



Workstations

Werkplekken voor data-engineering



- Snellere iteraties en minder wachttijd
- Hogere betrouwbaarheid in het ontwikkelproces
- Lagere afhankelijkheid van cloudkosten en netwerkvertragingen
- Meer controle over de eigen omgeving

Lenovo

Workstations

Werkplekken voor data-engineering

Data-engineering heeft de laatste jaren een mate van verfijning en complexiteit bereikt die vroeger nauwelijks voorstelbaar was. Het vormt een hoeksteen van de digitale economie en ondersteunt de datagestuurde besluitvormingsprocessen die van vitaal belang zijn voor de bedrijfsvoering, strategische planning en innovatie.

Bij diverse workflows heb je te maken met gigantische hoeveelheden data, die al dan niet met behulp van AI worden geautomatiseerd en geoptimaliseerd. Workstations blinken daarbij uit in prestaties, flexibiliteit en kostenefficiëntie.

Een workstation kenmerkt zich door een combinatie van krachtige hardware en betrouwbare functionaliteit. Voor een professionele data-analist, CAD-ontwerper of developer moet de hardware niet alleen snel, maar ook betrouwbaar werken.

Werken in de cloud bij AWS, Azure en andere aanbieders heeft voordelen, maar je wil daar als bedrijf ook niet te afhankelijk van zijn. Bij hybride workflows combineer je de voordelen van lokaal werken met die van de cloud. Dat vereist tevens een geschikt systeem om die voordelen optimaal te benutten. Ducati Corse is daar een voorbeeld van.

Met het juiste workstation kun je je werk sneller, efficiënter en betrouwbaarder uitvoeren. Hopelijk kan deze gids je daarbij richting geven.

Veel (werk)plezier

Redactie c't

INHOUD

Waarom krachtige workstations onmisbaar zijn	3
Workstation op maat	6
Het optimale workstation voor iedere gebruiker	9
Hybride workflows: de kracht van lokaal én cloud gecombineerd	14
Ducati Corse	20

COLOFON

C'T IS EEN UITGAVE VAN F&L MEDIA BV
in licentie van Heise Medien

HOOFDREDACTEUR
Noud van Kruysbergen

MET MEDEWERKING VAN
Daniel Dupré, Elwin Hodžić,
Alieke van Sommeren, Marco den Teuling

CONTACT
redactie@ct.nl

Het auteursrecht op deze uitgave en op de daarin verschenen artikelen wordt door de uitgever voorbehouden. Het verlenen van toestemming tot publicatie in deze uitgave houdt in dat de auteur de uitgever, met uitsluiting van ieder ander onherroepelijk machtigt de bij of krachtens de auteurswet door derden verschuldigde vergoedingen voor kopiëren te innen en dat de auteur alle rechten overdraagt aan de uitgever, tenzij anders bepaald, dat geldt ook als de artikelen via een ander medium gepubliceerd worden. Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen, vernieuwvuldigd of gekopieerd zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever. De uitgever stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele onjuistheden, welke in deze uitgave mochten voorkomen.

Waarom krachtige workstations onmisbaar zijn

Data-engineering heeft de laatste jaren een mate van verfijning en complexiteit bereikt die vroeger nauwelijks voorstelbaar was. Het vormt een hoeksteen van de digitale economie en ondersteunt de data-gestuurde besluitvormingsprocessen die van vitaal belang zijn voor de bedrijfsvoering, strategische planning en innovatie.

Daarmee is ook de rol van data-engineers in de afgelopen jaren drastisch veranderd. Waar het vroeger mogelijk was om een model te draaien op een laptop of in een virtuele machine, zijn veel workflows en nieuwe softwaretoepassingen tegenwoordig vele malen zwaarder en complexer. Ze zijn sterk afhankelijk van krachtige CPU- en GPU-componenten, vooral naarmate datasets groter en complexer worden.

Omdat de markt zich zo snel ontwikkelt, moeten AI-professionals meer doen met minder tijd, geld en mensen, terwijl de middelen steeds verder worden opgerekt om de steeds agressievere doelen en deadlines van AI-projecten te halen. Deze manier van werken, het verwerken van grote hoeveelheden data, het trainen van modellen en het uitvoeren van analyses vragen om een fundamenteel andere benadering van de gebruikte hardware.

WAAR HET MISGAAT

Modellen moeten worden doorgelicht en nog eens doorgelicht om onbedoelde vertekeningen te beperken en de zogenaamde hallucinaties te minimaliseren, zo niet uit te bannen. Bovendien moeten ze worden getest op effecti-

viteit en veiligheid. Er worden zoveel gevoelige gegevens gebruikt om krachtige toepassingen te maken dat organisaties moeten streven naar en voldoen aan de hoogste ethische normen.

**Veel engineers werken
nog altijd op hardware
die daar niet voor
ontworpen is**

Ondanks deze ontwikkelingen werken veel engineers nog altijd op hardware die daar niet voor ontworpen is. Standaardlaptops of

desktops zijn geschikt voor rapportages en lichte development-taken, maar niet voor het draaien van zware data-pipelines of het trainen van neurale netwerken.

