



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

## DGX-Data Center Management

*Francesco Gargiulo, Giampiero Lago, Emilio Greco*

**RT- ICAR-NA-25-03**

**Gennaio 2025**



Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni  
(ICAR)

– Sede di Cosenza, Via P. Bucci 8-9C, 87036 Rende, Italy, URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

– Sezione di Napoli, Via P. Castellino 111, 80131 Napoli, URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

– Sezione di Palermo, Via Ugo La Malfa, 153, 90146 Palermo, URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

## Premessa

Questo rapporto tecnico fornisce una guida dettagliata all'utilizzo di infrastrutture NVIDIA DGX per supportare applicazioni di intelligenza artificiale e calcolo ad alte prestazioni. L'obiettivo principale è quello di presentare un'analisi completa degli strumenti, delle tecnologie e dei flussi di lavoro che compongono un sistema DGX. A partire dalla descrizione delle caratteristiche hardware, si esplorano le soluzioni software integrate e gli strumenti di gestione per garantire efficienza e affidabilità. Inoltre, viene dato ampio spazio a metodologie pratiche per la validazione delle prestazioni, la gestione dei container e l'ottimizzazione dei carichi di lavoro. Questo documento pone le basi teoriche per applicazioni pratiche che saranno esaminate in lavori successivi.

Questo lavoro è stato reso possibile grazie alle attività realizzate nell'ambito del progetto "Humanities and Cultural Heritage Italian Open Science Cloud – H2IOSC," finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU nell'ambito del PNRR Missione 4, "Istruzione e Ricerca" - Componente 2, "Dalla ricerca all'impresa" - Linea di investimento 3.1, "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione", decreto di concessione del finanziamento prot. MUR n. 112 del 20-06-2022 (CUP B63C22000730005).

I corsi di formazione forniti da NVIDIA Academy, le competenze interne all'ICAR e la documentazione acquisita attraverso vari canali, hanno permesso di approfondire e applicare tecniche all'avanguardia nel calcolo distribuito consentendo di esplorare e formalizzare modalità operative e casi d'uso delle risorse di calcolo recentemente acquistate dall'ICAR CNR, per il supporto alle ricerche avanzate condotte nell'ambito di infrastrutture per l'AI basate sul paradigma multi-GPU.

# Overview dell'Infrastruttura Basata su NVIDIA DGX

Le crescenti richieste di capacità computazionale per applicazioni AI e HPC (High-Performance Computing) richiedono infrastrutture robuste, scalabili e ottimizzate per l'elaborazione parallela. L'architettura NVIDIA DGX<sup>1</sup> rappresenta una soluzione avanzata per queste necessità, integrando hardware all'avanguardia e un ecosistema software che ne massimizza l'efficienza. In questa sezione esploreremo le principali caratteristiche di un cluster di NVIDIA DGX, analizzando l'hardware, l'architettura e il supporto alle operazioni richieste per un'infrastruttura AI di ultima generazione.

Un cluster basato su NVIDIA DGX si fonda sulla combinazione di nodi computazionali equipaggiati con GPU e un'infrastruttura di rete ad alte prestazioni per massimizzare l'efficienza nell'elaborazione parallela.

## Componenti Principali del Sistema DGX

- **GPU NVIDIA H100 Tensor Core<sup>2</sup>:** Le GPU di quarta generazione Hopper includono funzionalità come i Transformer Engine e la quarta generazione di NVLink<sup>3</sup>, con una larghezza di banda bidirezionale GPU-GPU fino a 7,2 TB/s, essenziale per le operazioni AI di larga scala.
- **Processori e Memoria:** Ogni nodo è dotato di due processori Intel Xeon Platinum con 112 core totali e fino a 2 TB di memoria di sistema per supportare carichi di lavoro intensivi.
- **Archiviazione:** 30 TB di NVMe SSD<sup>4</sup> per operazioni di lettura e scrittura ad alta velocità, ideali per dataset voluminosi e accessi frequenti.

Un cluster DGX utilizza una rete ad alte prestazioni che include:

- **InfiniBand Quantum-2<sup>5</sup>:** Una rete con throughput fino a 400 Gbps e latenza minima, essenziale per sincronizzare i nodi durante il training distribuito.
- **NVLink e NVSwitch:** Tecnologie di interconnessione tra GPU che garantiscono una comunicazione ad altissima velocità e scalabilità.

Inoltre è supportato da un ecosistema software integrato che include:

---

<sup>1</sup> <https://docs.nvidia.com/dgx/dgxm100-user-guide/>

<sup>2</sup> <https://www.nvidia.com/it-it/data-center/h100/>

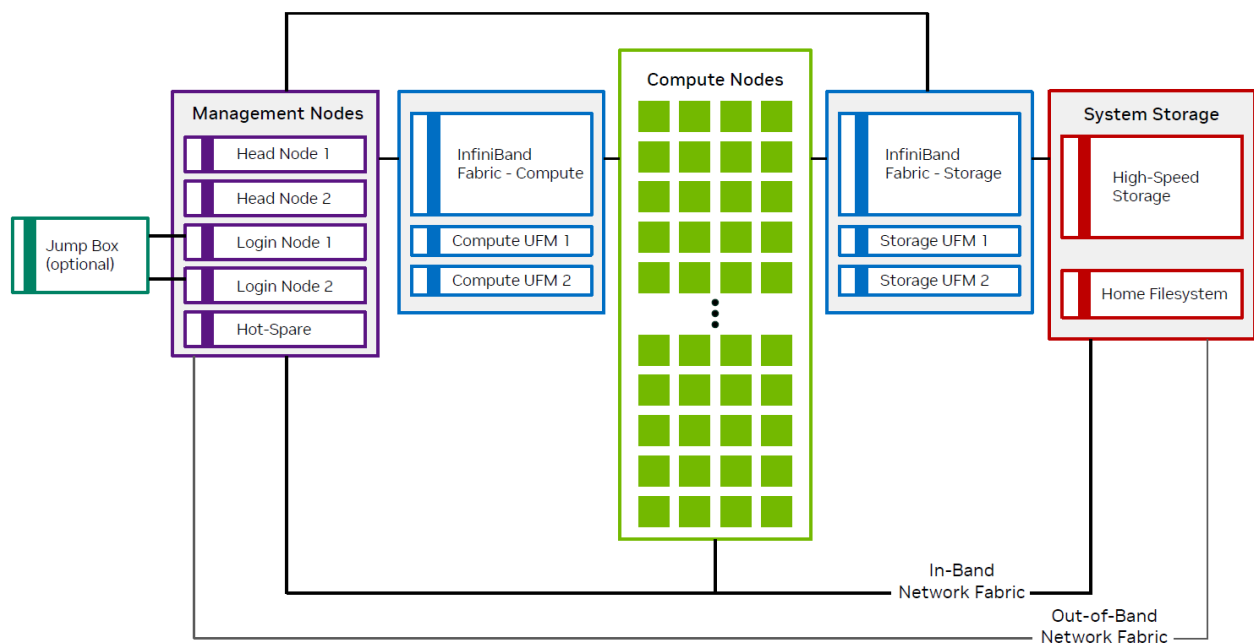
<sup>3</sup> <https://www.nvidia.com/it-it/data-center/nvlink/>

<sup>4</sup> <https://developer.nvidia.com/gpudirect>

<sup>5</sup> <https://www.nvidia.com/it-it/networking/quantum2/>

- **DGX OS:** Una distribuzione basata su Ubuntu con strumenti per il monitoraggio della salute del sistema, gestione delle GPU e gestione dei container (Docker).
- **DCGM (Data Center GPU Management)**<sup>6</sup>: Per la gestione centralizzata delle GPU a livello di cluster.
- **Base Command Manager (BCM)**<sup>7</sup>: Per il provisioning, la gestione dei workload e la supervisione dei nodi.

