採用AFF Lenovo ThinkSystem SR670 V2的NetApp R4A400適用於AI和ML機型訓練

NetApp Solutions

NetApp
April 12, 2024

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/zh-tw/netapp-solutions/ai/a400-thinksystem-introduction.html on April 12, 2024. Always check docs.netapp.com for the latest.

目錄

採用AFF Lenovo ThinkSystem SR670 V2的NetApp R4A400適用於AI和ML機型訓練 . . . 1
TR-4810：採用AFF Lenovo ThinkSystem SR670 V2的NetApp SRAS400適用於AI和ML機型訓練 . . . 1
技術總覽 . . . 2
測試計畫 . . . 7
測試結果 . . . 7
測試組態 . . . 7
測試程序與詳細結果 . . . 9
架構調整 . . . 11
結論 . . . 11

採用AFF Lenovo ThinkSystem SR670 V2的NetApp R4A400適用於AI和ML機型訓練

TR-4810：採用AFF Lenovo ThinkSystem SR670 V2的NetApp SRAS400適用於AI和ML機型訓練

Sathish Thyagarajan、David Arette、NetApp Mircea Troaca、聯想

此解決方案採用NetApp儲存設備和專為人工智慧（AI）工作負載最佳化的Lenovo伺服器、提供中階叢集架構。適用於大多數運算工作是單一節點（單一或多GPU）、或分散於數個運算節點的中小型企業。此解決方案符合許多企業的大多數日常AI訓練工作。

本文件涵蓋由八GPU Lenovo SR670V2伺服器、中階NetApp AFF E64A400儲存系統和100GbE互連交換器所組成之運算與儲存組態的測試與驗證。為了測量效能、我們將ResNet50與ImageNet資料集搭配使用、批次大小為408、半精準度、CUDA和CUDNN。此架構為中小企業組織提供高效率且具成本效益的解決方案、從需要NetApp ONTAP 以雲端連線的資料儲存設備提供企業級功能的AI方案開始著手。

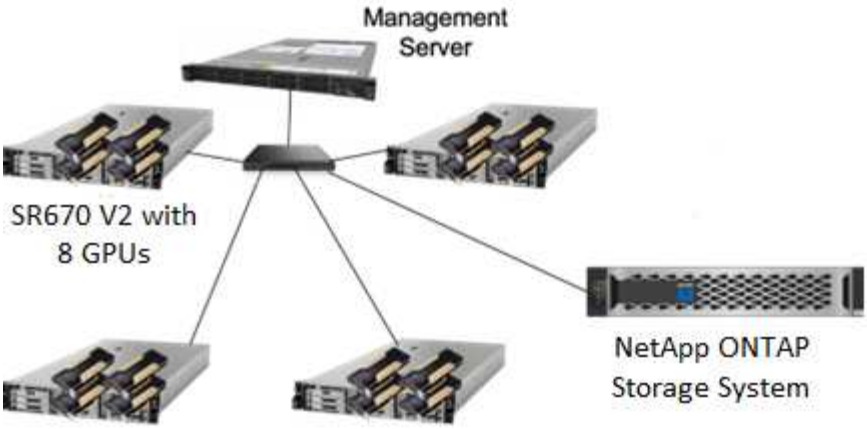
目標對象

本文適用於下列對象：

- 資料科學家、資料工程師、資料管理員及AI系統開發人員
- 設計解決方案以開發AI模式的企業架構設計師
- 資料科學家和資料工程師、正在尋求有效方法來達成深度學習（DL）和機器學習（ML）開發目標
- 想要縮短AI計畫上市時間的企業領導者和OT/IT決策者

解決方案架構

這套解決方案搭配Lenovo ThinkSystem伺服器和NetApp ONTAP 支援AFF 各種功能的NetApp支援、是專為處理大型資料集的AI訓練而設計、運用GPU的處理能力、搭配傳統CPU。這項驗證可藉由橫向擴充架構來展現高效能與最佳資料管理、此架構使用一、二或四部Lenovo SR670 V2伺服器、搭配單AFF 一NetApp RW2-A400儲存系統。下圖提供架構概觀。



此NetApp與Lenovo解決方案提供下列主要效益：

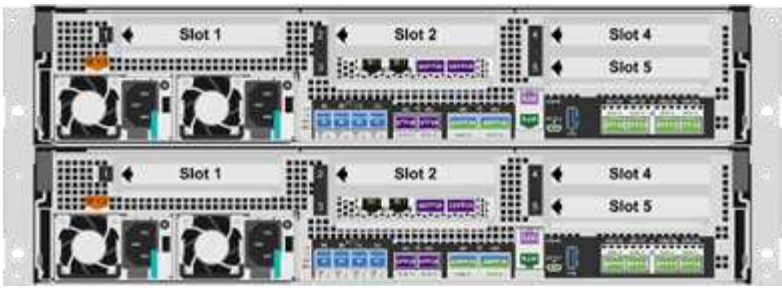
- 同時執行多項訓練工作時、效能效率極高且具成本效益
- 可擴充的效能、取決於不同數量的Lenovo伺服器和不同機型的NetApp儲存控制器
- 強大的資料保護功能、可滿足低恢復點目標（RPO）和恢復時間目標（RTO）、而且不會遺失資料
- 利用快照與複製技術最佳化資料管理、簡化開發工作流程

