

Python Deep Learning

Introducción práctica con
Keras y TensorFlow 2

Jordi Torres

Incluye
TensorFlow 2



PYTHON DEEP LEARNING

Introducción práctica con Keras y TensorFlow 2

Jordi Torres

Acceda a www.marcombo.info
para descargar gratis
contenido adicional
complemento imprescindible de este libro

Código: PYTHON4

PYTHON DEEP LEARNING

Introducción práctica con Keras y TensorFlow 2

Jordi Torres



PYTHON DEEP LEARNING

Introducción práctica con Keras y TensorFlow 2

Primera edición, 2020

© 2020 Jordi Torres i Viñals

© 2020 MARCOMBO, S. L.
www.marcombo.com

Diseño de la cubierta: ENEDENÚ DISEÑO GRÁFICO

Revisor técnico: Ferran Fàbregas

Corrección: Anna Alberola

Directora de producción: M.^a Rosa Castillo

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-267-2921-7

Producción del ebook: booqlab.com

A Domingo.

Contenido del libro

Prefacio

Acerca de este libro

PARTE 1: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. ¿Qué es el Deep Learning?

CAPÍTULO 2. Entorno de trabajo

CAPÍTULO 3. Python y sus librerías

PARTE 2: FUNDAMENTOS DEL DEEP LEARNING

CAPÍTULO 4. Redes neuronales densamente conectadas

CAPÍTULO 5. Redes neuronales en Keras

CAPÍTULO 6. Cómo se entrena una red neuronal

CAPÍTULO 7. Parámetros e hiperparámetros en redes neuronales

CAPÍTULO 8. Redes neuronales convolucionales

PARTE 3: TÉCNICAS DEL DEEP LEARNING

CAPÍTULO 9. Etapas de un proyecto Deep Learning

CAPÍTULO 10. Datos para entrenar redes neuronales

CAPÍTULO 11. *Data Augmentation* y *Transfer Learning*

CAPÍTULO 12. Arquitecturas avanzadas de redes neuronales

PARTE 4: DEEP LEARNING GENERATIVO

CAPÍTULO 13. Redes neuronales recurrentes

CAPÍTULO 14. *Generative Adversarial Networks*

Clausura

Apéndices

ÍNDICE ANALÍTICO

Prefacio

Acerca de este libro

PARTE 1: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. ¿Qué es el Deep Learning?

- 1.1. Inteligencia artificial
 - 1.1.1. La inteligencia artificial está cambiando nuestras vidas
 - 1.1.2. Clases de inteligencia artificial
- 1.2. Machine Learning
- 1.3. Redes neuronales y Deep Learning
 - 1.3.1. Redes neuronales artificiales
 - 1.3.2. Las *Deep Networks* básicas
- 1.4. ¿Por qué ahora?
 - 1.4.1. La supercomputación corazón del Deep Learning
 - 1.4.2. Los datos, el combustible para la inteligencia artificial
 - 1.4.3. Democratización de la computación
 - 1.4.4. Una comunidad de investigación muy colaborativa

CAPÍTULO 2. Entorno de trabajo

- 2.1. Entorno de trabajo
- 2.2. TensorFlow y Keras
 - 2.2.1. TensorFlow
 - 2.2.2. Keras

CAPÍTULO 3. Python y sus librerías

- 3.1. Conceptos básicos de Python
 - 3.1.1. Primeros pasos
 - 3.1.2. Sangrado en Python
 - 3.1.3. Variables, operadores y tipos de datos
 - 3.1.4. Tipos de estructuras de datos
 - 3.1.5. Sentencias de control de flujo
 - 3.1.6. Funciones
 - 3.1.7. Clases
 - 3.1.8. Decoradores
- 3.2. Librería NumPy
 - 3.2.1. Tensor
 - 3.2.2. Manipulación de los tensores
 - 3.2.3. Valor máximo en un tensor

