

ОСНОВИ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ, НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ та ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Частина 7. TensorFlow / KERAS

Лекція 7.1. TensorFlow. Архітектура. Тензорні об'єкти.

ОГЛЯД TENSOR FLOW ТЕНЗОР | TENSOR

TENSOR FLOW

TensorFlow — відкрита програмна бібліотека для машинного навчання.

Розроблена компанією Google для побудови та тренування нейронних мереж довільної архітектури.

OS: Linux, Windows, macOS, iOS, Android

Реалізовано на C++

Працює на

→ CPU

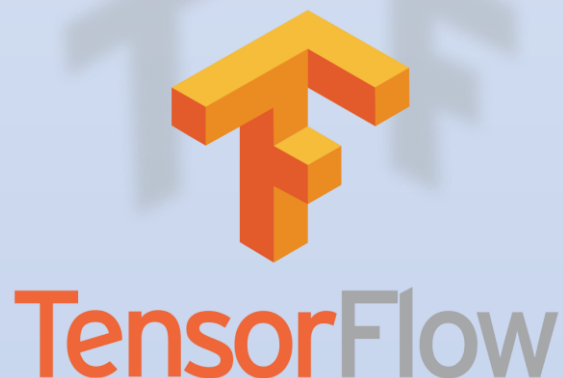
→ GPU \ CUDA

→ TPU

Офіційний сайт

<https://www.tensorflow.org>

Інтеграція з Python: Anaconda, Google Colab



API інтерфейс TF

`tf.keras`
`tf.estimator`

High-level Deep
Learning APIs

`tf.nn`
`tf.losses`
`tf.metrics`
`tf.optimizers`
`tf.train`
`tf.initializers`

Low-level Deep
Learning APIs

`tf.GradientTape`
`tf.gradients()`

Autodiff

`tf.data`
`tf.feature_column`
`tf.audio`
`tf.image`
`tf.io`
`tf.queue`

I/O and
preprocessing

`tf.summary`

Visualization with
TensorBoard

`tf.distribute`
`tf.saved_model`
`tf.autograph`
`tf.graph_util`
`tf.lite`
`tf.quantization`
`tf.tpu`
`tf.xla`

Deployment and
optimization

`tf.lookup`
`tf.nest`
`tf.ragged`
`tf.sets`
`tf.sparse`
`tf.strings`

Special data
structures

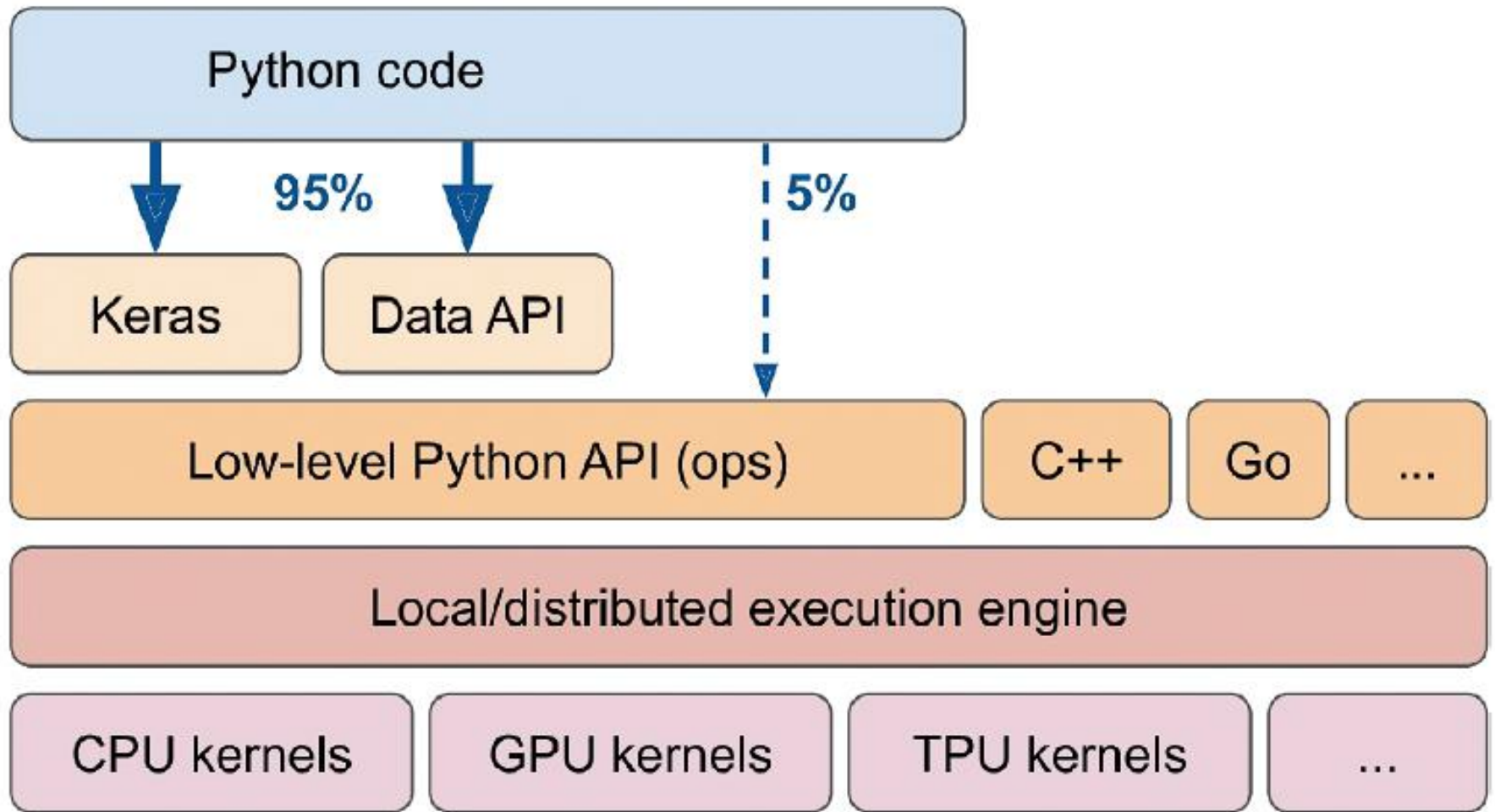
`tf.math`
`tf.linalg`
`tf.signal`
`tf.random`
`tf.bitwise`