技術總覽

本節將更詳細地介紹本解決方案的主要元件。

NetApp AFF 產品

NetApp AFF 支援NetApp的儲存系統、可讓企業以領先業界的效能、優異的靈活度、雲端整合及同級最佳的資料管理功能、滿足企業的儲存需求。專為Flash而設計AFF 的支援功能、可協助加速、管理及保護業務關鍵資料。



NetApp AFF A400 是一款中階 NVMe Flash 儲存系統、內含下列功能：

- 最大有效容量：約 20PB
- 最大橫向擴充：2-24個節點（12個HA配對）
- 25GbE與16GB FC主機支援
- 透過整合式乙太網路（RoCE）連接至NVMe擴充儲存櫃的100GbE RDMA
- 如果未連接NVMe磁碟櫃、則可使用100GbE RoCE連接埠來連接主機網路
- 完整12Gbps SAS連線擴充儲存櫃
- 提供兩種組態：
  - 乙太網路：4個25GB乙太網路（SFP28）連接埠
  - 光纖通道：4個16GB FC（SFP+）連接埠
- 100% 8KB隨機讀取@.4 ms 400k IOPS

適用於AFF 入門級AI / ML部署的NetApp E4A250功能包括：

- 最大有效容量：35PB
- 最大橫向擴充：2-24個節點（12個HA配對）
- 440k IOPS隨機讀取@1ms
- 建置於最新ONTAP 版NetApp產品更新ONTAP 版本《NetApp》（NetApp）的基礎之上
- 兩個25GB乙太網路連接埠、用於HA和叢集互連

NetApp也提供AFF 其他儲存系統、例如：功能更強大的功能和AFF 擴充性、適用於大規模的AI/ML部署。

NetApp ONTAP

NetApp最新一代的儲存管理軟體、即支援企業將基礎架構現代化、並移轉至雲端就緒的資料中心。ONTAP利用領先業界的資料管理功能ONTAP 、無論資料位於何處、只要使用一組工具、即可管理及保護資料。資料也可以自由移動到任何需要的地方：邊緣、核心或雲端。支援眾多功能、可簡化資料管理、加速並保護關鍵資料、以及跨混合雲架構的符合未來需求的基礎架構ONTAP 。

簡化資料管理

資料管理對企業IT營運至關重要、因此應用程式和資料集必須使用適當的資源。包含下列功能、可簡化及簡化作業、並降低總營運成本：ONTAP

- *即時資料壓縮與擴充重複資料刪除技術。*資料壓縮技術可減少儲存區塊內的空間浪費、重複資料刪除技術則可大幅提升有效容量。這適用於本機儲存的資料、以及分層至雲端的資料。

- *服務品質（QoS）的最低、最大和調適性。*精細的QoS控制可協助維持高共享環境中關鍵應用程式的效能等級。
- *此功能可自動將冷資料分層至公有雲和私有雲儲存選項、包括Amazon Web Services（AWS）、Azure和NetApp等物件儲存設備StorageGRID ONTAP FabricPool 。

加速並保護資料

提供優異的效能與資料保護、並以下列方式擴充這些功能：ONTAP

- *效能與較低的延遲。ONTAP *
- 資料保護 ONTAP 效能*功能提供內建的資料保護功能、並可在所有平台上進行通用管理。
- * NetApp Volume Encryption。ONTAP *支援內建和外部金鑰管理、提供原生Volume層級的加密功能。