PARTE 2: FUNDAMENTOS DEL DEEP LEARNING

CAPÍTULO 4. Redes neuronales densamente conectadas

- 4.1. Caso de estudio: reconocimiento de dígitos
- 4.2. Una neurona artificial
 - 4.2.1. Introducción a la terminología y notación básica
 - 4.2.2. Algoritmos de regresión
 - 4.2.3. Una neurona artificial simple
- 4.3. Redes neuronales
 - 4.3.1. Perceptrón
 - 4.3.2. Perceptrón multicapa
 - 4.3.3. Perceptrón multicapa para clasificación
- 4.4. Función de activación *softmax*

CAPÍTULO 5. Redes neuronales en Keras

- 5.1. Precarga de los datos en Keras

- 5.1. Preprocesado de datos de entrada en una red neuronal
- 5.2. Definición del modelo
- 5.3. Configuración del proceso de aprendizaje
- 5.4. Entrenamiento del modelo
- 5.5. Evaluación del modelo
- 5.6. Generación de predicciones
- 5.7. Todos los pasos de una tirada

CAPÍTULO 6.Cómo se entrena una red neuronal

- 6.1. Proceso de aprendizaje de una red neuronal
 - 6.1.1. Visión global
 - 6.1.2. Proceso iterativo de aprendizaje de una red neuronal
 - 6.1.3. Piezas clave del proceso de *backpropagation*
- 6.2. Descenso del gradiente
 - 6.2.1. Algoritmo básico de descenso del gradiente
 - 6.2.2. Tipos de descenso del gradiente
- 6.3. Función de pérdida
- 6.4. Optimizadores

CAPÍTULO 7.Parámetros e hiperparámetros en redes neuronales

- 7.1. Parametrización de los modelos
 - 7.1.1. Motivación por los hiperparámetros
 - 7.1.2. Parámetros e hiperparámetros
 - 7.1.3. Grupos de hiperparámetros
- 7.2. Hiperparámetros relacionados con el algoritmo de aprendizaje
 - 7.2.1. Número de *epochs*
 - 7.2.2. *Batch size*

- 7.2.3. *Learning rate* y *learning rate decay*
- 7.2.4. *Momentum*
- 7.2.5. Inicialización de los pesos de los parámetros
- 7.3. Funciones de activación
- 7.4. Practicando con una clasificación binaria
 - 7.4.1. TensorFlow Playground
 - 7.4.2. Clasificación con una sola neurona
 - 7.4.3. Clasificación con más de una neurona
 - 7.4.4. Clasificación con varias capas

CAPÍTULO 8. Redes neuronales convolucionales

- 8.1. Introducción a las redes neuronales convolucionales
- 8.2. Componentes básicos de una red neuronal convolucional
 - 8.2.1. Operación de convolución
 - 8.2.2. Operación de *pooling*
- 8.3. Implementación de un modelo básico en Keras
 - 8.3.1. Arquitectura básica de una red neuronal convolucional
 - 8.3.2. Un modelo simple
 - 8.3.3. Configuración, entrenamiento y evaluación del modelo
- 8.4. Hiperparámetros de la capa convolucional
 - 8.4.1. Tamaño y número de filtros
 - 8.4.2. *Padding*
 - 8.4.3. *Stride*
- 8.5. Conjunto de datos Fashion-MNIST
 - 8.5.1. Modelo básico
 - 8.5.2. Capas y optimizadores

8.5.3. Capas de *Dropout* y *BatchNormalization*

8.5.4. Decaimiento del ratio de aprendizaje

PARTE 3: TÉCNICAS DEL DEEP LEARNING

CAPÍTULO 9. Etapas de un proyecto Deep Learning

9.1. Definición del problema

9.2. Preparar los datos

9.2.1. Obtener los datos

9.2.2. Separar los datos para entrenar y evaluar el modelo

9.3. Desarrollar el modelo

9.3.1. Definir el modelo

9.3.2. Configuración del modelo

9.3.3. Entrenamiento del modelo

9.4. Evaluación del modelo

9.4.1. Visualización del proceso de entrenamiento

9.4.2. *Overfitting*

9.4.3. *Early stopping*

9.4.4. Evaluación del modelo con los datos de prueba

9.4.5. Entrenamiento con MAE

CAPÍTULO 10. Datos para entrenar redes neuronales

10.1. ¿Dónde encontrar datos para entrenar redes neuronales?