Virtuele machines lijken op het eerste gezicht een goed alternatief, maar hebben hun eigen problemen: gedeelde resources, trage disk I/O, en hoge kosten bij intensief gebruik. Voor het maken van nieuwe AI-toepassingen zijn veel organisaties naar de cloud gegaan. Sommige bedrijven moeten deze overstap weer heroverwegen, omdat krachtige CPU- of GPU-instanties bij populaire cloudservice-providers op schaal onbetaalbaar kan zijn. Data-engineers missen vaak de flexibiliteit om lokaal hun eigen omgeving in te richten en snel te testen. In een tijd waarin iteratiesnelheid en data-integriteit cruciaal zijn, is dit essentieel.

Met krachtige workstations is het mogelijk om hybride workflows te ondersteunen: lokaal ontwikkelen met containertechnologie en in een latere fase een project naar de cloud pushen. Dit kan het ontwikkelproces aanzienlijk versnellen, vooral wanneer engineers kunnen beschikken over krachtige GPU's en voldoende RAM voor lokale data.

DE KRACHT VAN WORKSTATIONS

Hier komt de werkelijke waarde van workstations naar voren. Een workstation zoals de Lenovo ThinkStation P-serie is ontworpen voor zware workloads, hoge betrouwbaarheid en optimale prestaties, dankzij krachtige AMD



Ryzen Threadripper Pro- of Intel Xeon- processors, met een NVIDIA Quadro RTX grafische kaart, een of meer TB aan werkgeheugen en supersnelle NVMe-ssd's.

Zulke configuraties zijn geen overkill – ze zijn noodzakelijk. Engineers kunnen lokaal volledige ML-pipelines draaien, datasets in RAM cachen en meerdere containers parallel uitvoeren zonder dat het systeem vastloopt. Dit resulteert in:

- Snellere iteraties en minder wachttijd
- Hogere betrouwbaarheid in het ontwikkelproces
- Lagere afhankelijkheid van cloudkosten en netwerkvertragingen
- Meer controle over de eigen omgeving

Zulke configuraties zijn geen overkill – ze zijn noodzakelijk

HET WORKSTATION IS BELANGRIJKER DAN OOIIT

In een tijd waarin data het kloppend hart is van innovatie, kan een ontwikkelomgeving een bottleneck vormen. De eisen aan datateams nemen toe: meer data, snellere resultaten, hogere betrouwbaarheid. Daarom investeren steeds meer organisaties in krachtige, professionele workstations voor hun engineers.

Workstations zijn verbazingwekkende productiviteitstools geworden voor datawetenschappers, omdat ze van meer CPU-cores, betere GPU's, extreem snelle opslag en grote hoeveelheden RAM-geheugen kunnen worden voorzien dan ooit tevoren.

Lenovo laat met hun ThinkStation en ThinkPad P-series zien dat krachtige workstations op de werkvloer en in het thuishkantoor het verschil kunnen maken – in snelheid, productiviteit en werkplezier. Voor data-engineers, AI-specialisten en ML-ontwikkelaars die geen concessies willen doen aan prestaties, is het workstation geen luxe, maar een noodzaak.



Workstation op maat

Bij diverse workflows heb je te maken met gigantische hoeveelheden data, die al dan niet met behulp van AI worden geautomatiseerd en geoptimaliseerd. Uiteindelijk gaat het erom dat data in realtime is te analyseren en AI-modellen zo snel en efficiënt mogelijk ontwikkeld, getraind en gefinetuned kunnen worden. Workstations blinken daarbij uit in prestaties, flexibiliteit en kostenefficiëntie: je stelt hem samen op basis van jouw specifieke wensen.

Workflows die te maken hebben met data science en AI, zoals grote taalmodellen (Large Language Models, LLM's), ontwikkelen zich razendsnel. Deze en veel andere (software) toepassingen en workflows zijn sterk afhankelijk van krachtige CPU- en GPU-componenten, vooral aangezien de datasets steeds groter en complexer worden. Het voorbereiden van de data, opschonen, visualiseren, maar ook het trainen en finetunen van AI-modellen zijn tijdsintensieve taken en vragen om bijpassende snelle en betrouwbare hardware.

HARDWARE: INTEL, AMD?

Voor diverse workstationtaken worden de Intel Xeon W en AMD Threadripper Pro aangeraden. Beide bieden een hoog aantal cores, uitstekende geheugenprestaties en -capaciteit en een groot aantal PCIe-lanes. Het gekozen aantal cores hangt af van de verwachte belasting en parallelisatie van de taken in de workflow. Grotere aantallen cores kunnen ook meerdere gelijktijdige processen mogelijk maken. Een eenvoudige aanbeveling is 32 cores met een van de Intel- of AMD-platforms.

Voor de vraag of je voor Intel of AMD moet gaan, is vooral een kwestie van voorkeur. Het Intel Xeon-platform is een aanrader als je workflow kan profiteren van enkele tools die in de Intel oneAPI AI Analytics Toolkit zitten bijvoorbeeld. De 96- of 64-core Threadripper Pro kan ideaal zijn als je veel gegevensparallele taken hebt.