符合未來需求的基礎架構

支援需求嚴苛且瞬息萬變的企業需求ONTAP ：

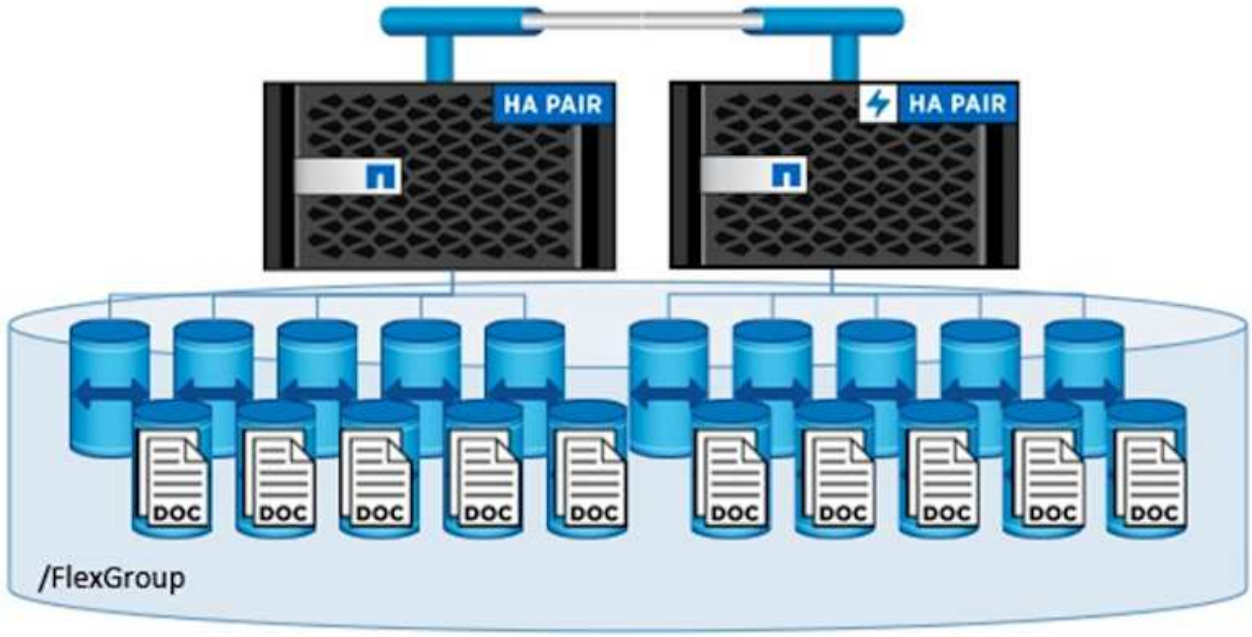
- 無縫擴充與不中斷營運。 ONTAP 支援在不中斷營運的情況下、為現有控制器和橫向擴充叢集增加容量。客戶可以升級至最新技術、例如NVMe和32GB FC、而不需進行昂貴的資料移轉或中斷運作。
- * Cloud connection。ONTAP *效能不只是雲端連線能力最強的儲存管理軟體、ONTAP Select 還可在Cloud Volumes Service 所有公有雲中選擇軟體定義儲存（英文）和雲端原生執行個體（NetApp版本）。
- 整合新興應用程式。 ONTAP 藉由支援現有企業應用程式的相同基礎架構、*支援OpenStack、Hadoop和MongoDB等新一代平台和應用程式、*提供企業級資料服務。

NetApp FlexGroup 產品資料

訓練資料集通常是數十億個檔案的集合體。檔案可以包含文字、音訊、視訊及其他形式的非結構化資料、這些資料必須儲存和處理才能並行讀取。儲存系統必須儲存許多小檔案、而且必須平行讀取這些檔案、才能執行連續和隨機I/O

一個包含多個成員磁碟區的單一命名空間（下圖）、這些磁碟區是由多個成員磁碟區所組成、這些磁碟區會被管理、並對儲存系統管理員執行類似NetApp的功能FlexVol FlexGroup 。將某個資料區中的檔案FlexGroup 分配給個別成員磁碟區、而不會跨磁碟區或節點進行等量分佈。這些功能可實現下列功能：

- 高達20 PB的容量、以及可預測的低延遲、適用於高中繼資料工作負載
- 同一個命名空間中最多4000億個檔案
- 橫跨CPU、節點、集合體及組成FlexVol 的等量磁碟區、在NAS工作負載中進行平行化作業



"

Lenovo ThinkSystem產品組合

聯想ThinkSystem伺服器採用創新的硬體、軟體和服務、可解決客戶目前的挑戰、並提供革命性的符合用途的模組化設計方法、以因應未來的挑戰。這些伺服器運用同級最佳的業界標準技術、搭配與眾不同的Lenovo創新技術、為x86伺服器提供最大的靈活度。

部署Lenovo ThinkSystem伺服器的主要優勢包括：

- 可隨企業成長而擴充的模組化設計
- 領先業界的恢復能力、可節省非計畫性停機所需的數小時成本
- 快速Flash技術可降低延遲、縮短回應時間、並即時進行更聰明的資料管理