Di seguito una configurazione base di un cluster DGX:



Una breve descrizione dei nodi di front end dell'infrastruttura viene riportata di seguito:

Nodo	Servizi Ospitati
Head-1	Distribuzione, Provisioning, Gestione dei Carichi di Lavoro <ul style="list-style-type: none"> <li>• BCM CMDaemon<sup>8</sup> e database (MySQL)</li> <li>• Servizi Slurm<sup>9</sup> (Slurmctld, Slurmdbd, Slurmd)</li> </ul>

<sup>6</sup> <https://developer.nvidia.com/dcgm>

<sup>7</sup> <https://docs.nvidia.com/base-command-manager/index.html>

<sup>8</sup> <https://docs.nvidia.com/base-command-manager/bcm-10-release-notes/bcm10-24-03.html>

<sup>9</sup> <https://slurm.schedmd.com/overview.html>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base View<sup>10</sup> per monitoraggio, rendicontazione e reportistica</li> <li>• Node-installer<sup>11</sup></li> <li>• CMSH<sup>12</sup></li> </ul>
Head-2	Fornisce alta disponibilità (HA) per Head-1
Login-1	<p>Nodo di accesso Slurm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto di ingresso per gli utenti nel DGX SuperPOD</li> </ul>
Login-2	<p>Nodo di accesso Slurm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identico a Login-1, può essere raggiunto tramite URL univoco o configurazione round-robin DNS</li> <li>• Non HA con Login-1, utilizzato per il bilanciamento del carico</li> </ul>
CPU-1	<p>Configurazione Definita dal Cliente. Opzioni includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurazione come ulteriore nodo di accesso</li> <li>• Configurazione per l'accesso tramite Slurm per pianificare carichi di lavoro batch e controllare l'accesso</li> <li>• Esecuzione di altri servizi come monitoraggio aggiuntivo, caching dei container, ecc.</li> </ul>

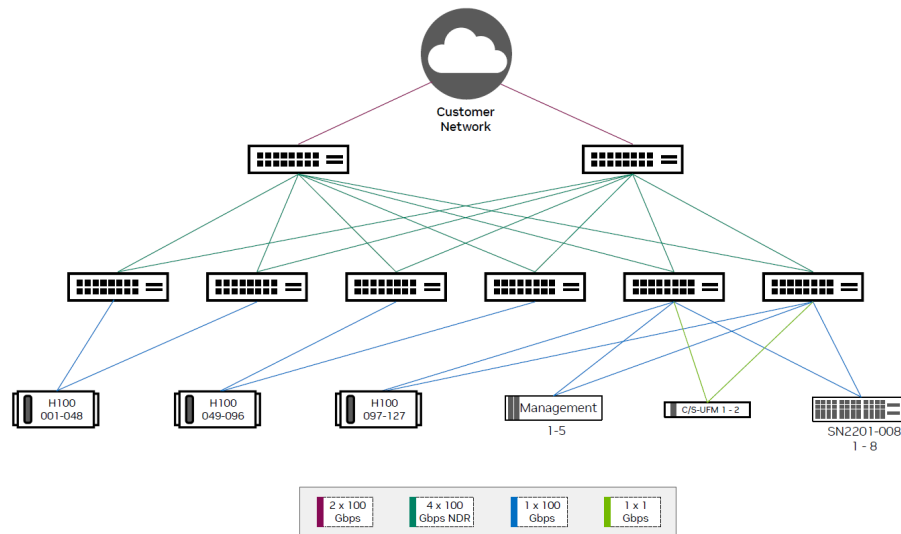
<sup>10</sup> <https://www.nvidia.com/it-it/geforce/technologies/frameview/>

<sup>11</sup> <https://docs.nvidia.com/dgx/dgx-software-stack-installation-guide/>

<sup>12</sup> <https://docs.nvidia.com/dgx-superpod/administration-guide-dgx-superpod/latest/cluster-management.html>

Per garantire l'affidabilità e l'efficienza del sistema dovrà essere configurata la seguente topologia di rete:

### DGX H100 SuperPOD In-Band Management Fabric Topology



## Overview sui software NVIDIA DGX

Ogni sistema NVIDIA DGX è fornito con un ecosistema software robusto e integrato che garantisce alte prestazioni, gestibilità e affidabilità per affrontare le complessità dei carichi di lavoro AI e HPC. Il sistema operativo DGX è progettato per supportare l'infrastruttura di elaborazione avanzata con una combinazione di componenti software preinstallati e configurazioni ottimizzate.

Il sistema operativo DGX si basa su **Ubuntu 22.04 LTS**, una distribuzione Linux stabile e ampiamente supportata. Questa scelta garantisce un ambiente flessibile e sicuro per le applicazioni AI e HPC, offrendo al contempo un ecosistema ben documentato e conosciuto dai professionisti IT.

L'infrastruttura include il software **NVIDIA System Management (NVSM)**<sup>13</sup>, che svolge un ruolo cruciale nella supervisione e manutenzione del sistema:

- Fornisce **monitoraggio attivo della salute** dei nodi DGX, notificando eventuali anomalie attraverso alert in tempo reale.
- Offre **comandi semplici e intuitivi** per verificare lo stato di salute del sistema direttamente dalla riga di comando, riducendo i tempi di diagnosi e intervento.

<sup>13</sup> <https://docs.nvidia.com/nvidia-system-management-nvsm/index.html>

Queste funzionalità consentono agli amministratori di mantenere operativi i sistemi in modo proattivo, minimizzando i tempi di inattività.

Un altro componente chiave è il **Data Center GPU Management (DCGM)**<sup>14</sup>, un software avanzato progettato per la gestione delle GPU a livello di nodo e di data center. Questo strumento consente:

- La configurazione e il monitoraggio centralizzati delle GPU.
- La gestione delle risorse GPU per ottimizzare le prestazioni nei cluster distribuiti.
- L'integrazione con strumenti di gestione esistenti per un'operatività più fluida.

Il DCGM è essenziale per ambienti di calcolo intensivo che sfruttano configurazioni GPU multi-nodo.

Inoltre sono inclusi una gamma di pacchetti software progettati specificamente per massimizzare l'efficienza delle operazioni AI e HPC:

- **Driver e Toolkit NVIDIA:**
  - **Driver GPU NVIDIA** per abilitare la comunicazione tra hardware e applicazioni.
  - **CUDA Toolkit**<sup>15</sup>, che fornisce librerie e strumenti per lo sviluppo e l'esecuzione di applicazioni accelerate da GPU.
  - Librerie specifiche per domini, come quelle dedicate alla visione artificiale o al machine learning.
- **Gestione dei Container:**
  - **Docker Engine**<sup>16</sup> e **NVIDIA Container Toolkit**<sup>17</sup>, strumenti che permettono l'esecuzione di applicazioni containerizzate, fondamentali per distribuire e gestire facilmente ambienti AI complessi.
- **CachefilesDaemon**<sup>18</sup>:
  - Un componente dedicato alla **gestione della cache NFS**, che ottimizza le letture di file condivisi, migliorando le prestazioni del sistema in configurazioni distribuite.

---

<sup>14</sup> <https://developer.nvidia.com/dcgm>

<sup>15</sup> <https://developer.nvidia.com/cuda-downloads>

<sup>16</sup> <https://docs.docker.com/engine/>

<sup>17</sup> <https://docs.nvidia.com/datacenter/cloud-native/container-toolkit/latest/install-guide.html>

<sup>18</sup> <https://docs.kernel.org/filesystems/caching/cachefiles.html>

- **Gestione dei Dischi e Sicurezza:**
  - **Strumenti per la conversione dei livelli RAID** per una flessibilità ottimale nella gestione dei dischi.
  - Funzioni opzionali di **crittografia delle unità disco** e del filesystem root, che garantiscono la sicurezza dei dati sensibili.

## Baseboard Management Controller

Il **Baseboard Management Controller (BMC)** integrato nei sistemi NVIDIA DGX rappresenta un componente fondamentale per la gestione e il controllo remoto dell'hardware. Progettato per garantire un elevato livello di autonomia e sicurezza, il BMC consente operazioni di gestione sia in-band che out-of-band, rendendolo un pilastro della manutenzione e supervisione dei server DGX.

Il BMC è ottimizzato per la gestione **out-of-band**, consentendo il monitoraggio e il controllo del sistema anche quando il sistema operativo principale non è attivo o accessibile. Questa funzionalità è essenziale per garantire la disponibilità e la manutenzione continua dei server.

Il controller offre una vasta gamma di funzionalità di monitoraggio remoto, tra cui:

- **Stato di alimentazione:** Monitora in tempo reale lo stato dell'alimentazione del sistema.
- **Azioni di alimentazione:** Permette operazioni come accensione, spegnimento, reset e ciclo di alimentazione.
- **Identificazione remota dell'unità (UID):** Fornisce un meccanismo per identificare fisicamente i server in un ambiente data center complesso.
- **Lecture dei sensori:** Raccoglie dati da sensori integrati per monitorare parametri critici come temperatura e voltaggio.

L'interfaccia del BMC supporta lo standard **IPMI (Intelligent Platform Management Interface)**<sup>19</sup>, una specifica ampiamente utilizzata per la gestione autonoma dei sistemi. Le principali capacità IPMI includono:

- Operatività prima del boot del sistema operativo.
- Funzionamento durante lo spegnimento del sistema.