10.1.1. Conjuntos de datos públicos

10.1.2. Conjuntos de datos precargados

10.1.3. Conjuntos de datos de Kaggle

10.2. ¿Cómo descargar y usar datos reales?

10.2.1. Caso de estudio: «Dogs vs. Cats»

10.2.2. Datos para entrenar, validar y probar

10.2.3. Modelo de reconocimiento de imágenes reales

- 10.2.4.Preprocesado de datos reales con
 ImageDataGenerator
- 10.3. Solucionar problemas de sobreentrenamiento
 - 10.3.1.Modelos a partir de conjuntos de datos
 pequeños
 - 10.3.2.Visualización del comportamiento del
 entrenamiento
 - 10.3.3.Técnicas de prevención del sobreentrenamiento

CAPÍTULO 11.*Data Augmentation* y *Transfer Learning*

- 11.1. *Data Augmentation*
 - 11.1.1.Transformaciones de imágenes
 - 11.1.2.Configuración de ImageGenerator
 - 11.1.3.Código del caso de estudio
- 11.2. *Transfer Learning*
 - 11.2.1.Concepto de *Transfer Learning*
 - 11.2.2.*Feature Extraction*
 - 11.2.3.*Fine-Tuning*

CAPÍTULO 12.Arquitecturas avanzadas de redes neuronales

- 12.1. API funcional de Keras
 - 12.1.1.Modelo secuencial
 - 12.1.2.Modelos complejos
- 12.2. Redes neuronales preentrenadas
 - 12.2.1.Redes neuronales con nombre propio
 - 12.2.2.Acceso a redes preentrenadas con la API Keras
- 12.3. Uso de redes preentrenadas con Keras
 - 12.3.1.Conjunto de datos CIFAR-10
 - 12.3.2.Red neuronal ResNet50
 - 12.3.3.Red neuronal VGG19

PARTE 4: DEEP LEARNING GENERATIVO

CAPÍTULO 13. Redes neuronales recurrentes

13.1. Conceptos básicos de las redes neuronales recurrentes

 13.1.1. Neurona recurrente

 13.1.2. *Memory cell*

 13.1.3. *Backpropagation* a través del tiempo

 13.1.4. *Exploding Gradients* y *Vanishing Gradients*

 13.1.5. *Long-Short Term Memory*

13.2. Vectorización de texto

 13.2.1. *One-hot encoding*

 13.2.2. *Word embedding*

 13.2.3. *Embedding layer* de Keras

 13.2.4. Usando *embedding* preentrenados

13.3. Programando una RNN: generación de texto

 13.3.1. *Character-Level Language Models*

 13.3.2. Descarga y preprocesado de los datos

 13.3.3. Preparación de los datos para ser usados por la RNN

 13.3.4. Construcción del modelo RNN

 13.3.5. Entrenamiento del modelo RNN

 13.3.6. Generación de texto usando el modelo RNN

 13.3.7. Generando texto falso de Shakespeare

CAPÍTULO 14. *Generative Adversarial Networks*

14.1. *Generative Adversarial Networks*

 14.1.1. Motivación por las GAN

 14.1.2. Arquitectura de las GAN

 14.1.3. Proceso de entrenamiento

14.2. Programando una GAN

- 14.2.1.Preparación del entorno y descarga de datos
- 14.2.2.Creación de los modelos
- 14.2.3.Funciones de pérdida y optimizadores
- 14.3. Entrenamiento con la API de bajo nivel de TensorFlow
 - 14.3.1.API de bajo nivel de TensorFlow
 - 14.3.2.Algoritmo de aprendizaje a bajo nivel
 - 14.3.3.Entrenamiento de las redes GAN
 - 14.3.4.Mejora del rendimiento computacional con decoradores de funciones
 - 14.3.5.Evaluación de los resultados

Clausura

Apéndices

Apéndice A: Traducción de los principales términos

Apéndice B: Tutorial de Google Colaboratory

Apéndice C: Breve tutorial de TensorFlow Playground

Apéndice D: Arquitectura de ResNet50

Agradecimientos

Prefacio

La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo.