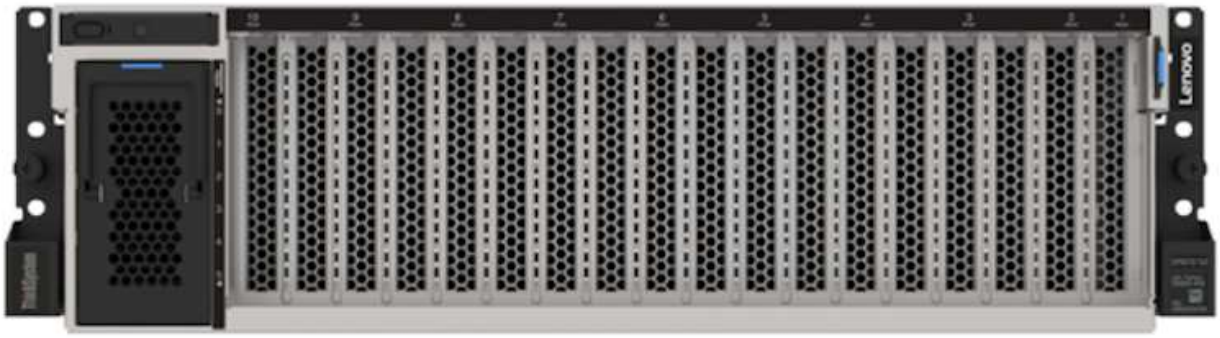
在AI領域、Lenovo正採取實用的方法、協助企業瞭解ML和AI在工作負載方面的優勢、並將其納入其中。Lenovo客戶可在Lenovo AI創新中心中探索及評估Lenovo AI產品、充分瞭解其特定使用案例的價值。為了縮短實現價值所需的時間、這種以客戶為中心的方法可讓客戶針對已準備好使用並針對AI最佳化的解決方案開發平台、提供概念驗證。

Lenovo SR670 V2

Lenovo ThinkSystem SR670 V2機架伺服器提供最佳效能、可加速AI和高效能運算（HPC）。SR670 V2支援多達八個GPU、適用於ML、DL和推斷的運算密集工作負載需求。

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

ThinkSystem SR670 V2搭載最新的可擴充Intel Xeon CPU、支援高階GPU（包括NVIDIA A100 80GB PCIe 8x GPU）、可為AI和HPC工作負載提供最佳化且加速的效能。

由於有更多工作負載使用加速器的效能、因此對GPU密度的需求增加。零售、金融服務、能源和醫療等產業正使用GPU來擷取更多洞見、並運用ML、DL和推斷技術來推動創新。

ThinkSystem SR670 V2是最佳化的企業級解決方案、可在正式作業環境中部署加速的HPC和AI工作負載、不僅能最大化系統效能、還能為採用新一代平台的超級運算叢集維持資料中心密度。

其他功能包括：

- 支援GPU直接RDMA I/O、高速網路介面卡可直接連線至GPU、以最大化I/O效能。
- 支援GPU直接儲存、其中NVMe磁碟機直接連接到GPU、以最大化儲存效能。

MLPerf

MLPerf是領先業界的基準測試套件、可用來評估AI效能。在這項驗證中、我們將其影像分類基準測試與最受歡迎的AI架構之一MXNet搭配使用。MXNet_bet測試 訓練腳本用於推動AI訓練。此指令碼包含數種常用傳統模式的實作、其設計可盡可能快速。它可以在單一機器上執行、或在多個主機的分散式模式下執行。

測試計畫

在此驗證中、我們執行MLPerf v2.0指定的影像辨識訓練。具體而言、我們訓練ResNet v2.0模型與ImageNet資料集、直到達到76.1%的準確度為止。主要指標是達到所需準確度的時間。我們也報告每秒以影像為單位的訓練頻寬、以更好地判斷橫向擴充效率。

主要測試案例評估了同時執行的多個獨立訓練程序（每個節點一個）。這會模擬主要使用案例、這是多位資料科學家所使用的共享系統。第二個測試案例評估橫向擴充效率。

測試結果

下表摘要說明針對此解決方案執行的所有測試結果。

測試說明	結果摘要
影像辨識訓練：多個並行工作	高效率效能：即使叢集已完全使用、所有工作仍會以全快執行。NetApp儲存系統提供與本機SSD儲存設備相媲美的訓練效能、同時可在伺服器之間輕鬆共享資料。
影像辨識訓練：橫向擴充	高效能、最多可容納四個節點。此時橫向擴充效率較低、但仍可行。使用較高速的運算網路可提升擴充性。NetApp儲存系統提供與本機SSD儲存設備相媲美的訓練效能、同時可在伺服器之間輕鬆共享資料。

