Infrastrutture convergenti ai

NetApp Solutions

NetApp
September 10, 2024

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/it-it/netapp-solutions/ai/a400-thinksystem-introduction.html on September 10, 2024. Always check docs.netapp.com for the latest.

Sommario

Infrastrutture convergenti ai 1
Training sui modelli NetApp AFF A400 con Lenovo ThinkSystem SR670 V2 per ai e ML 1
NetApp ai con NVIDIA 12
NetApp EF-Series ai con NVIDIA 29
TR-4782: BeeGFS con architettura di riferimento NetApp E-Series 33
TR-4859: Implementazione della scalabilità dello spettro IBM con lo storage NetApp e-Series - Installazione e convalida 33
TR-4815: NetApp AFF A800 e Fujitsu Server PRIMERGY GX2570 M5 per i carichi di lavoro di training modello ai e ML 34

Infrastrutture convergenti ai

Training sui modelli NetApp AFF A400 con Lenovo ThinkSystem SR670 V2 per ai e ML

TR-4810: Training sul modello NetApp AFF A400 con Lenovo ThinkSystem SR670 V2 per ai e ML

Sathish Thyagarajan, David Arnette, NetApp Mircea Troaca, Lenovo

Questa soluzione presenta un'architettura di cluster midrange che utilizza lo storage NetApp e i server Lenovo ottimizzati per i carichi di lavoro di intelligenza artificiale (ai). È destinato alle piccole e medie imprese per le quali la maggior parte dei lavori di calcolo sono a nodo singolo (GPU singola o multipla) o distribuiti su alcuni nodi di calcolo. Questa soluzione si allinea con la maggior parte dei lavori di training ai giornalieri per molte aziende.

Il presente documento illustra il test e la convalida di una configurazione di calcolo e storage costituita da server Lenovo SR670V2 a otto GPU, un sistema storage NetApp AFF A400 di fascia media e uno switch di interconnessione da 100 GbE. Per misurare le performance, abbiamo utilizzato ResNet50 con il set di dati ImageNet, una dimensione batch di 408, mezza precisione, CUDA e cuDNN. Questa architettura offre una soluzione efficiente e conveniente per le piccole e medie imprese, iniziando con iniziative di ai che richiedono le funzionalità di livello Enterprise dello storage dei dati connesso al cloud di NetApp ONTAP.

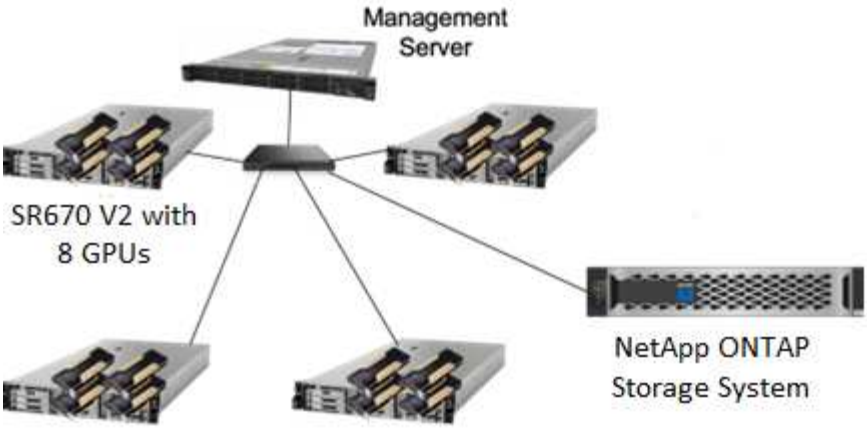
Pubblico di riferimento

Il presente documento è destinato ai seguenti destinatari:

- Data scientist, data engineer, amministratori di dati e sviluppatori di sistemi ai
- Architetti aziendali che progettano soluzioni per lo sviluppo di modelli ai
- Data scientist e data engineer alla ricerca di metodi efficienti per raggiungere gli obiettivi di sviluppo del deep learning (DL) e dell'apprendimento automatico (ML)
- Business leader e decision maker IT/IT che desiderano ottenere il più rapido time-to-market possibile per le iniziative ai

Architettura della soluzione

Questa soluzione con server Lenovo ThinkSystem e NetApp ONTAP con storage AFF è progettata per gestire la formazione ai su grandi set di dati utilizzando la potenza di elaborazione delle GPU insieme alle CPU tradizionali. Questa convalida dimostra performance elevate e una gestione ottimale dei dati con un'architettura scale-out che utilizza uno, due o quattro server Lenovo SR670 V2 insieme a un singolo sistema storage NetApp AFF A400. La figura seguente fornisce una panoramica dell'architettura.



Questa soluzione NetApp e Lenovo offre i seguenti vantaggi principali:

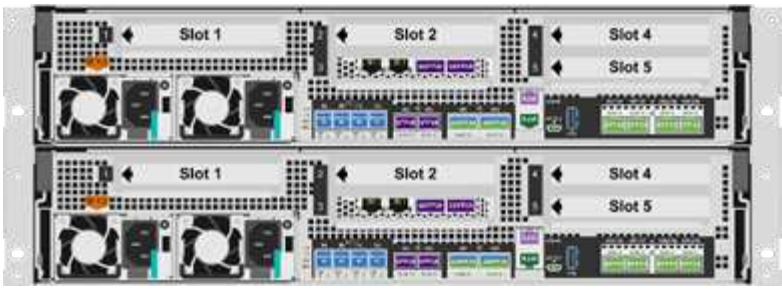
- Performance altamente efficienti e convenienti quando si eseguono più lavori di formazione in parallelo
- Performance scalabili basate su diversi numeri di server Lenovo e diversi modelli di controller di storage NetApp
- Protezione dei dati efficace per soddisfare gli obiettivi RPO (Recovery Point Objective) e RTO (Recovery Time Objective) ridotti senza perdita di dati
- Gestione dei dati ottimizzata con snapshot e cloni per ottimizzare i flussi di lavoro di sviluppo

Panoramica della tecnologia

In questa sezione vengono presentati i principali componenti di questa soluzione in maggiore dettaglio.

Sistemi NetApp AFF

I sistemi storage NetApp AFF consentono alle aziende di soddisfare i requisiti di storage Enterprise con performance leader del settore, flessibilità superiore, integrazione nel cloud e gestione dei dati Best-in-class. Progettati appositamente per la tecnologia flash, i sistemi AFF aiutano ad accelerare, gestire e proteggere i dati business-critical.



NetApp AFF A400 è un sistema di storage flash NVMe mid-range che include le seguenti funzionalità:

- Capacità effettiva massima: ~20 PB
- Scale-out massimo: 2-24 nodi (12 coppie ha)
- Supporto host FC da 25 GbE e 16 GB
- Connettività RDMA 100 GbE su RoCE (Converged Ethernet) agli shelf di storage di espansione NVMe
- Le porte RoCE da 100 GbE possono essere utilizzate per il collegamento alla rete host se gli shelf NVMe non sono collegati
- Shelf di storage per l'espansione della connettività SAS a 12 Gbps
- Disponibile in due configurazioni:
  - Ethernet: 4 porte Ethernet da 25 GB (SFP28)
  - Fibre Channel: 4 porte FC (SFP+) da 16 GB
- 100% lettura casuale 8 KB @0,4 ms 400.000 IOPS

Le funzionalità di NetApp AFF A250 per le implementazioni ai/ML entry-level includono:

- Capacità effettiva massima: 35 PB
- Scale-out massima: 2-24 nodi (12 coppie ha)
- 440.000 letture casuali IOPS @1 ms.
- Basato sull'ultima release di NetApp ONTAP ONTAP 9.8 o successiva
- Due porte Ethernet da 25 GB per ha e interconnessione cluster

NetApp offre anche altri sistemi storage, come AFF A800 e AFF A700, che offrono performance e scalabilità superiori per implementazioni ai/ML su larga scala.

NetApp ONTAP

ONTAP 9, l'ultima generazione di software per la gestione dello storage NetApp, consente alle aziende di modernizzare l'infrastruttura e passare a un data center predisposto per il cloud. Sfruttando le funzionalità di gestione dei dati leader del settore, ONTAP consente la gestione e la protezione dei dati con un singolo set di strumenti, indipendentemente dalla posizione dei dati. I dati possono anche essere spostati liberamente in qualsiasi punto: Edge, core o cloud. ONTAP 9 include numerose funzionalità che semplificano la gestione dei dati, accelerano e proteggono i dati critici e un'infrastruttura a prova di futuro su architetture di cloud ibrido.

Semplifica la gestione dei dati

La gestione dei dati è fondamentale per le operazioni IT aziendali, in modo da utilizzare le risorse appropriate per applicazioni e set di dati. ONTAP include le seguenti funzionalità per ottimizzare e semplificare le operazioni e ridurre il costo totale delle operazioni:

- **Compattazione dei dati inline e deduplica estesa.** la compattazione dei dati riduce lo spazio sprecato all'interno dei blocchi di storage e la deduplica aumenta significativamente la capacità effettiva. Ciò vale per i dati memorizzati localmente e per i dati a più livelli nel cloud.
- **Qualità del servizio (QoS) minima, massima e adattiva.** i controlli QoS granulari aiutano a mantenere i livelli di performance per le applicazioni critiche in ambienti altamente condivisi.
- **ONTAP FabricPool.** questa funzione esegue automaticamente il Tier dei dati cold su opzioni di cloud storage pubblico e privato, tra cui Amazon Web Services (AWS), Azure e storage a oggetti NetApp StorageGRID.

Accelera e proteggi i dati

ONTAP offre livelli superiori di performance e protezione dei dati ed estende queste funzionalità nei seguenti modi:

- **Prestazioni e latenza ridotta.** ONTAP offre il throughput più elevato possibile con la latenza più bassa possibile.
- **Protezione dei dati.** ONTAP offre funzionalità di protezione dei dati integrate con gestione comune su tutte le piattaforme.
- **Crittografia dei volumi NetApp.** ONTAP offre crittografia nativa a livello di volume con supporto per la gestione delle chiavi sia integrata che esterna.

Infrastruttura a prova di futuro

ONTAP 9 aiuta a soddisfare le esigenze di business esigenti e in continua evoluzione:

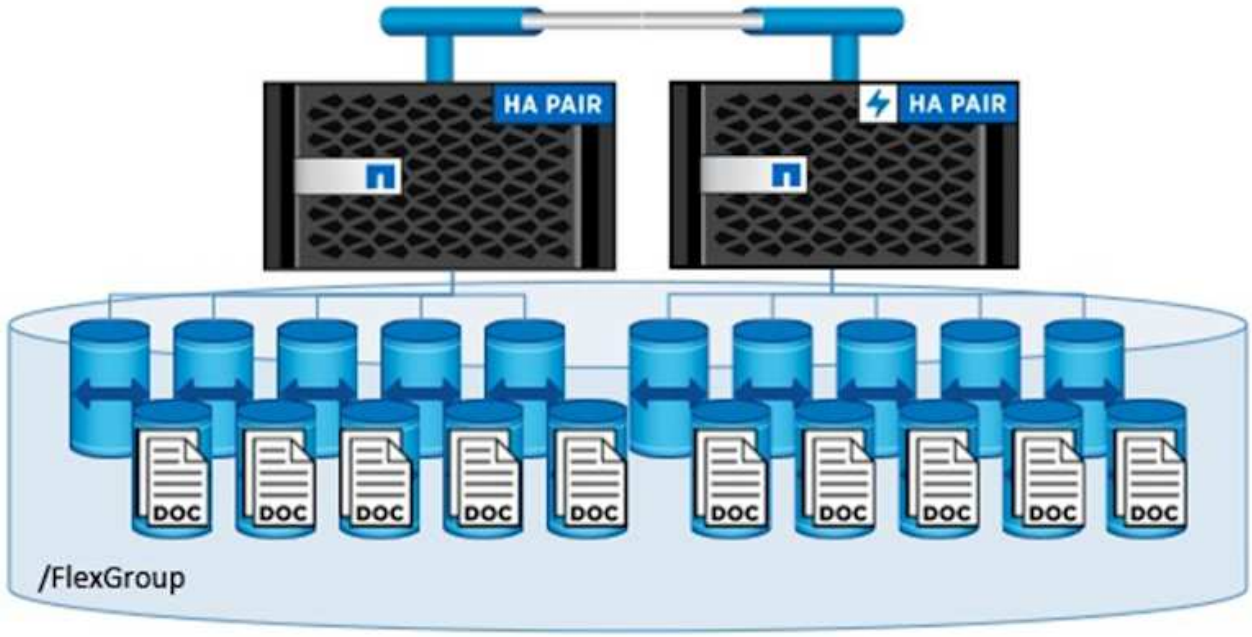
- **Scalabilità perfetta e operazioni senza interruzioni.** ONTAP supporta l'aggiunta senza interruzioni di capacità ai controller esistenti e ai cluster scale-out. I clienti possono eseguire l'upgrade alle tecnologie più recenti, come NVMe e 32GB FC, senza costose migrazioni dei dati o interruzioni.
- **Connessione al cloud.** ONTAP è il software di gestione dello storage più connesso al cloud, con opzioni per lo storage software-defined (ONTAP Select) e le istanze native del cloud (NetApp Cloud Volumes Service) in tutti i cloud pubblici.
- **Integrazione con applicazioni emergenti.** ONTAP offre servizi dati di livello Enterprise per piattaforme e applicazioni di prossima generazione come OpenStack, Hadoop e MongoDB utilizzando la stessa infrastruttura che supporta le applicazioni aziendali esistenti.

NetApp FlexGroup Volumes

I set di dati del training sono in genere una raccolta di potenzialmente miliardi di file. I file possono includere testo, audio, video e altre forme di dati non strutturati che devono essere memorizzati ed elaborati per essere letti in parallelo. Il sistema di storage deve memorizzare molti file di piccole dimensioni e leggerli in parallelo per l'i/o sequenziale e casuale

Un volume FlexGroup (la figura seguente) è un singolo namespace costituito da più volumi membri costitutivi gestiti e che agisce come un volume NetApp FlexVol per gli amministratori dello storage. I file in un volume FlexGroup vengono allocati a singoli volumi membri e non vengono sottoposti a striping tra volumi o nodi. Consentono le seguenti funzionalità:

- Fino a 20 petabyte di capacità e bassa latenza prevedibile per carichi di lavoro con metadati elevati
- Fino a 400 miliardi di file nello stesso spazio dei nomi
- Operazioni parallelizzate nei carichi di lavoro NAS tra CPU, nodi, aggregati e volumi FlexVol costitutivi



Portfolio Lenovo ThinkSystem

I server Lenovo ThinkSystem sono dotati di hardware, software e servizi innovativi che risolvono le sfide attuali dei clienti e offrono un approccio di progettazione modulare e evolutivo, adatto allo scopo, per affrontare le sfide del futuro. Questi server si basano su tecnologie Best-in-class e standard di settore, unite a innovazioni Lenovo differenziate per offrire la massima flessibilità possibile nei server x86.