GRAFISCHE KAART

Veel typische workstationtoepassingen zoals ML-modeltraining, CAD/CAM en 3D-rendering voor films en games vereisen hoge grafische prestaties. Daarom moeten ze worden uitgerust met professionele grafische kaarten zoals de AMD Radeon PRO-serie of RTX 6000 Ada. Deze kaarten zijn geoptimaliseerd voor grafisch intensieve taken zoals 3D-modellering, videobewerking en wetenschappelijke simulaties. Voor sommige taken kan de hoeveelheid grafisch geheugen een belangrijke factor zijn: voor zeer grote data 'problemen' zal de 48 GB van de RTX 6000 Ada noodzakelijk zijn. Voor Deep Learning is compatibiliteit met CUDA essentieel en kom je uit bij NVIDIA.

Meer dan één GPU kan voor data-analyses die frameworks bieden voor multi-GPU inzet (ML/AI-taken) een groot voordeel bieden. NVIDIA biedt ook NVLink voor een directe,

high-performance verbinding tussen een tweetal GPU's. Of dit je workflow kan verbeteren hangt af van het soort taak: voor veel trainingstaken is het niet nodig, maar voor modellen die een historie-component bevatten zoals recurrent neural networks (RNN's) of Long short-term memory (LSTM) en bijvoorbeeld transformer-modellen, kan NVLink een performanceboost bieden.

Voor virtuele machines met hardwarematige GPU-ondersteuning is een NVIDIA RTX PRO 5000 of 6000 Blackwell te overwegen.

RAM EN STORAGE

Complete datasets die in het geheugen moeten blijven zorgen dat je de RAM-capaciteit op

die hoeveelheden moet aanpassen. Voor data-wetenschap is een minimale hoeveelheid van 32 GB een aanrader. NVMe-storage heeft de voorkeur. Niet alleen is NVMe-opslag bijzonder snel, ook zitten er geen bewegende delen in waardoor de betrouwbaarheid toeneemt. En als bonus is er ook geen geluidsontwikkeling. Voor archivering zijn de 'ouderwetse' harde schijven wel een prima optie, met gigantische capaciteiten: de huidige grootste harde schijf die beschikbaar is bijvoorbeeld heeft een capaciteit van maar liefst 36 GB

WELKE SOORT WORKSTATION

Klassieke werkstations worden meestal geleverd in een towerbehuizing, omdat dit de meeste flexibiliteit biedt bij het kiezen van de diverse onderdelen. Het maakt de workstations ook makkelijk te upgraden en te onderhouden. Lenovo biedt meerdere opties voor desktop-workstations.

De Lenovo ThinkStation P5 is ontworpen voor ultieme veelzijdigheid en is het allround werkpaard voor professionals die schaalbare, toekomstbestendige oplossingen eisen. Hij bevat de nieuwste Intel Xeon W-processors en ondersteuning voor maximaal twee NVIDIA RTX A6000 grafische kaarten.

Dit workstation is geoptimaliseerd voor ontwerpers, technici en creative contentmakers en ondersteunt met gemak een breed scala aan rekenintensieve taken met high-speed DDR5-geheugen en ultrasnelle PCIe Gen 5-bandbreedte.

De ThinkStation-modellen (en de ThinkPad-laptops, zie verderop) zijn ISV-gecertificeerd, wat betekent dat ze zijn getest en geoptimaliseerd om specifieke professionele software (zoals CAD- en ontwerpsoftware) probleemloos te draaien. De P7 workstations met de nieuwste Intel Xeon W-processors levert tot 56 cores, robuuste PCIe Gen 5-connecti-



Tower-workstations zoals de Lenovo ThinkStation P8 bieden je flexibiliteit en schaalbaarheid voor diverse professionele workloads.

viteit en supersnel DDR5-geheugen, allemaal in een single-socket platform. In combinatie met de kracht van maximaal drie NVIDIA RTX 6000 Ada-GPU's, is de P7 niet bang voor enorme datasets en pakt hij rekenintensieve, multi-threaded taken direct aan.

De ThinkStation P8 combineert een baanbrekende rekenarchitectuur met een geoptimaliseerd thermisch ontwerp. De ThinkStation P8 bevat de toonaangevende AMD Ryzen Threadripper PRO 7000 WX-serie processor voor bijzonder veel rekenkracht en snelheid met de grootste core count voor professionele workstations met tot 96 cores en 5,3 GHz.

Perfect voor als je meer rekenkracht nodig hebt voor multithreaded toepassingen en speciaal voor snelheid en configureerbaarheid met snelle PCIe Gen5 opslagsnelheid en uitbreidbaar geheugen, met naar keuze AMD of NVIDIA-GPU's.

Lang niet iedereen zit nog meerdere dagen op kantoor op een vaste plek te werken, er wordt veel meer hybride gewerkt en de werklocaties kunnen soms sterk wisselen. Hybride werken heeft geleid tot een sterke stijging in de vraag naar mobiele workstations. Krachtig genoeg om al je taken uit te voeren, maar toch in een draagbaar compact jasje en op een werkplek gemakkelijk te docken en op die manier te koppelen aan diverse accessoires en randapparatuur.