Nelson Mandela

Siempre me ha interesado la tecnología de próxima generación y su impacto, y por ello desde hace un tiempo ha captado mi interés la inteligencia artificial y su relación con tecnologías como Cloud Computing, Big Data o la supercomputación, áreas en las que llevo investigando e impartiendo docencia desde hace más 30 años.

Sin duda, los avances tecnológicos en inteligencia artificial, junto con el resto de tecnologías mencionadas, ya están aquí; eso nos permite construir una sociedad que mejora la vida de las personas, aunque también es cierto que la perspectiva del futuro cercano de estas tecnologías presenta alguna que otra incertidumbre.

Sin embargo, estoy convencido de que conseguiremos, a medida que nos vayamos encontrando con nuevos problemas debido a estas nuevas tecnologías, encontrar como sociedad sus soluciones. Para ello, es clave que todos y cada uno de nosotros consigamos una mejor comprensión de estos nuevos temas que están revolucionando la informática y podamos darle el uso correcto, además de saber explicarlos.

Y este es el propósito de este libro que, gracias al ingente esfuerzo de la editorial Marcombo, presenta de forma elegante y ordenada una revisión y ampliación del contenido del libro abierto *Deep Learning - Introducción práctica con Keras*¹, junto con diferentes entradas de mi blog² que perseguían abrir el conocimiento a todos aquellos que quieren usarlo para mejorar. Porque para mí el acceso al conocimiento es un derecho humano.

Nos centramos en Deep Learning, una de las áreas más activas actualmente en el ámbito de la inteligencia artificial, y elemento tecnológico central en gran parte de las innovaciones actuales que están cambiando profundamente el funcionamiento de nuestro mundo.

Como reza el título, este libro presenta una introducción práctica a Deep Learning, no un tratado exhaustivo sobre el tema, pues está dirigido a un lector que dispone de conocimientos en programación pero que aún no ha tenido la oportunidad de iniciarse en estos nuevos conceptos claves en el futuro de la informática, y que quiere descubrir cómo funciona esta tecnología.

Ya les aviso que el libro será una invitación a usar el teclado de su ordenador mientras va aprendiendo: nosotros lo llamamos *learn by doing*, y mi experiencia como profesor en la UPC me indica que es una aproximación que funciona muy bien para alguien que trata de iniciarse en un nuevo tema. Por esta razón, el libro reducirá todo lo posible la parte teórico-matemática, aunque es estrictamente necesario recurrir a ciertos detalles teóricos para ofrecer un conocimiento sólido al lector con explicaciones claras que complementen los ejemplos de código.

Déjenme acabar diciéndoles: ¡gracias por estar leyendo este libro! El simple hecho me reconforta y justifica mi esfuerzo en escribirlo. Aquellos que me conocen saben que

la formación de las personas es una de mis pasiones, y que me mantiene con vigor y energía.

Jordi Torres i Viñals, a 25 de enero de 2020.

¹ *Deep Learning - Introducción práctica con Keras* (parte 1 y parte 2), WATCH THIS SPACE Book Series. Acceso abierto: <https://torres.ai/deeplearning>.

² Enlace a mi blog personal: <https://torres.ai/blog>.

Acerca de este libro

A quién va dirigido el libro

En este libro el lector o lectora encontrará una guía para adentrarse de manera práctica a Deep Learning con la ayuda de la librería TensorFlow, la cual aprenderá a usar con el objetivo de desarrollar y evaluar modelos Deep Learning. Aunque Deep Learning se sustenta en fascinantes matemáticas, estas no son estrictamente necesarias para poder iniciarse, ni siquiera para crear proyectos que generen valor a la empresa, gracias a librerías Python como TensorFlow.

