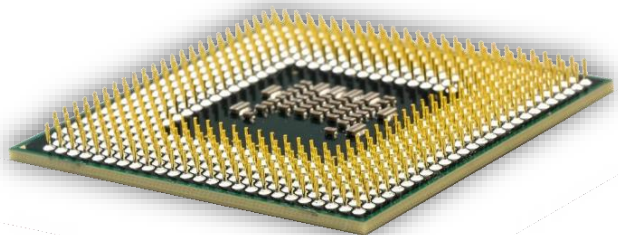


Dispositivi hardware

Dispositivi hardware

CPU, GPU e TPU

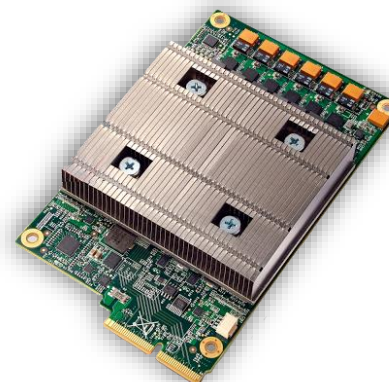
In generale, le reti neurali sono implementate utilizzando software che viene poi eseguito su di un dispositivo hardware dedicato. Fra le diverse opzioni hardware, troviamo: CPU, GPU e TPU.



Central processing unit



Graphics processing unit



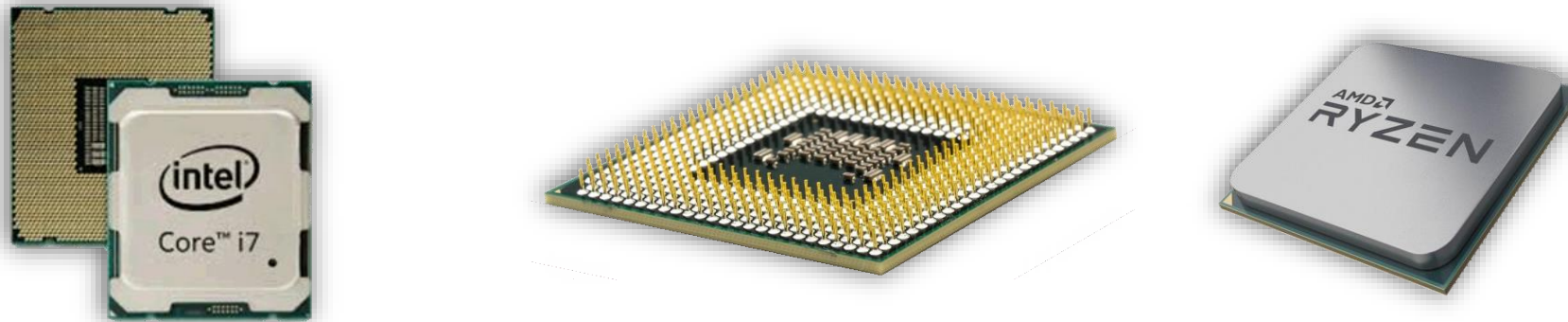
Tensor processing unit

Ognuno di questi dispositivi offre vantaggi unici per il training delle reti neurali.

Dispositivi hardware

CPU (Central Processing Unit)

- ▶ Fra i componenti fondamentali di ogni computer.
- ▶ Responsabile dell'esecuzione di operazioni, istruzioni logiche ed aritmetiche.
- ▶ Contribuisce all'esecuzione del sistema operativo e delle applicazioni.
- ▶ È l'hardware più semplice sul quale fare addestramento ed inferenza.
- ▶ Velocità di addestramento e inferenza di reti neurali sono limitate.



(Rif: [Microprocessori](#))

Dispositivi hardware

GPU (Graphic Processing Unit)

- ▶ È un hardware specializzato.
- ▶ Progettato per velocizzare il processo di rendering grafico.
- ▶ Può eseguire molte operazioni in parallelo.
- ▶ Le stesse operazioni, se eseguite su CPU, sono spesso ordini di grandezza più lente.
- ▶ Fra i principali distributori (e competitor) per il ramo ML-DL: **Nvidia** e **AMD**.