Mathematics,
including linear
algebra and signal
processing

`tf.compat`
`tf.config` & more

Miscellaneous

АРХИТЕКТУРА TF



Екосистема TF

TensorBoard — набір інструментів для візуалізації TensorFlow.

<https://www.tensorflow.org/tensorboard>

TensorFlow Extended (TFX) — комплексна платформа для розгортання робочих конвеєрів машинного навчання.

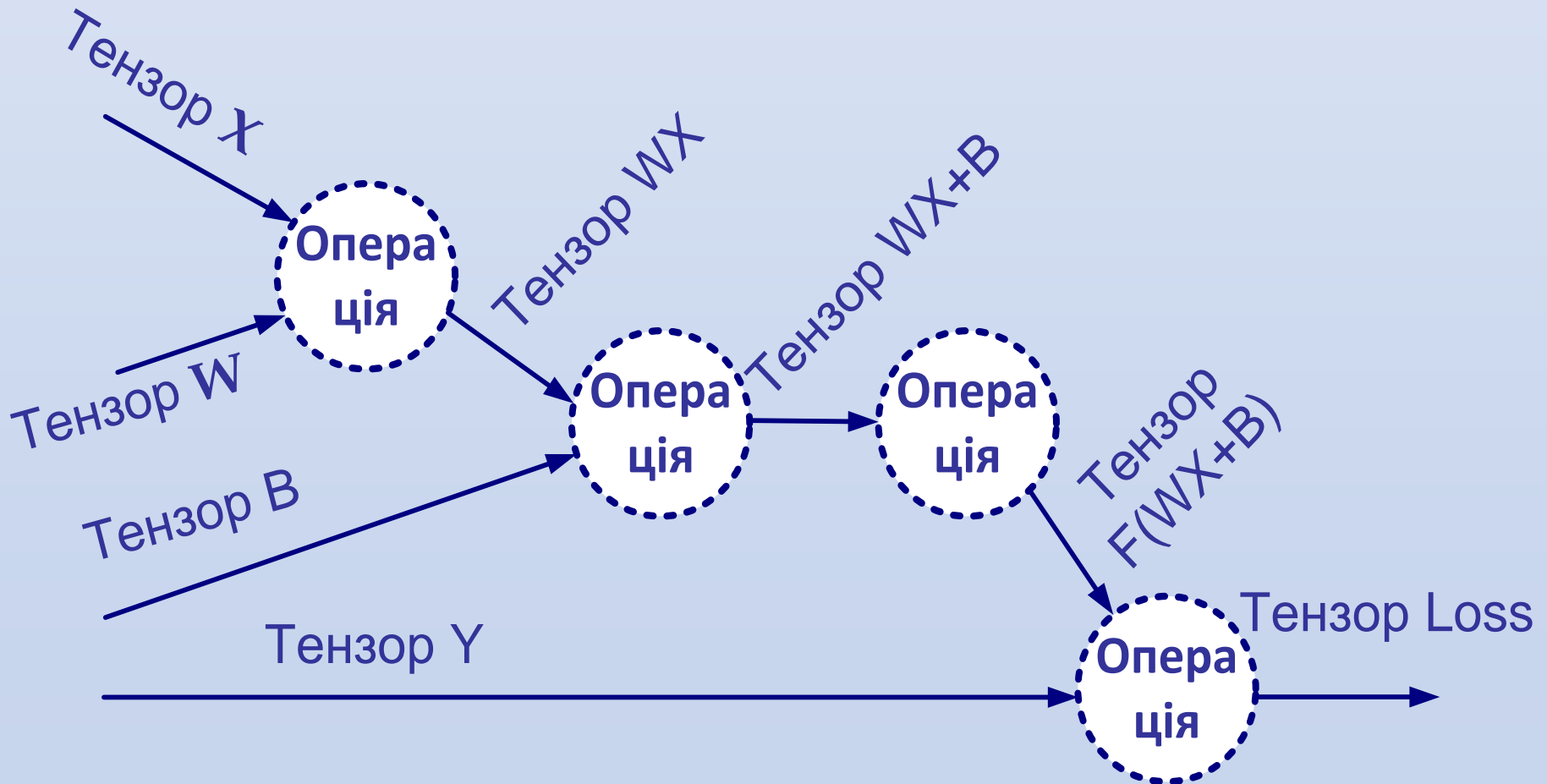
<https://www.tensorflow.org/tfx>

TensorFlow Model Garden — реалізації сучасних моделей ML для зору та обробки природної мови (NLP), а також інструменти робочого процесу.