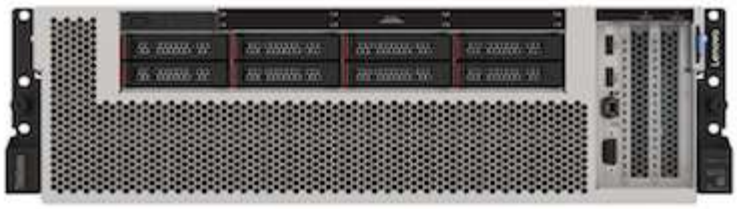
I vantaggi principali dell'implementazione dei server Lenovo ThinkSystem includono:

- Design altamente scalabili e modulari in grado di crescere con il tuo business
- Resilienza leader del settore per risparmiare ore di costosi downtime non pianificati
- Tecnologie flash veloci per latenze inferiori, tempi di risposta più rapidi e gestione dei dati più intelligente in tempo reale

Nell'area dell'ai, Lenovo sta adottando un approccio pratico per aiutare le aziende a comprendere e adottare i vantaggi di ML e ai per i propri carichi di lavoro. I clienti Lenovo possono esplorare e valutare le offerte Lenovo ai nei Lenovo ai Innovation Center per comprendere appieno il valore del loro caso di utilizzo specifico. Per migliorare il time-to-value, questo approccio incentrato sul cliente offre ai clienti prove di concetto per piattaforme di sviluppo di soluzioni pronte all'uso e ottimizzate per l'ai.

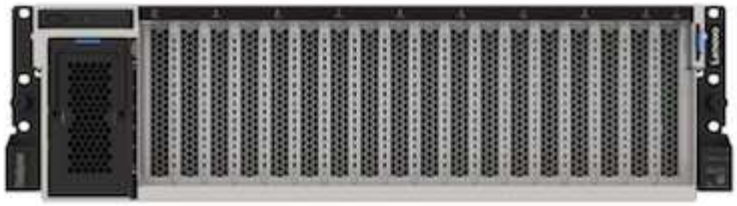
Lenovo SR670 V2

Il server rack Lenovo ThinkSystem SR670 V2 offre performance ottimali per l'ai accelerato e l'HPC (high-performance computing). Con il supporto di un massimo di otto GPU, SR670 V2 è ideale per i requisiti di carico di lavoro intensivi a livello di calcolo di ML, DL e inferenza.



4x SXM GPUs with 8x 2.5-inch HS drives and 2x PCIe I/O slots

4x double-wide or 8x single-wide GPU slots and 2x PCIe I/O slots with 8x 2.5-inch or 4x 3.5-inch HS drives



8x double-wide GPU slots with 6x EDSFF HS drives and 2x PCIe I/O slots

Con le più recenti CPU scalabili Intel Xeon che supportano GPU high-end (inclusa NVIDIA A100 80 GB PCIe 8x GPU), ThinkSystem SR670 V2 offre performance ottimizzate e accelerate per i carichi di lavoro ai e HPC.

Poiché più carichi di lavoro utilizzano le performance degli acceleratori, la domanda di densità GPU è aumentata. Settori come il retail, i servizi finanziari, l'energia e il settore sanitario stanno utilizzando le GPU per estrarre informazioni più approfondite e promuovere l'innovazione con LE tecniche ML, DL e Inference.

ThinkSystem SR670 V2 è una soluzione ottimizzata di livello Enterprise per l'implementazione di carichi di lavoro HPC e ai accelerati in produzione, massimizzando le performance del sistema mantenendo la densità del data center per i cluster di supercalcolo con piattaforme di prossima generazione.

Altre funzionalità includono:

- Supporto per i/o RDMA diretto GPU in cui gli adattatori di rete ad alta velocità sono collegati direttamente alle GPU per massimizzare le prestazioni i/O.
- Supporto dello storage diretto GPU in cui i dischi NVMe sono collegati direttamente alle GPU per massimizzare le performance dello storage.

MLPerf

MLPerf è la suite di benchmark leader del settore per la valutazione delle performance ai. In questa convalida, abbiamo utilizzato il benchmark di classificazione delle immagini con MXNet, uno dei framework ai più diffusi. Lo script di training MXNet_benchmarking è stato utilizzato per promuovere il training ai. Lo script contiene implementazioni di diversi modelli convenzionali ed è progettato per essere il più veloce possibile. Può essere eseguito su una singola macchina o in modalità distribuita su più host.

Piano di test

In questa convalida, abbiamo eseguito il training per il riconoscimento delle immagini

come specificato da MLPerf v2.0. In particolare, abbiamo formato il modello ResNet v2.0 con il set di dati ImageNet fino a raggiungere una precisione del 76.1%. La metrica principale è il tempo necessario per raggiungere la precisione desiderata. Inoltre, segnaliamo la larghezza di banda del training in immagini al secondo per valutare meglio l'efficienza dello scale-out.

Il test case principale ha valutato più processi di training indipendenti (uno per nodo) in esecuzione simultanea. Simula il caso d'utilizzo principale, un sistema condiviso utilizzato da più data scientist. Il secondo caso di test ha valutato l'efficienza dello scale-out.

Risultati del test

La seguente tabella riassume i risultati di tutti i test eseguiti per questa soluzione.

Descrizione del test	Riepilogo dei risultati
Training sul riconoscimento delle immagini: Più processi simultanei	Performance altamente efficienti. Tutti i lavori venivano eseguiti alla massima velocità anche quando il cluster era completamente utilizzato. I sistemi storage NetApp hanno fornito performance di training paragonabili allo storage SSD locale, consentendo allo stesso tempo una facile condivisione dei dati tra server.
Training per il riconoscimento delle immagini: Scale-out	Altamente efficiente per un massimo di quattro nodi. A quel punto, la scalabilità orizzontale era meno efficiente ma ancora fattibile. L'utilizzo di una rete di calcolo ad alta velocità migliora la scalabilità. Il sistema storage NetApp ha fornito performance di training paragonabili allo storage SSD locale, consentendo al contempo una facile condivisione dei dati tra server.

Eseguire il test della configurazione

Questa sezione descrive le configurazioni testate, l'infrastruttura di rete, il server SR670 V2 e i dettagli sul provisioning dello storage NetApp.

Architettura della soluzione

Per questa convalida sono stati utilizzati i componenti della soluzione elencati nella tabella seguente.

Componenti della soluzione	Dettagli
Server Lenovo ThinkSystem	• Due server SR670 V2 ciascuno con otto schede GPU NVIDIA A100 da 80 GB • Ogni server contiene 2 CPU Intel Xeon Platinum 8360Y (28 core fisici) e 1 TB di RAM
Linux (Ubuntu – 20.04 con CUDA 11.8)	

Componenti della soluzione	Dettagli
Sistema storage NetApp AFF (coppia ha)	• Software NetApp ONTAP 9.10.1 • 24x 960 GB SSD • Protocollo NFS • 1 gruppo di interfacce (ifgrp) per controller, con quattro indirizzi IP logici per i mount point

In questa convalida, abbiamo utilizzato ResNet v2.0 con il set di base ImageNet come specificato da MLPerf v2.0. Il set di dati viene memorizzato in un sistema storage NetApp AFF con protocollo NFS. Gli SR670 sono stati collegati al sistema di storage NetApp AFF A400 tramite uno switch 100GbE.

ImageNet è un set di dati di immagini utilizzato di frequente. Contiene quasi 1.3 milioni di immagini per una dimensione totale di 144 GB. La dimensione media dell'immagine è di 108 KB.

La seguente figura illustra la topologia di rete della configurazione testata.

Controller dello storage

La seguente tabella elenca la configurazione dello storage.

Controller	Aggregato	Volume FlexGroup	Dimensione dell'aggregato	Dimensione del volume	Punto di montaggio del sistema operativo
Controller 1	Aggr1	/a400-100g	9,9 TB	19 TB	/a400-100g
Controller 2	Aggr2	/a400-100g	9,9 TB		/a400-100g

La cartella /a400-100g contiene il set di dati utilizzato per la convalida ResNet.

Procedura di test e risultati dettagliati

Questa sezione descrive i risultati dettagliati della procedura di test.

Training per il riconoscimento delle immagini con ResNet in ONTAP

Abbiamo eseguito il benchmark ResNet50 con uno e due server SR670 V2. Questo test ha utilizzato il container NGC MXNet 22.04-py3 per eseguire il training.

In questa convalida abbiamo utilizzato la seguente procedura di test:

1. Abbiamo cancellato la cache dell'host prima di eseguire lo script per assicurarsi che i dati non fossero già memorizzati nella cache:

   ```
   sync ; sudo /sbin/sysctl vm.drop_caches=3
   ```

2. Abbiamo eseguito lo script di benchmark con il set di dati ImageNet nello storage server (storage SSD

locale) e nel sistema di storage NetApp AFF.

3. Abbiamo validato le performance dello storage locale e di rete utilizzando `dd` comando.
4. Per l'esecuzione a nodo singolo, è stato utilizzato il seguente comando:

```
python train_imagenet.py --gpus 0,1,2,3,4,5,6,7 --batch-size 408 --kv
-store horovod --lr 10.5 --mom 0.9 --lr-step-epochs pow2 --lars-eta
0.001 --label-smoothing 0.1 --wd 5.0e-05 --warmup-epochs 2 --eval-period
4 --eval-offset 2 --optimizer sgdwfastlars --network resnet-v1b-stats-fl
--num-layers 50 --num-epochs 37 --accuracy-threshold 0.759 --seed 27081
--dtype float16 --disp-batches 20 --image-shape 4,224,224 --fuse-bn-relu
1 --fuse-bn-add-relu 1 --bn-group 1 --min-random-area 0.05 --max-random
-area 1.0 --conv-algo 1 --force-tensor-core 1 --input-layout NHWC --conv
-layout NHWC --batchnorm-layout NHWC --pooling-layout NHWC --batchnorm
-mom 0.9 --batchnorm-eps 1e-5 --data-train /data/train.rec --data-train
-idx /data/train.idx --data-val /data/val.rec --data-val-idx
/data/val.idx --dali-dont-use-mmap 0 --dali-hw-decoder-load 0 --dali
-prefetch-queue 5 --dali-nvjpeg-memory-padding 256 --input-batch
-multiplier 1 --dali- threads 6 --dali-cache-size 0 --dali-roi-decode 1
--dali-preallocate-width 5980 --dali-preallocate-height 6430 --dali-tmp
-buffer-hint 355568328 --dali-decoder-buffer-hint 1315942 --dali-crop
-buffer-hint 165581 --dali-normalize-buffer-hint 441549 --profile 0
--e2e-cuda-graphs 0 --use-dali
```

5. Per le esecuzioni distribuite, abbiamo utilizzato il modello di parallelizzazione del server dei parametri. Abbiamo utilizzato due server di parametri per nodo e abbiamo impostato il numero di epoch in modo che sia uguale a quello dell'esecuzione a nodo singolo. Abbiamo fatto questo perché la formazione distribuita spesso richiede più epoche a causa della sincronizzazione imperfetta tra i processi. Il diverso numero di epoche può alterare i confronti tra casi a nodo singolo e distribuiti.

Velocità di lettura dei dati: Storage locale o di rete

La velocità di lettura è stata testata utilizzando `dd` Su uno dei file per il dataset ImageNet. Nello specifico, abbiamo eseguito i seguenti comandi per i dati locali e di rete:

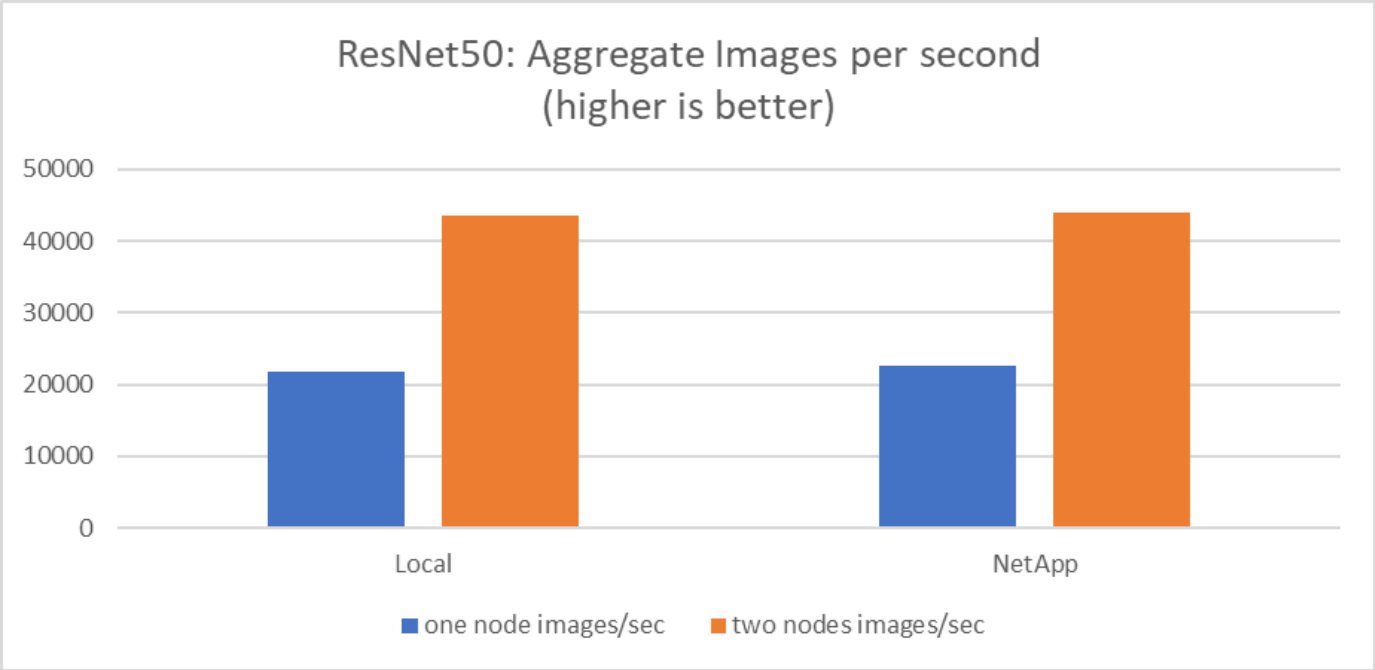
```
sync ; sudo /sbin/sysctl vm.drop_caches=3dd if=/a400-100g/netapp-
ra/resnet/data/preprocessed_data/train.rec of=/dev/null bs=512k
count=2048Results (average of 5 runs):
Local storage: 1.7 GB/s Network storage: 1.5 GB/s.
```