Por ello, este libro se centrará en temas prácticos y concretos para descubrir al lector o lectora el apasionante mundo que se abre con el uso de Deep Learning. Debemos tener siempre en mente que solo podremos examinar una pequeña parte, pues es imposible mostrar su alcance total en un único libro; tan solo mantenerse al día de las últimas investigaciones, tecnologías o herramientas que van apareciendo es casi misión imposible o, como diría un amigo inglés, *like drinking from a fire hose*, como beber de una manguera contra incendios.

En vez de centrarse en conceptos teóricos del Deep Learning que pueden resultar abrumadores para un lector o lectora que no dispone de conocimientos previos mínimos en Machine Learning, el enfoque de usar ejemplos de código práctico introducidos de forma lineal para explicar los conceptos fundamentales permite iniciarse en el Deep Learning a un mayor número de personas. Para ello, se

propone involucrar al lector invitándole a que esté con el teclado delante y a que vaya probando lo que va leyendo en el libro.

Qué contiene este libro

El libro se organiza en 14 capítulos agrupados en 4 partes, que se aconseja que se lean en orden la primera vez, ya que van guiando al lector o lectora y lo introducen gradualmente a los conocimientos necesarios para seguir los ejemplos prácticos; en todos los casos se intenta ser lo más conciso posible. Al ser un libro introductorio, consideramos que es mucho más útil este enfoque que no uno más formal. A pesar de todo, hemos intentado que el índice del libro exprese un mapa razonablemente ordenado de los conceptos del área, complementado con un exhaustivo índice alfabético al final del libro para que el lector o lectora pueda encontrar rápidamente aquellos conceptos más concretos una vez ya familiarizado con el tema.

La primera parte del libro nos prepara con los conocimientos básicos para comprender sin dificultad el contenido de las siguientes partes. En el capítulo 1 se explica qué es el Deep Learning a nivel general y se describe el contexto y los ingredientes que han permitido este creciente interés en esta área. En el capítulo 2 presentamos el entorno de trabajo que se usará para poder probar los códigos que a lo largo del libro se van presentando. Recordemos que se trata de un libro con un eminentemente componente práctico y esto requiere poder probar por uno mismo los códigos. Finalmente, en el capítulo 3 hacemos un breve repaso para todos aquellos lectores y lectoras que no tengan una buena base de Python; se presentan aquellos aspectos importantes de conocer, de este lenguaje de programación, para poder programar las redes neuronales.

En la segunda parte del libro se agrupan las explicaciones de los aspectos más fundamentales del Deep Learning. En el capítulo 4, aprovechando que se presenta uno de los tipos de redes neuronales básicos en Deep Learning —las densamente conectadas—, se presentan todos aquellos conceptos fundamentales que es necesario conocer para poder seguir aprendiendo conceptos más avanzados. En el capítulo 5 se sugiere a los lectores y lectoras que se pongan delante del teclado, y se explica cómo programar los conceptos explicados en el anterior capítulo usando las API Keras de la librería TensorFlow. En los dos siguientes capítulos, el 6 y 7, pasamos a describir los conceptos teóricos que hay detrás de las redes neuronales, para ofrecer al lector y lectora una base sólida del tema. Finalmente, en el capítulo 8 se describe y programa una de las redes neuronales más populares en el mundo del Deep Learning dado su aplicabilidad en gran número de aplicaciones actuales de visión por computador.

En la tercera parte del libro se repasan diferentes aspectos técnicos muy importantes en la programación de redes neuronales. En el capítulo 9 se revisan las etapas habituales en un proyecto de Deep Learning de principio a fin. En el siguiente capítulo, el 10, descubrimos dónde podemos encontrar datos para entrenar redes neuronales y se trata desde un punto de vista práctico la problemática que presenta el sobreajuste de modelos. En el capítulo 11 tratamos técnicas para mitigar este sobreajuste, como son el *Data Augmentation* o *Transfer Learning*. Finalmente, en el capítulo 12 nos familiarizaremos con arquitecturas avanzadas de redes neuronales e introduciremos la API de Keras que permite su creación.