https://www.tensorflow.org/guide/model_garden

TENSOR FLOW

TensorFlow = потік тензорів - динамічна структура даних, яка використовується для представлення даних в обчислювальному графі TensorFlow.



ТЕНЗОР

Формальна математика →

Тензор — математичний об'єкт, що узагальнює такі поняття як

- Скаляр.
- Вектор, ковектор.
- Матриця.
- Лінійний оператор, білінійна форма.

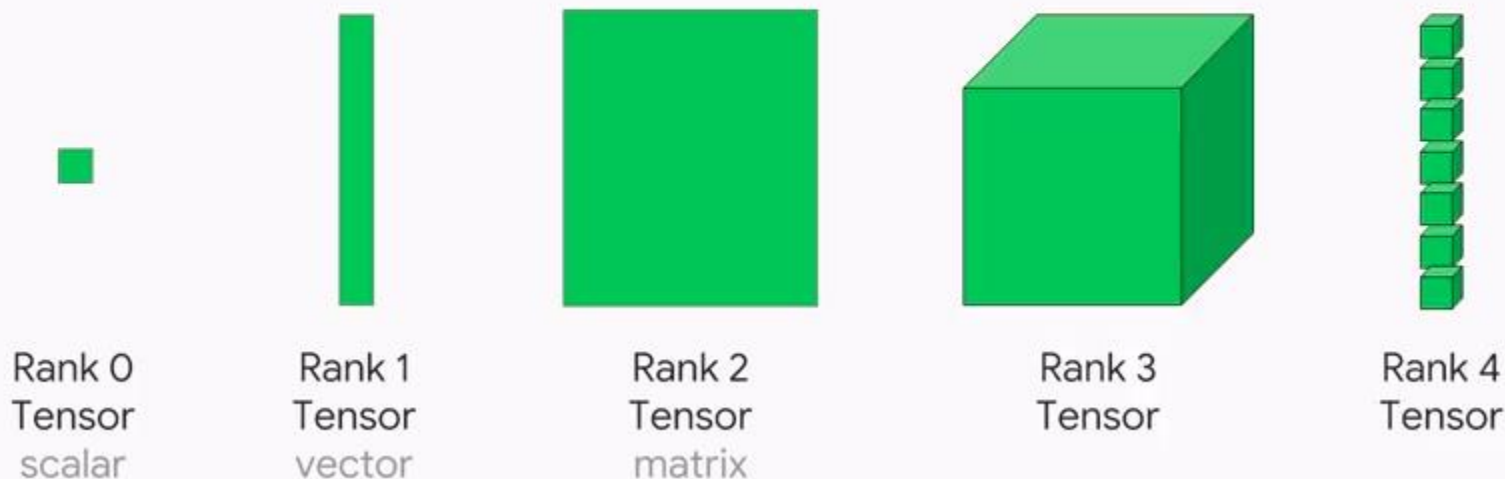
В деякому базисі тензор представляється у вигляді багатовимірної таблиці (число співмножників збігається з валентністю тензора), заповненої числами (компонентами тензора).