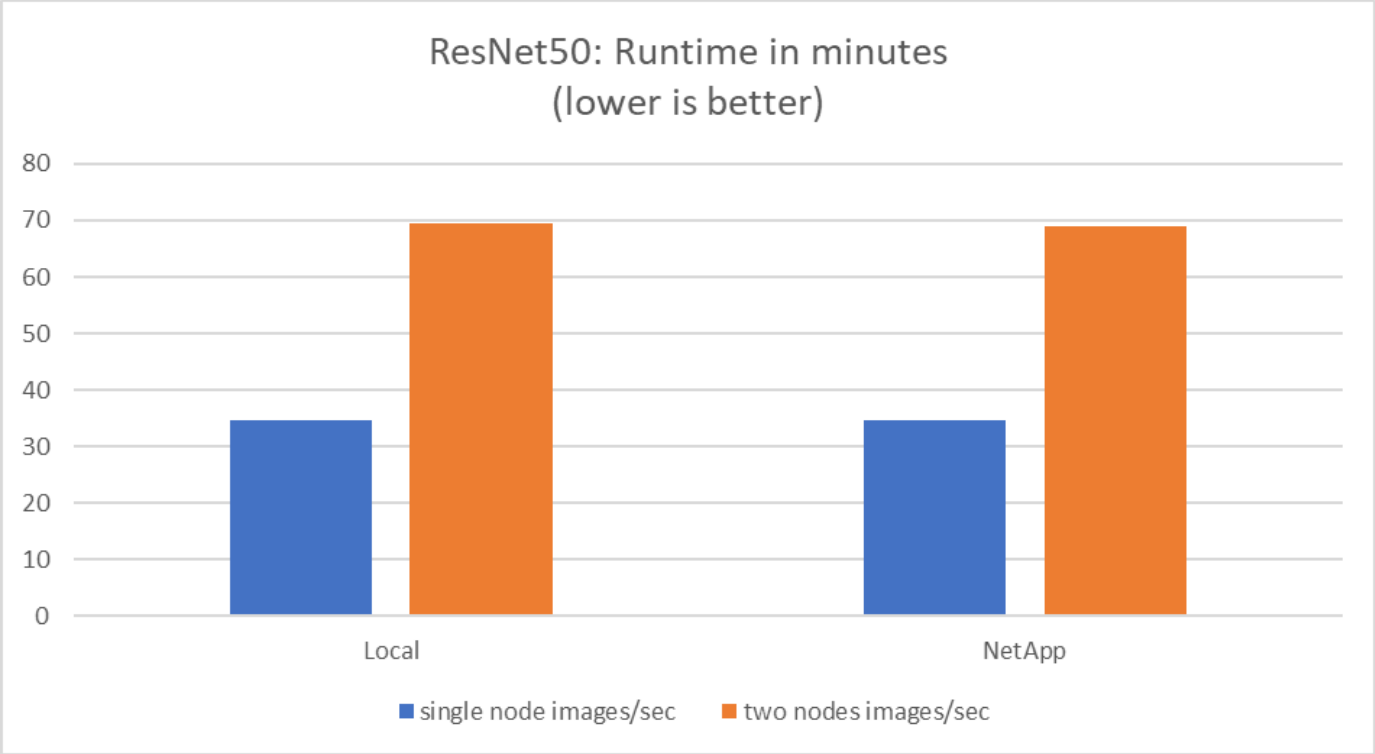
Entrambi i valori sono simili, a dimostrazione del fatto che lo storage di rete è in grado di fornire dati a una velocità simile allo storage locale.

Caso d'utilizzo condiviso: Processi multipli, indipendenti e simultanei

Questo test ha simulato il caso d'utilizzo previsto per questa soluzione: Training ai multi-job e multi-utente. Ogni nodo ha eseguito il proprio training durante l'utilizzo dello storage di rete condiviso. I risultati vengono

visualizzati nella seguente figura, che mostra che il caso della soluzione ha fornito prestazioni eccellenti con tutti i lavori eseguiti essenzialmente alla stessa velocità dei singoli lavori. Il throughput totale è stato scalato in modo lineare con il numero di nodi.





Questi grafici mostrano il runtime in pochi minuti e le immagini aggregate al secondo per i nodi di calcolo che utilizzavano otto GPU da ciascun server su reti client da 100 GbE, combinando sia il modello di training simultaneo che il modello di training singolo. Il tempo di esecuzione medio per il modello di training è stato di 35 minuti e 9 secondi. I singoli tempi di esecuzione erano di 34 minuti e 32 secondi, 36 minuti e 21 secondi, 34 minuti e 37 secondi, 35 minuti e 25 secondi, 34 minuti e 31 secondi. Le immagini medie al secondo per il modello di training erano 22,573, mentre le singole immagini al secondo erano 21,764, 23,438, 22,556, 22,564 e 22,547.

In base alla nostra convalida, un modello di training indipendente con data runtime NetApp è stato di 34 minuti e 54 secondi con 22,231 immagini/sec. Un modello di training indipendente con runtime dati locali (DAS) è stato di 34 minuti e 21 secondi con 22,102 immagini/sec. Durante queste operazioni, l'utilizzo medio della GPU è stato del 96%, come osservato su nvidia-smi. Si noti che questa media include la fase di test, durante la quale le GPU non sono state utilizzate, mentre l'utilizzo della CPU è stato del 40% come misurato da mpstat. Ciò dimostra che la velocità di erogazione dei dati è sufficiente in ogni caso.

Modifiche dell'architettura

La configurazione utilizzata per questa convalida può essere regolata per adattarsi ad altri casi di utilizzo.

Regolazioni della CPU

Per questa convalida abbiamo utilizzato un processore Platinum Skylake Intel Xeon 8360Y, come raccomandato da Lenovo. Ci aspettiamo che l'equivalente CPU Cascade Lake, un processore Gold Intel Xeon 6330, offra performance simili perché questo carico di lavoro non è legato alla CPU.

Aumento della capacità dello storage

In base alle tue esigenze di capacità di storage, puoi aumentare lo storage condiviso (volume NFS) on-demand, a patto di disporre di shelf di dischi e modelli di controller aggiuntivi. È possibile eseguire questa operazione dall'interfaccia CLI o dall'interfaccia Web di NetApp del controller di storage come utente amministratore.

Conclusione

La soluzione NetApp e Lenovo validata qui è un'architettura scale-out flessibile ideale per l'ingresso nell'ai di medie imprese.

Lo storage NetApp offre le stesse performance o migliori dello storage SSD locale e offre i seguenti vantaggi a data scientist, data engineer e decision maker IT:

- Condivisione semplice dei dati tra sistemi ai, analytics e altri sistemi aziendali critici. Questa condivisione dei dati riduce l'overhead dell'infrastruttura, migliora le performance e ottimizza la gestione dei dati in tutta l'azienda.
- Calcolo e storage scalabili in maniera indipendente per ridurre al minimo i costi e migliorare l'utilizzo delle risorse.
- Workflow di sviluppo e implementazione ottimizzati grazie a snapshot e cloni integrati per spazi di lavoro degli utenti istantanei ed efficienti in termini di spazio, controllo delle versioni integrato e implementazione automatizzata.
- Protezione dei dati di livello Enterprise per disaster recovery e continuità del business.

Ringraziamenti

- Karthikeyan Nagalingam, Technical Marketing Engineer, NetApp
- Jarrett Upton, Admin, ai Lab Systems, Lenovo

Dove trovare ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, consultare i seguenti documenti e/o

siti Web:

- Pagina del prodotto NetApp All Flash Array

  "https://www.netapp.com/us/products/storage-systems/all-flash-array/aff-a-series.aspx"

- Pagina NetApp AFF A400

  "https://docs.netapp.com/us-en/ontap-systems/a400/index.html"

- Pagina del prodotto software per la gestione dei dati NetApp ONTAP

  "http://www.netapp.com/us/products/data-management-software/ontap.aspx"

- MLPerf

  "https://mlperf.org"

- Benchmark TensorFlow

  "https://github.com/tensorflow/benchmarks"

- NVIDIA SMI (nvidia-smi)

  "https://developer.nvidia.com/nvidia-system-management-interface"

NetApp ai con NVIDIA

Panoramica delle soluzioni di infrastruttura convergente ONTAP ai di NetApp e NVIDIA.

NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX

- "Pod NetApp ai con sistemi NVIDIA DGX"

NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100

- "Guida alla progettazione"
- "Guida all'implementazione"

NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e switch Ethernet Mellanox Spectrum

- "Guida alla progettazione"
- "Guida all'implementazione"

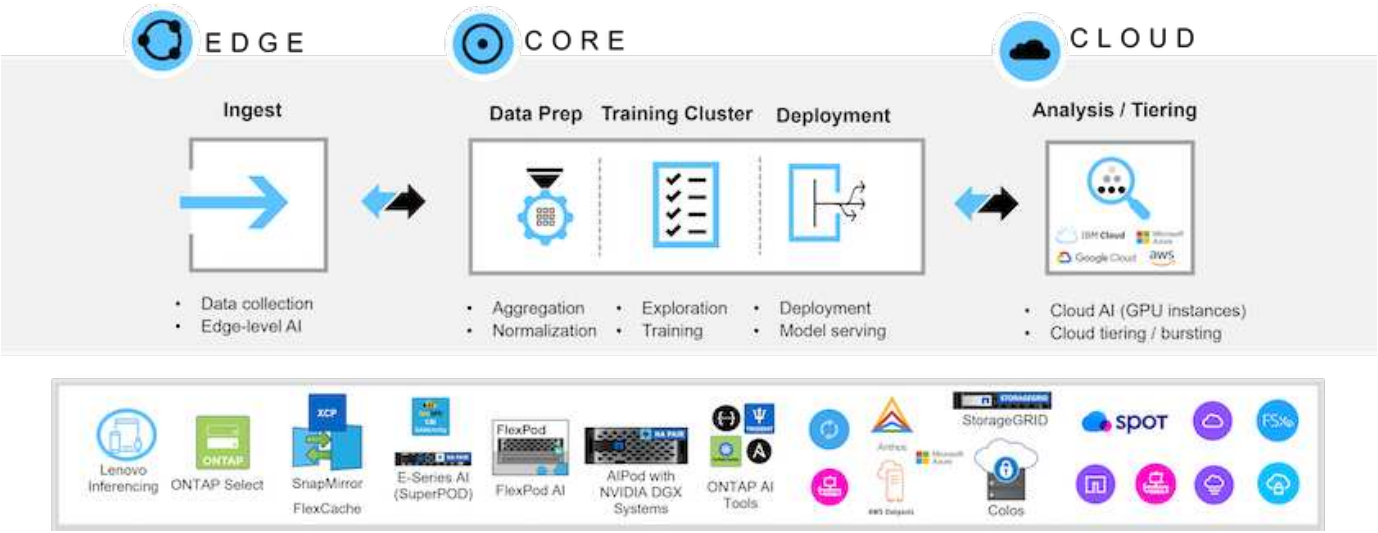
NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - Introduzione

Questa sezione fornisce un'introduzione all'FlexPod di NetApp con i sistemi NVIDIA DGX.

Progettazione delle soluzioni NetApp

NetApp™ AIPod con NVIDIA DGX™ sistemi e sistemi storage connessi al cloud di NetApp, semplifica le implementazioni delle infrastrutture per i workload di machine learning (ML) e intelligenza artificiale (ai), eliminando la complessità della progettazione e le congetture. Basandosi sul design di NVIDIA DGX BasePOD per offrire performance di calcolo eccezionali per i carichi di lavoro di prossima generazione, AIPod con sistemi NVIDIA DGX aggiunge sistemi storage NetApp AFF che consentono ai clienti di partire con poco e crescere senza interruzioni gestendo intelligente i dati dall'edge al core, al cloud e viceversa. NetApp FlexPod fa parte del portfolio più ampio di soluzioni ai di NetApp, mostrato nella figura sotto

Portfolio di soluzioni NetApp ai



Questo documento descrive i componenti chiave dell'architettura di riferimento di AIPod, le informazioni sulla connettività dei sistemi e le linee guida sul dimensionamento delle soluzioni. Questo documento è destinato ai tecnici di soluzioni per partner e NetApp e ai decision maker strategici per i clienti interessati all'implementazione di un'infrastruttura dalle performance elevate per i workload di analytics e ML/DL.

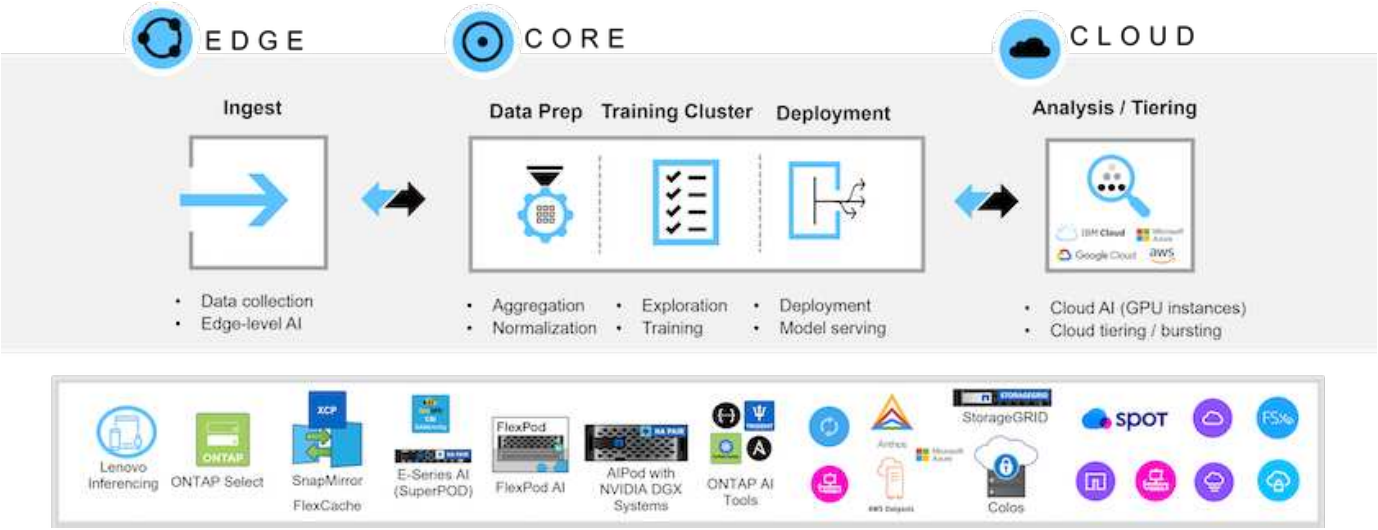
NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - Introduzione

Questa sezione fornisce un'introduzione all'FlexPod di NetApp con i sistemi NVIDIA DGX.