---

<sup>19</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_Platform\\_Management\\_Interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_Platform_Management_Interface)



- Supervisione in caso di malfunzionamento del sistema operativo o della macchina.

L'integrazione del BMC nei sistemi DGX rappresenta un notevole passo avanti nella gestione operativa, offrendo vantaggi significativi che semplificano e migliorano le attività di amministrazione. Uno degli aspetti più rilevanti è la capacità di gestire i sistemi a distanza, una funzione che permette di ridurre sia i tempi di intervento sia i costi associati, poiché gli amministratori possono accedere e controllare le risorse senza necessità di presenza fisica. Questo rende la manutenzione non solo più veloce, ma anche più efficiente. Inoltre, la gestione out-of-band garantisce una disponibilità continua dei sistemi, consentendo il monitoraggio e l'intervento anche in situazioni critiche, come guasti hardware o malfunzionamenti del sistema operativo. Ciò assicura una supervisione costante, fondamentale per applicazioni mission-critical.

Il BMC offre anche una straordinaria flessibilità grazie alle sue opzioni di configurazione della rete. Gli amministratori possono adattarlo alle specifiche necessità operative, scegliendo tra configurazioni condivise o dedicate per la gestione in-band e out-of-band. Questa versatilità consente di personalizzare l'infrastruttura per massimizzare la sicurezza e l'efficienza. Infine, l'adozione dello standard IPMI garantisce una piena compatibilità con altre piattaforme di gestione e un ampio supporto nei data center moderni. Questo livello di standardizzazione non solo facilita l'integrazione con sistemi esistenti, ma assicura anche la longevità e la sostenibilità della soluzione.

Le DGX abbracciano lo standard **Redfish**<sup>20</sup>, una tecnologia moderna che semplifica e standardizza la gestione dei server. Con Redfish, gli amministratori possono configurare facilmente le impostazioni del BIOS e del **controller OOB**<sup>21</sup>, oltre a gestire gli aggiornamenti firmware con maggiore parallelismo. Questa architettura non solo riduce la complessità gestionale, ma offre anche un'esperienza più efficiente, eliminando la necessità di strumenti legacy e riducendo i tempi di operazione. Uno dei punti di forza è la gestione migliorata degli aggiornamenti firmware. Il sistema è progettato per supportare un numero maggiore di componenti e permette di eseguire aggiornamenti in background, senza interrompere le operazioni in corso. Questo approccio aumenta la resilienza e riduce al minimo i rischi di disservizi. Inoltre, gli aggiornamenti sono stati potenziati dal punto di vista della sicurezza, assicurando che ogni installazione sia robusta e immune da interferenze o compromissioni.

---

<sup>20</sup> <https://www.dmtf.org/standards/redfish>

<sup>21</sup> <https://www.digi.com/solutions/by-technology/out-of-band-management>

Il sistema utilizza una **Root of Trust hardware** (ROT)<sup>22</sup> per proteggere la maggior parte dei componenti critici, fungendo da fondamento per l'autenticazione sicura e il monitoraggio dell'integrità del sistema.

Altri strumenti di sicurezza includono:

- **Secure Boot**, che garantisce che solo software autorizzato venga eseguito durante l'avvio.
- **Measured Boot**, che utilizza il **Trusted Platform Module** (TPM) per verificare che il processo di avvio non sia stato alterato in modo non autorizzato.
- **Hardware Attestation**, un meccanismo che offre ulteriore protezione certificando l'integrità di hardware e firmware.

## Lo Storage nei Sistemi DGX

In un ambiente AI, lo storage gioca un ruolo cruciale nel garantire prestazioni ottimali e nell'assicurare che i dati siano sempre accessibili per le applicazioni. Nei sistemi NVIDIA DGX, la progettazione dello storage è orientata alla gestione efficiente di carichi di lavoro intensivi, come l'addestramento di modelli di intelligenza artificiale e il calcolo ad alte prestazioni (HPC). In questa sezione, esploriamo le caratteristiche principali dello storage nei sistemi DGX e le considerazioni da adottare per ottimizzare le prestazioni.

I sistemi DGX utilizzano un approccio allo storage che bilancia prestazioni, scalabilità e affidabilità. Lo storage interno è progettato principalmente per la cache dei dati, ottimizzando l'accesso durante i carichi di lavoro di addestramento AI, mentre lo storage esterno supporta le esigenze di archiviazione a lungo termine e gestione di dataset di grandi dimensioni.

I modelli DGX H100 sono dotati di 30 TB di storage interno NVMe SSD, ideale per operazioni di lettura e scrittura ad alte prestazioni. I dischi hanno connettività garantita da due schede NVIDIA ConnectX-7 NIC<sup>23</sup>, ciascuna con porte duali, che consentono una comunicazione rapida con lo storage esterno attraverso infrastrutture di rete avanzate. Mentre i modelli DGX A100 hanno con 30 TB di unità U.2 NVMe SSD e connessioni di rete tramite schede ConnectX-6 NIC, per una gestione fluida dei dati in cluster di grandi dimensioni.

---

<sup>22</sup> <https://csrc.nist.gov/Projects/Hardware-Roots-of-Trust>

<sup>23</sup> <https://www.nvidia.com/en-us/networking/ethernet-adapters/>

Le operazioni di training dei modelli AI, specialmente per il deep learning (DL), richiedono uno storage che supporti letture e scritture frequenti e casuali. Le soluzioni di storage per DGX possono variare in base alle necessità, combinando diversi file system per rispondere a esigenze specifiche:

- **Network File System (NFS)<sup>24</sup>:**
  - Ideale per ambienti condivisi.
  - Offre semplicità di utilizzo e strumenti aziendali come snapshot e replicazione dei dati.
- **File System Paralleli e Distribuiti:**
  - Progettati per la gestione di carichi di lavoro intensivi.
  - Supportano tecnologie di rete ad alte prestazioni come InfiniBand<sup>25</sup>, garantendo un accesso più rapido e scalabile ai dati.
- **Object Storage<sup>26</sup>:**
  - Scalabile da terabyte a petabyte.
  - Utilizza un'architettura a blob o bucket, accessibile tramite API REST<sup>27</sup>.
  - Soluzione preferita per repository di dati di grandi dimensioni su cloud

Il seguente **flusso di lavoro di addestramento** per modelli di piccole/medie dimensioni mostra il modo in cui i dati vengono letti e gestiti durante il processo di addestramento:



Lo storage in un ambiente di addestramento per l'intelligenza artificiale deve essere progettato per rispondere a diverse esigenze critiche legate alla gestione dei dati.

<sup>24</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_File\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_File_System)  
<sup>25</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/InfiniBand>  
<sup>26</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Object\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Object_storage)  
<sup>27</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Representational\\_state\\_transfer](https://it.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer)

Un aspetto fondamentale è la capacità di garantire un accesso rapido ed efficiente ai dati necessari per l'addestramento. Tutti i processi coinvolti nel training leggono i dati una sola volta, all'inizio del processo. Questo approccio riduce drasticamente il numero di accessi ripetuti, ottimizzando il caricamento iniziale e prevenendo potenziali colli di bottiglia che potrebbero rallentare il sistema. La velocità e l'efficienza dello storage in questa fase sono essenziali per garantire un avvio fluido del processo di addestramento.

Un'altra funzione cruciale dello storage è supportare la scrittura dei checkpoint. Durante il training, al termine di ogni epoca, il processo con "**rank 0**" registra uno stato intermedio del modello, noto come **checkpoint**. Questo checkpoint è fondamentale per molteplici ragioni: permette di riprendere l'addestramento in caso di interruzioni, garantendo la continuità del lavoro, e offre un riferimento utile per analizzare i progressi del modello nel tempo. Per questa operazione, è essenziale che lo storage sia in grado di gestire scritture frequenti e rapide, senza compromettere le prestazioni globali del sistema.

Infine, durante il caricamento iniziale dei dati e l'avvio dell'applicazione, si osserva un picco nell'attività dei metadati. Questo significa che, oltre alla lettura vera e propria dei dati, il sistema deve gestire un'intensa attività legata alla struttura e alla localizzazione dei file. Lo storage deve quindi essere capace di trattare non solo grandi volumi di dati, ma anche un elevato numero di operazioni sui metadati, assicurando che queste non rallentino l'intero processo.

## **NVIDIA System Management (NVSM)**

NVIDIA System Management (NVSM) è un framework avanzato per il monitoraggio e la gestione dei nodi DGX, progettato per garantire una supervisione costante, diagnosi accurate e una manutenzione proattiva dell'infrastruttura. Questo strumento consente agli amministratori di sistema di monitorare la salute dei componenti hardware e di ricevere notifiche in caso di potenziali guasti o cambiamenti nello stato del sistema.