tf.Tensor

Tensor Flow → Тензори – об'єкти `tf.Tensor`, які протікають через операції (тобто вони є вхідними і водночас вихідними даними операцій).

Tensor є **N-вимірний масив**, який містить елементи одного типу даних.

A tensor is an N-dimensional array of data



tf.Tensor

Тензорні об'єкти в Tensorflow мають:

- **name** — ім'я тензору ;
- **value** — значення тензору;
- **rank** — вимірність тензору ;
- **shape** — форма: кількість елементів, які містить тензор у кожному вимірі;
- **dtype** — тип даних, до якого належать усі елементи в тензорі.

tf.Tensor

Всі елементи тензора мають **однаковий тип даних** і він **завжди відомий**.

Розміри (кількість вимірів та розмір кожного виміру) можуть бути відомі лише частково.

Результатом більшості операцій є тензор з відомими розмірами, якщо розміри на вході також повністю відомі, але в деяких випадках дізнатися розміри тензора можна тільки під час виконання графа обчислень.

Тип даних (**dtype**):

complex64, float64, float32, int64, int32, int8, string

tf.Tensor

Ранг (**rank**) тензору.

Ранг `tf.Tensor` це кількість його вимірів (осей).

Синонімами рангу є порядок, міра, розмірність.

! Ранг в TensorFlow це не те саме, що і ранг матриці в математиці.

Ранг	Математичне представлення
0	Скаляр (тільки ОДНА величина). Вимір відсутній
1	Вектор (1-о вимірний масив). 1 ось
2	Матриця (2-во вимірний масив) 2 осі
3	Тензор (3-и вимірний масив) 3 осі
N	Тензор (N вимірний масив) N осей

Або: ранг → кількість указників, що необхідна для визначення довільного елемента тензору

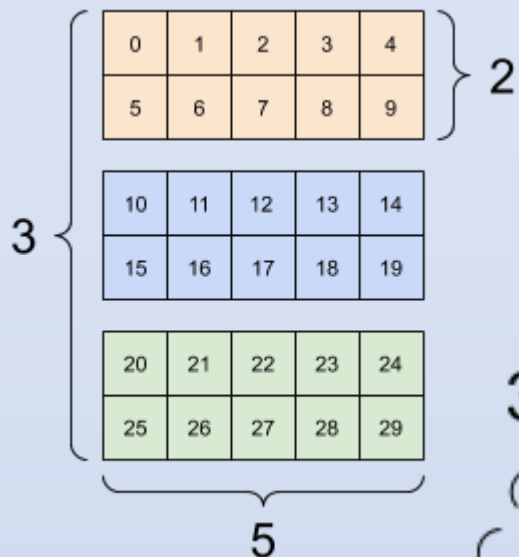
tf.Tensor

Форма, розмірність (**shape**) тензору.
Розмірність `tf.Tensor` це кількість елементів тензору в кожному його вимірі.