Mobiele workstations zoals de Lenovo ThinkPad P-serie bieden de kracht en betrouwbaarheid van een desktopworkstation in een draagbaar formaat. Met hun geavanceerde hardware, grafische mogelijkheden, ISV-certificering en duurzaamheid zijn ze ideaal voor professionals die zowel krachtige prestaties als mobiliteit nodig hebben. Je hebt de keuze uit een 14 tot 16 inch groot scherm, een krachtige Intel Core Ultra of Core H, AMD Ryzen PRO en AI Pro 300-serie processors en geïntegreerde graphics of een RTX (Ada)-serie grafische kaart en diverse opties voor bijvoorbeeld OLED of touchscreen.

De combinatie van hardware maakt ze ideaal voor grafisch intensieve applicaties, zoals 3D-modellering en videobewerking, wat vaak niet haalbaar is met een gewone laptop. Mobiele workstations zijn ontworpen om een hele dag mee te gaan zonder opladen, met accu-opties die variëren afhankelijk van het model en de gewenste configuratie.



Lenovo biedt workstation-laptops
Zoals de nieuwe P16s Gen 4 met AMD
Ryzen PRO CPU en tot 96 GB aan RAM en
optionele optie voor 5G.

Het optimale workstation voor iedere gebruiker

Een workstation kenmerkt zich door een combinatie van krachtige hardware en betrouwbare functionaliteit. Met name op dat laatste punt onderscheidt een workstation zich van een pc: als je puur naar megahertzen en gigabits kijkt, lijken de verschillen misschien niet zo groot, maar als professionele data-analist, CAD-ontwerper of developer moet je hardware niet alleen snel, maar ook gegarandeerd betrouwbaar werken.

Dat wil echter niet zeggen dat de hardware van een workstation niet krachtig hoeft te zijn. Moderne processors bieden meerdere kernen, waarmee meerdere processen parallel kunnen worden uitgevoerd. Dit speelt een cruciale rol bij het garanderen van een soepele en productieve ervaring bij het gebruik van geïntegreerde ontwikkelomgevingen (IDE's).

Daarvoor moet de software die je gebruikt ook meerdere processorkernen ondersteunen. Daarnaast moet een systeem ook voorzien zijn van voldoende werkgeheugen dat snel en zonder fouten gegevens verwerkt. Want de hardware van een workstation kan nog zo snel en betrouwbaar zijn, als je hem niet effectief inzet en het gebruik ervan niet optimaliseert, zul je er al met al minder plezier van hebben dan je zou kunnen.

Daarom kijken we hier wat het belang is van krachtige hardware voor je workstation in het algemeen, hoe dat op softwareniveau uitwerkt bij bijvoorbeeld virtualisering en het werken met containers, en hoe je je workstation kunt optimaliseren met handige tools.

KIES DE JUISTE HARDWARE

In de huidige softwareontwikkeling, data-wetenschap en machine-learning zijn krachtige hardwarecomponenten essentieel voor het efficiënt verwerken van resource-intensieve applicaties. Een multicore-processor en voldoende RAM spelen een cruciale rol in het verbeteren van de prestaties van workstations, vooral bij het gebruik van ontwikkeltools zoals Visual Studio Code (VSCode), PyCharm en Jupyter Notebooks.

Een multicore-processor stelt een workstation in staat om meerdere taken tegelijk uit te voeren door de werklast over verschillende cores te verdelen. Dit heeft met name een groot effect in toepassingen die je gebruikt bij softwareontwikkeling, waar activiteiten zoals het compileren van code, testen, debugging en serverbeheer veel rekenkracht vereisen. Multicore-processors verbeteren de snelheid van taken omdat ze berekeningen parallel kunnen uitvoeren en achtergrondprocessen efficiënt afhandelen, zonder de hoofdtaken te verstoren. Dat betekent dat je door kunt werken

zonder dat je systeem helemaal vastloopt omdat het te druk aan het rekenen is.

Het werkgeheugen (RAM) fungeert als het kortetermijngeheugen van de computer en is essentieel voor het soepel draaien van je systeem. Voldoende RAM maakt het mogelijk om grotere codebases en datasets efficiënt te beheren, wat de prestaties aanzienlijk verbetert. Bij toepassingen die intensieve berekeningen uitvoeren, zorgt het werkgeheugen ervoor dat grote datasets snel kunnen worden geladen en verwerkt zonder vertragingen of crashes. Het werkgeheugen is ook essentieel voor het uitvoeren van meerdere applicaties tegelijkertijd, zoals browsers, terminals en virtuele machines, zonder dat dit ten koste gaat van de systeemprestaties.

Over het algemeen maken workstations gebruik van ECC-RAM (Error-Correcting Code RAM). Het detecteert en corrigeert automatisch geheugenfouten, waardoor gegevensintegriteit wordt gewaarborgd en systeeminstabiliteit wordt voorkomen. ECC-RAM is cruciaal voor workstations die veeleisende taken zoals data-analyse, softwareontwikkeling en machine-learning uitvoeren en grote hoeveelheden gegevens verwerken of langdurig draaien, omdat geheugenfouten kunnen leiden tot corrupte gegevens en systeemcrashes. ECC-RAM verhoogt de betrouwbaarheid en voorkomt downtime, wat essentieel is voor workstations die constant op hoog niveau presteren, zoals bij wetenschappelijk onderzoek, financiële analyses of complexe simulaties.