Riferimenti:

- ▶ [NVIDIA](#)
- ▶ [Lista GPU](#)



Riferimenti:

- ▶ [AMD](#)
- ▶ [Lista GPU](#)

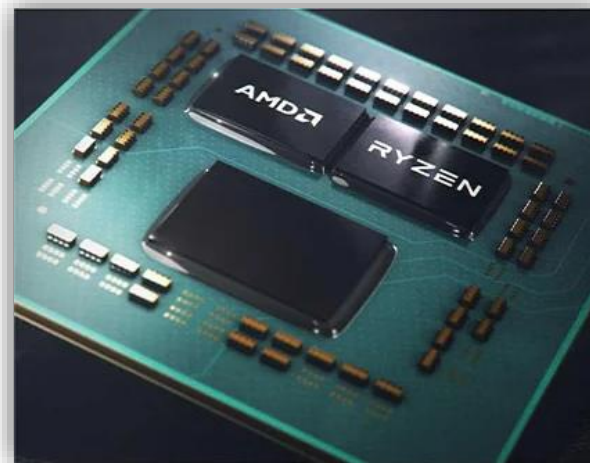
Dispositivi hardware

Tipi di GPU: integrata

Le GPU possono essere distinte per tipologia. Questo, sulla base principalmente di come vanno ad integrarsi al sistema con il quale dovranno interagire:

Integrata

- ▶ La GPU è integrata nella CPU.
- ▶ Costruita sul processore.
- ▶ Richiede meno potenza.
- ▶ Produce meno calore.
- ▶ Per lo più presenti nei laptop.



Dispositivi hardware

Tipi di GPU: discrete

Le GPU possono essere distinte per tipologia. Questo, sulla base principalmente di come vanno ad integrarsi al sistema con il quale dovranno interagire:

Embedded (discreta)

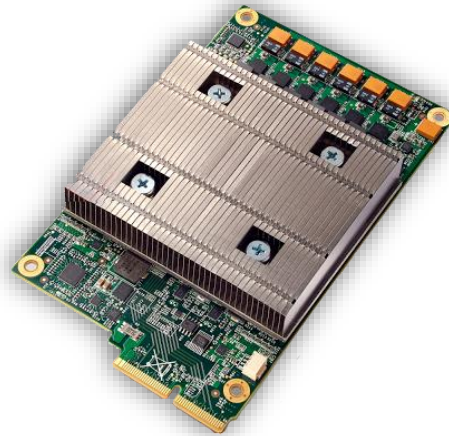
- ▶ La GPU è separata dal processore (CPU)
- ▶ Ha una sua memoria grafica dedicata.
- ▶ Richiede maggiore potenza.
- ▶ Produce più calore.
- ▶ Offre prestazioni superiori alle integrate.
- ▶ Per lo più presente nei PC Desktop.



Dispositivi hardware

TPU (Tensor Processing Unit)

- ▶ Sviluppato da Google appositamente per il machine learning.
- ▶ Progettato per accelerare il training delle reti neurali a basso costo energetico.
- ▶ A parità di potenza, gestiscono un numero di operazioni I/O superiore a quello di una GPU.
- ▶ Offre prestazioni potenzialmente superiori a quelle delle GPU.





Dispositivi hardware

PyTorch per CPU

Dal sito ufficiale di PyTorch è possibile selezionare diverse combinazioni di dispositivi e versioni per installare tutto il pacchetto PyTorch correttamente.

The screenshot shows the PyTorch 'GET STARTED' page. The 'Stable (2.0.0)' version is selected. The 'Windows' operating system is chosen. 'Conda' is selected as the package manager, and 'Python' is the chosen language. Under 'Compute Platform', 'CPU' is selected. The recommended command to run is: `conda install pytorch torchvision torchaudio cpuonly -c pytorch`.

In un environment conda (attivo) digitare il comando suggerito.

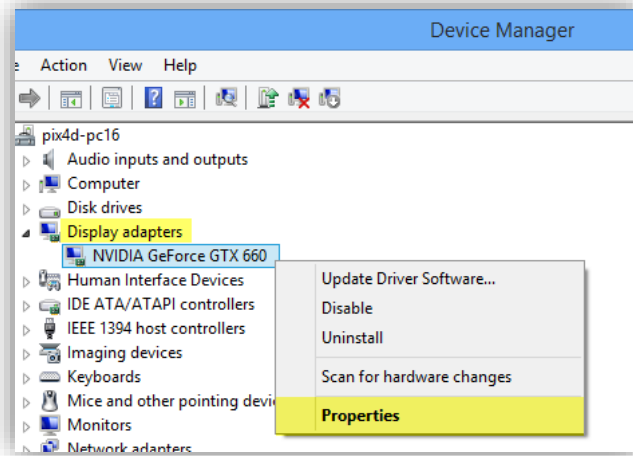
(Rif: [PyTorch](#))



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): ricerca della GPU

Per prima cosa, verificare di possedere una GPU nel proprio dispositivo.