Progettazione delle soluzioni NetApp

NetApp™ AIPod con NVIDIA DGX™ sistemi e sistemi storage connessi al cloud di NetApp, semplifica le implementazioni delle infrastrutture per i workload di machine learning (ML) e intelligenza artificiale (ai), eliminando la complessità della progettazione e le congetture. Basandosi sul design di NVIDIA DGX BasePOD per offrire performance di calcolo eccezionali per i carichi di lavoro di prossima generazione, AIPod con sistemi NVIDIA DGX aggiunge sistemi storage NetApp AFF che consentono ai clienti di partire con poco e crescere senza interruzioni gestendo intelligente i dati dall'edge al core, al cloud e viceversa. NetApp FlexPod fa parte del portfolio più ampio di soluzioni ai di NetApp, mostrato nella figura sotto

Portfolio di soluzioni NetApp ai



Questo documento descrive i componenti chiave dell'architettura di riferimento di AIPod, le informazioni sulla connettività dei sistemi e le linee guida sul dimensionamento delle soluzioni. Questo documento è destinato ai tecnici di soluzioni per partner e NetApp e ai decision maker strategici per i clienti interessati all'implementazione di un'infrastruttura dalle performance elevate per i workload di analytics e ML/DL.

NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - componenti hardware

Questa sezione si concentra sui componenti hardware per l'FlexPod con sistemi NVIDIA DGX NetApp.

Sistemi storage di NetApp AFF

I sistemi storage NetApp AFF, all'avanguardia, consentono ai reparti IT di soddisfare i requisiti di storage Enterprise con performance leader di settore, flessibilità superiore, integrazione del cloud e gestione dei dati Best-in-class. Progettati appositamente per la tecnologia flash, i sistemi AFF aiutano ad accelerare, gestire e proteggere i dati business-critical.

Sistemi storage AFF A900

NetApp AFF A900, basato sul software per la gestione dei dati NetApp ONTAP, offre data Protection integrata, funzionalità anti-ransomware opzionali e le performance elevate e la resilienza necessarie per supportare i workload aziendali più critici. Elimina le interruzioni alle operazioni mission-critical, riduce al minimo il tuning delle performance e protegge i tuoi dati dagli attacchi ransomware. Offre:
• Prestazioni leader nel settore
• Sicurezza dei dati senza compromessi
• Aggiornamenti semplificati senza interruzioni

Sistema storage NetApp AFF A900

Performance leader di settore

AFF A900 gestisce con facilità i workload di prossima generazione come deep learning, ai e analytics ad alta velocità, oltre a database aziendali tradizionali come Oracle, SAP HANA, Microsoft SQL Server e applicazioni virtualizzate. Mantiene le applicazioni business-critical in funzione alla massima velocità con fino a 2,4M IOPS per coppia ha e latenza fino a 100µs, oltre ad aumentare le performance fino al 50% rispetto ai precedenti modelli NetApp. Grazie a NFS su RDMA, pNFS e Session Trunking, i clienti possono ottenere l'elevato livello di prestazioni di rete richiesto per le applicazioni di nuova generazione utilizzando l'infrastruttura di rete del data center esistente. I clienti possono anche scalare e crescere con un supporto multiprotocollo unificato per SAN, NAS e storage a oggetti, oltre a offrire la massima flessibilità con un software ONTAP unificato e singolo per la gestione dei dati on-premise o nel cloud. Inoltre, la salute del sistema può essere ottimizzata con analytics predittivi basati su ai forniti dal consulente digitale Active IQ (o consulente digitale) e da Cloud Insights.

Sicurezza dei dati senza compromessi

I sistemi AFF A900 offrono una suite completa di software per la data Protection integrata e coerente con l'applicazione di NetApp. Offre una data Protection integrata e soluzioni anti-ransomware all'avanguardia per prevenire e ripristinare in caso di attacchi. È possibile bloccare la scrittura su disco di file pericolosi e monitorare con facilità le anomalie dello storage per ottenere informazioni utili.

Upgrade semplificati senza interruzioni

AFF A900 è disponibile come aggiornamento in-chassis senza interruzioni per i clienti A700 esistenti. NetApp semplifica il refresh ed elimina le interruzioni delle operazioni mission-critical grazie alle nostre avanzate caratteristiche RASM (affidabilità, disponibilità, praticità e gestibilità). Inoltre, NetApp aumenta ulteriormente l'efficienza delle operazioni e semplifica le attività quotidiane dei team IT, perché il software ONTAP applica automaticamente gli aggiornamenti del firmware per tutti i componenti del sistema.

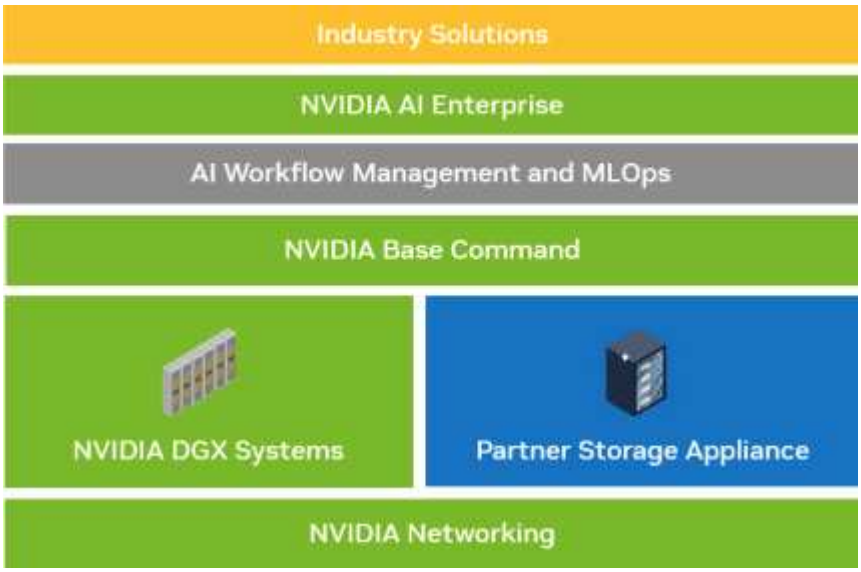
Per le implementazioni più grandi, i sistemi AFF A900 offrono le opzioni più elevate in termini di performance e

capacità, mentre altri sistemi storage NetApp, come AFF A800, AFF C800, AFF A400, AFF C400 e AFF A250, offrono opzioni per implementazioni più piccole a prezzi più bassi.

NVIDIA DGX BasePOD

NVIDIA DGX BasePOD è una soluzione integrata che consiste di componenti hardware e software NVIDIA, soluzioni MLOps e storage di terze parti. Sfruttando le Best practice della progettazione di sistemi scale-out con i prodotti NVIDIA e le soluzioni validate dei partner, i clienti possono implementare una piattaforma efficiente e gestibile per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale. La Figura 1 evidenzia i vari componenti di NVIDIA DGX BasePOD.

Soluzione NVIDIA DGX BasePOD



SISTEMI NVIDIA DGX H100

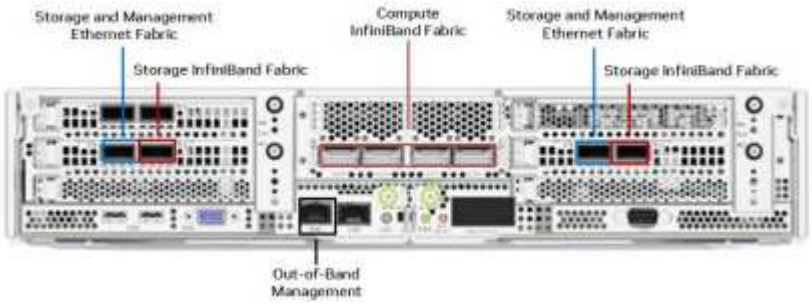
Il sistema NVIDIA DGX H100™ è la potenza dell'ai che viene accelerata dalle rivoluzionarie performance della GPU NVIDIA H100 Tensor Core.

SISTEMA NVIDIA DGX H100

Le specifiche chiave del sistema DGX H100 sono:
• Otto GPU NVIDIA H100.
• 80 GB di memoria GPU per GPU, per un totale di 640GB.
• Quattro chip NVIDIA NVSwitch™.
• Due processori Intel® Xeon® Platinum 8480 a 56 core con supporto PCIe 5,0.
• 2 TB di memoria di sistema da DDR5 GB.
• Quattro porte OSFP che servono otto adattatori NVIDIA ConnectX-7 (InfiniBand/Ethernet) a una porta e due adattatori NVIDIA ConnectX-7 (InfiniBand/Ethernet) a due porte.

• Due unità da 1,92 TB M,2 NVMe per DGX OS, otto unità da 3,84 TB U,2 NVMe per storage/cache.
• 10,2 kW di potenza massima.
Le porte posteriori del vassoio CPU DGX H100 sono mostrate di seguito. Quattro delle porte OSFP servono otto adattatori ConnectX-7 per il fabric di calcolo InfiniBand. Ogni coppia di adattatori ConnectX-7 dual-port fornisce percorsi paralleli ai fabric di storage e gestione. La porta out-of-band viene utilizzata per l'accesso a BMC.

Pannello posteriore NVIDIA DGX H100



Rete NVIDIA

Switch NVIDIA Quantum-2 QM9700

Switch InfiniBand NVIDIA Quantum-2 QM9700

Gli switch NVIDIA Quantum-2 QM9700 con connettività InfiniBand da 400GB GB/s alimentano il fabric di calcolo nelle configurazioni NVIDIA Quantum-2 InfiniBand BasePOD. Gli adattatori a porta singola ConnectX-7 vengono utilizzati per il fabric di calcolo InfiniBand. Ogni sistema NVIDIA DGX ha doppie connessioni a ogni switch QM9700, offrendo percorsi multipli a elevata larghezza di banda e bassa latenza tra i sistemi.

Switch NVIDIA Spectrum-3 SN4600

Switch NVIDIA Spectrum-3 SN4600

Gli switch NVIDIA Spectrum-3 SN4600 offrono un totale di 128 porte (64 per switch) per fornire connettività ridondante per la gestione in banda dei sistemi DGX BasePOD. Lo switch NVIDIA SN4600 è in grado di fornire velocità comprese tra 1 GbE e 200 GbE. Per le appliance di storage collegate tramite Ethernet, vengono utilizzati anche gli switch NVIDIA SN4600. Le porte degli adattatori NVIDIA DGX dual-port ConnectX-7 sono utilizzate sia per la gestione in banda che per la connettività dello storage.

Switch NVIDIA Spectrum SN2201 GbE

Switch NVIDIA Spectrum SN2201

Gli switch NVIDIA Spectrum SN2201 offrono 48 porte per fornire connettività per la gestione fuori banda. La gestione out-of-band fornisce una connettività di gestione consolidata per tutti i componenti in DGX BasePOD.

Adattatore NVIDIA ConnectX-7

Adattatore NVIDIA ConnectX-7

L'adattatore NVIDIA ConnectX-7 è in grado di fornire un throughput di 25 GB/400G GB/100 GB/200 GB/50 GB. I sistemi NVIDIA DGX utilizzano gli adattatori ConnectX-7 a porta singola e doppia per garantire la flessibilità nelle implementazioni DGX BasePOD con InfiniBand da 400GB GB/s ed Ethernet 100/200GB.

NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - componenti software

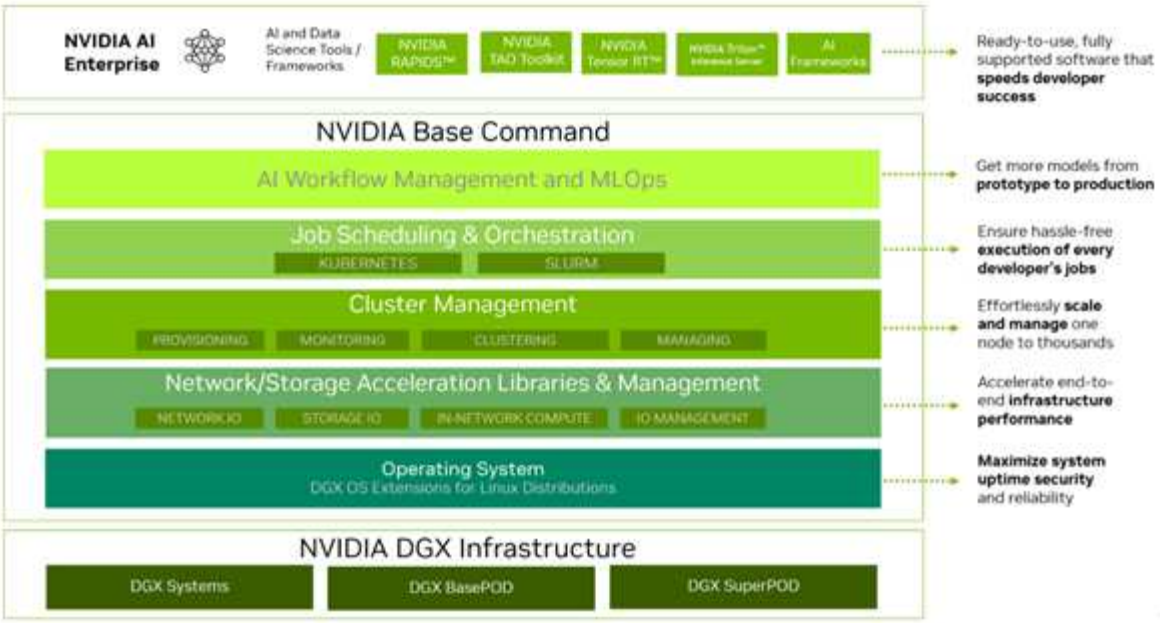
Questa sezione si concentra sui componenti software dell'FlexPod con sistemi NVIDIA DGX NetApp.