Een geschikte GPU (Graphics Processing Unit) is eveneens een onmisbaar onderdeel van een modern workstation, dat veel verder reikt dan alleen grafische toepassingen. Waar een GPU voorheen met name diende voor het renderen van beelden en video's, vormen GPU's tegenwoordig ook een krachtig parallel rekeninstrument dat geschikt is voor uiteenlopende

professionele toepassingen. In grafisch ontwerp, 3D-modellering, animatie en video-bewerking versnelt de GPU renderingstijden aanzienlijk en maakt realtime-previews mogelijk. In engineering en architectuur ondersteunt de GPU de CPU bij het verwerken van complexe modellen en visualisaties in CAD- en BIM-software. Voor wetenschappelijk onderzoek en data-analyse wordt de GPU ingezet voor versneld rekenen (GPGPU), waarbij duizenden kernen simultaan rekenintensieve taken uitvoeren, zoals simulaties, numerieke berekeningen en big dataverwerking.

Het werkgeheugen is essentieel voor het uitvoeren van meerdere applicaties tegelijkertijd

Een ander groeiend toepassingsgebied is kunstmatige intelligentie en machine-learning. Hier worden GPU's gebruikt om neurale netwerken te trainen, wat veel sneller gaat dan met traditionele CPU's. Ook in virtualisatie-omgevingen zorgt GPU-passthrough ervoor dat virtuele machines zware grafische of rekenintensieve taken kunnen uitvoeren.

Gegevens moeten snel van en naar de opslag worden gelezen en geschreven. NVMe-ssd's bieden hoge snelheid voor dataverwerking en -opslag. NVMe-ssd's maken gebruik van de PCIe-interface, die veel sneller is dan traditionele SATA-verbindingen, en wanneer ze in een RAID-configuratie worden geplaatst, kunnen ze gegevens veel sneller lezen en schrijven. Dit is van groot belang voor applicaties die veel gegevensintensieve bewerkingen uitvoeren, zoals databasebeheer, 3D-rendering of realtime

data-analyse. RAID biedt ook redundantie, wat de betrouwbaarheid verhoogt en het risico op gegevensverlies vermindert.

Samen zorgen alle hardwareonderdelen voor een workstation dat uitzonderlijke prestaties levert, zelfs bij de zwaarste workloads. De onderdelen moeten uiteraard wel harmonieus samenwerken.

VIRTUALISATIE

In de wereld van moderne softwareontwikkeling en IT-infrastructuur zijn virtualisatie, containers en parallel processing essentieel geworden voor het optimaliseren van workflows en het verhogen van de efficiëntie. Deze technologieën stellen ontwikkelaars in staat om complexe systemen te creëren, te testen en te beheren zonder fysieke hardwarebeperkingen. Een krachtig workstation voor het effectief uitvoeren van deze technologieën is daarbij van essentieel belang.

Virtualisatie stelt gebruikers in staat om meerdere virtuele machines te draaien op één fysiek systeem. Elke virtuele machine functioneert als een afzonderlijke computer, wat betekent dat ontwikkelaars verschillende besturingssystemen en applicaties kunnen draaien op dezelfde hardware. Dit biedt voordelen zoals resource-isolatie, efficiëntie in testen en ontwikkelen, en het creëren van gescheiden omgevingen voor verschillende applicaties.

Een krachtige workstation is essentieel voor virtualisatie omdat het meerdere virtuele machines tegelijkertijd moet kunnen draaien zonder prestatieverlies. Virtualisatie vereist veel CPU- en geheugenresources om meerdere virtuele omgevingen soepel te laten draaien. Multicore-processors zijn hierbij van groot belang omdat ze de werklast van meerdere virtuele machines over verschillende cores kunnen verdelen, zodat elke virtuele machine over voldoende rekenkracht beschikt. Virtualisatie

vereist ook aanzienlijke hoeveelheden werkgeheugen en, afhankelijk van hoe en hoeveel virtuele machines je parallel wilt inzetten, een krachtige GPU. Dankzij GPU-passthrough kunnen virtuele machines de GPU direct benaderen wat zorgt voor hogere prestaties en lagere latency's.

Met virtualisatie kun je meerdere virtuele machines draaien

CONTAINERS VERSUS VIRTUALISATIE

Hoewel virtualisatie zeer krachtig is, vraagt het ook aanzienlijke hardwareresources. Afhankelijk van je inzetgebied, zou je ook een deel van je virtuele machines kunnen vervangen door containers. De laatste jaren zijn containers steeds populairder geworden als een lichter en efficiënter alternatief voor virtuele machines.

Containers, die bijvoorbeeld draaien in een Docker-omgeving, delen de onderliggende kernel van het besturingssysteem, in plaats van een volledig besturingssysteem te emuleren, zoals bij virtualisatie. Dit maakt containers sneller en minder resource-intensief dan virtuele machines. Net als bij virtualisatie kunnen containers sterk profiteren van de verdeling van taken over verschillende cores, wat zorgt voor een snellere uitvoering en responsiviteit.

