
Aprendizaje Profundo

Práctica 3: Residual Neural Networks

4 de noviembre de 2025

Instrucciones

- **Fecha límite:** 24 de noviembre, 23:59.
- **Objetivos:** El objetivo en el dataset es **clasificar** cada evento como:
 - signal: evento compatible con la producción del bosón de Higgs.
 - background: evento sin interés físico especial.

Los objetivos de la práctica son:

1. Diseñar y entrenar una red neuronal residual lineal para un problema de clasificación binaria.
 2. Implementar un método de **fine-tuning eficiente** que permita adaptar el modelo a una variante del problema sin volver a entrenar todos los parámetros.
 3. Analizar las ventajas y limitaciones del método.
- **Conjunto de datos:** El **Higgs Boson Dataset** (CERN, 2014): <https://archive.ics.uci.edu/dataset/280/higgs>

Trabajo a realizar

1. (0.5 puntos) Descarga el dataset y preprocésalo.
 - Coge los primeros 2.000.000 de ejemplos para entrenar el modelo inicial.
 - Coge los últimos 500.000 para test.
 - Reserva el resto de ejemplos en un conjunto denominado **extra**.
2. (3 puntos) Crea la red neuronal con capas residuales.
 - Dentro de cada conexión residual debe haber al menos dos capas lineales.
 - Debe haber al menos dos conexiones residuales.
 - Se permite el uso de conexiones residuales tipo *DenseNet*.

Criterios de evaluación



- (-100 %) El tamaño de entrada y salida no coincide con los datos del problema.
- (-100 %) La red no compila.
- (-50 %) No se han incluido dos conexiones residuales.
- (-50 %) No se han incluido dos bloques residuales.
- (-100 % puntos) La función de coste no sirve para entrenar el problema tipo.

3. (3.3 puntos) Entrena la red sobre los datos del conjunto de entrenamiento. Analiza el resultado en el conjunto de test.
 - Se piden tres métricas: *Accuracy*, *Balanced Accuracy* y *F1 – Score*.

Criterios de evaluación



- (-100 %) No se ha entrenado la red correctamente, no se proporciona el resultado obtenido en el conjunto de test, y no se ha guardado la red entrenada.
- (-50 %) No se ha entrenado una red con los parámetros indicados en el ejercicio 1.
- (-25 %) No se han preprocesado los datos de entrada.
- (-50 %) No se ha entrenado la red sin hacer uso de la función `fit`, entrenando el modelo con un bucle de entrenamiento desde cero.
- (-20 %) Por cada métrica que no esté calculada.

4. (3.5 puntos) Entrena, mediante la técnica de fine-tuning, sobre el conjunto de datos **extra**, manteniendo fijos los pesos de la red entrenada en el punto anterior. Se utilizará un sistema de fine-tuning especial:

- a) (0.5 puntos) **Congela** todos los pesos del modelo base (no deben actualizarse).
- b) (1 punto) Para cada capa lineal entrenable, añade un **módulo de adaptación de baja dimensión**: Si la capa tiene pesos $W \in \mathbb{R}^{d_{out} \times d_{in}}$, añade dos matrices:

$$A \in \mathbb{R}^{r \times d_{in}}, \quad B \in \mathbb{R}^{d_{out} \times r}$$

donde r es pequeño ($r \ll \min\{d_{in}, d_{out}\}$). Inicializa A con valores aleatorios y B a 0.

Durante el paso hacia adelante:

$$y = (W + \alpha BA)x + b$$

Solo A y B deben tener gradientes; W se mantiene fijo. α es un valor entre 0 y 1, que suele ser bajo.

- c) (0.5 puntos) Entrena el modelo adaptado durante en el nuevo conjunto.
- d) (0.5 puntos) Evalúa y compara los resultados:
- Modelo base (sin adaptación)
 - Modelo con adaptación de baja dimensión
- e) (1 punto) Para hacer esta nueva red del mismo tamaño que la inicial, compacta W, A y B en una única matriz. Comprueba que el resultado sigue siendo el mismo.

Entrega



- Serán los mismos grupos de prácticas de las prácticas anteriores.
- Las instrucciones de envío son las mismas que para las prácticas anteriores.
- Se entregarán en el mismo assignment de Classroom que la P1 como uno o varios cuadernos nuevos. Puedes organizarlos en directorios si lo consideras necesario.
- Los ejercicios se desarrollarán utilizando **Jupyter Notebooks**.
- Se valorarán las explicaciones de los resultados:
 - El proceso está suficientemente detallado y las decisiones adoptadas están justificadas.
 - Los resultados se comentan e interpretan correctamente.