Software NVIDIA

Comando base NVIDIA

NVIDIA base Command™ è alla base di ogni DGX BasePOD, che consente alle organizzazioni di sfruttare il meglio dell'innovazione software NVIDIA. Le aziende possono liberare il pieno potenziale del proprio investimento con una piattaforma comprovata che include orchestrazione di livello Enterprise e gestione dei cluster, librerie che accelerano calcolo, infrastruttura di storage e rete e un sistema operativo ottimizzato per i carichi di lavoro ai.

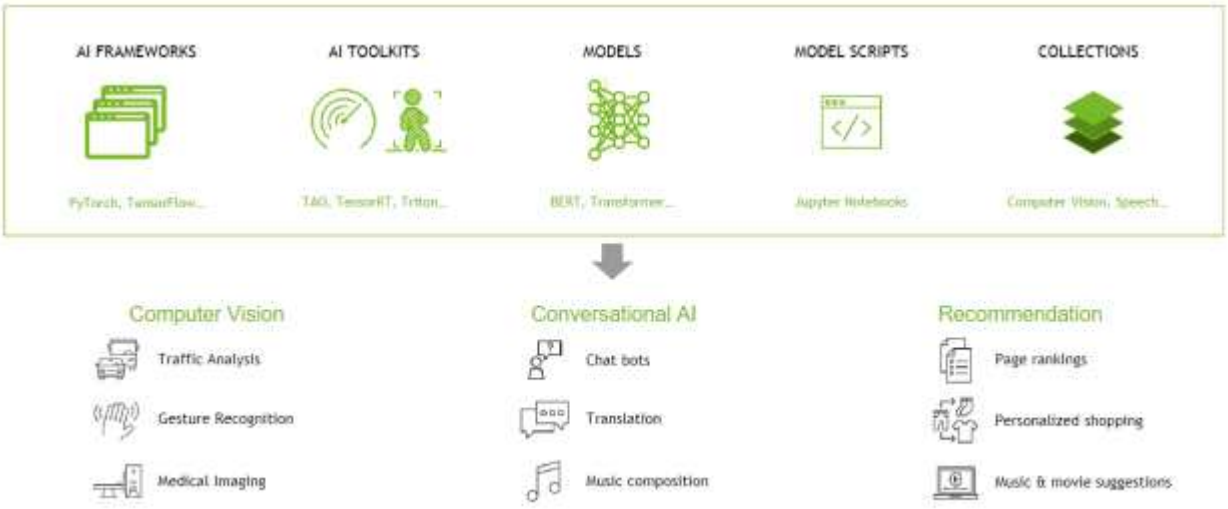
Soluzione NVIDIA BaseCommand



NVIDIA GPU CLOUD (NGC)

NVIDIA NGC™ fornisce un software per soddisfare le esigenze di data scientist, sviluppatori e ricercatori con vari livelli di esperienza nel campo dell'intelligenza artificiale. Il software ospitato su NGC viene sottoposto a scansioni contro un insieme aggregato di vulnerabilità ed esposizioni (CVE), crittografia e chiavi private comuni. È stata testata e progettata per scalare a più GPU e, in molti casi, a più nodi, garantendo agli utenti di massimizzare il proprio investimento nei sistemi DGX.

NVIDIA GPU Cloud



NVIDIA ai Enterprise

NVIDIA ai Enterprise è la piattaforma software end-to-end che porta l'ai generativa nella portata di ogni azienda, offrendo il runtime più veloce ed efficiente per modelli di base ai generativi ottimizzati per l'esecuzione sulla piattaforma NVIDIA DGX. Con sicurezza, stabilità e gestibilità di livello produttivo, ottimizza lo sviluppo di soluzioni ai generative. NVIDIA ai Enterprise è inclusa con DGX BasePOD per gli sviluppatori aziendali per accedere a modelli preformati, framework ottimizzati, microservizi, librerie accelerate e supporto Enterprise.

NetApp ONTAP

ONTAP 9, l'ultima generazione di software per la gestione dello storage NetApp, consente alle aziende di modernizzare l'infrastruttura e passare a un data center predisposto per il cloud. Sfruttando le funzionalità di gestione dei dati leader del settore, ONTAP consente la gestione e la protezione dei dati con un singolo set di strumenti, indipendentemente dalla posizione dei dati. Puoi anche spostare liberamente i dati ovunque siano necessari: Edge, core o cloud. ONTAP 9 include numerose funzionalità che semplificano la gestione dei dati, accelerano e proteggono i dati critici e abilitano le funzionalità dell'infrastruttura di nuova generazione nelle architetture di cloud ibrido.

Accelera e proteggi i dati

ONTAP offre livelli superiori di performance e protezione dei dati ed estende queste funzionalità nei seguenti modi:

- Performance e latenza ridotta. ONTAP offre il massimo throughput possibile con la latenza più bassa possibile, incluso il supporto per NVIDIA GPUDirect Storage (GDS) utilizzando NFS su RDMA, Parallel NFS (pNFS) e NFS session trunking.
- Protezione dei dati. ONTAP offre funzionalità di data Protection integrate e la più solida garanzia anti-ransomware del settore con una gestione comune su tutte le piattaforme.
- NetApp Volume Encryption (NVE). ONTAP offre crittografia nativa a livello di volume con supporto per la gestione delle chiavi sia integrata che esterna.
- Multi-tenancy dello storage e autenticazione multifattore. ONTAP consente la condivisione delle risorse dell'infrastruttura con i massimi livelli di sicurezza.

Semplifica la gestione dei dati

La gestione dei dati è fondamentale per le operazioni IT aziendali e per i data scientist, in modo che le risorse appropriate vengano utilizzate per le applicazioni ai e per la formazione dei set di dati ai/ML. Le seguenti informazioni aggiuntive sulle tecnologie NetApp non rientrano nell'ambito di questa convalida, ma potrebbero essere rilevanti a seconda dell'implementazione.

Il software per la gestione dei dati ONTAP include le seguenti funzionalità per ottimizzare e semplificare le operazioni e ridurre il costo totale delle operazioni:

- Snapshot e cloni favoriscono la collaborazione, la sperimentazione parallela e una governance dei dati migliorata per i flussi di lavoro ML/DL.
- SnapMirror consente lo spostamento perfetto dei dati negli ambienti di cloud ibrido e multisito, fornendo i dati dove e quando è necessario.
- Compaction dei dati inline e deduplica estesa. La compattazione dei dati riduce lo spazio sprecato all'interno dei blocchi di storage e la deduplica aumenta significativamente la capacità effettiva. Ciò vale per i dati memorizzati localmente e per i dati a più livelli nel cloud.
- Qualità del servizio (AQoS) minima, massima e adattativa. I controlli granulari della qualità del servizio (QoS) aiutano a mantenere i livelli di performance per le applicazioni critiche in ambienti altamente condivisi.
- I NetApp FlexGroup consentono la distribuzione dei dati in tutti i nodi del cluster storage, offrendo capacità elevata e performance più elevate per set di dati estremamente grandi.
- NetApp FabricPool. Offre il tiering automatico dei dati cold per le opzioni di cloud storage pubblico e privato, tra cui Amazon Web Services (AWS), Azure e la soluzione di storage NetApp StorageGRID. Per

ulteriori informazioni su FabricPool, vedere "TR-4598: Best practice FabricPool".

- NetApp FlexCache. Offre funzionalità di caching remoto dei volumi che semplificano la distribuzione dei file, riducono la latenza WAN e riducono i costi della larghezza di banda WAN. FlexCache consente lo sviluppo distribuito di prodotti su più siti, oltre a un accesso accelerato ai set di dati aziendali da ubicazioni remote.

Infrastruttura a prova di futuro

ONTAP aiuta a soddisfare le esigenze di business esigenti e in continua evoluzione con le seguenti funzionalità:

- Scalabilità perfetta e operazioni senza interruzioni. ONTAP supporta l'aggiunta online di capacità ai controller esistenti e ai cluster scale-out. I clienti possono eseguire l'upgrade alle tecnologie più recenti, come NVMe e 32GB FC, senza costose migrazioni dei dati o interruzioni.
- Connessione al cloud. ONTAP è il software per la gestione dello storage più connesso al cloud, con opzioni per lo storage software-defined (ONTAP Select) e le istanze native del cloud (NetApp Cloud Volumes Service) in tutti i cloud pubblici.
- Integrazione con le applicazioni emergenti. ONTAP offre servizi dati di livello Enterprise per piattaforme e applicazioni di prossima generazione, come veicoli autonomi, città intelligenti e industria 4.0, utilizzando la stessa infrastruttura che supporta le applicazioni aziendali esistenti.

NetApp DataOps Toolkit

Il NetApp DataOps Toolkit è uno strumento basato su Python che semplifica la gestione degli spazi di lavoro di sviluppo/formazione e dei server di inferenza supportati dallo storage NetApp scale-out dalle performance elevate. DataOps Toolkit può funzionare come utility standalone ed è ancora più efficace negli ambienti Kubernetes sfruttando NetApp Astra Trident per automatizzare le operazioni di storage. Le funzionalità principali includono:

- Provisioning rapido di nuove aree di lavoro JupyterLab ad alta capacità supportate da storage NetApp scale-out dalle performance elevate.
- Provisioning rapido delle nuove istanze di NVIDIA Triton Inference Server supportate dallo storage NetApp di livello Enterprise.
- Clonazione quasi istantanea di spazi di lavoro JupyterLab ad alta capacità per consentire la sperimentazione o l'iterazione rapida.
- Istantanee quasi istantanee di spazi di lavoro JupyterLab ad alta capacità per backup e/o tracciabilità/baseline.
- Provisioning, cloning e Snapshot quasi istantanei di volumi di dati a elevata capacità e performance elevate.

NetApp Astra Trident

Astra Trident è un orchestrator di storage open-source completamente supportato per container e distribuzioni Kubernetes, incluso Anthos. Trident funziona con l'intero portfolio storage di NetApp, inclusi NetApp ONTAP, e supporta anche le connessioni NFS, NVMe/TCP e iSCSI. Trident accelera il workflow DevOps consentendo agli utenti finali di eseguire il provisioning e gestire lo storage dai sistemi storage NetApp senza richiedere l'intervento di un amministratore dello storage.

NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - architettura della soluzione

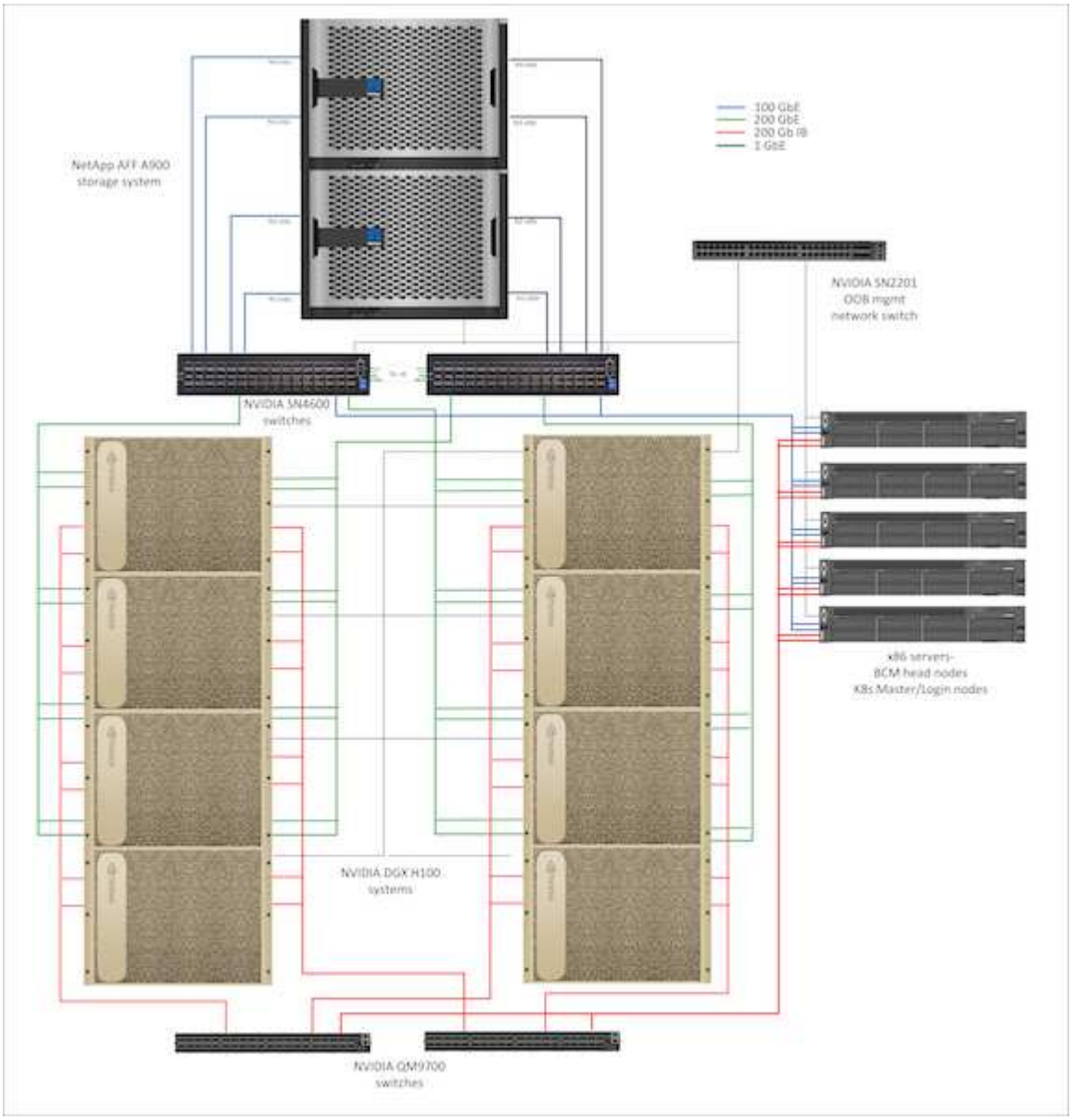
Questa sezione si concentra sull'architettura per l'FlexPod di NetApp con sistemi NVIDIA

DGX.

Pod NetApp ai con sistemi DGX H100

Questa architettura di riferimento sfrutta fabric separati per l'interconnessione del cluster di calcolo e l'accesso allo storage, con connettività InfiniBand (IB) a 400GB GB/s tra i nodi di calcolo. Il disegno qui sotto mostra la topologia della soluzione globale di NetApp FlexPod con sistemi DGX H100.