WORKSTATION OPTIMALISEREN

Lenovo biedt geavanceerde softwareoplossingen voor diagnostiek en prestatieoptimalisatie, speciaal ontworpen om de hardwarecapaciteiten van je workstation optimaal te benutten. Zo is het mogelijk om met de Think

BIOS config-tool firmware-opties zoals thermisch beheer, BIOS-tuning en powermanagement in te stellen – ideaal voor het finetunen van zware workflows. Daarnaast is er nog de Lenovo Performance Tuner, een tool speciaal ontworpen voor workstations uit de P-serie, zoals de ThinkStation P5, P7 en P8 modellen. En om je systeem veilig en up to date te houden gebruik je Lenovo Vantage.

LENOVO THINK BIOS CONFIG TOOL

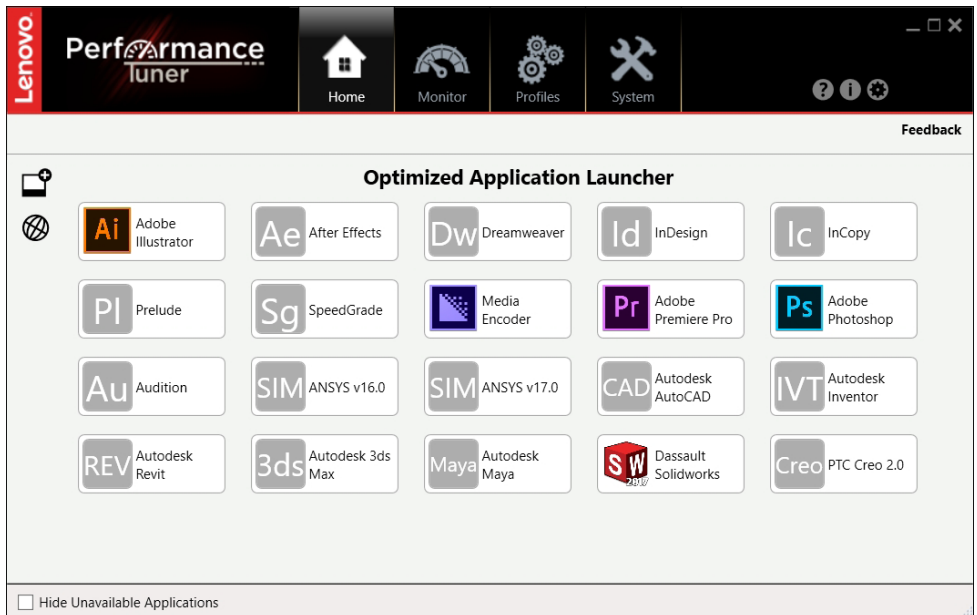
De Think BIOS config-tool van Lenovo is een gratis, lichtgewicht HTML-applicatie waarmee je BIOS-instellingen rechtstreeks kunt bekijken en bijwerken via een eenvoudige grafische gebruikersinterface (GUI). Hij is bovendien handig voor IT-medewerkers, omdat zij met de tool BIOS-instellingen van hun gebruikers op kantoor rechtstreeks of op afstand kunnen bekijken. Het is mogelijk om BIOS-configuraties te

automatiseren met een eenvoudig initialisatiebestand (INI). Met de tool kan een beheerder een consistente BIOS-configuratie in een diverse hardwareomgeving creëren en zorgen dat alle medewerkers met een Lenovo workstation met een betrouwbaar systeem werkt.

De tool biedt een eenvoudige grafische interface om het BIOS voor het hele Think-portfolio te configureren. Think BIOS Config Tool kan zelfs de implementatie van veel apparaten met consistente configuraties vereenvoudigen.

LENOVO PERFORMANCE TUNER

Lenovo Performance Tuner is ontworpen om toepassingen optimaal te laten draaien op je ThinkPad of ThinkStation. De software wordt geleverd met tal van profielen voor veel populaire ISV-applicaties zoals AutoCAD, SolidWorks, Adobe Creative Suite en nog veel meer. Mocht je een toepassing gebruiken waar er nog



Met de Lenovo Performance Tuner beschik je over profielen met optimale instellingen voor talloze applicaties, zodat je altijd over een soepele, snelle werkervaring beschikt.

geen profiel voor is, kun je een eigen profiel maken, zodat je altijd terug kunt vallen op je persoonlijke optimalisaties.

Lenovo Performance Tuner is in staat om systeeminstellingen zoals energiebeheer, visuele prestaties en effecten, procesprioriteit en processoraffiniteit dynamisch aan te passen. Ook biedt de Lenovo Performance Tuner de mogelijkheid om specifieke CPU-kernen te reserveren voor de applicatie waarmee je op dat moment bezig bent. Daarmee garandeer je dat de software waar je mee bezig bent altijd optimaal presteert, ongeacht wat de rest van het systeem doet. Performance Tuner kan de instellingen zelfs automatisch wijzigen zodra je van applicatie wisselt. Op een systeem met meerdere processorkernen of een high-end

systeem met meerdere CPU's kan zelfs meerdere applicaties tegelijkertijd op verschillende processorgroepen optimaliseren. De Lenovo Performance Tuner werkt op alle ThinkStation- en ThinkPad P-serie werkstations en laptops met Windows 10 en 11.