E' progettato per offrire una visione completa e standardizzata dello stato del sistema e dei suoi componenti, semplificando la gestione e il monitoraggio dell'infrastruttura. Una delle sue caratteristiche principali è il monitoraggio continuo della salute del sistema, che permette di tenere sotto controllo costantemente i componenti critici, come CPU, GPU, memoria e unità di storage. Questo garantisce che eventuali anomalie o problemi vengano individuati tempestivamente, riducendo il rischio di interruzioni improvvise. Un altro elemento distintivo è la capacità di fornire

notifiche proattive in tempo reale. Quando si verificano cambiamenti significativi nello stato operativo o si prevede un potenziale guasto, NVSM invia avvisi immediati agli amministratori, consentendo loro di intervenire rapidamente e di prevenire situazioni critiche. Per agevolare la diagnosi e la manutenzione, NVSM include la generazione di log dettagliati. Questi report diagnostici offrono informazioni approfondite sullo stato del sistema e possono essere utilizzati per individuare la causa di un problema o condivisi con il supporto tecnico per una risoluzione più efficiente. Infine, NVSM si distingue per la sua versatilità, grazie alle interfacce multiple che offre. È disponibile sia come utility a riga di comando (CLI), per gli amministratori che preferiscono un approccio diretto, sia come API REST, che consente una facile integrazione con strumenti di gestione esterni e automazione. Questa flessibilità rende NVSM un alleato prezioso per la gestione di infrastrutture complesse, adattandosi a diverse esigenze operative.

L'architettura di NVSM è costruita per essere modulare e flessibile, garantendo una gestione efficace e scalabile dei sistemi DGX. Ogni componente è progettato per interagire sia con l'hardware del sistema sia con gli strumenti software del sistema operativo, creando un ecosistema integrato per il monitoraggio e la gestione. Un elemento chiave è il **Health Monitor e Alert Engine**, che assicura una supervisione costante di tutti i componenti critici, come CPU, GPU, memoria, alimentatori e unità di storage. Questo **sistema di monitoraggio proattivo** consente di rilevare tempestivamente eventuali anomalie e inviare notifiche in caso di problemi, contribuendo a mantenere l'infrastruttura in uno stato ottimale. Le API REST sicure rappresentano un altro componente fondamentale, poiché permettono di integrare NVSM con sistemi di monitoraggio esterni. Questa capacità di connessione esterna amplia le possibilità di gestione e automazione, rendendo NVSM particolarmente adatto a infrastrutture moderne e distribuite. Per garantire un'efficace raccolta e memorizzazione dei dati, **NVSM utilizza un database MongoDB**, che conserva eventi e informazioni sullo stato del sistema. Questo approccio assicura che tutte le informazioni rilevanti siano accessibili e organizzate, facilitando l'analisi e la risoluzione dei problemi. Si avvale inoltre di protocolli standard e strumenti del sistema operativo, come **dmidecode** e **nvme-cli**, per raccogliere informazioni e configurare i componenti hardware. Questo utilizzo di strumenti consolidati garantisce un funzionamento affidabile e una compatibilità ottimale con l'ambiente operativo.

Offre tre diverse interfacce che permettono una gestione flessibile e completa dei nodi DGX, rispondendo alle esigenze di amministratori di sistema e integratori.

La prima è la **CLI (Command Line Interface)**<sup>28</sup>, progettata secondo il modello DMTF SMASH CLI. Questa interfaccia consente agli utenti di eseguire comandi sia in modalità interattiva che non interattiva, offrendo un controllo diretto e dettagliato sui nodi DGX. La CLI è ideale per configurare e monitorare i sistemi, fornendo una vasta gamma di comandi utili. Ad esempio:

- **nvsm show health:** Mostra lo stato generale del sistema, evidenziando eventuali problemi o anomalie.
- **nvsm show gpus:** Fornisce informazioni dettagliate sulle GPU installate nel sistema.
- **nvsm dump health:** Genera un file diagnostico completo, utile per la risoluzione dei problemi o per l'analisi approfondita da parte del supporto tecnico.

```

~ $ man nvsm
~ $ nvsm --help
usage: nvsm [-h] [--color WHEN] [-i] [--] [<command>...]
NVIDIA System Management interface
optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  --color WHEN          Control colorization of output. Possible
                        values for WHEN are "always", "never", or
                        "auto". Default value is "auto".
  -i, --interactive    When this option is given, run in
                        interactive mode. The default is
                        automatic.
  --log-level {debug,info,warning,error,critical}
                        Set the output logging level. Default is
                        'warning'.

```

Command	Description
nvsm show power nvsm show psus	Show PSU information
nvsm show processors nvsm show cpus	Display information for all CPUs in the system
nvsm show memory nvsm show dimms	Display information for all installed DIMMs
nvsm show fans	Show fan speed information
nvsm show temperatures nvsm show temps	Show temperature readings

Command	Description
nvsm show alerts	Show alerts generated by NVSM monitor
nvsm show policy	Show policy configuration of NVSM monitor
nvsm show health	Display overall system health
nvsm dump health	Generates a health report file for uploading to support
nvsm show gpus	Show GPU information
nvsm show storage nvsm show drives nvsm show volumes	Show storage disk and volume information

```

~ $ sudo nvsm show alert | more
/chassis/localhost/NetworkAdapters/IB0/NetworkPorts/alerts/alert0
Properties:
  system_name = dgx-18-04
  message_details = NetworkAdapter IB0 Network port is disabled.
  component_id = 1
  description = An expected Network port is missing.
  event_time = 2020-03-11T12:16:46.122259-07:00
  recommended_action =
    1. Please check the physical link connection
    2. Please open a case with NVIDIA Enterprise Support at this address
https://nvid.nvidia.com/dashboard/
  alert_id = NV-NET-05
  system_serial = 1570320000067
..

```

<sup>28</sup> <https://docs.nvidia.com/dgx/nvsm-user-guide/index.html>

Un'altra potente interfaccia offerta da NVSM è l'**API REST**<sup>29</sup>, che abilita un'integrazione avanzata con strumenti di monitoraggio esterni e soluzioni cloud, sia private che pubbliche. Attraverso l'API, è possibile interrogare lo stato dei componenti hardware e gestire configurazioni in modo programmatico. Questa interfaccia è particolarmente utile per automatizzare i processi e per integrare NVSM in infrastrutture IT più ampie.

## NVSM REST Interface

NVSM API reference

GET	/nvsm/v1/Schemas/Systems/GPU	🔒
GET	/nvsm/v1/Schemas/Systems/Memory/Errors	🔒
GET	/nvsm/v1/Schemas/Systems/Pcie/Errors	🔒
GET	/nvsm/v1/Systems/1/GPUs	🔒
GET	/nvsm/v1/Systems/1/GPUs/Health	🔒
POST	/nvsm/v1/Systems/1/GPUs/Health	🔒
DELETE	/nvsm/v1/Systems/1/GPUs/Health	🔒

Include un'interfaccia **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)**, utilizzata per inviare notifiche di avviso via email. Questa funzione è cruciale per mantenere gli amministratori informati in tempo reale su eventuali problemi o cambiamenti nello stato del sistema, consentendo loro di intervenire prontamente. Grazie a queste tre interfacce, NVSM offre un ecosistema versatile e completo per la gestione e il monitoraggio dei nodi DGX, garantendo efficienza e adattabilità in diversi scenari operativi.

Fornisce strumenti avanzati per una diagnostica completa ed efficace, pensati per garantire un controllo approfondito dei sistemi DGX e la rapida identificazione di eventuali anomalie.

Uno degli strumenti principali è l'**Health Check**, che consente di verificare lo stato di salute dei componenti del sistema. Questo strumento è progettato per identificare in modo tempestivo i componenti che potrebbero non funzionare correttamente. In caso di problemi, NVSM genera automaticamente un log diagnostico dettagliato, contenente informazioni utili per l'analisi e la risoluzione dei problemi. Questo file può essere condiviso con il supporto tecnico NVIDIA per una gestione più rapida ed efficiente delle criticità.

