

Aprendizaje Profundo

Práctica 3: Residual Neural Networks

4 de noviembre de 2025

Instrucciones

- **Fecha límite:** 1 de diciembre, 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): **LAS PARTICIONES SE ENCUENTRAN EN EL CAMPUS VIRTUAL.**

Trabajo a realizar

1. (0.5 puntos) Descarga el dataset y preprocésalo.
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 incluído dos conexiones residuales.
- (-50 %) No se han incluído 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 (`higgs_train.pk1`). Analiza el resultado en el conjunto de test (`higgs_test.pk1`).

- 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` (`higgs_extra.pkl`), 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 entregará 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.