

Curso 2019/2020

Propuesta de trabajo

Álvaro Romero Jiménez

1. Introducción y objetivos

Las redes neuronales convolucionales son un tipo de red neuronal artificial que usa una arquitectura especial adaptada especialmente bien a las tareas de clasificación de imágenes digitales. Partiendo de una imagen de mapa de bits como entrada, estas redes usan capas especiales que les permiten identificar elementos de la imagen, desde líneas o curvas simples en las primeras capas, hasta formas complejas en las capas más profundas. Estos elementos identificados se utilizan como atributos que posteriormente permiten clasificar la imagen mediante una red neuronal artificial tradicional.

Existen muchas bibliotecas de Python que permiten trabajar con redes convolucionales. Una de las más populares, y la que se pide usar en este trabajo, es Keras. Esta biblioteca facilita realizar prototipados rápidos de redes neuronales, admite distintos tipos de redes, entre ellas las convolucionales, y se puede ejecutar sin problemas en CPUs y GPUs.

El **objetivo principal** de esta propuesta es construir una red convolucional que resuelva de la mejor manera posible una tarea de clasificación de imágenes específica.

Para ello será necesario alcanzar los siguientes **objetivos específicos**:

1. Entender el funcionamiento de las redes convolucionales y su aplicación a tareas de clasificación de imágenes.
2. Aprender a usar la biblioteca Keras.
3. Construir distintas redes convolucionales que mejoren cada vez su rendimiento sobre la tarea de clasificación de imágenes planteada.
4. Conocer, comprender y aplicar distintas técnicas de regularización para redes neuronales, que eviten el sobreajuste de estas a los datos de entrenamiento.
5. Seleccionar, de entre todas las redes construidas, la que se considere que generaliza mejor.

6. Documentar el trabajo realizado usando un formato de artículo científico.
7. Realizar una presentación (PDF, PowerPoint o similar) de los resultados obtenidos.

2. Descripción del trabajo

A continuación se describe con más detalle cómo debe llevarse a cabo el trabajo.

Metodología

Para la consecución de los dos primeros objetivos específicos, se debe estudiar con detalle el libro *Deep Learning. Introducción práctica con Keras* (la primera parte completa y los capítulos 5 y 6 de la segunda parte). Este libro en español se encuentra disponible en abierto: primera parte y segunda parte. Otro recurso que puede ser de utilidad es el libro, también en abierto, pero esta vez en inglés, *Neural Networks and Deep Learning*.

A cada grupo de trabajo se le propondrá una tarea de clasificación de imágenes y se le proveerá de un conjunto de imágenes con el que trabajar. Ese conjunto estará dividido en un subconjunto de entrenamiento (`train`) y un subconjunto de validación (`val`) y las imágenes estarán organizadas de manera adecuada, ya clasificadas en distintas subcarpetas.

Se debe proceder, entonces, a construir distintas redes convolucionales, entrenarlas a partir del subconjunto de entrenamiento y estimar su rendimiento sobre el subconjunto de validación. La medida a usar para ello deberá ser la precisión (*accuracy*, en inglés), es decir, la fracción de imágenes correctamente clasificadas.

Como se podrá comprobar, el entrenamiento de los modelos construidos es costoso, tanto computacional como temporalmente. Es por ello que se recomienda:

- Para depurar más fácilmente los posibles problemas que surjan, antes de entrenar una red con el conjunto completo de datos hacerlo con un subconjunto reducido del mismo. Para ello puede resultar útil la biblioteca `split-folders` de Python.
- En lugar de trabajar en un ordenador local, hacerlo en Google Colaboratory. Este es un servicio de alojamiento de cuadernos de Jupyter que no requiere configuración para usarlo y brinda acceso gratuito a recursos computacionales, incluidas GPUs y TPUs. Además, muchas de las bibliotecas de Python usadas para el aprendizaje automático, incluida Keras, ya están preinstaladas en este entorno.

Modelos

Se deben construir **al menos tres** redes convolucionales, aunque pueden ser más. Dos de las redes construidas deben tener una arquitectura esencialmente distinta. Dos de las redes construidas deben tener la misma arquitectura, pero deben diferir en el uso o no de técnicas de regularización.

La finalidad de construir varios modelos estriba en disponer de diferentes opciones entre las que elegir aquella red que se piense que generaliza mejor. Esta capacidad de generalización es lo que se estima mediante el subconjunto de validación a la hora de entrenar la red.