<sup>29</sup> <https://docs.nvidia.com/datacenter/nvsm/nvsm-api/index.html>

Un altro strumento chiave offerto da NVSM è lo **Stress Test**, che mette alla prova i componenti del sistema simulando carichi di lavoro intensivi. Questo test è particolarmente utile per rilevare problemi che potrebbero manifestarsi solo sotto pressione, come colli di bottiglia o instabilità del sistema. Gli stress test possono essere utilizzati per valutare l'affidabilità di componenti critici come CPU, GPU, memoria e unità di storage, soprattutto dopo interventi di manutenzione o aggiornamenti hardware. Questa funzionalità offre agli amministratori un modo efficace per garantire che il sistema sia in grado di operare senza problemi anche nei contesti più esigenti.

## Data Center GPU Manager (DCGM)

Il Data Center GPU Manager è uno strumento avanzato progettato per semplificare la gestione delle GPU all'interno di un cluster. Funziona come un agente leggero che opera nello spazio utente, fornendo capacità di monitoraggio e gestione per le GPU NVIDIA. Questo sistema è essenziale per supervisionare il comportamento delle GPU, configurare le loro impostazioni, monitorare la loro salute e diagnosticare eventuali problemi, rendendolo uno strumento indispensabile nei data center ad alte prestazioni. Una delle caratteristiche principali di DCGM<sup>30</sup> è la capacità di trattare le GPU come risorse correlate, consentendo di **configurarle e gestirle in modo collettivo**. L'integrazione con NVSwitch consente inoltre di ottimizzare la configurazione delle **interconnessioni tra GPU**, migliorando le prestazioni complessive del sistema. DCGM permette di definire e applicare configurazioni specifiche, di automatizzare politiche di gestione e di abilitare statistiche e accounting a livello di job. Tutto questo è supportato da un framework che offre accesso programmatico attraverso linguaggi come C e Python, oltre a un'interfaccia a riga di comando (CLI) che fornisce strumenti interattivi pronti all'uso. Si distingue anche per le sue funzionalità di diagnostica e monitoraggio della salute. I controlli di salute vengono eseguiti in background, rilevando problemi potenziali prima che diventino critici. Le funzioni di diagnostica attiva consentono di eseguire test approfonditi delle GPU, identificando problemi legati a memoria, banda, integrazione hardware e altri aspetti critici. Questi test possono essere eseguiti a diversi livelli di profondità, da rapidi controlli di pochi secondi a esami più dettagliati che possono richiedere diversi minuti.

---

<sup>30</sup> [https://docs.nvidia.com/datacenter/dcgm/2.3/pdf/DCGM\\_User\\_Guide.pdf](https://docs.nvidia.com/datacenter/dcgm/2.3/pdf/DCGM_User_Guide.pdf)



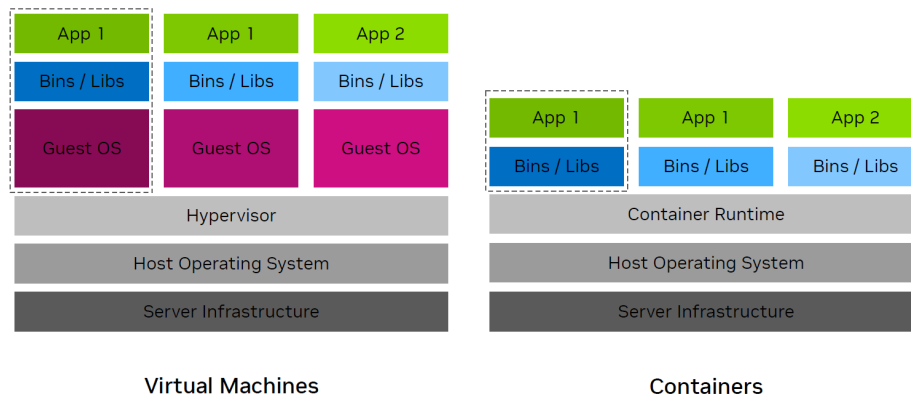
Il sistema consente inoltre una gestione granulare dei gruppi di GPU, che possono essere definiti, configurati e monitorati per specifici carichi di lavoro. Ad esempio, è possibile creare un gruppo di GPU per un determinato job, applicare configurazioni personalizzate e monitorarne le prestazioni durante l'esecuzione. Al termine del job, il gruppo può essere rimosso, liberando risorse per altri utilizzi.

L'interfaccia CLI di DCGM, nota come DCGMI, offre comandi per configurare, monitorare e diagnosticare le GPU. Le operazioni principali avvengono sui gruppi, un concetto che permette di gestire collezioni di GPU come un'unica risorsa astratta. È possibile aggiungere GPU ai gruppi, definire configurazioni specifiche e abilitare politiche di gestione per automatizzare le risposte a determinate condizioni, come errori PCIe, superamento dei limiti termici o problemi di memoria ECC.

Infine, DCGM fornisce funzionalità di monitoraggio avanzate, tra cui la raccolta di statistiche dettagliate sui processi in esecuzione e la verifica delle condizioni operative delle GPU. Questo permette di analizzare in modo approfondito l'utilizzo delle risorse, identificando opportunità di ottimizzazione e assicurando che l'infrastruttura operi al massimo delle sue capacità.

## Container NVIDIA

I container NVIDIA GPU rappresentano un'evoluzione cruciale nella gestione e nell'implementazione delle applicazioni basate su intelligenza artificiale e calcolo accelerato da GPU. Essi permettono di racchiudere tutte le componenti necessarie per l'esecuzione di un'applicazione, offrendo un ambiente unificato e replicabile che semplifica il processo di sviluppo, test e distribuzione. A differenza delle macchine virtuali, **i container condividono lo stesso sistema operativo dell'host**, riducendo significativamente l'overhead e garantendo prestazioni prossime a quelle dei sistemi bare metal. I container sono inoltre portabili, permettendo di eseguire un'applicazione su qualsiasi sistema compatibile con un runtime per container, rendendo più semplice il deployment in ambienti eterogenei.



Il cuore della gestione dei container NVIDIA risiede nell'integrazione con il **NVIDIA GPU Cloud (NGC) Container Registry**, una piattaforma che fornisce **immagini containerizzate ottimizzate per il deep learning, il calcolo scientifico e altre applicazioni avanzate**. Queste immagini vengono continuamente aggiornate dagli esperti NVIDIA, garantendo che gli utenti abbiano accesso agli strumenti più recenti e alle migliori pratiche. L'accesso al registro NGC è regolato da credenziali fornite durante l'acquisto e la registrazione dell'hardware DGX, ma molte immagini container sono disponibili per il download senza necessità di autenticazione. L'uso di Docker come piattaforma principale per la gestione dei container consente di interagire con i container in modo semplice e potente. Docker opera attraverso comandi intuitivi che permettono di scaricare, avviare, arrestare e rimuovere container e immagini. Ad esempio, il comando `docker pull` consente di scaricare immagini dal registro, mentre `docker run` avvia container basati su quelle immagini. Docker semplifica anche la gestione degli stati delle immagini, permettendo di visualizzare dettagli come la dimensione, la data di creazione e il repository di origine. La validazione della funzionalità di Docker avviene attraverso test semplici, come l'esecuzione di un container "hello-world", che conferma il corretto funzionamento del driver e dell'ambiente. Questo approccio garantisce che l'infrastruttura sia pronta per l'esecuzione di carichi di lavoro più complessi.

I container NVIDIA GPU non sono solo uno strumento per la gestione delle applicazioni, ma un vero e proprio abilitatore per l'innovazione, accelerando il time-to-market per applicazioni di intelligenza artificiale e calcolo scientifico. Grazie alla combinazione di portabilità, prestazioni elevate e accesso a un ecosistema di strumenti e modelli pre-addestrati, essi rappresentano una soluzione indispensabile per i moderni data center.

## Multi-Instance GPU (MIG)

La funzionalità Multi-Instance GPU (MIG) rappresenta un'innovazione significativa nelle GPU NVIDIA delle serie A30, A100 e H100. Questa tecnologia consente di **suddividere una singola GPU fisica in più istanze GPU (GI)**, fino a un massimo di sette per GPU, completamente isolate tra loro. Questa capacità permette a più utenti e processi di accedere simultaneamente alle risorse di calcolo in modo indipendente, ottimizzando l'utilizzo complessivo della GPU. In un sistema DGX A100 o H100, si possono supportare fino a 56 GPU Instances (GIs), offrendo una scalabilità senza precedenti. Ogni istanza è completamente autonoma, con un'allocazione dedicata di risorse di calcolo e memoria, garantendo che i processi di diversi utenti o job non interferiscano tra loro. Questa separazione non solo migliora la sicurezza e l'affidabilità, ma consente anche una maggiore efficienza nell'allocazione delle risorse. Per configurare e gestire le partizioni MIG, NVIDIA fornisce il MIG Partition Editor, uno strumento integrato a partire dalla versione 5.1.0 del sistema operativo DGX. Questo editor consente agli amministratori di definire e applicare configurazioni specifiche per le GPU di un nodo attraverso file YAML. Questi file, condivisibili tra tutti i nodi di un cluster, permettono di definire il numero di istanze, le risorse allocate a ciascuna e se MIG debba essere abilitato o meno. Per semplificare ulteriormente la gestione, il MIG Manager estende le funzionalità del Partition Editor, garantendo che le configurazioni persistano anche dopo un riavvio del sistema. Il comando `nvidia-mig-parted` è l'interfaccia principale per gestire le configurazioni MIG. Questo strumento consente di applicare configurazioni, verificarne la corretta implementazione e persino esportare le impostazioni attuali in un formato compatibile per il ripristino o la condivisione. Inoltre, per verificare lo stato delle istanze GPU, il comando `nvidia-smi` offre una panoramica completa delle configurazioni attive, mostrando informazioni sulle risorse assegnate e sull'utilizzo corrente.