LENOVO VANTAGE

Lenovo Vantage is een app die zorgt dat je ThinkPad of ThinkStation betrouwbaar blijft werken. Bovendien helpt de tool je om het maximale uit je pc te halen.

Met Vantage kun je je Lenovo workstation personaliseren met aangepaste instellingen. Zo kun je het accugebruik van de ThinkPad aanpassen om de levensduur van de batterij te verlengen. Ook is het mogelijk om de camera-instellingen, helderheidsregeling, microfoon-instellingen, Dolby-instellingen aan je eigen wensen aan te passen of bijvoorbeeld de audio en weergave automatisch aan te passen op basis van welke apps worden gebruikt. Ook kun je de invoer van de muis, touchpad of stylus aan je persoonlijke wensen afstemmen, zodat je optimaal kunt werken.

Voor gebruikers die met meerdere machines werken – bijvoorbeeld een ThinkStation op kantoor, in combinatie met een ThinkPad voor thuis of onderweg – biedt de Lenovo Migratie-assistent (LMA) de mogelijkheid om bestanden en instellingen naadloos van de ene machine naar de andere over te brengen.

Naast deze handige instellingen die je gebruikservaring verbeteren, is Vantage ook achter de schermen aan het werk voor je. Zo zorgt het dat je workstation veilig blijft door belangrijke systeemsoftware en stuurprogramma's bij te werken zodat ze altijd up to date zijn.



De Lenovo ThinkStation P8 is voorzien van een AMD Ryzen Threadripper PRO-processor, met maximaal 96 cores en 5,3 GHz.

Hybride workflows: de kracht van lokaal én cloud gecombineerd

Werken in de cloud bij AWS, Azure en andere aanbieders heeft voordelen, maar je wil daar als bedrijf ook niet te afhankelijk van zijn. Bij hybride workflows combineer je de voordelen van lokaal werken met die van de cloud. Dat vereist tevens een geschikt systeem om die voordelen optimaal te benutten.

De cloud biedt voordelen voor bedrijven, zoals flexibiliteit en schaalbaarheid. Maar er zijn ook nadelen aan de cloud, zoals een hogere latentie en minder controle over je data. Zeker gezien allerlei internationale ontwikkelingen is het beter om niet te afhankelijk te zijn van de cloud. Voor sommige sectoren, zoals de overheid, is een niet-Europese clouddienst sowieso geen optie.

Bij een hybride benadering kun je gevoelige data lokaal houden en lokale verwerkingskracht, zoals eigen servers en workstations, combineren met schaalbare cloudcapaciteit. Zo krijg je het beste van beide werelden. Het is dan ook geen wonder dat steeds meer organisaties kiezen voor een hybride benadering.

WAT ZIJN HYBRIDE WORKFLOWS?

Hybride workflows zijn werkprocessen waarbij zowel lokale hardware als cloudgebaseer-

de diensten worden ingezet om digitale taken uit te voeren. Deze benadering combineert het beste van twee werelden: de directe rekenkracht, controle en veiligheid van on-premises systemen, en de schaalbaarheid en flexibiliteit van cloudomgevingen.

In de praktijk betekent dit dat bijvoorbeeld data-analyse of het trainen van AI-modellen deels lokaal gebeurt, op krachtige workstations, en deels in de cloud. Denk aan een datascientist die op zijn lokale workstation een model ontwikkelt en traint met een deelverzameling van data.

Als het model voldoet, kan het worden opgeschaald en verder verfijnd in een cloud-omgeving met honderden virtuele machines of GPU-instances. Op die manier blijft het iteratieve ontwikkelproces snel en goedkoop, terwijl opschalen naar productieomgevingen mogelijk is.

Hybride workflows zijn met name relevant voor toepassingen die veel rekenkracht vereisen zoals deep learning (AI), medische beeldanalyse, complexe simulaties in engineering of rendering van 3D-content. Ook software-ontwikkeling profiteert ervan, bijvoorbeeld wanneer het bouwen en testen lokaal gebeurt, terwijl continue integratie en deployment in de cloud plaatsvindt.

Een voordeel is dat hybride workflows bijdragen aan een flexibeler IT-architectuur. Bedrijven hoeven niet te kiezen tussen alles lokaal of alles in de cloud. Ze kunnen workloads strategisch verdelen: wat gevoelig of constant is blijft lokaal, wat tijdelijk of schaalbaar moet zijn gaat naar de cloud. Dit resulteert in een efficiëntere inzet van middelen, betere kostenbeheersing en hogere productiviteit.

Kortom, hybride workflows bieden een moderne aanpak voor organisaties die balanceren tussen snelheid, controle, kosten en schaal-

baarheid – met name in datagedreven sectoren waar innovatie en performance cruciaal zijn.

WAAROM NIET ALLES IN DE CLOUD?