Topologia soluzione AIpod NetApp



Configurazione di rete

In questa configurazione il cluster fabric di elaborazione utilizza una coppia di switch IB da QM9700 400GB GB/s, connessi insieme per high Availability. Ogni sistema DGX H100 è collegato agli switch utilizzando otto connessioni, con porte con numero pari collegate a uno switch e porte con numero dispari collegate all'altro switch.

Per l'accesso al sistema di storage, la gestione in banda e l'accesso client, viene utilizzata una coppia di switch Ethernet SN4600. Gli switch sono collegati con collegamenti inter-switch e configurati con più VLAN per

isolare i vari tipi di traffico. Per implementazioni di dimensioni maggiori, la rete Ethernet può essere estesa a una configurazione leaf-spine aggiungendo ulteriori coppie di switch per gli switch spine e altre schede, se necessario.

Oltre all'interconnessione di elaborazione e alle reti Ethernet ad alta velocità, tutti i dispositivi fisici sono collegati anche a uno o più switch Ethernet SN2201 per la gestione fuori banda. Per ulteriori dettagli sulla connettività del sistema DGX H100, fare riferimento al "Documentazione NVIDIA BasePOD".

Configurazione del client per l'accesso allo storage

Ogni sistema DGX H100 viene fornito con due adattatori ConnectX-7 a due porte per il traffico di gestione e storage e, per questa soluzione, entrambe le porte su ogni scheda sono collegate allo stesso switch. Una porta di ogni scheda viene quindi configurata in un legame LACP MLAG con una porta collegata a ogni switch, e VLAN per la gestione in banda, l'accesso client e l'accesso di storage a livello utente sono ospitate su questo legame.

L'altra porta su ciascuna scheda viene utilizzata per la connettività ai sistemi di storage AFF A900 e può essere utilizzata in diverse configurazioni a seconda dei requisiti del carico di lavoro. Per le configurazioni che utilizzano NFS su RDMA per supportare NVIDIA Magnum io GPUDirect Storage, le porte sono configurate in un legame attivo/passivo, in quanto RDMA non è supportato su nessun altro tipo di legame. Per le distribuzioni che non richiedono RDMA, le interfacce di storage possono anche essere configurate con il bonding LACP in modo da offrire elevata disponibilità e larghezza di banda aggiuntiva. Con o senza RDMA, i client possono montare il sistema di storage utilizzando NFS v4,1 pNFS e Session trunking per consentire l'accesso parallelo a tutti i nodi di storage nel cluster.

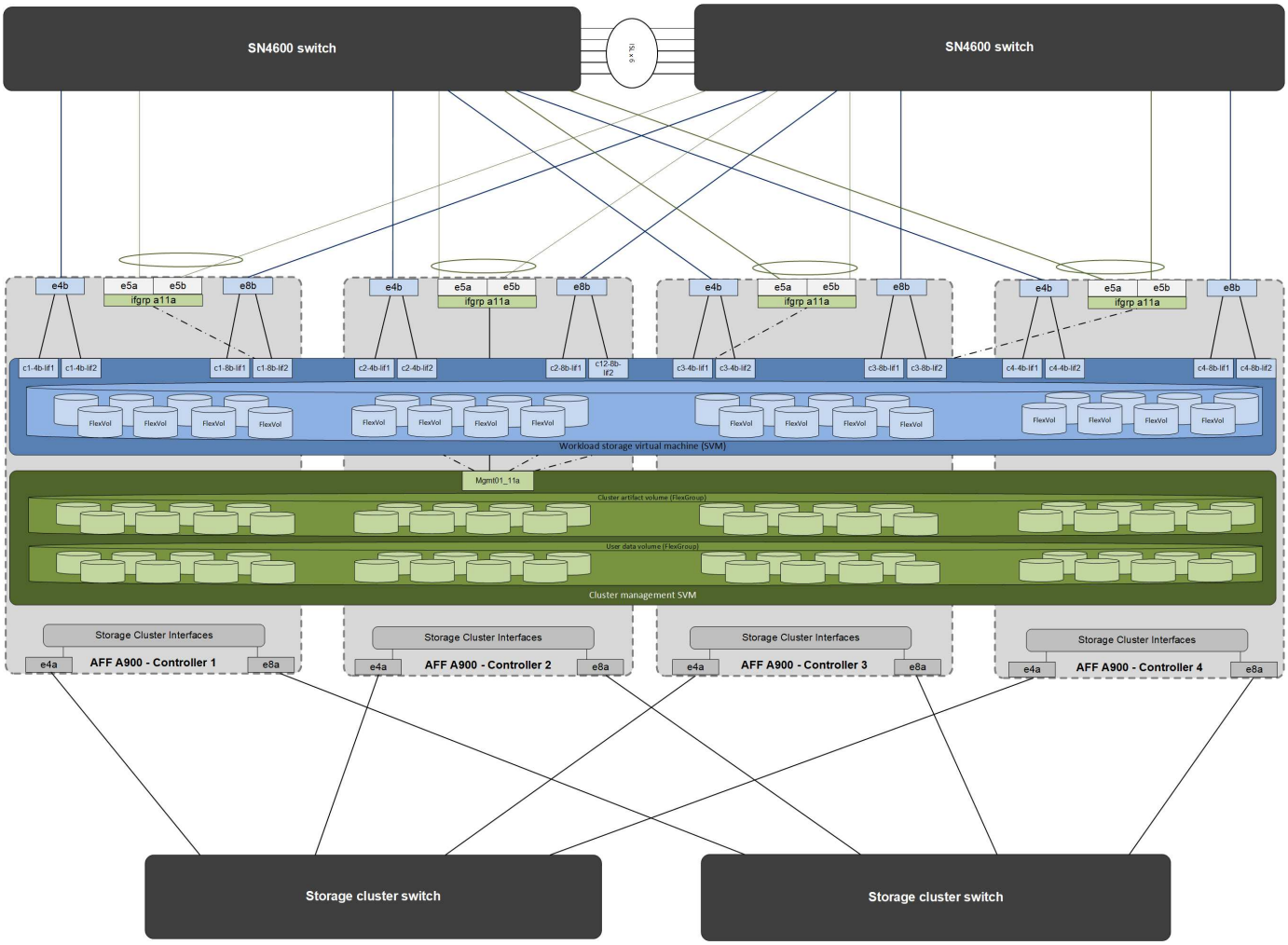
Configurazione del sistema storage

Ogni sistema storage AFF A900 è connesso tramite quattro porte 100 GbE da ciascun controller. Due porte da ciascun controller sono utilizzate per l'accesso ai dati dei carichi di lavoro dai sistemi DGX e due porte da ciascun controller sono configurate come un gruppo di interfacce LACP per supportare l'accesso dai server di piani di gestione per gli artefatti di gestione dei cluster e le home directory dell'utente. L'accesso ai dati dal sistema storage viene fornito tramite NFS, con una Storage Virtual Machine (SVM) dedicata all'accesso ai workload e una SVM separata dedicata agli utilizzi della gestione del cluster.

Il carico di lavoro SVM è configurato con un totale di otto interfacce logiche (LIF), con due LIF per ciascuna porta fisica. Questa configurazione offre la massima larghezza di banda oltre a mezzi per eseguire il failover di ciascuna LIF in un'altra porta dello stesso controller, in modo che entrambi i controller rimangano attivi in caso di guasto alla rete. Questa configurazione supporta anche NFS su RDMA per abilitare l'accesso allo storage GPUDirect. Viene effettuato il provisioning della capacità dello storage sotto forma di un singolo volume FlexGroup di grandi dimensioni che comprende tutti gli storage controller del cluster, con 16 volumi costituenti su ciascun controller. Questo FlexGroup è accessibile da una qualsiasi LIF nella SVM e utilizzando NFSv4,1 con pNFS e trunking di sessione, i client stabiliscono connessioni a ogni LIF nella SVM, permettendo l'accesso in parallelo ai dati locali in ogni nodo storage per performance notevolmente migliorate. Anche la SVM del carico di lavoro e ciascuna LIF dati sono configurate per l'accesso al protocollo RDMA. Per ulteriori informazioni sulla configurazione RDMA per ONTAP, fare riferimento alla "Documentazione ONTAP".

La SVM di gestione richiede un singolo LIF, ospitato nei gruppi di interfacce a 2 porte configurati su ciascun controller. Nella SVM di gestione viene eseguito il provisioning di altri volumi FlexGroup per alloggiare elementi legati alla gestione del cluster, come le immagini dei nodi del cluster, i dati storici del monitoraggio del sistema e le home directory degli utenti finali. Il disegno qui sotto mostra la configurazione logica del sistema di archiviazione.

Configurazione logica cluster di archiviazione NetApp A900



Server piani di gestione

Questa architettura di riferimento include anche cinque server basati su CPU per gli utilizzi dei piani di gestione. Due di questi sistemi sono utilizzati come nodi principali per NVIDIA base Command Manager per l'implementazione e la gestione del cluster. Gli altri tre sistemi sono utilizzati per fornire servizi cluster aggiuntivi come nodi master Kubernetes o nodi di login per implementazioni che utilizzano Slurm per la pianificazione dei processi. Le implementazioni che utilizzano Kubernetes possono sfruttare il driver NetApp Astra Trident CSI per fornire provisioning automatizzato e servizi dati con storage persistente per carichi di lavoro di gestione e ai sul sistema storage AFF A900.

Ciascun server è fisicamente collegato sia agli switch IB che agli switch Ethernet per consentire l'implementazione e la gestione del cluster e configurato con mount NFS al sistema storage tramite la SVM di gestione per lo storage degli artefatti di gestione dei cluster, come descritto in precedenza.

NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - Guida alla convalida della soluzione e al dimensionamento

Questa sezione è incentrata sulla convalida della soluzione e sulle linee guida sul dimensionamento per l'FlexPod di NetApp con sistemi NVIDIA DGX.

Convalida della soluzione

La configurazione dello storage in questa soluzione è stata convalidata utilizzando una serie di carichi di lavoro sintetici utilizzando il tool open-source FIO. Questi test includono modelli di i/o in lettura e scrittura ideati per simulare il carico di lavoro dello storage generato dai sistemi DGX che eseguono lavori di training di deep

learning. La configurazione dello storage è stata convalidata utilizzando un cluster di server CPU a 2 socket che eseguono contemporaneamente i carichi di lavoro FIO per simulare un cluster di sistemi DGX. Ciascun client è stato configurato con la stessa configurazione di rete descritta in precedenza, con l'aggiunta dei seguenti dettagli.

Per questa convalida sono state utilizzate le seguenti opzioni di montaggio:

vers=4,1	Abilita pNFS per l'accesso parallelo a più nodi storage
proto=rdma	Consente di impostare il protocollo di trasferimento su RDMA anziché sul TCP predefinito
porta=20049	Specificare la porta corretta per il servizio NFS RDMA
max_connect=16	Abilita il trunking di sessione NFS per aggregare la larghezza di banda delle porte di storage
write=desideroso	migliora le prestazioni di scrittura delle scritture bufferizzate
rsize=262144,wsize=262144	Imposta le dimensioni di trasferimento i/o su 256k

Inoltre, i client sono stati configurati con un valore NFS max_session_slot pari a 1024. Quando la soluzione è stata collaudata con NFS su RDMA, le porte di storage network sono state configurate con un legame attivo/passivo. Per questa convalida sono stati utilizzati i seguenti parametri di legame:

mode=backup attivo	imposta il legame in modalità attiva/passiva
primary (primario) = <interface name>	le interfacce primarie per tutti i client sono state distribuite tra gli switch
intervallo-monitor-mii=100	specifica l'intervallo di monitoraggio di 100ms
fail-over-mac-policy=attivo	Specifica che l'indirizzo MAC del collegamento attivo è il MAC del collegamento. Ciò è necessario per il corretto funzionamento di RDMA sull'interfaccia collegata.

Il sistema storage è stato configurato come descritto con due coppie ha A900 (4 controller) con due shelf di dischi NS224 da 24 1,9TB dischi NVMe collegati a ciascuna coppia ha. Come indicato nella sezione "architettura", la capacità dello storage di tutti i controller è stata combinata con un volume FlexGroup, distribuendo i dati di tutti i client in tutti i controller del cluster.

Guida al dimensionamento del sistema storage

NetApp ha completato con successo la certificazione DGX BasePOD, e le due coppie ha A900 testate possono supportare facilmente un cluster di otto sistemi DGX H100. Per implementazioni più estese con requisiti di performance dello storage più elevati, è possibile aggiungere sistemi AFF al cluster NetApp ONTAP fino a 12 coppie ha (24 nodi) in un singolo cluster. Utilizzando la tecnologia FlexGroup descritta in questa soluzione, un cluster a 24 nodi può offrire oltre 40 PB e un throughput fino a 300 Gbps in un singolo namespace. Altri sistemi storage NetApp come AFF A400, A250 e C800 offrono performance e/o capacità superiori per implementazioni più piccole a prezzi inferiori. Poiché ONTAP 9 supporta cluster di modelli misti, i clienti possono partire con un impatto iniziale minore e aggiungere al cluster più sistemi storage o più grandi man mano che crescono i requisiti di capacità e performance. La tabella seguente mostra una stima approssimativa del numero di GPU A100 e H100 supportate su ciascun modello AFF.