En la cuarta parte del libro entraremos a explicar conceptos más avanzados sobre Deep Learning alrededor de modelos generativos, que generan ejemplos de datos

parecidos a los que se han usado para entrenarse pero que son totalmente creados por el modelo. En el capítulo 13 mostraremos cómo programar un generador de texto nuevo y aprovecharemos para explicar las redes neuronales recurrentes, uno de los tipos de redes neuronales de gran popularidad en estos momentos. Finalmente, en el capítulo 14 introduciremos las redes conocidas como *Generative Adversarial Networks*, que están generando un gran interés puesto que son las responsables en gran medida de las *fake news*. Aprovecharemos este capítulo para mostrar algunos conceptos avanzados sobre el modelo de ejecución en TensorFlow.

El libro acaba con una clausura donde se tratan algunos temas importantes para que el lector o lectora reflexione sobre las implicaciones del Deep Learning.

Al final se incluyen varios apéndices que complementan o amplian algunos aspectos presentados en los capítulos del libro para aquellos lectores o lectoras que lo requieran.

Requisitos para seguir el libro

Como ya hemos mencionado, esta obra pretende ser una introducción; por ello, no es necesario que el lector o lectora sea un experto en Python, solo ha de tener, evidentemente, conocimientos de programación e interés en aprender por su cuenta detalles del lenguaje cuando no los entienda.

Tampoco se necesita ser un experto en Machine Learning, pero está claro que puede ser muy útil conocer unos conceptos básicos sobre el tema. Solo se presuponen los conocimientos básicos en matemáticas de cualquier estudiante de bachillerato. A partir de ellos, a lo largo del libro se introducen y repasan muy brevemente los conceptos más importantes de Machine Learning que se puedan requerir como conocimientos previos.

Pero lo más importante, en cuanto a prerrequisitos, ¡es tener interés por aprender!

Acerca de los anglicismos usados en este libro

Un comentario recurrente que he recibido sobre el contenido de mis publicaciones previas es acerca del uso de muchos anglicismos en la terminología técnica en detrimento de su versión traducida. Me gustaría hacer notar al lector o lectora que en este campo informático que avanza tan rápidamente a menudo no existe en español una traducción consensuada o una palabra equivalente con el mismo significado; además, algunos de los términos en inglés no siempre se traducen de la misma manera en los diferentes países de habla hispana, por lo que el uso de un término u otro podría dar lugar a confusiones.

Intentaré, en la medida de lo posible, usar la versión traducida de todos los términos siempre que esto no pueda producir dudas al lector o lectora. En todo caso, presentaré también la versión en inglés para ayudar a los lectores y lectoras a familiarizarse con esos términos, puesto que creo que les será muy útil para poder avanzar por su cuenta en este tema tan dinámico en el que los avances más recientes se encuentran mayormente en literatura escrita solo en lengua inglesa. En esta línea, también mantendré los códigos Python usados en este libro con nombres de variables en inglés para familiarizar al lector o lectora con algunos nombres de variables que disfrutan de un cierto consenso en la comunidad Deep Learning y facilitarle, de esta manera, el poder seguir otros códigos en Python referenciados en este libro.

En el apéndice A del libro hemos hecho un esfuerzo de revisión de aquellos términos que disponen de una traducción más o menos estable; los hemos enumerado

para así ayudar al lector o lectora a familiarizarse con ellos, ya que — insisto— es fundamental conocer el término inglés para poder seguir los avances en este campo en el que todo cambia tan rápido.

Relacionado con este tema, quiero hacer notar al lector o lectora que los números se representan en notación anglosajona, con el punto reservado para los decimales. De esta manera se mantiene coherencia con los códigos Python usados en este libro.