測試組態

本節說明已測試的組態、網路基礎架構、SR670 V2伺服器、以及NetApp儲存資源配置詳細資料。

解決方案架構

我們使用下表所列的解決方案元件進行此驗證。

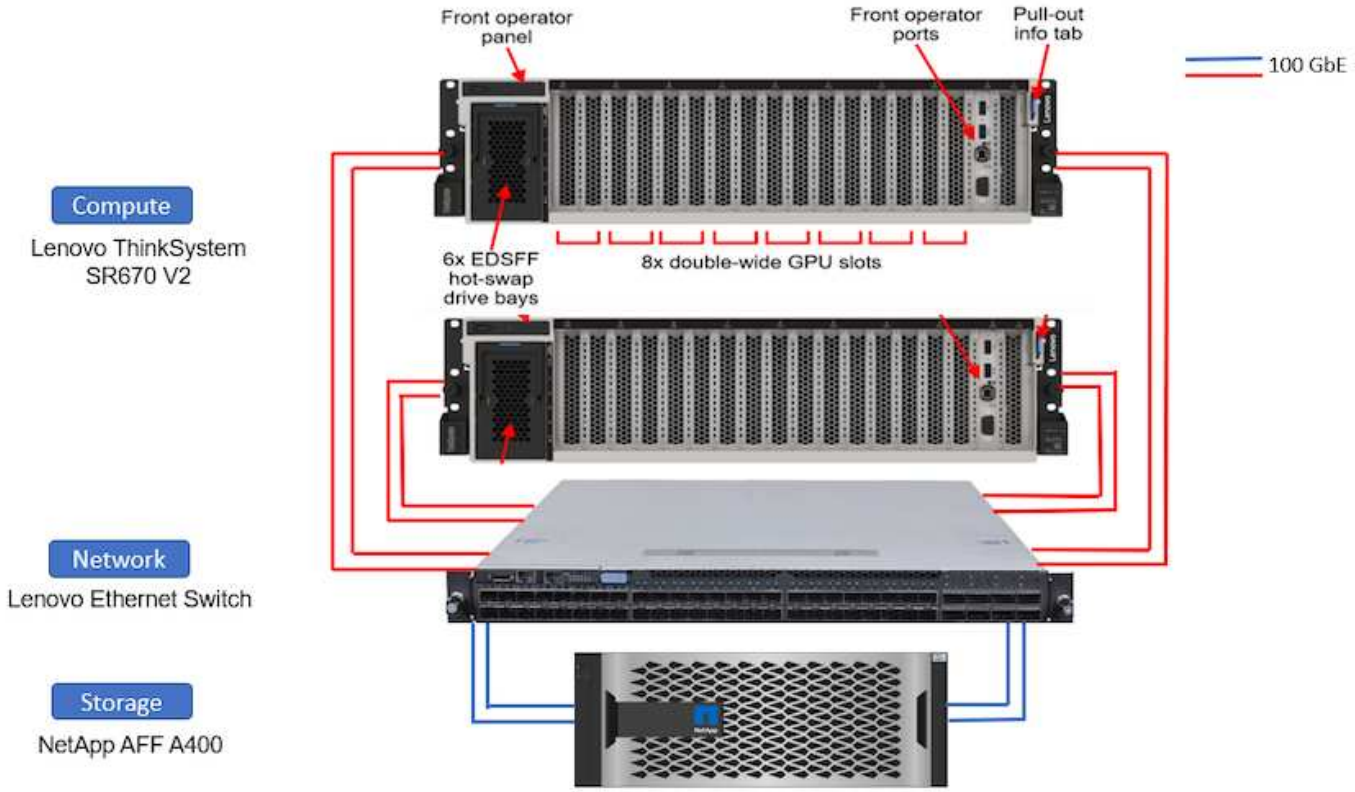
解決方案元件	詳細資料
Lenovo ThinkSystem伺服器	• 兩部SR670 V2伺服器各配備八個NVIDIA A100 80GB GPU卡 • 每部伺服器包含2個Intel Xeon Platinum 8360Y CPU（28個實體核心）和1TB RAM
Linux（使用CUDA 11.8的Ubuntu–20.04）	

解決方案元件	詳細資料
NetApp AFF 產品儲存系統（HA配對）	• NetApp ONTAP 產品版9.10.1軟體 • 24個960GB SSD • NFS傳輸協定 • 每個控制器1個介面群組（ifgrp）、其中4個邏輯IP位址用於掛載點

在此驗證中、我們使用ResNet v2.0搭配MLPerf v2.0指定的ImageNet基礎。此資料集儲存在採用AFF NFS傳輸協定的NetApp支援儲存系統中。SR670是AFF 透過100GbE交換器連線至NetApp RE64A400儲存系統。

ImageNet是常用的影像資料集。它包含將近130萬個影像、總大小為144GB。平均映像大小為108 KB。

下圖說明已測試組態的網路拓撲。



儲存控制器

下表列出儲存組態。

控制器	**Aggregate**	流通量**FlexGroup**	**Aggregate**大小	**Volume**大小	作業系統掛載點
控制器1.	Aggr1.	/A400-100g	9.9TB	19TB	/A400-100g
控制器2.	Aggr2.	/A400-100g	9.9TB		/A400-100g