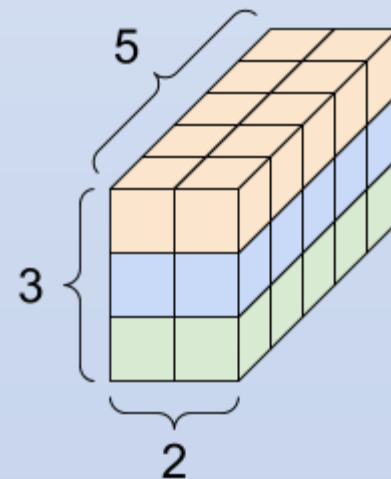
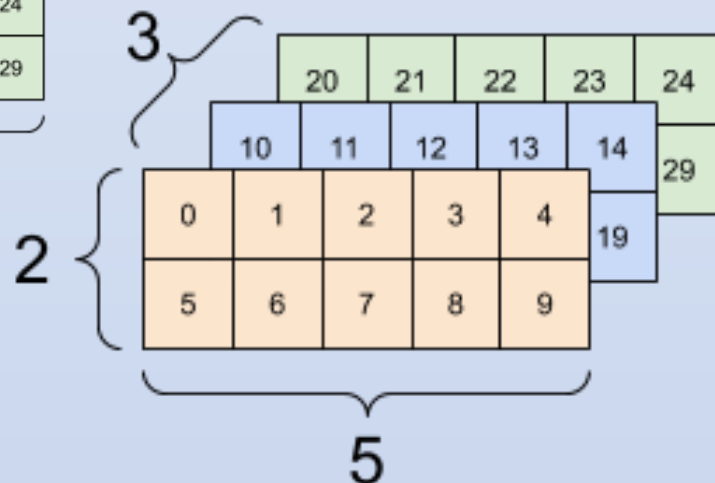
Ранг	Приклад розмірності
0	3 → розмірність ()
1	[3,2,3] → розмірність (3)
2	[[3, 2,4], [5,6,1]] → розмірність (3, 2)
3	[[[3, 2,4], [5,6,1]], [[8,3,7], [12,3,6]]] → розмірність (3, 2, 1)
4	

Розмірність \leftrightarrow форма

tf.Tensor



```
[[[ 0  1  2  3  4] [ 5  6  7  8  9]]  
 [[10 11 12 13 14] [15 16 17 18 19]]  
 [[20 21 22 23 24] [25 26 27 28 29]]]
```



Розмірність \leftrightarrow «форма»

Індексація тензорів

Одновісне індексування. Стандартні правилам індексації Python (аналогічно індексації списку або рядка в Python) і основним правилам індексації NumPy:

- індекси починаються з 0,
- негативні індекси відраховуються у зворотному порядку з кінця,
- двокрапки **:** використовуються для зрізів:
`start : stop : step` ,
- індексація зі скалярром видаляє вісь ,
- індексація за допомогою фрагмента зберігає вісь.

Два типи тензорів `tf.Tensor`

Константний тензор - тензор, значення якого НЕ змінюється під час виконання програми. Створюється за допомогою функції `tf.constant()` і після створення значення не може бути змінено.

Варіативний тензор – тензор, значення якого може змінюватись під час виконання програми. Він створюється за допомогою функції `tf.Variable()` та його значення може бути змінено за допомогою операції `tf.assign()`.

tf.constant

Константні тензори `tf.constant()`

`tf.constant(value, dtype=None, shape = None,
name = "Const")`

`tf.zeros(value, dtype=None, shape = None, name =
"Const")`

`tf.ones(value, dtype=None, shape = None, name =
"Const")`

tf.constant

Створення тензорів з автозаповненням

<code>eye(N, M=None, ...)</code>	Повертає масив $N \times M \dots$ з діагональними елементами $= 1$, всі інші 0
<code>ones(shape, ...)</code> <code>ones_like(a)</code>	Повертає масив заданого розміру та типу, що складається зі всіх одиниць.
<code>zeros(shape, ...)</code> <code>zeros_like(a)</code>	Повертає масив заданого розміру та типу, що складається з усіх нулів.
<code>fill(shape, value, ...)</code>	Повертає масив заданого розміру та типу зі значеннями <code>value</code> .
<code>range()</code>	Генератор числових послідовностей із заданим діапазоном та кроком.

