

# Introducción a TinyML con Keras y TensorFlow Lite

---

Robótica - Grado en Ingeniería de Computadores

Departamento de Sistemas Informáticos

E.T.S.I. de Sistemas Informáticos - Universidad Politécnica de Madrid

22 de octubre de 2023

---

License CC BY-NC-SA 4.0

# Introducción a TinyML

# ¿Qué es esto de TinyML?

---

El término se refiere a la implementación de modelos de aprendizaje automático (ML) en dispositivos de recursos limitados

- Vamos, en microcontroladores y otros dispositivos de hardware de baja potencia y poca memoria

El objetivo principal es llevar la inteligencia artificial *al borde*

- Es decir, a los dispositivos que interactúan con el mundo real, como robots, drones, wearables, etc.

TensorFlow Lite, Keras, y otros frameworks proporcionan las herramientas necesarias para desarrollar y desplegar modelos de ML en microcontroladores<sup>123</sup>

---

<sup>1</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157821003335>

<sup>2</sup> <https://analyticsindiamag.com/how-tensorflow-lite-fits-in-the-tinyml-ecosystem/>

<sup>3</sup> <https://www.tensorflow.org/lite/microcontrollers?hl=es-419>

# Importancia en el *edge computing*

---

Los modelos de ML en el *borde* tienen varias ventajas, entre las que destacan:

- **Latencia:** Pueden **procesar datos y tomar decisiones en tiempo real** sin depender de una conexión a un servidor centralizado
- **Privacidad:** Al procesar los datos localmente en el dispositivo, **pueden preservar la privacidad del usuario** ya que los datos sensibles no necesitan ser transmitidos
- **Conectividad:** Pueden **operar de manera efectiva incluso en entornos con conectividad limitada o nula**, algo crítico para muchas aplicaciones en tiempo real
- **Consumo de Energía:** Los microcontroladores son conocidos por su eficiencia energética, lo que **permite implementaciones de ML de baja potencia, extendiendo la vida útil** de la batería en dispositivos portátiles
- **Costo:** La computación en el borde puede **reducir los costos asociados con la transmisión de datos** y el procesamiento en la nube

# TensorFlow Lite (TFLite)

# ¿Qué es TensorFlow Lite?

Solución ligera de TensorFlow diseñada para dispositivos móviles y embebidos

- Permite la **inferencia en local**<sup>4</sup>, lo que mejora latencia, privacidad y eficiencia

Principales características:

- **Eficiencia de memoria:** Diseñado para usar solo algunos KiB de memoria
- **Independencia del sistema operativo:** No requiere compatibilidad con el sistema operativo, ni bibliotecas C o C++ estándar, ni asignación de memoria dinámica
- **Soporte para diversos microcontroladores:** P.ej. Arduino, ESP32, y otros basados en la arquitectura ARM Cortex-M
- **Herramientas** para la optimización del tamaño y rendimiento del modelo

Está **diseñado específicamente para ejecutar modelos de ML en microcontroladores** y otros dispositivos de recursos limitados

---

<sup>4</sup> Computación en el *borde* (edge computing).

# Flujo de trabajo con Keras y TensorFlow Lite

Keras es un API de alto nivel para redes neuronales escrita en Python

- Se ejecuta sobre TensorFlow (y soporta otros **backends** como Theano)

El flujo de trabajo para crear un modelo de ML con Keras y TensorFlow Lite es el siguiente:

1. **Entrenar** el modelo con Keras,
2. **Convertir** el modelo a TensorFlow Lite,
3. **Optimizar** el modelo para su uso en microcontroladores,
4. **Desplegar** el modelo en el microcontrolador<sup>5</sup>.

Keras para el desarrollo y TensorFlow Lite para la implementación facilitan el desarrollo de aplicaciones de TinyML

---

<sup>5</sup> <https://stackoverflow.com/questions/68132431/load-tensorflow-lite-models-in-python>

**¡GRACIAS!**