Cercando in *gestione dispositivi*

Aprendo un *prompt dei comandi* e lanciando in esso il comando:

nvidia-smi

Se il comando eseguirà correttamente, saranno presentate le GPU presenti nel sistema e le loro caratteristiche.

La GPU rilevata deve essere fra quelle abilitate all'utilizzo del framework **CUDA**: un framework dedicato allo sviluppo e all'esecuzione di codice su GPU.

Rif: [CUDA GPUs - Compute Capability | NVIDIA Developer](#)



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): aggiornamento dei driver

Verificato il tipo di scheda grafica NVIDIA presente, si procede quindi ad aggiornare i driver. Ci sono almeno due modi per farlo:

- ▶ Tentare l'aggiornamento dei driver da **gestione dispositivi** (Windows)
- ▶ Scaricarli ed installarli a partire dal seguente link: [DriverNVIDIA](#)
Per farlo, indicare tipo e modello della scheda video e sistema operativo in cui si andrà a lavorare.

Download di driver NVIDIA

Seleziona dal menu a discesa sotto per trovare il driver appropriato per il tuo prodotto NVIDIA. [Suggerimenti della Guida](#)

Tipo di prodotto:

GeForce

▼

Serie del prodotto:

GeForce RTX 40 Series (Notebooks)

▼

Famiglia di prodotti:

GeForce RTX 4090 Laptop GPU

▼

Sistema operativo:

Windows 10 64-bit

▼

Tipo di download:

Driver Game-Ready (GRD)

▼ ?

Lingua:

Italiano

▼

Ricerca



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): CUDA Toolkit.

Aggiornato il driver, tenere presente che:

- ▶ Per utilizzare la tecnologia **CUDA** è necessario installare il **CUDA Toolkit**.
- ▶ Il Cuda Toolkit installabile dipende dalla versione del driver.

Rif: [CUDA Compatibility :: NVIDIA Data Center GPU Driver Documentation](#)

Table 1. Example CUDA Toolkit 11.x Minimum Required Driver Versions (Refer to CUDA Release Notes)

CUDA Toolkit	Linux x86_64 Minimum Required Driver Version	Windows Minimum Required Driver Version
CUDA 12.x	>=525.60.13	>=527.41
CUDA 11.x	>= 450.80.02*	>=452.39*

Table 2. CUDA Toolkit 10.x Minimum Required Driver Versions

CUDA Toolkit	Linux x86_64 Minimum Required Driver Version	Windows Minimum Required Driver Version
CUDA 10.2	>= 440.33	>=441.22
CUDA 10.1	>= 418.39	>=418.96
CUDA 10.0	>= 410.48	>=411.31



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): CUDA Toolkit.

Scegliere quindi il CUDA Toolkit adeguato verificando sul sito di NVIDIA quale versione è compatibile in base alla versione del driver precedentemente aggiornato.

CUDA Toolkit	Minimum Required Driver Version for CUDA Minor Version Compatibility*	
	Linux x86_64 Driver Version	Windows x86_64 Driver Version
CUDA 12.1.x	>=525.60.13	>=527.41
CUDA 12.0.x	>=525.60.13	>=527.41
CUDA 11.8.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.7.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.6.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.5.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.4.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.3.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.2.x	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.1 (11.1.0)	>=450.80.02	>=452.39
CUDA 11.0 (11.0.3)	>=450.36.06**	>=451.22**

(Rif: [DriverNVIDIA](#), [CUDA-ReleaseNotes](#))



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): CUDA Toolkit

Scaricare e installare quindi il CUDA Toolkit: [CUDA Toolkit Archive](#)

Operating System

Linux

Windows

Architecture

x86_64

Version

10

11

Server 2019

Server 2022

Installer Type

exe (local)

exe (network)

Download Installer for Windows 10 x86_64

The base installer is available for download below.

> Base Installer

Download (29.1 MB)

Installation Instructions:

1. Double click cuda_12.1.0_windows_network.exe
2. Follow on-screen prompts

The checksums for the installer and patches can be found in [Installer Checksums](#).

For further information, see the [Installation Guide for Microsoft Windows](#) and the [CUDA Quick Start Guide](#).



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): cuDnn

Installato il CUDA Toolkit, si procede con **cuDNN**, una libreria utilizzabile con CUDA e che raccoglie funzioni ottimizzate per il deep learning su GPU. Per scaricare cuDNN, in base alla versione scelta del CUDA Toolkit, basta seguire il link, [cuDNN](#), e loggarsi.