tf.Variable

Тензори із змінними значеннями `tf.Variable`

`tf.Variable(value, dtype=None, shape = None, ...)`

Зміна значень тензору

`tf.assign()`

`tf.assign_add()`

`tf.assign_sub()`

https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/Variable

Офіційні посилання

TensorFlow Official

<https://www.tensorflow.org/>

TensorFlow API Documentation

https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf

TensorFlow on GitHub

<https://github.com/tensorflow/tensorflow>

Introduction to Tensors

<https://www.tensorflow.org/guide/tensor>

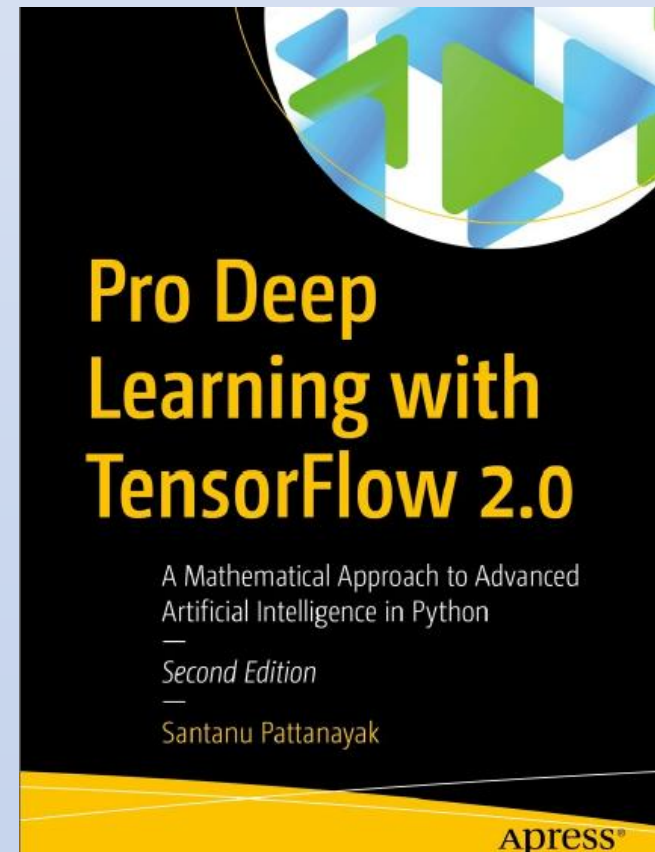
Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Pattanayak S. - Pro Deep Learning with TensorFlow 2.0: A Mathematical Approach to Advanced Artificial Intelligence in Python. – Apress, 2023. – 667 p.**

ISBN-13 (electronic): 978-1-4842-8931-0

- **CODE:**

<https://github.com/Apress/pro-deep-learning-tensorflow2>



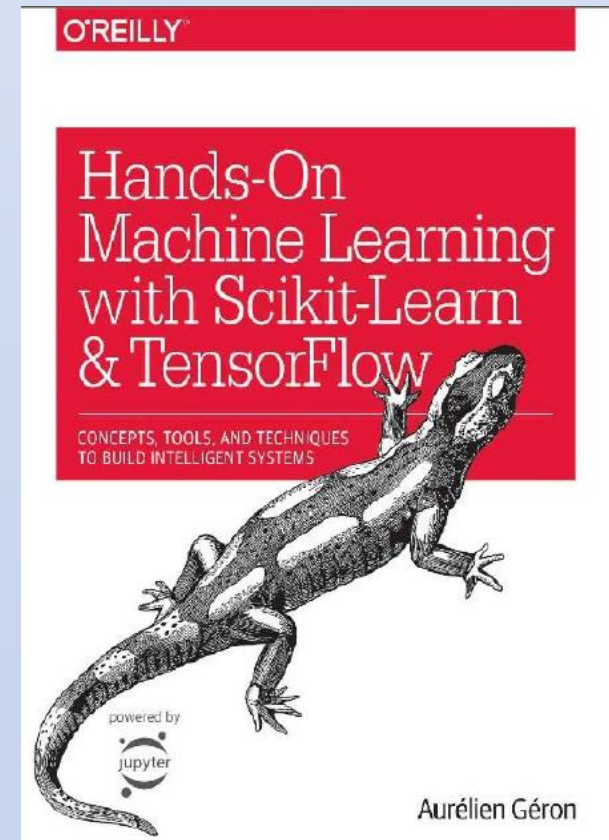
Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Aurélien Géron -Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. 3rd Edition . – O'Reilly Media, Inc. 2023. – 834 p.**