Guida al dimensionamento del sistema storage NetApp

		Throughput[2]	Raw capacity *(typical / max)*	Connectivity	# NVIDIA A100 GPUs supported[3]	# NVIDIA H100 GPUs supported[4]
NetApp® AFF A900	**1 HA pair[1]**	28GB/s	182TB / 14.7PB	**100 GbE**	1 - 64	1-32
	12 HA pairs	336GB/s	2.1PB / **176.4PB**		**768**	**384**
AFF A800	**1 HA pair**	25GB/s	368TB / 3.6PB	**100 GbE**	1 - 64	1-32
	12 HA pairs	300GB/s	4.4PB / **43.2PB**		**768**	**384**
AFF C800	**1 HA pair**	21GB/s	368TB / 3.6PB	**100 GbE**	1-48	1-24
	12 HA pairs	252GB/s	4.4PB / **43.2PB**		**576**	**288**
AFF A400	**1 HA pair**	11GB/s	182TB / 14.7PB	**40/100 GbE**	1 - 32	1-16
	12 HA pairs	132GB/s	2.1PB / **176.4PB**		**384**	**192**
AFF C400	**1 HA pair**	8GB/s	182TB / 14.7PB	**40/100 GbE**	1 - 16	1-8
	12 HA pairs	128GB/s	2.1PB / **176.4PB**		**192**	**96**
AFF A250	**1 HA pair**	7.4GB/s	91.2TB / 4.4PB	**25 GbE 40/100GbE**	1 - 16	1-8
	4 HA pairs	29.6GB/s	364.8TB / 17.6PB		64	32
AFF C250	**1 HA pair**	5 GB/s	91.2TB / 4.4PB	**25 GbE 40/100GbE**	1-8	1-4
	4 HA pairs	20 GB/s	364.8TB / 17.6PB		32	8

1 – 1 AFF = 1 HA pair = 2 Nodes. 12 HA pairs = 24 nodes
2 – 100% sequential read
3 – Based on workload testing in NVA-1153
4 – Based on BasePOD validation test results

NetApp FlexPod con sistemi NVIDIA DGX - conclusioni e informazioni aggiuntive

Questa sezione include riferimenti per informazioni aggiuntive per NetApp APod con sistemi NVIDIA DGX.

Conclusione

L'architettura DGX BasePOD è una piattaforma di deep learning di nuova generazione che richiede capacità di storage e di gestione dei dati altrettanto avanzate. Combinando DGX BasePOD con i sistemi NetApp AFF, l'architettura dei sistemi NetApp AIPod con DGX può essere implementata su quasi ogni scala fino a 48 sistemi DGX H100 su un cluster AFF A900 a 24 nodi. Combinato con l'integrazione superiore del cloud e le capacità software-defined di NetApp ONTAP, AFF offre una gamma completa di pipeline di dati che spazia dall'edge al core fino al cloud per progetti DL di successo.

Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, fare riferimento ai seguenti documenti e/o siti Web:

- Software per la gestione dei dati NetApp ONTAP: Libreria di informazioni ONTAP

  "https://docs.netapp.com/us-en/ontap-family/"

- Sistemi storage NetApp AFF A900 -

  "https://www.netapp.com/data-storage/aff-a-series/aff-a900/"

- Informazioni RDMA NetApp ONTAP-

  "https://docs.netapp.com/us-en/ontap/nfs-rdma/index.html"

- NetApp DataOps Toolkit

  "https://github.com/NetApp/netapp-dataops-toolkit"

- NetApp Astra Trident

  "Panoramica"

- Blog sullo storage GPUDirect di NetApp -

  "https://www.netapp.com/blog/ontap-reaches-171-gpudirect-storage/"

- NVIDIA DGX BasePOD

  "https://www.nvidia.com/en-us/data-center/dgx-basepod/"

- SISTEMI NVIDIA DGX H100

  "https://www.nvidia.com/en-us/data-center/dgx-h100/"

- Rete NVIDIA

  "https://www.nvidia.com/en-us/networking/"

- NVIDIA Magnum io GPUDirect Storage

  "https://docs.nvidia.com/gpudirect-storage"

- Comando base NVIDIA

  "https://www.nvidia.com/en-us/data-center/base-command/"

- NVIDIA base Command Manager

  "https://www.nvidia.com/en-us/data-center/base-command/manager"

- NVIDIA ai Enterprise

  "https://www.nvidia.com/en-us/data-center/products/ai-enterprise/"

Ringraziamenti

Questo documento è il lavoro dei team di progettazione delle soluzioni NetApp e ONTAP: David Arnette, Olga Kornievskaia, Dustin Fischer, Srikanth Kaligotla, Mohit Kumar e Rajeev Badrinath. Gli autori vogliono anche ringraziare NVIDIA e il team tecnico NVIDIA DGX BasePOD per il loro costante supporto.

NVA-1151-DESIGN: Guida alla progettazione dei sistemi NetApp ONTAP ai con NVIDIA DGX A100

David Arnette e Sung-Han Lin, NetApp

NVA-1151-DESIGN descrive un’architettura verificata NetApp per l’apprendimento automatico e i carichi di lavoro di intelligenza artificiale che utilizzano i sistemi storage NetApp AFF A800, i sistemi NVIDIA DGX A100 e gli switch di rete NVIDIA Mellanox.

Include anche i risultati dei test di benchmark per l'architettura implementata.

"NVA-1151-DESIGN: Guida alla progettazione dei sistemi NetApp ONTAP ai con NVIDIA DGX A100"

NVA-1151-DEPLOY: NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100

David Arnette, NetApp

NVA-1151-DEPLOY include istruzioni per l'implementazione del sistema storage per un'architettura verificata NetApp (NVA) per i carichi di lavoro di apprendimento automatico (ML) e intelligenza artificiale (ai) utilizzando i sistemi storage NetApp AFF A800, i sistemi NVIDIA DGX A100 e gli switch di rete NVIDIA Mellanox. Include inoltre istruzioni per l'esecuzione dei test di benchmark di convalida al termine dell'implementazione.

"NVA-1151-DEPLOY: NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100"

NVA-1153-DESIGN: NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e switch Ethernet Mellanox Spectrum

David Arnette e Sung-Han Lin, NetApp

NVA-1153-DESIGN descrive un'architettura verificata NetApp per i carichi di lavoro di apprendimento automatico (ML) e intelligenza artificiale (ai) che utilizzano i sistemi storage NetApp AFF A800, i sistemi NVIDIA DGX A100 e gli switch Ethernet NVIDIA Mellanox Spectrum SN3700V 200 GB. Questo design è dotato di RDMA over Converged Ethernet (RoCE) per il fabric di interconnessione del cluster di calcolo per offrire ai clienti un'architettura completamente basata su ethernet per carichi di lavoro dalle performance elevate. Questo documento include anche i risultati dei test di benchmark per l'architettura implementata.

"NVA-1153-DESIGN: NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e switch Ethernet Mellanox Spectrum"

NVA-1153-DEPLOY: NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e switch Ethernet Mellanox Spectrum

David Arnette, NetApp

NVA-1153-DEPLOY include istruzioni di implementazione del sistema storage per un'architettura verificata NetApp per i carichi di lavoro di apprendimento automatico (ML) e intelligenza artificiale (ai) che utilizzano i sistemi storage NetApp AFF A800, i sistemi NVIDIA DGX A100 e gli switch Ethernet NVIDIA Mellanox Spectrum SN3700V da 200 GB. Include inoltre istruzioni per l'esecuzione dei test di benchmark di convalida al termine dell'implementazione.

"NVA-1153-DEPLOY: NetApp ONTAP ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e switch Ethernet Mellanox Spectrum"

NetApp EF-Series ai con NVIDIA

Panoramica delle soluzioni di infrastruttura convergente EF-Series ai di NetApp e NVIDIA.

EF-Series ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e BeeGFS

- "Guida alla progettazione"
- "Guida all'implementazione"
- "Guida all'implementazione di BeeGFS"

NVIDIA DGX SuperPOD con NetApp - Guida alla progettazione

NVIDIA DGX SuperPOD con NetApp - Guida alla progettazione

Amine Bennani, David Arnette e Satish Thyagarajan, NetApp

Sintesi

Anche se l'ai migliora la vita dei consumatori e aiuta le organizzazioni di tutti i settori di tutto il mondo a innovare e far crescere i propri business, può rappresentare una rivoluzione per L'IT. Per supportare il business, i reparti IT stanno cercando di implementare soluzioni di high-performance computing (HPC) in grado di soddisfare le esigenze estreme dei workload ai. Con la gara per l'ai che entra nel vivo, la necessità di una soluzione facile da implementare, scalare e gestire diventa sempre più urgente.

NVIDIA DGX SuperPOD rende l'infrastruttura di supercalcolo facilmente accessibile per qualsiasi organizzazione e fornisce l'estrema potenza computazionale necessaria per risolvere anche i problemi ai più complessi. Per aiutare i clienti a eseguire un'implementazione su larga scala oggi, questa soluzione pronta all'uso di NVIDIA e NetApp elimina la complessità e le approssimazioni dalla progettazione dell'infrastruttura e offre una soluzione completa e validata che comprende calcolo, rete, storage e software Best-in-class.

Riepilogo del programma

NVIDIA DGX SuperPOD con i sistemi NVIDIA DGX H100 e NVIDIA base Command riunisce una combinazione ottimizzata per il design di calcolo ai, fabric di rete, storage, software e supporto. BeeGFS sull'architettura NetApp è stato precedentemente validato in un cluster di accettazione dedicato di NVIDIA. L'architettura più recente estende tale processo di validazione mantenendo un design comprovato, incorporando al tempo stesso il supporto per l'hardware più recente di NVIDIA.

Panoramica della soluzione

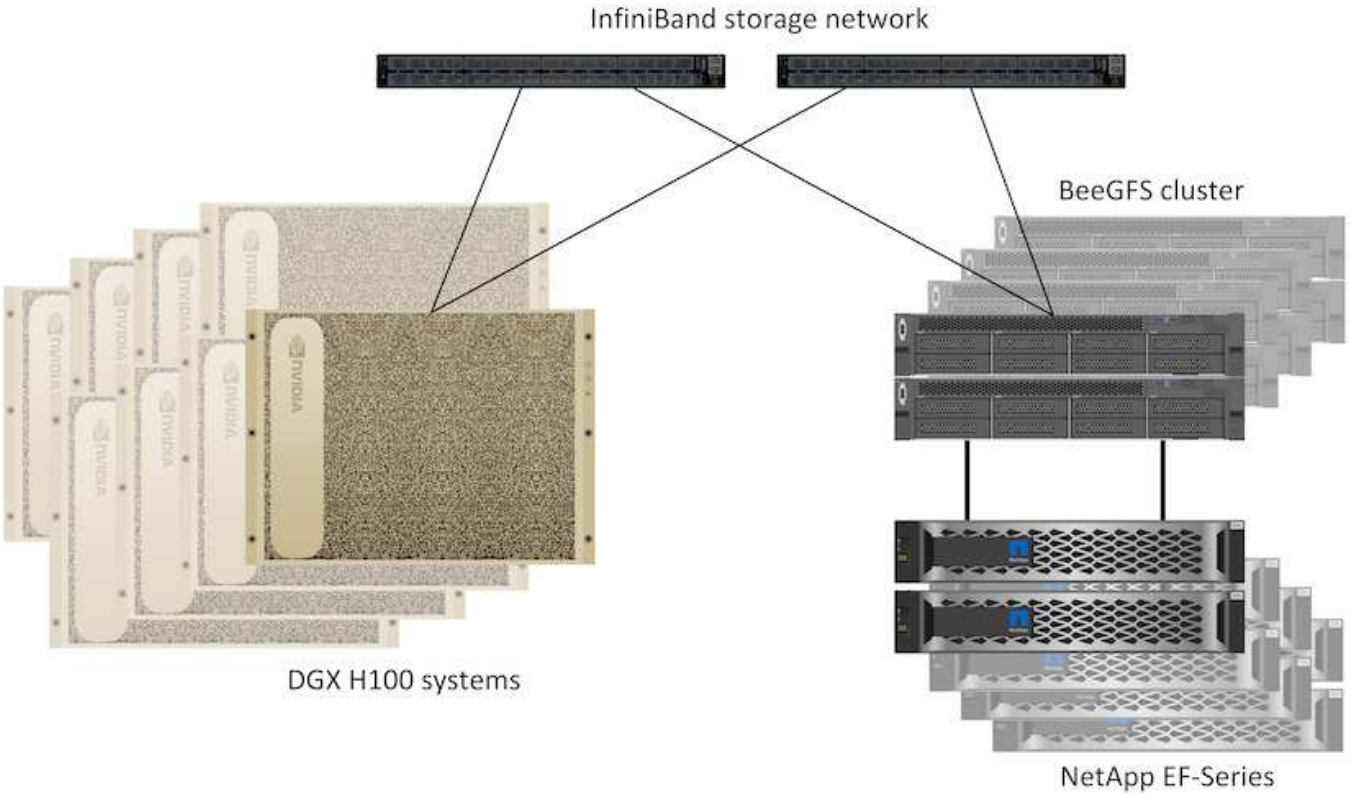
NVIDIA DGX SuperPOD è una piattaforma infrastrutturale per data center ai fornita come soluzione pronta all'uso per L'IT, che supporta i workload ai più complessi che devono affrontare le aziende moderne. Semplifica l'implementazione e la gestione e offre scalabilità a performance e capacità virtualmente illimitate. In altre parole, DGX SuperPOD ti permette di concentrarti sui dati utili invece che sull'infrastruttura.

Con gli array all-flash NetApp EF600 alla base di NVIDIA DGX SuperPOD, i clienti ottengono una soluzione ai agile che scala in modo semplice e perfetto. La flessibilità e la scalabilità della soluzione consentono all'IT di supportare e adattarsi ai carichi di lavoro in continua evoluzione, rappresentando una base solida per soddisfare i requisiti di storage attuali e futuri. I building block di storage modulari consentono un approccio granulare alla crescita e scalare senza problemi da terabyte a petabyte. Aumentando il numero di building block di storage, i clienti possono scalare in verticale performance e capacità del file system, consentendo alla soluzione di gestire con facilità i carichi di lavoro più estremi.

Tecnologia della soluzione

- I sistemi NVIDIA DGX SuperPOD con NVIDIA DGX H100 sfruttano i sistemi DGX H100 con storage condiviso convalidato esterno:
  - Ogni unità scalabile DGX SuperPOD (su) è composta da 32 sistemi DGX H100 ed è in grado di erogare 640 petabyte di performance ai con una precisione di FP8. In genere contiene almeno due building block NetApp BeeGFS, a seconda dei requisiti di prestazioni e capacità di una particolare installazione.