NVIDIA cuDNN

The NVIDIA CUDA® Deep Neural Network library (cuDNN) provides highly tuned implementations for normalization, and activation layers.

Deep learning researchers and framework developers worldwide rely on cuDNN to accelerate their software applications rather than spending time on low-level GPU performance optimization. cuDNN is used by **MxNet**, **PaddlePaddle**, **PyTorch**, and **TensorFlow**. For access to NVIDIA open source software, visit [NVIDIA Open Source](#) to learn more and get started.

Download cuDNN >

cuDNN Archive

NVIDIA cuDNN is a GPU-accelerated library of primitives for deep neural networks.

[Download cuDNN v8.8.1 \(March 8th, 2023\), for CUDA 12.x](#)

[Download cuDNN v8.8.1 \(March 8th, 2023\), for CUDA 11.x](#)

[Download cuDNN v8.8.0 \(February 7th, 2023\), for CUDA 12.0](#)

[Download cuDNN v8.8.0 \(February 7th, 2023\), for CUDA 11.x](#)

[Download cuDNN v8.7.0 \(November 28th, 2022\), for CUDA 11.x](#)



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): cuDnn

Dopo il download, estrarre il contenuto della cartella scaricata e copiarlo nella cartella di installazione di CUDA, in genere presente in:

C:\Program Files\NVIDIA GPU Computing Toolkit\CUDA\vXY.Z

	Nome	Ultima modifica	Tipo
	bin	19/02/2024 09:23	Cartella di file
	doc	19/02/2024 09:22	Cartella di file
	extras	19/02/2024 09:22	Cartella di file
	include	19/02/2024 09:23	Cartella di file
	lib	19/02/2024 09:22	Cartella di file
	libnvvp	19/02/2024 09:22	Cartella di file
	nvml	19/02/2024 09:22	Cartella di file
	nvvm	19/02/2024 09:22	Cartella di file



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): verifica installazione

Per verificare l'installazione di CUDA:

- ▶ Aprire un *prompt dei comandi*.
- ▶ Lanciare il comando ***nvcc --version***.

Se è stato installato correttamente, si leggerà:

- ▶ La versione installata, con corrispondente release.
- ▶ La data di installazione.

```

C:\> Prompt dei comandi

Microsoft Windows [Versione 10.0.17763.4131]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\18P029-Dell>nvcc --version
nvcc: NVIDIA (R) Cuda compiler driver
Copyright (c) 2005-2021 NVIDIA Corporation
Built on Wed_Jun__2_19:25:35_Pacific_Daylight_Time_2021
Cuda compilation tools, release 11.4, V11.4.48
Build cuda_11.4.r11.4/compiler.30033411_0

```



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): PyTorch

Dal sito ufficiale di PyTorch è possibile selezionare diverse combinazioni di dispositivi e versioni per installare tutto il pacchetto PyTorch correttamente.

The screenshot shows the PyTorch 'GET STARTED' page. The 'Stable (2.0.0)' version is selected. The 'Windows' operating system is chosen. The 'Conda' package manager is selected. The 'Python' language is chosen. The 'CUDA 11.7' compute platform is selected. The 'Run this Command:' section displays the following command in a red-bordered box:

```
conda install pytorch torchvision torchaudio pytorch-cuda=11.7 -c pytorch -c nvidia
```

In un environment conda (attivo) digitare il comando suggerito.

(Rif: [PyTorch](#))



Dispositivi hardware

PyTorch per GPU (NVIDIA): verifica installazione

Per verificare l'installazione di PyTorch per GPU:

- ▶ Verificare la GPU sia visibile e rilevata dal sistema operativo.
- ▶ Verifichiamo poi che la GPU risulti disponibile a PyTorch.
- ▶ Contiamo i device che utilizzano CUDA.
- ▶ Verifichiamo le informazioni sul device.

```
Python 3.8.13 | packaged by conda-forge | (default, Mar 25 2022, 05:59:45) [MSC v.1929 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import torch
>>> torch.cuda.is_available()
True
>>> torch.cuda.device_count()
1
>>> torch.cuda.current_device()
0
>>> torch.cuda.device(0)
<torch.cuda.device object at 0x000001F6EE6F7850>
>>> torch.cuda.get_device_name(0)
'NVIDIA GeForce GTX 1660 Ti'
>>> _
```

(Rif: [torch.cuda](#))

Proviamo?