ISBN-13 (electronic): 978-1098125974

- **CODE:**

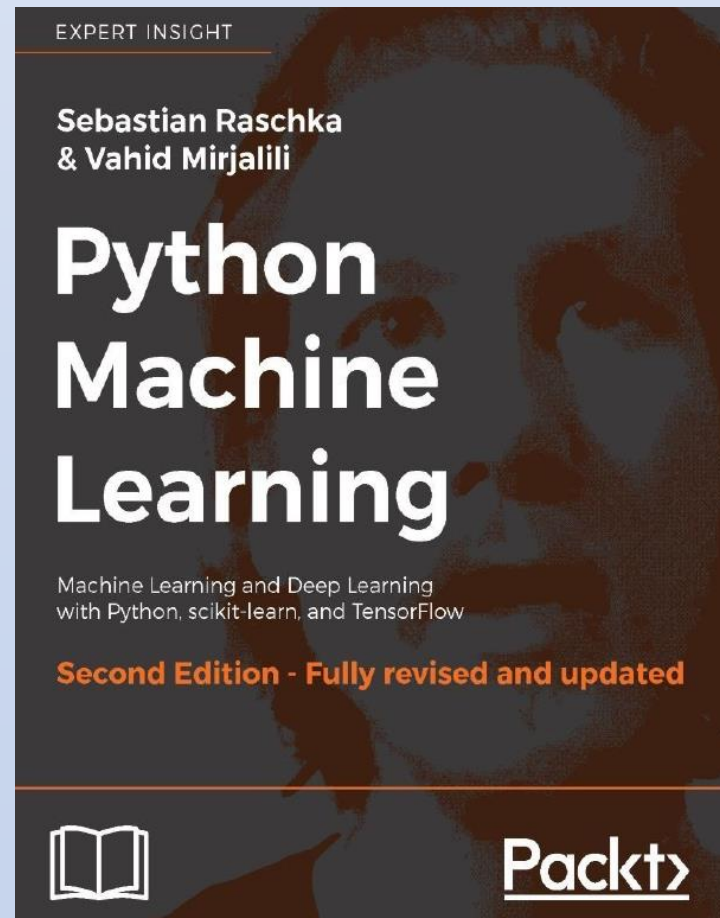
<https://github.com/ageron/handson-ml2>



Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Raschka S., Mirjalili V. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2.-Packt Publishing Limited, 2019.- 772 p.**

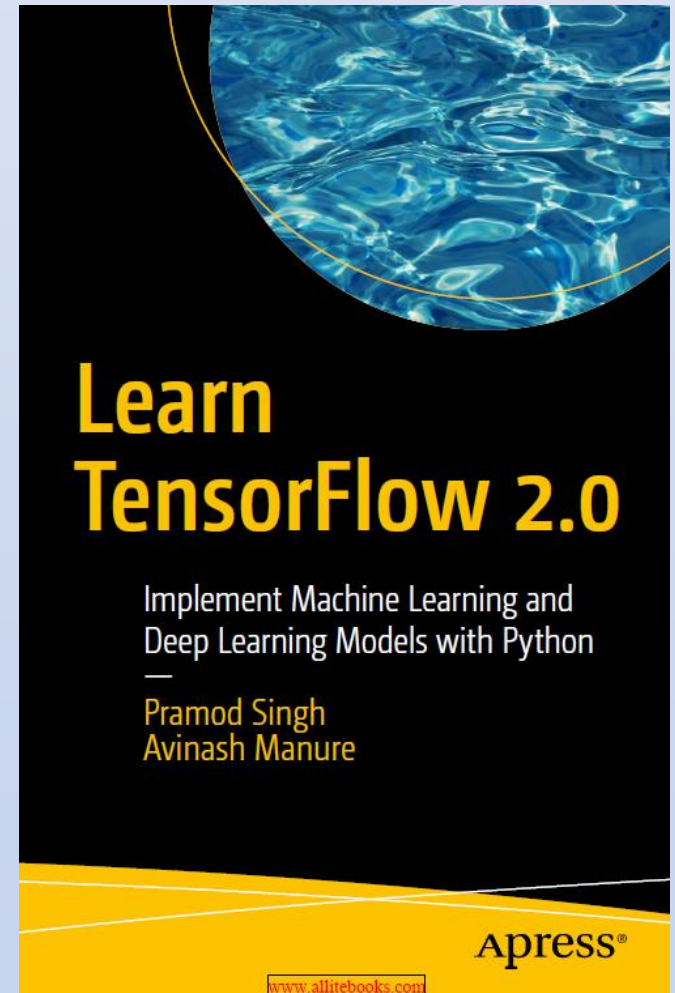
ISBN: 978-1-78995-575-0



Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Singh P., Manure A. Learn TensorFlow 2.0: Implement Machine Learning and Deep Learning Models with Python. – Apress, 2020. – 164 p.**

ISBN-13 (electronic): 978-1-4842-5558-2



The END

Частина 7. Лекція 7.1.