Descargar el código de ejemplos y figuras en color

En la parte inferior de la primera página del libro, el lector o lectora encontrará el código de acceso que le permitirá descargar localmente los códigos de ejemplo de este libro, los conjuntos de datos requeridos en los ejemplos de este libro, la lista de referencias para poder acceder a los links, así como las imágenes en color. Alternativamente, los códigos pueden descargarse también del repositorio GitHub del libro:

<https://github.com/JordiTorresBCN/python-deep-learning>

Página web del libro

En la página web <https://torres.ai/deeplearning/>, se irá incluyendo material suplementario de nuevos temas que vayan apareciendo y que creamos conveniente poner a disposición del lector o lectora, así como una lista con las fechas de erratas que puedan aparecer en el libro con su correspondiente corrección.

PARTE 1:

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1.

¿Qué es el Deep Learning?

Se está considerando la inteligencia artificial como la nueva revolución industrial, corazón de lo que algunos llaman industria 4.0. Pues bien, Deep Learning es el motor de este proceso y, a continuación, centraremos el tema y veremos que la inteligencia artificial (*Artificial Intelligence* en inglés) ya está aquí y por qué ha venido para quedarse.

Los sistemas informáticos actuales ya traducen textos en cualquier idioma, responden automáticamente correos electrónicos o crean *fake news* que nos están volviendo locos a todos. Esto se debe, en gran medida, a una parte de la inteligencia artificial que se denomina Deep Learning (traducido a veces como «aprendizaje profundo»). El término Deep Learning agrupa una parte de técnicas de aprendizaje automático (*Machine Learning* en inglés) que se basan en modelos de redes neuronales y cuya gran aplicabilidad se ha mostrado recientemente en multitud de usos por parte la industria.

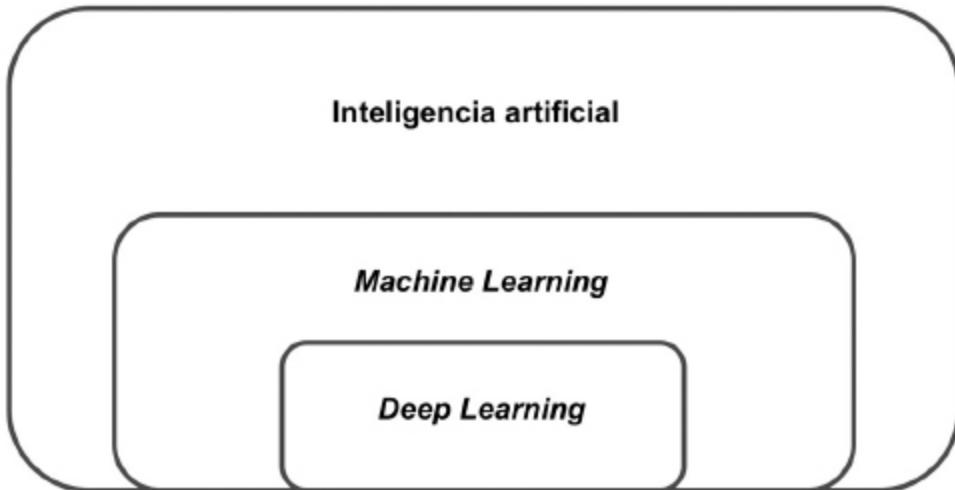


Figura 1.1 Deep Learning es un subconjunto de Machine Learning, que es solo una parte de la inteligencia artificial, aunque en estos momentos quizás es la más dinámica y la que está haciendo que la inteligencia artificial esté nuevamente en pleno auge.

El objetivo de este capítulo es ayudar al lector o lectora a enmarcar el Deep Learning, que ha surgido de la investigación en inteligencia artificial y Machine Learning. Para ello, empezaremos explicando de forma general qué se entiende por Machine Learning e inteligencia artificial, marco donde se engloba el Deep Learning, tal como se muestra en la Figura 1.1. Todo ello sin entrar en detalles de definiciones y categorizaciones académicas, quedándonos en una visión general suficiente para poder entrar a la parte práctica de esta apasionante disciplina.