/A400-100g資料夾包含用於ResNet驗證的資料集。

測試程序與詳細結果

本節說明詳細的測試程序結果。

利用ResNet進行影像辨識訓練ONTAP 、以利執行

我們以一部和兩部SR670 V2伺服器執行ResNet50基準測試。本測試使用MXNet 22.04-py3 NGC容器來執行訓練。

我們在此驗證中使用下列測試程序：

1. 在執行指令碼之前、我們先清除主機快取、以確保資料尚未快取：

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

2. 我們在伺服器儲存設備（本機SSD儲存設備）和NetApp AFF RSIFStorage系統中執行ImageNet資料集的基準測試指令碼。
3. 我們使用驗證了網路和本機儲存效能 `dd` 命令。
4. 針對單節點執行、我們使用下列命令：

```
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. 對於分散式執行、我們使用了參數伺服器的平行化模式。我們在每個節點使用兩個參數伺服器、並將epochs的數目設定為與單一節點執行相同。我們之所以這麼做、是因為分散式訓練通常需要更長的時間、因為程序之間的同步不完善。不同次數的epochs可能會扭曲單一節點與分散式個案之間的比較。

資料讀取速度：本機與網路儲存設備

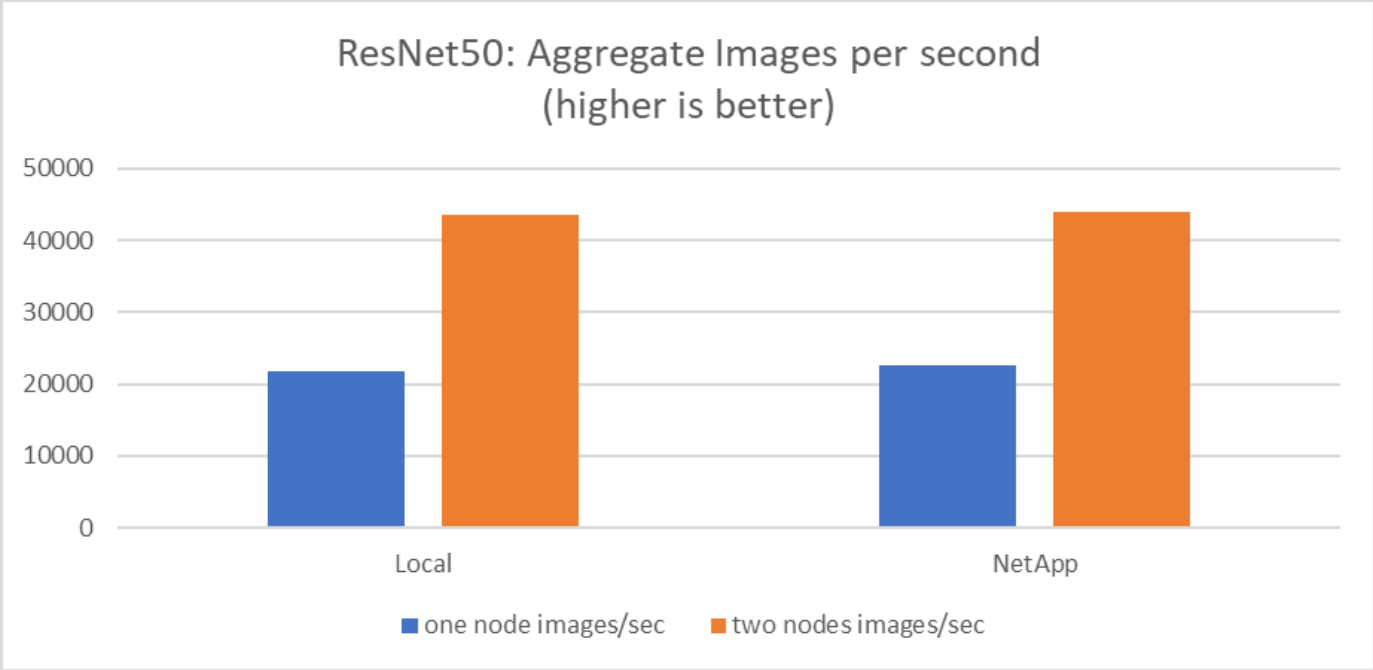
讀取速度是使用測試的 `dd` 對ImageNet資料集的其中一個檔案執行命令。具體而言、我們針對本機和網路資料執行了下列命令：

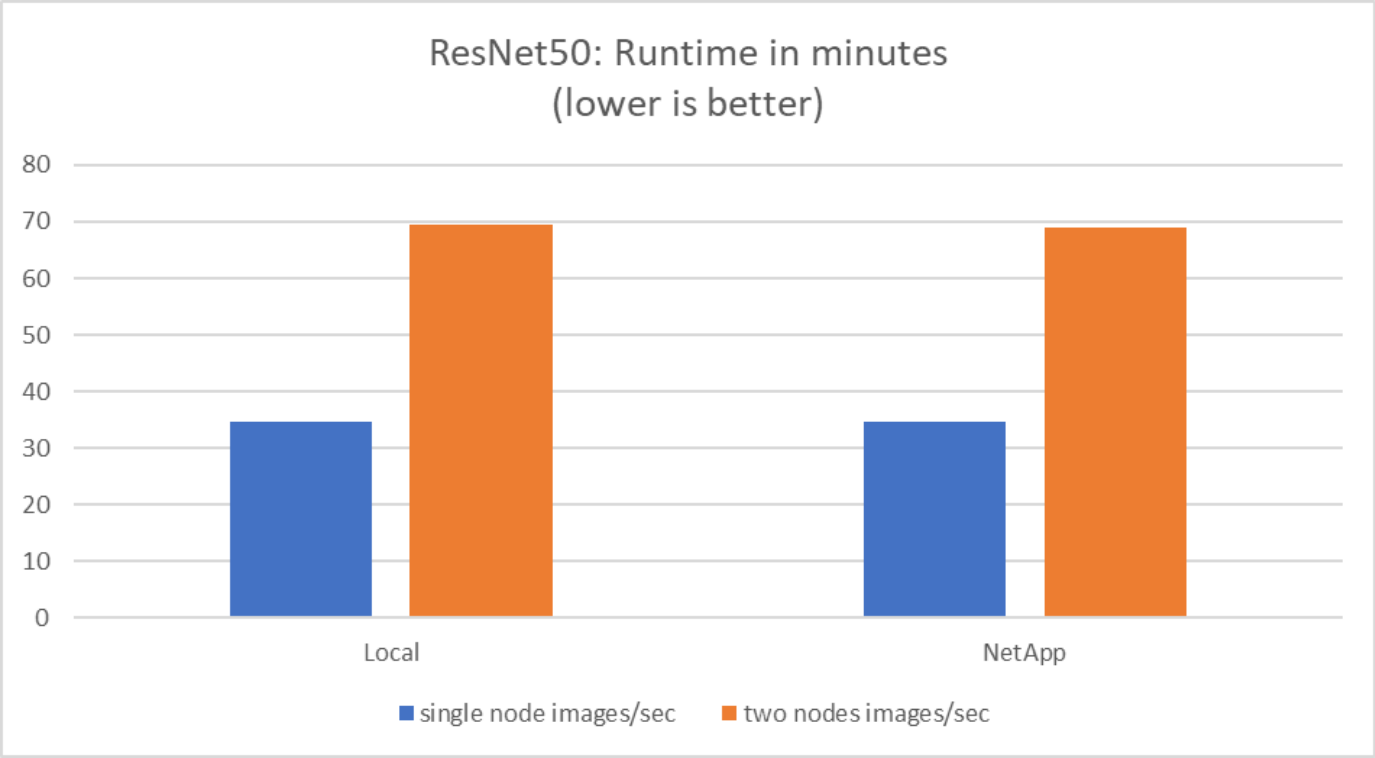
```
sync ; sudo /sbin/sysctl vm.drop_caches=3dd if=/a400-100g/netapp-
ra/resnet/data/preprocessed_data/train.rec of=/dev/null bs=512k
count=2048Results (average of 5 runs):
Local storage: 1.7 GB/s Network storage: 1.5 GB/s.
```

這兩種價值都很相似、這表示網路儲存設備能夠以類似本機儲存設備的速度來提供資料。

共享使用案例：多個獨立的同步工作

本測試模擬此解決方案的預期使用案例：多工作業、多使用者AI訓練。每個節點在使用共享網路儲存設備時、都會執行自己的訓練。結果顯示在下圖中、這表示解決方案案例在所有工作執行速度與個別工作基本相同的情況下、都能提供優異的效能。總處理量會隨著節點數量線性調整。