Una visione di alto livello della soluzione

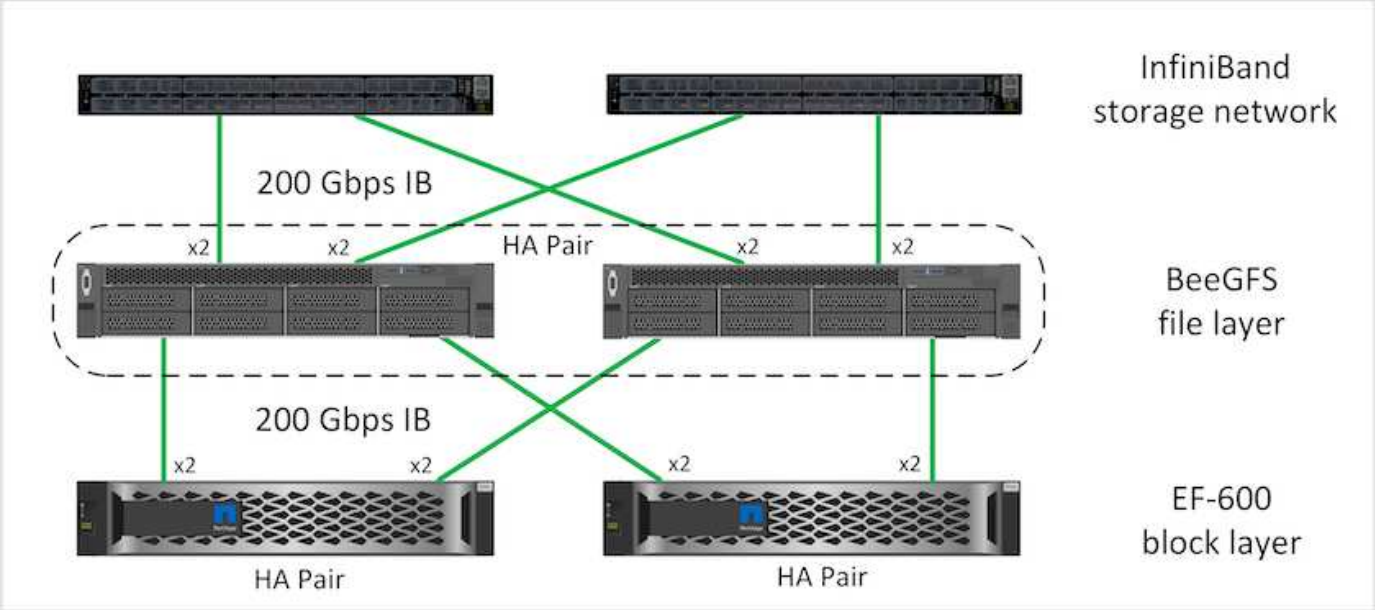


- I building block di NetApp BeeGFS sono costituiti da due array NetApp EF600 e due server x86:
  - Con gli array all-flash NetApp EF600 alla base di NVIDIA DGX SuperPOD, i clienti ottengono una base storage affidabile supportata da sei 9s di uptime.
  - Il livello del file system tra i sistemi NetApp EF600 e NVIDIA DGX H100 è il file system parallelo BeeGFS. BeeGFS è stato creato dal Fraunhofer Center for High-Performance Computing in Germania per risolvere i punti critici dei file system paralleli legacy. Il risultato è un file system con una moderna architettura dello spazio utente, ora sviluppata e fornita da ThinkParQ e utilizzata da molti ambienti di supercomputing.
  - Il supporto di NetApp per BeeGFS allinea l'eccellente organizzazione di supporto di NetApp con i

requisiti dei clienti in termini di performance e uptime. I clienti possono accedere a risorse di supporto di livello superiore, all'accesso anticipato alle release di BeeGFS e a funzioni aziendali di BeeGFS selezionate, come l'applicazione delle quote e l'alta disponibilità (ha).

- La combinazione dei building block NVIDIA SuperPOD SUS e NetApp BeeGFS offre una soluzione ai agile in cui si scala in modo semplice e perfetto le risorse di calcolo o storage.

Building block BeeGFS di NetApp



Riepilogo dei casi d'utilizzo

Questa soluzione si applica ai seguenti casi di utilizzo:

- Intelligenza artificiale (ai) che include machine learning (ML), deep learning (DL), elaborazione del linguaggio naturale (NLP), comprensione del linguaggio naturale (NLU) e ai generativa (Genai).
- Formazione ai su media e grande scala
- Computer vision, voce, audio e modelli linguistici
- HPC include applicazioni accelerate tramite l'interfaccia di trasmissione messaggi (MPI) e altre tecniche di elaborazione distribuita
- Workload delle applicazioni caratterizzati da:
  - Lettura o scrittura su file di dimensioni superiori a 1 GB
  - Lettura o scrittura sullo stesso file da parte di più client (10, 100 e 1000)
- Set di dati da più terabyte o petabyte
- Ambienti che richiedono un unico spazio dei nomi di storage ottimizzabile per una combinazione di file di grandi e piccole dimensioni

Requisiti tecnologici

Questa sezione descrive i requisiti tecnologici della soluzione NVIDIA DGX SuperPOD con NetApp.

Requisiti hardware

La tabella 1 riportata di seguito elenca i componenti hardware necessari per implementare la soluzione per una singola su. Il dimensionamento della soluzione inizia con 32 sistemi NVIDIA DGX H100 e due o tre building block NetApp BeeGFS.
Un singolo building block BeeGFS di NetApp è composto da due array NetApp EF600 e due server x86. I clienti possono aggiungere building block aggiuntivi con l'aumento delle dimensioni dell'implementazione. Per ulteriori informazioni, consultare "Architettura di riferimento NVIDIA DGX H100 SuperPOD" e. "NVA-1164-DESIGN: BeeGFS su NetApp NVA Design".

Hardware	Quantità
NVIDIA DGX H100	32
Switch NVIDIA Quantum QM9700	8 foglia, 4 colonna vertebrale
Blocchi di costruzione BeeGFS NetApp	3

Requisiti software

La tabella 2 riportata di seguito elenca i componenti software necessari per implementare la soluzione. I componenti software utilizzati in una particolare implementazione della soluzione possono variare in base ai requisiti del cliente.

Software
Stack software NVIDIA DGX
NVIDIA base Command Manager
File system parallelo ThinkParQ BeeGFS

Verifica della soluzione

NVIDIA DGX SuperPOD con NetApp è stato validato in un cluster di accettazione dedicato presso NVIDIA utilizzando i building block NetApp BeeGFS. I criteri di accettazione si basano su una serie di test applicativi, prestazionali e di stress eseguiti da NVIDIA. Per ulteriori informazioni, consultare "NVIDIA DGX SuperPOD: Architettura di riferimento NetApp EF600 e BeeGFS".

Conclusione

NetApp e NVIDIA hanno una lunga storia di collaborazione per fornire un portfolio di soluzioni ai sul mercato. NVIDIA DGX SuperPOD con l'array all-flash NetApp EF600 è una soluzione comprovata e validata che i clienti possono implementare in tutta sicurezza. Questa architettura completamente integrata e pronta all'uso elimina i rischi legati all'implementazione e aiuta chiunque a vincere la corsa alla leadership dell'ai.

Dove trovare ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, consultare i seguenti documenti e/o siti Web:

- "Architettura di riferimento NVIDIA DGX SuperPOD"
- "Guida di riferimento per la progettazione di data center NVIDIA DGX SuperPOD"
- "NVIDIA DGX SuperPOD: NetApp EF600 e BeeGFS"

NVA-1156-DESIGN: NetApp EF-Series ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e BeeGFS

Abdel Sadek, Tim Chau, Joe McCormick e David Arnette, NetApp

NVA-1156-DESIGN descrive un'architettura verificata di NetApp per i carichi di lavoro di machine learning (ML) e intelligenza artificiale (ai) che utilizzano i sistemi storage NetApp EF600 NVMe, il file system parallelo BeeGFS, i sistemi NVIDIA DGX A100 e gli switch IB NVIDIA Mellanox Quantum QM8700 a 200 Gbps. Questo design è dotato di InfiniBand (IB) a 200 Gbps per lo storage e il fabric di interconnessione del cluster di calcolo per offrire ai clienti un'architettura completamente basata su IB per carichi di lavoro dalle performance elevate. Questo documento include anche i risultati dei test di benchmark per l'architettura implementata.

"NVA-1156-DESIGN: NetApp EF-Series ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e BeeGFS"

NVA-1156-DEPLOY: NetApp EF-Series ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e BeeGFS

Abdel Sadek, Tim Chau, Joe McCormick e David Arnette, NetApp

Questo documento descrive un'architettura verificata di NetApp per i carichi di lavoro di apprendimento automatico (ML) e intelligenza artificiale (ai) che utilizzano i sistemi storage NetApp EF600 NVMe, il file system parallelo ThinkParQ BeeGFS, i sistemi NVIDIA DGX A100 e gli switch NVIDIA Mellanox Quantum QM8700 200Gbps InfiniBand (IB). Questo documento include anche istruzioni per l'esecuzione dei test di benchmark di convalida al termine dell'implementazione.

"NVA-1156-DEPLOY: NetApp EF-Series ai con sistemi NVIDIA DGX A100 e BeeGFS"

TR-4782: BeeGFS con architettura di riferimento NetApp E-Series

BeeGFS su NetApp con storage e-Series è una soluzione integrata e comprovata che offre un'infrastruttura HPC semplice, affidabile, scalabile e conveniente, in grado di restare al passo con i tuoi carichi di lavoro più estremi.

"BeeGFS con architettura di riferimento NetApp e-Series"

TR-4859: Implementazione della scalabilità dello spettro IBM con lo storage NetApp e-Series - Installazione e convalida

Chris Seirer, NetApp

TR-4859 descrive il processo di implementazione di una soluzione di file system completamente parallela basata sullo stack software Spectrum Scale di IBM. TR-4859 è progettato per fornire dettagli su come installare Spectrum Scale, convalidare l'infrastruttura e gestire la configurazione.

"TR-4859: Implementazione della scalabilità dello spettro IBM con lo storage NetApp e-Series - Installazione e convalida"

TR-4815: NetApp AFF A800 e Fujitsu Server PRIMERGY GX2570 M5 per i carichi di lavoro di training modello ai e ML

David Arnette, NetApp Takashi Oishi, Fujitsu

Questa soluzione si concentra su un'architettura scale-out per implementare sistemi di intelligenza artificiale con sistemi storage NetApp e server Fujitsu. La soluzione è stata validata con benchmark di training MLperf v0.6 utilizzando server Fujitsu GX2570 e un sistema storage NetApp AFF A800.

"TR-4815: NetApp AFF A800 e Fujitsu Server PRIMERGY GX2570 M5 per i carichi di lavoro di training modello ai e ML"

Informazioni sul copyright

Copyright © 2024 NetApp, Inc. Tutti i diritti riservati. Stampato negli Stati Uniti d'America. Nessuna porzione di questo documento soggetta a copyright può essere riprodotta in qualsiasi formato o mezzo (grafico, elettronico o meccanico, inclusi fotocopie, registrazione, nastri o storage in un sistema elettronico) senza previo consenso scritto da parte del detentore del copyright.

Il software derivato dal materiale sottoposto a copyright di NetApp è soggetto alla seguente licenza e dichiarazione di non responsabilità:

IL PRESENTE SOFTWARE VIENE FORNITO DA NETAPP "COSÌ COM'È" E SENZA QUALSIVOGLIA TIPO DI GARANZIA IMPLICITA O ESPRESSA FRA CUI, A TITOLO ESEMPLIFICATIVO E NON ESAUSTIVO, GARANZIE IMPLICITE DI COMMERCIABILITÀ E IDONEITÀ PER UNO SCOPO SPECIFICO, CHE VENGONO DECLINATE DAL PRESENTE DOCUMENTO. NETAPP NON VERRÀ CONSIDERATA RESPONSABILE IN ALCUN CASO PER QUALSIVOGLIA DANNO DIRETTO, INDIRETTO, ACCIDENTALE, SPECIALE, ESEMPLARE E CONSEQUENZIALE (COMPRESI, A TITOLO ESEMPLIFICATIVO E NON ESAUSTIVO, PROCUREMENT O SOSTITUZIONE DI MERCI O SERVIZI, IMPOSSIBILITÀ DI UTILIZZO O PERDITA DI DATI O PROFITTI OPPURE INTERRUZIONE DELL'ATTIVITÀ AZIENDALE) CAUSATO IN QUALSIVOGLIA MODO O IN RELAZIONE A QUALUNQUE TEORIA DI RESPONSABILITÀ, SIA ESSA CONTRATTUALE, RIGOROSA O DOVUTA A INSOLVENZA (COMPRESA LA NEGLIGENZA O ALTRO) INSORTA IN QUALSIASI MODO ATTRAVERSO L'UTILIZZO DEL PRESENTE SOFTWARE ANCHE IN PRESENZA DI UN PREAVVISO CIRCA L'EVENTUALITÀ DI QUESTO TIPO DI DANNI.

NetApp si riserva il diritto di modificare in qualsiasi momento qualunque prodotto descritto nel presente documento senza fornire alcun preavviso. NetApp non si assume alcuna responsabilità circa l'utilizzo dei prodotti o materiali descritti nel presente documento, con l'eccezione di quanto concordato espressamente e per iscritto da NetApp. L'utilizzo o l'acquisto del presente prodotto non comporta il rilascio di una licenza nell'ambito di un qualche diritto di brevetto, marchio commerciale o altro diritto di proprietà intellettuale di NetApp.

Il prodotto descritto in questa guida può essere protetto da uno o più brevetti degli Stati Uniti, esteri o in attesa di approvazione.

LEGENDA PER I DIRITTI SOTTOPOSTI A LIMITAZIONE: l'utilizzo, la duplicazione o la divulgazione da parte degli enti governativi sono soggetti alle limitazioni indicate nel sottoparagrafo (b)(3) della clausola Rights in Technical Data and Computer Software del DFARS 252.227-7013 (FEB 2014) e FAR 52.227-19 (DIC 2007).

I dati contenuti nel presente documento riguardano un articolo commerciale (secondo la definizione data in FAR 2.101) e sono di proprietà di NetApp, Inc. Tutti i dati tecnici e il software NetApp forniti secondo i termini del presente Contratto sono articoli aventi natura commerciale, sviluppati con finanziamenti esclusivamente privati. Il governo statunitense ha una licenza irrevocabile limitata, non esclusiva, non trasferibile, non cedibile, mondiale, per l'utilizzo dei Dati esclusivamente in connessione con e a supporto di un contratto governativo statunitense in base al quale i Dati sono distribuiti. Con la sola esclusione di quanto indicato nel presente documento, i Dati non possono essere utilizzati, divulgati, riprodotti, modificati, visualizzati o mostrati senza la previa approvazione scritta di NetApp, Inc. I diritti di licenza del governo degli Stati Uniti per il Dipartimento della Difesa sono limitati ai diritti identificati nella clausola DFARS 252.227-7015(b) (FEB 2014).

Informazioni sul marchio commerciale

NETAPP, il logo NETAPP e i marchi elencati alla pagina http://www.netapp.com/TM sono marchi di NetApp, Inc. Gli altri nomi di aziende e prodotti potrebbero essere marchi dei rispettivi proprietari.