1.1. Inteligencia artificial

1.1.1. La inteligencia artificial está cambiando nuestras vidas

Nos encontramos ante vertiginosos avances en la calidad y prestaciones de una amplia gama de tecnologías cotidianas:

en el caso del reconocimiento de voz automática (*Automated Speech Recognition* en inglés, ASR), la transcripción de voz a texto ha experimentado avances increíbles, y ya está disponible en diferentes dispositivos de uso doméstico. Estamos interactuando cada vez más con nuestros ordenadores (y todo tipo de dispositivo) simplemente hablando con ellos.

También ha habido avances espectaculares en el procesado de lenguaje natural (*Natural Language Processing* en inglés, NLP). Por ejemplo, simplemente haciendo clic en el símbolo de micro de Google Translate, el sistema transcribirá a otro idioma lo que está dictando. Google Translate ya permite convertir oraciones de una lengua a otra en un gran número de pares de idiomas, y ofrece traducción de texto para más de un centenar.

Incluso más relevante en el ámbito del NLP es lo que ocurre con el texto predictivo y la redacción automática en proyectos como el GPT-2³ de la fundación OpenAI, en el que los propios creadores decidieron abortar su publicación completa en abierto a inicios del 2019, por considerar que era una herramienta tan poderosa que podía por ejemplo ser usada para fabricar potentes *fake news*. Finalmente, a finales de año liberaron la versión completa⁴.

A su vez, los avances en la visión por computador (*Computer Vision* en inglés, CV) también son enormes: ahora nuestros ordenadores, por ejemplo, pueden reconocer imágenes y generar descripciones textuales de su contenido en segundos. O la perfección que están alcanzando los generadores de rostros artificiales, que permite que se mezclen personajes reales y ficticios con total realismo.

Estas tres áreas (ASR, NLP y CV) son cruciales para dar rienda suelta a las mejoras en robótica, drones o automóviles sin conductor. La inteligencia artificial está en el corazón de toda esta innovación tecnológica, que

últimamente avanza tan rápidamente gracias a Deep Learning.

Y todo ello a pesar de que la inteligencia artificial todavía no se ha desplegado ampliamente; es difícil hacerse una idea del gran impacto que tendrá, al igual que en 1995 lo era el imaginarse el impacto futuro de Internet. En aquel entonces, la mayoría de la gente no veía que Internet fuera a ser relevante para ellos ni cómo iba a cambiar sus vidas.

Personas como Sundar Pichai, director ejecutivo de Google, dicen que el impacto de la inteligencia artificial en la historia de la humanidad es comparable con el de la electricidad y el fuego⁵. Para él, la inteligencia artificial es una de las cosas más importantes en las que la humanidad está trabajando y opina que, al igual que la gente aprendió a utilizar el fuego para los beneficios de la humanidad, también necesitó superar sus desventajas.

Quiero creer que Pichai es muy optimista respecto a la inteligencia artificial y que está convencido de que podría usarse para ayudar a resolver algunos de los retos que tiene la humanidad encima de la mesa. Quizás esta comparativa sea una exageración, eso solo lo sabremos con el tiempo; pero yo de ustedes le tendría puesto el ojo a la inteligencia artificial, porque algo está cambiando, y a todos nos conviene estar atentos a lo que se avecina.

Pero, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de inteligencia artificial? Una extensa y precisa definición (y descripción de sus ámbitos) se encuentra en el libro de Stuart Russell⁶ y Peter Norvig⁷ titulado *Artificial Intelligence, a modern approach*⁸, el texto sobre inteligencia artificial más completo y, sin duda para mí, el mejor punto de partida para tener una visión global del tema. Pero intentando hacer una aproximación más generalista (propósito de este libro), podríamos aceptar una definición simple en la que por inteligencia artificial entendamos aquella inteligencia que