這些圖表以分鐘為單位顯示執行時間、並針對每部伺服器在100 GbE用戶端網路上使用八個GPU的運算節點、以每秒彙總映像數、同時結合並行訓練模式和單一訓練模式。訓練模式的平均執行時間為35分鐘9秒。個別執行時間為34分32秒、36分21秒、34分37秒、35分25秒、34分31秒。訓練模式的平均每秒影像數為2、573、每秒個別影像數為2、764、23、438、2、556、2、564和2、547。

根據我們的驗證結果、採用NetApp資料執行時間的獨立訓練模式為34分鐘54秒、影像數為22、231秒一個獨立的訓練模式、搭配本機資料（DAS）執行時間為34分21秒、影像數為22、102個/秒在這些執行期間、NVIDIA公司的GPU平均使用率為96%。請注意、此平均值包括測試階段、在此期間未使用GPU、而以mpstat測量的CPU使用率為40%。這表示每種情況下的資料傳輸率都已足夠。

架構調整

此驗證所使用的設定可調整以符合其他使用案例。

CPU調整

我們使用Skylake Intel Xeon Platinum 8360Y處理器進行驗證、這是Lenovo建議的。我們預期同等級的Cascade Lake CPU（Intel Xeon Gold 6330處理器）會提供類似的效能、因為這項工作負載不受CPU限制。

儲存容量增加

根據您的儲存容量需求、您可以隨需增加共用儲存設備（NFS Volume）、前提是您需要額外的磁碟櫃和控制器機型。您可以從CLI或儲存控制器的NetApp Web介面、以管理員使用者的身分執行此動作。

結論

此處驗證的NetApp與Lenovo解決方案是靈活的橫向擴充架構、非常適合入門級企業AI。

NetApp儲存設備提供與本機SSD儲存設備相同或更好的效能、並為資料科學家、資料工程師及IT決策者提供下列效益：

- 輕鬆在AI系統、分析和其他關鍵業務系統之間共享資料。這種資料共享可降低基礎架構的負荷、改善效能、並簡化整個企業的資料管理。
- 獨立擴充的運算與儲存設備、可將成本降至最低、並提升資源使用率。
- 利用整合式快照與複製功能、簡化開發與部署工作流程、提供即時且節省空間的使用者工作區、整合式版本控制及自動化部署。
- 企業級的資料保護功能、可實現災難恢復與營運不中斷。

感謝

- NetApp技術行銷工程師Karthithkeyan Nagalingam
- 聯想AI實驗室系統管理員、JARrett Upton

何處可找到其他資訊

若要深入瞭解本文件所述資訊、請參閱下列文件和/或網站：

- NetApp All Flash Array產品頁面

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

- NetApp AFF 產品介紹A400頁面

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

- NetApp ONTAP 資料管理軟體產品頁面

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

- MLPerf

  "https://mlperf.org"