La configurazione delle istanze GPU è estremamente flessibile. Ad esempio, è possibile scegliere tra diversi profili MIG predefiniti che variano per quantità di memoria e risorse di calcolo allocate. Questi profili, identificabili tramite il comando `nvidia-smi mig -lgip`, permettono di adattare le risorse alle esigenze specifiche dei carichi di lavoro. Ogni configurazione è ottimizzata per offrire il massimo delle prestazioni per applicazioni come il deep learning, il calcolo scientifico o la simulazione. La verifica della configurazione MIG è semplice e immediata. Utilizzando `nvidia-smi`, è possibile visualizzare in tempo reale le istanze attive, i processi associati e le risorse utilizzate. Questa capacità di monitoraggio consente agli amministratori di ottimizzare continuamente l'allocazione delle risorse e di garantire che ogni istanza operi in modo efficiente.

La gestione delle configurazioni per le GPU Multi-Instance (MIG) nei sistemi NVIDIA DGX si basa sull'utilizzo di file di configurazione strutturati, che permettono un controllo preciso e riproducibile delle risorse di calcolo. Questi file, generalmente scritti in formato YAML, sono fondamentali per definire in dettaglio le modalità con cui le GPU devono essere suddivise in istanze e configurate per rispondere a specifiche esigenze operative.

Un file di configurazione consente di stabilire diverse proprietà chiave. Innanzitutto, è possibile indicare quali GPU del sistema saranno interessate dalla configurazione tramite il parametro ``devices``. Questo permette di applicare configurazioni mirate su una o più GPU in un sistema multi-GPU, garantendo la flessibilità necessaria per gestire ambienti complessi. Inoltre, il file include l'opzione ``mig-enabled``, che specifica se la modalità MIG debba essere attivata o disattivata per le GPU selezionate. Questo controllo diretto facilita l'ottimizzazione delle risorse in base alle necessità dei carichi di lavoro.

Un elemento cruciale del file di configurazione è la possibilità di definire il tipo e il numero di dispositivi MIG da creare. Questi dispositivi, noti come **GPU Instances (GIs)**, possono essere personalizzati per allocare quantità specifiche di risorse, come memoria e capacità computazionale, a ciascun processo o utente. Ad esempio, è possibile configurare istanze GPU di diverse dimensioni per gestire simultaneamente carichi di lavoro leggeri e intensivi sullo stesso hardware.

La struttura del file di configurazione è progettata per supportare l'uniformità e la scalabilità. I file YAML possono essere condivisi tra tutti i nodi di un cluster, garantendo che ogni GPU operi con configurazioni coerenti e standardizzate. Questa capacità è particolarmente utile nei data center su larga scala, dove è essenziale minimizzare le discrepanze nelle configurazioni per mantenere la stabilità e le prestazioni complessive del sistema.

```
version: v1
mig-configs:
  all-disabled:
    - devices: all
      mig-enabled: false

  all-enabled:
    - devices: all
      mig-enabled: true
      mig-devices: {}

  all-1g.5gb:
    - devices: all
```

```
custom-config:
  - devices: [0,1,2,3]
    mig-enabled: false
  - devices: [4]
    mig-enabled: true
    mig-devices:
      "1g.5gb": 7
  - devices: [5]
    mig-enabled: true
    mig-devices:
      "2g.10gb": 3
  - devices: [6]
    mig-enabled: true
    mig-devices:
      "3g.20gb": 2
  - devices: [7]
    mig-enabled: true
    mig-devices:
```

```

$ sudo nvidia-smi mig -lgip
+-----+
| GPU instance profiles: |
| GPU  Name      ID      Instances  Memory  P2P  SM  DEC  ENC |
|      Free/Total  GiB      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0  MIG 1g.5gb   19     7/7     4.75   No   14  0   0 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0  MIG 2g.10gb  14     3/3     9.75   No   28  1   0 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0  MIG 3g.20gb  9      2/2    19.62   No   42  2   0 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0  MIG 4g.20gb  5      1/1    19.62   No   56  2   0 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0  MIG 7g.40gb  0      1/1    39.50   No   98  5   0 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1  MIG 1g.5gb   19     7/7     4.75   No   14  0   0 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
...[output truncated]

```

Un aspetto importante della configurazione MIG è la possibilità di visualizzare i profili disponibili tramite comandi come `nvidia-smi`. Questi profili offrono opzioni predefinite per la suddivisione delle risorse GPU, facilitando la scelta di configurazioni ottimali per i diversi tipi di carichi di lavoro. Gli amministratori possono quindi selezionare rapidamente il profilo che meglio si adatta alle loro esigenze e applicarlo tramite il file di configurazione. Per agevolare ulteriormente l'adozione, NVIDIA fornisce esempi pratici di file YAML preconfigurati. Questi esempi sono disponibili nel repository GitHub ufficiale di `mig-parted`, rappresentando un punto di partenza utile per gli amministratori di sistema che vogliono implementare rapidamente configurazioni standard o personalizzate.

```

$ nvidia-smi
+-----+
| MIG devices: |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| GPU  GI  CI  MIG  Memory-Usage  SM  Vol  Shared |
|      ID ID  Dev |              |    Unc| CE  ENC  DEC  OFA  JPG |
|      |   |   |   |              |    ECC|    |    |    |    |    |    |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0    1  0  0  | 268MiB / 20224MiB | 42  0  | 3  0  2  0  0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0    2  0  1  | 268MiB / 20096MiB | 42  0  | 3  0  2  0  0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Processes: |
| GPU  GI  CI  PID  Type  Process name          GPU Memory |
|      ID ID   |          |      |          |          Usage |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| No running processes found |
+-----+

```

## Test di verifica dell'infrastruttura

La validazione delle prestazioni e l'esecuzione di carichi di lavoro nei sistemi DGX rappresentano passaggi fondamentali per garantire che l'infrastruttura **sia configurata correttamente e ottimizzata** per i compiti assegnati. Questo processo non solo verifica la funzionalità del sistema, ma assicura anche che le connessioni di rete, l'accesso ai contenitori NGC e l'integrazione con strumenti esterni, come Jupyter Notebook, siano perfettamente operativi.

Uno degli strumenti centrali per la validazione delle prestazioni è il NVIDIA System Management (NVSM), che **include un test di stress integrato** progettato per mettere alla prova i componenti principali del sistema, come CPU, GPU, memoria, PCIe e storage. Questo test, che richiede circa 20 minuti, fornisce metriche dettagliate, inclusi valori minimi, massimi e medi per ciascun componente, e segnala chiaramente se ciascun elemento ha superato o meno il test. Inoltre, offre informazioni cruciali, come carichi di sistema, temperature e consumo energetico, per assicurarsi che il sistema operi all'interno dei parametri previsti.

Un'altra metodologia di validazione include il test della banda passante tra GPU, sfruttando strumenti come **nvbandwidth**. Questo test verifica la velocità di trasferimento dati tra le GPU, utilizzando le interconnessioni NVLink e NVSwitch per garantire una comunicazione ad alta velocità. I risultati attesi, che si aggirano intorno a 650 GB/s in modalità bidirezionale, confermano che il sistema è configurato correttamente per supportare carichi di lavoro ad alte prestazioni.

Per applicazioni più specifiche, i container preconfigurati di NVIDIA GPU Cloud (NGC) giocano un ruolo fondamentale. Ad esempio, il container PyTorch può essere utilizzato per addestrare reti neurali convoluzionali (CNN) senza dati reali, fornendo metriche di throughput come immagini elaborate al secondo. Allo stesso modo, il container TensorFlow consente di eseguire benchmark di addestramento e fornisce dati sulle prestazioni, con risultati attesi di oltre 15.000 immagini al secondo, a seconda della configurazione.