Hay que tener cuidado, sin embargo, en no sobreajustarse a ese subconjunto de validación. Es por ello que, de entre todas las redes construidas, se deberá seleccionar una para ser evaluada sobre un subconjunto de prueba reservado aparte por el profesor y que no se proporcionará al grupo de trabajo. El resultado obtenido influirá en la evaluación del trabajo, tal y como se explica en la sección 3.

Documentación y entrega

El trabajo deberá documentarse siguiendo un formato de artículo científico, con una **extensión mínima de 6 páginas**. En la página web de la asignatura se pueden encontrar plantillas donde se sugiere una estructura general. Estas plantillas siguen el formato de los *IEEE conference proceedings*, cuyo sitio web guía para autores ofrece información más detallada. El documento entregado deberá estar en formato PDF. Se valorará el uso del sistema \LaTeX .

En el caso concreto de este trabajo, la memoria deberá al menos incluir: introducción; descripción del funcionamiento de las redes convolucionales y de las técnicas de regularización empleadas; descripción de los modelos construidos, explicando las dificultades encontradas y las decisiones de diseño adoptadas para abordarlas; descripción de los resultados alcanzados; conclusiones; bibliografía. **En ningún caso debe incluirse código en la memoria.**

La entrega del trabajo consistirá de **un único fichero zip** conteniendo la memoria del trabajo, el código implementado (ficheros py o cuadernos de Jupyter) y un fichero h5 por cada modelo construido (obtenidos usando adecuadamente el método save de cada modelo).

Presentación y defensa

Como parte de la evaluación del trabajo se deberá realizar una defensa del mismo, para lo que se citará a los alumnos de manera conveniente.

El día de la defensa se deberá realizar una pequeña presentación (PDF, PowerPoint o similar) de 10 minutos en la que participarán activamente todos los miembros del grupo que ha desarrollado el trabajo. Esta presentación deberá seguir a grandes rasgos la misma estructura que la memoria del trabajo, haciendo especial mención a los resultados obtenidos y al análisis crítico de los mismos. Se podrá usar un portátil (personal del alumno), diapositivas y/o pizarra.

En los siguientes 10 minutos de la defensa, el profesor procederá a realizar preguntas sobre el trabajo, que podrán ser tanto de la memoria como del código fuente.

3. Evaluación del trabajo

Para que el trabajo pueda ser evaluado, se deben haber construido al menos las tres redes convolucionales exigidas. Además, es imprescindible asegurarse que todos los modelos proporcionados (en un fichero h5 cada uno) puedan cargarse sin errores (usando la función `load_model` de Keras).

Para la evaluación del trabajo se tendrán en cuenta los siguientes criterios, considerando una nota total máxima de 3 puntos:

- *Memoria del trabajo* (hasta 0.75 puntos): se valorará la claridad de las explicaciones, el razonamiento de las decisiones, el análisis y presentación de resultados y el correcto uso del lenguaje. La elaboración de la memoria debe ser original, por lo que no se evaluará el trabajo si se detecta cualquier copia del contenido.
- *Código fuente* (hasta 0.75 puntos): se valorará la claridad y buen estilo de programación, corrección y eficiencia de la implementación y calidad de los comentarios. El código debe ser original, por lo que no se evaluará el trabajo si se detecta código copiado o descargado de internet.
- *Modelo seleccionado* (hasta 0.75 puntos): se valorará, tanto de manera absoluta como comparativamente con el resto de trabajos, el comportamiento de la red seleccionada sobre el conjunto de imágenes de prueba reservado. **El modelo seleccionado final debe estar claramente indicado y debe poder cargarse correctamente**, en caso contrario este criterio se valorará con 0 puntos.
- *Presentación y defensa* (hasta 0.75 puntos): se valorará la claridad de la presentación y la buena explicación de los contenidos del trabajo así como, especialmente, las respuestas a las preguntas realizadas por el profesor.

IMPORTANTE: cualquier plagio, compartición de código o uso de material que no sea original y del que no se cite convenientemente la fuente, significará automáticamente la calificación de cero en la asignatura para todos los alumnos involucrados. Por tanto, a estos alumnos no se les conserva, ni para la actual ni para futuras convocatorias, ninguna nota que hubiesen obtenido hasta el momento. Todo ello sin perjuicio de las correspondientes medidas disciplinarias que se pudieran tomar.