- TensorFlow基準測試

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

- NVIDIA SMI（nvidia-smi）

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

版權資訊

Copyright © 2024 NetApp, Inc. 版權所有。台灣印製。非經版權所有人事先書面同意，不得將本受版權保護文件的任何部分以任何形式或任何方法（圖形、電子或機械）重製，包括影印、錄影、錄音或儲存至電子檢索系統中。

由 NetApp 版權資料衍伸之軟體必須遵守下列授權和免責聲明：

此軟體以 NETAPP「原樣」提供，不含任何明示或暗示的擔保，包括但不限於有關適售性或特定目的適用性之擔保，特此聲明。於任何情況下，就任何已造成或基於任何理論上責任之直接性、間接性、附隨性、特殊性、懲罰性或衍生性損害（包括但不限於替代商品或服務之採購；使用、資料或利潤上的損失；或企業營運中斷），無論是在使用此軟體時以任何方式所產生的契約、嚴格責任或侵權行為（包括疏忽或其他）等方面，NetApp 概不負責，即使已被告知有前述損害存在之可能性亦然。

NetApp 保留隨時變更本文所述之任何產品的權利，恕不另行通知。NetApp 不承擔因使用本文所述之產品而產生的責任或義務，除非明確經過 NetApp 書面同意。使用或購買此產品並不會在依據任何專利權、商標權或任何其他 NetApp 智慧財產權的情況下轉讓授權。

本手冊所述之產品受到一項（含）以上的美國專利、國外專利或申請中專利所保障。

有限權利說明：政府機關的使用、複製或公開揭露須受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中的「技術資料權利 - 非商業項目」條款 (b)(3) 小段所述之限制。

此處所含屬於商業產品和 / 或商業服務（如 FAR 2.101 所定義）的資料均為 NetApp, Inc. 所有。根據本協議提供的所有 NetApp 技術資料和電腦軟體皆屬於商業性質，並且完全由私人出資開發。 美國政府對於該資料具有非專屬、非轉讓、非轉授權、全球性、有限且不可撤銷的使用權限，僅限於美國政府為傳輸此資料所訂合約所允許之範圍，並基於履行該合約之目的方可使用。除非本文另有規定，否則未經 NetApp Inc. 事前書面許可，不得逕行使用、揭露、重製、修改、履行或展示該資料。美國政府授予國防部之許可權利，僅適用於 DFARS 條款 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）所述權利。

商標資訊

NETAPP、NETAPP 標誌及 http://www.netapp.com/TM 所列之標章均為 NetApp, Inc. 的商標。文中所涉及的所有其他公司或產品名稱，均為其各自所有者的商標，不得侵犯。