Un aspetto pratico del lavoro con i sistemi DGX è la possibilità di eseguire questi carichi di lavoro in un ambiente Jupyter Notebook, facilitando lo sviluppo interattivo e la sperimentazione. Grazie ai container NGC, gli utenti possono configurare rapidamente un server JupyterLab e accedervi tramite un browser web per eseguire programmi campione direttamente dal contenitore. Questo approccio non solo semplifica l'accesso, ma migliora anche la produttività, consentendo agli utenti di focalizzarsi sull'ottimizzazione dei carichi di lavoro.

```
~ $ sudo docker pull nvcr.io/nvidia/clara/cheminformatics_demo:0.1.2
```

```
...
```

```
~ $ sudo docker run --gpus all -it -v /tmp:/data -p 5000:5000
```

```
nvcr.io/nvidia/clara/cheminformatics_demo:0.1.2
```

```
A JupyterLab server has been started!
```

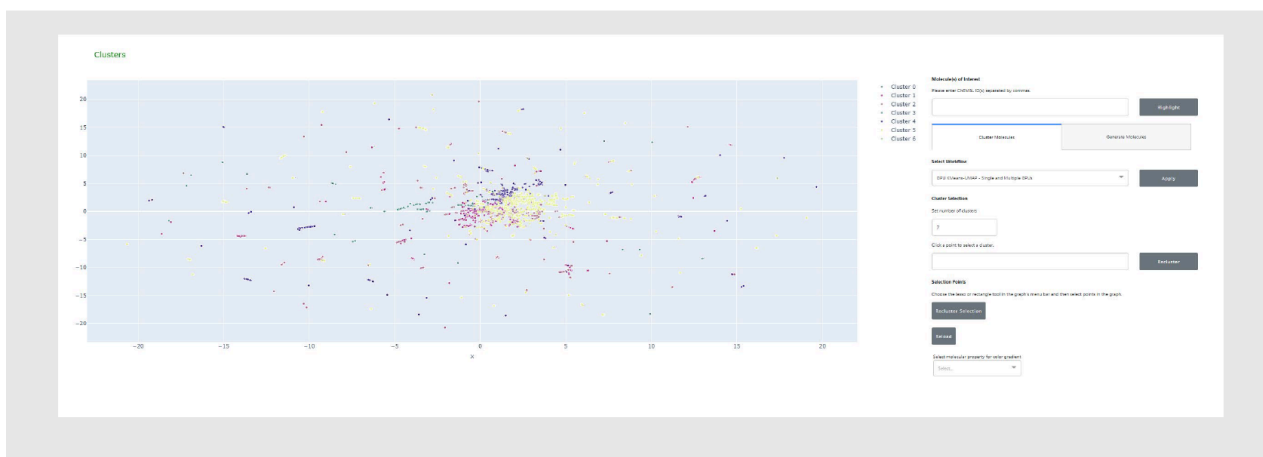
To access it, visit <http://localhost:8888> on your host machine.

Ensure the following arguments were added to "docker run" to expose the JupyterLab server to your host machine:

```
-p 8888:8888 -p 8787:8787 -p 8786:8786
```

Make local folders visible by bind mounting to /rapids/notebooks/host

- In a separate browser go to '<http://hostname:5000>' to see the notebook and the related data. When the work in the notebook is done, the container can be closed.



Il comando successivo mostra un processo pratico e intuitivo per lanciare un container NVIDIA da un notebook Jupyter, utilizzando l'esempio di un container specifico proveniente dal NVIDIA GPU Cloud (NGC). Questo approccio dimostra quanto sia semplice e veloce configurare un ambiente interattivo per lo sviluppo e il testing di applicazioni AI.

Nel caso descritto, il container in questione è preconfigurato per includere strumenti e librerie essenziali per il deep learning, come TensorFlow o PyTorch, insieme a JupyterLab. L'obiettivo è fornire un ambiente già pronto all'uso, riducendo i tempi di configurazione e consentendo agli utenti di concentrarsi direttamente sui propri progetti.

Il processo inizia con il lancio del container tramite un comando Docker. Questo comando specifica il container da scaricare e avviare, ad esempio uno container PyTorch ottimizzato per GPU NVIDIA. Durante il lancio, vengono configurati i volumi per l'accesso ai dati e le porte di rete per permettere a JupyterLab di essere accessibile tramite browser. Il comando genera un URL univoco che include un token di accesso, garantendo sicurezza e facilità di connessione.

```
~ $ sudo docker run --gpus all -p 8888:8888 -it --rm nvcr.io/nvidia/tensorflow:20.10-tf1-py3
jupyter lab --ip=0.0.0.0 --port 8888 --allow-root --no-browser
```

... [output truncated]

To access the notebook, open this file in a browser:

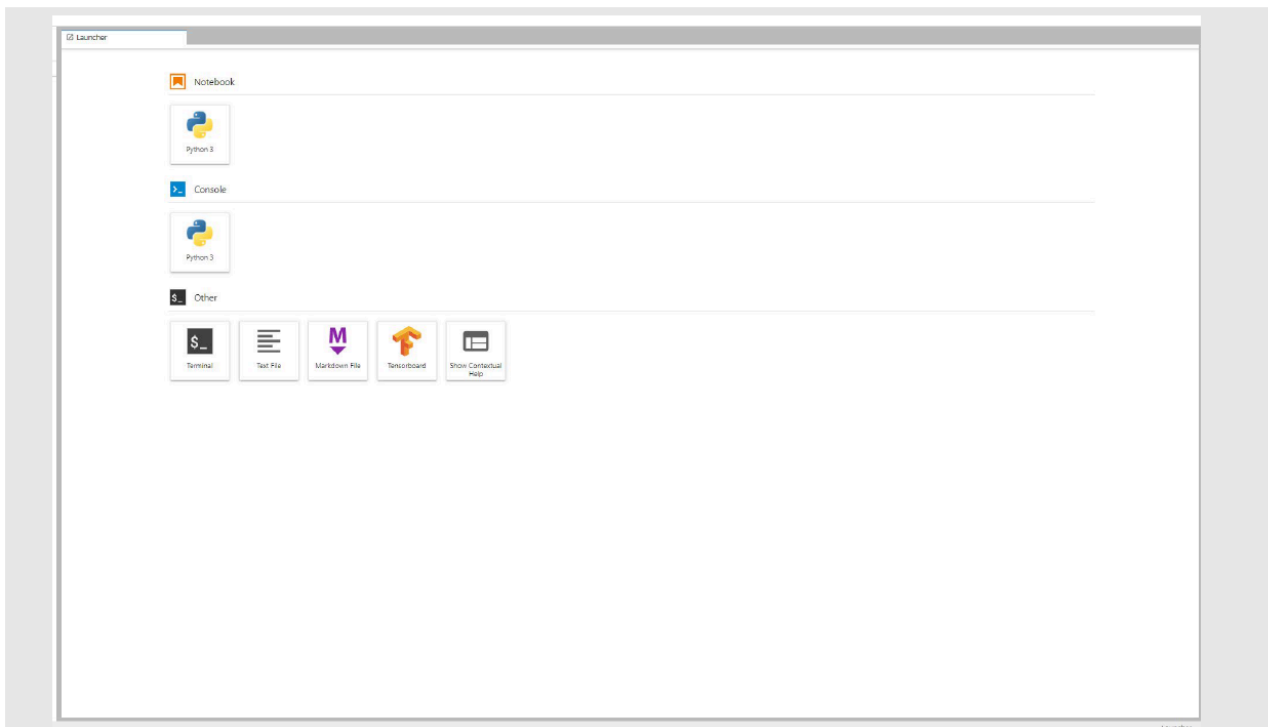
file:///root/.local/share/jupyter/runtime/nbserver-1-open.html

Or copy and paste one of these URLs:

http://hostname:8888/?token=c2c79dd5dcd102362ddac6aebae37e3dec65a0b0aaf60f4b

or http://127.0.0.1:8888/?token=c2c79dd5dcd102362ddac6aebae37e3dec65a0b0aaf60f4b

Una volta avviato il server JupyterLab, l'utente può accedere all'interfaccia grafica tramite un browser. All'interno di questo ambiente, i notebook Jupyter offrono una piattaforma interattiva dove è possibile scrivere ed eseguire codice Python. Per esempio, l'utente può caricare un dataset, addestrare un modello di deep learning utilizzando TensorFlow o PyTorch, e visualizzare i risultati direttamente nei notebook. Grazie alla potenza della GPU del sistema DGX e all'ottimizzazione del contenitore, i calcoli complessi vengono eseguiti in modo estremamente rapido.



L'utilizzo di un container come quello illustrato dimostra la potenza e la flessibilità dell'integrazione tra l'infrastruttura DGX e l'ecosistema di strumenti AI. Non solo è possibile configurare rapidamente un ambiente di sviluppo, ma anche sperimentare e iterare con facilità, rendendo questo approccio ideale per i team di ricerca e sviluppo che lavorano su modelli di machine learning e deep learning. In definitiva, questo workflow unisce semplicità e prestazioni,



fornendo un esempio chiaro di come massimizzare il potenziale dell'hardware NVIDIA e delle sue soluzioni software.

## Conclusioni

In questo rapporto sono stati analizzati i principali aspetti relativi all'architettura e alla gestione di un sistema DGX, fornendo una visione d'insieme delle tecnologie che lo rendono una soluzione di punta per il calcolo ad alte prestazioni e l'intelligenza artificiale. Sono stati presentati strumenti come NVSM e DCGM, che garantiscono un monitoraggio continuo e un'ottimizzazione dinamica delle risorse, e sono stati discussi i vantaggi offerti da tecnologie come i container NVIDIA e la funzionalità Multi-Instance GPU (MIG).

Nel prossimo lavoro, applicheremo i concetti descritti eseguendo una serie di test pratici su un sistema DGX A100. Questi test includeranno la configurazione e il monitoraggio delle risorse, l'ottimizzazione dei carichi di lavoro e l'esecuzione di benchmark per validare le prestazioni del sistema. Questo approccio pratico fornirà un quadro completo delle potenzialità offerte da queste infrastrutture e delle modalità per massimizzarne l'efficienza operativa.

## Bibliografia

NVIDIA. *NVIDIA DGX H100/H200 System User Guide*. <https://docs.nvidia.com/dgx/dgxm100-user-guide/>. Accessed 11 Dec. 2023.

NVIDIA. *NVIDIA H100 Tensor Core GPU*. NVIDIA, <https://www.nvidia.com/it-it/data-center/h100/>. Accessed 13 Dec. 2023.

NVIDIA. *NVLink e NVSwitch: la piattaforma per data center HPC più veloce*. NVIDIA, <https://www.nvidia.com/it-it/data-center/nvlink/>. Accessed 19 Oct. 2023.

NVIDIA. *GPUDirect*. NVIDIA Developer, <https://developer.nvidia.com/gpudirect>. Accessed 23 Nov. 2023.

NVIDIA. *Piattaforma InfiniBand Quantum-2*. NVIDIA, <https://www.nvidia.com/it-it/networking/quantum2/>. Accessed 15 Dec. 2023.

NVIDIA. *NVIDIA Data Center GPU Manager (DCGM)*. NVIDIA Developer, <https://developer.nvidia.com/dcgm>. Accessed 13 Nov. 2023.

NVIDIA. *NVIDIA Base Command Manager*. NVIDIA, <https://docs.nvidia.com/base-command-manager/index.html>. Accessed 11 Oct. 2023.

NVIDIA. *Release Notes for NVIDIA Base Command™ Manager (BCM) 10.24.03*. 28 Mar. 2024, <https://docs.nvidia.com/base-command-manager/bcm-10-release-notes/bcm10-24-03.html>. Accessed 01 Dec. 2023.

SchedMD. *Slurm Workload Manager Overview*. SchedMD, <https://slurm.schedmd.com/overview.html>. Accessed 28 Oct. 2023.

NVIDIA. *FrameView: Performance and Power Benchmarking Tool*. NVIDIA, <https://www.nvidia.com/it-it/geforce/technologies/frameview/>. Accessed 24 Nov. 2023.

NVIDIA. *NVIDIA DGX Software Stack Installation Guide*. NVIDIA, <https://docs.nvidia.com/dgx/dgx-software-stack-installation-guide/>. Accessed 13 Oct. 2023.

NVIDIA. *NVIDIA DGX SuperPOD Cluster Management*. NVIDIA, <https://docs.nvidia.com/dgx-superpod/administration-guide-dgx-superpod/latest/cluster-management.html>. Accessed 18 Dec. 2023.

NVIDIA. *NVIDIA System Management (NVSM) Documentation*. NVIDIA, <https://docs.nvidia.com/nvidia-system-management-nvsm/index.html>. Accessed 20 June 2024.

NVIDIA. *NVIDIA Data Center GPU Manager (DCGM)*. NVIDIA Developer, <https://developer.nvidia.com/dcgm>. Accessed 20 June 2024.

NVIDIA. *CUDA Downloads*. NVIDIA Developer, <https://developer.nvidia.com/cuda-downloads>. Accessed 20 June 2024.

Docker. *Docker Engine Documentation*. Docker, <https://docs.docker.com/engine/>. Accessed 20 June 2024.

NVIDIA. *NVIDIA Container Toolkit Installation Guide*. NVIDIA, <https://docs.nvidia.com/datacenter/cloud-native/container-toolkit/latest/install-guide.html>. Accessed 20 June 2024.

The Linux Kernel Documentation. *CacheFiles - Caching Filesystem Support*. <https://docs.kernel.org/filesystems/caching/cachefiles.html>. Accessed 20 June 2024.

“Intelligent Platform Management Interface.” *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_Platform\\_Management\\_Interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_Platform_Management_Interface). Accessed 20 June 2024.

DMTF. *Redfish Standard*. Distributed Management Task Force (DMTF), <https://www.dmtf.org/standards/redfish>. Accessed 20 June 2024.

Digi International. *Out-of-Band Management Solutions*. Digi International, <https://www.digi.com/solutions/by-technology/out-of-band-management>. Accessed 20 June 2024.

National Institute of Standards and Technology (NIST). *Hardware Roots of Trust*. NIST, <https://csrc.nist.gov/Projects/Hardware-Roots-of-Trust>. Accessed 20 June 2024.

NVIDIA. *Ethernet Adapters*. NVIDIA, <https://www.nvidia.com/en-us/networking/ethernet-adapters/>. Accessed 20 June 2024.

“Network File System.” *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_File\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_File_System). Accessed 20 June 2024.

“InfiniBand.” *Wikipedia*, <https://en.wikipedia.org/wiki/InfiniBand>. Accessed 20 June 2024.

“Object Storage.” *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Object\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Object_storage). Accessed 20 June 2024.

“Representational State Transfer.” *Wikipedia*, [https://it.wikipedia.org/wiki/Representational\\_state\\_transfer](https://it.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer). Accessed 20 June 2024.

NVIDIA. *NVIDIA System Management (NVSM) User Guide*. NVIDIA, <https://docs.nvidia.com/dgx/nvsm-user-guide/index.html>. Accessed 20 June 2024.

NVIDIA. *NVIDIA Data Center GPU Manager (DCGM) User Guide*. Version 2.3, NVIDIA, [https://docs.nvidia.com/datacenter/dcgm/2.3/pdf/DCGM\\_User\\_Guide.pdf](https://docs.nvidia.com/datacenter/dcgm/2.3/pdf/DCGM_User_Guide.pdf). Accessed 19 Nov. 2023.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA DGX A100 System Architecture Whitepaper*. Disponibile online: <https://www.nvidia.com>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA System Management (NVSM) User Guide*. Documentazione ufficiale, ultima versione. Disponibile online: <https://docs.nvidia.com>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

Trusted Computing Group. *Root of Trust Overview*. Disponibile online: <https://trustedcomputinggroup.org>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA Multi-Instance GPU (MIG) Guide*. Documentazione tecnica. Disponibile online: <https://docs.nvidia.com/dgx>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

Wikipedia. *Network File System (NFS)*. Disponibile online: [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_File\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_File_System), ultima consultazione il 22 novembre 2024.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA GPU Cloud (NGC) Documentation*. Disponibile online: <https://www.nvidia.com/ngc>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

Perle Systems. *Out-of-Band Management Overview*. Disponibile online: <https://www.perle.com>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA Container Toolkit Documentation*. Disponibile online: <https://docs.nvidia.com/datacenter/cloud-native/container-toolkit>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.

Wikipedia. *Representational State Transfer (REST)*. Disponibile online: [https://it.wikipedia.org/wiki/Representational\\_State\\_Transfer](https://it.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer), ultima consultazione il 22 novembre 2024.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA DGX H100 Performance Guide*. Documentazione tecnica. Disponibile online: <https://docs.nvidia.com>, ultima consultazione il 22 novembre 2024.