Een van de belangrijkste overwegingen is **kostenbeheersing**. Zo moeten AI-modellen vaak duizenden keren worden getraind en aangepast voordat ze klaar zijn voor gebruik. Cloudkosten voor zulke taken kunnen hoog oplopen, zeker als het om langere processen gaat. Voor veel bedrijven, met name het MKB, is het voordeliger om dit soort workloads lokaal af te handelen op krachtige workstations.

Daarnaast is er de **afhankelijkheid** van netwerkverbindingen en externe partijen. Bij grote datasets of realtime-toepassingen kan vertraging (latency) een probleem vormen, wat workflows vertraagt of zelfs onderbreekt. Lokale verwerking voorkomt dit en maakt directe feedback mogelijk bij ontwikkel- en testprocessen.



Een derde factor is **datasoevereiniteit en compliance**. In sectoren als gezondheidszorg, financiën of defensie gelden strikte regels over waar data opgeslagen en verwerkt mag worden. Gevoelige informatie mag niet zomaar naar een cloudomgeving worden verplaatst, zeker niet buiten de Europese Unie of onder buitenlandse jurisdictie. Lokale verwerking biedt hier meer controle en zekerheid.

Kortom, de cloud is krachtig, maar niet altijd geschikt voor elke taak. Een hybride aanpak, waarbij lokale systemen en cloud samen worden ingezet, biedt bedrijven de flexibiliteit én controle die ze nodig hebben.

WORKSTATIONS ALS FUNDAMENT

In een tijd waarin steeds meer taken naar de cloud verhuizen, blijven lokale workstations



Bij een hybride workflow kunnen vertrouwelijke gegevens lokaal gehouden worden, terwijl de cloud benut kan worden voor grootschalige analyses of training met geanonimiseerde data.



Workstations zijn praktischer voor taken waarbij directe feedback en snelle rekentijden belangrijk zijn.

onmisbaar voor veel professionele workflows. Ze vormen een krachtig fundament voor development, validatie en dataverwerking – vooral wanneer snelheid, veiligheid en controle centraal staan.

Een belangrijk voordeel is de lage latency. Lokale systemen reageren direct, zonder afhankelijk te zijn van netwerkverbindingen of serverlocaties. Dat is vooral van belang bij taken zoals AI-training, datavisualisatie of interactieve simulaties, waar directe terugkoppeling essentieel is. Ook voorspelbare kosten spelen een rol: de aanschaf is een eenmalige investering, zonder de variabele kostenstructuur van clouddiensten.

Lokale verwerking biedt ook betere controle over data, wat cruciaal is bij het werken met vertrouwelijke informatie. Denk aan klantgegevens, medische dossiers of eigen algorit-

mes. Door data intern te houden, verklein je het risico op lekken of schendingen van regelgeving. Dit is niet alleen veiliger, maar helpt ook om te voldoen aan wetgeving zoals de AVG of branchespecifieke normen.

Bij lokale systemen is geen sprake van externe datacenters of buitenlandse wetgeving die toegang tot gegevens zou kunnen afdwingen.

Workstations zijn uitstekend geschikt voor uiteenlopende toepassingen zoals deep learning, beeld- en signaalanalyse, simulatie en softwareontwikkeling. Dankzij moderne GPU's en grote hoeveelheden RAM kunnen ze ook zware workloads lokaal aan.

Workstations bieden daardoor een stabiele, krachtige en veilige omgeving. Bij hybride workflows vormen ze daarmee een robuust fundament.

TYPISCHE LOKALE TAKEN

Lokale workstations zijn bij uitstek geschikt voor taken die vragen om snelheid, controle en flexibiliteit. Een goed voorbeeld is de voorbereiding en visualisatie van data. Voordat data naar een cloudomgeving wordt gestuurd, moet deze vaak worden opgeschoond, verrijkt of geanalyseerd. Dergelijke bewerkingen kunnen lokaal sneller en veiliger worden uitgevoerd, vooral bij grote of gevoelige datasets.

Ook de training van AI-modellen op vertrouwelijke informatie gebeurt bij voorkeur lokaal. Denk aan medische beelden, financiële gegevens of bedrijfsgevoelige klantdata. Door deze lokaal te verwerken, voorkom je dat gevoelige informatie een externe serveromgeving bereikt, wat helpt bij het naleven van wet- en regelgeving.

Een ander belangrijk toepassingsgebied is de iteratieve ontwikkeling van modellen. In deze fase wordt een algoritme continu aangepast, getest en gevalideerd. Hiervoor is directe feedback nodig en zijn snelle rekentijden essentieel. Lokale workstations bieden hier het voordeel van minimale vertraging en volledige controle over de omgeving.

Tot slot zijn bijvoorbeeld ook R&D-taken zoals experimentele algoritmen of innovatieve AI-concepten vaak beter af op lokale systemen. In vroege ontwikkelfasen is het kostenvoordeel van lokale verwerking bij veel taken aanzienlijk, omdat nog veel wordt getest en herhaald – zonder de structurele uitgaven van cloud-gebruik.

GESCHIKTE HARDWARE

Voor een effectieve hybride workflow is krachtige, betrouwbare hardware essentieel. Lokale workstations vormen de kern van deze infrastructuur: ze bieden de prestaties, schaalbaarheid en flexibiliteit die nodig zijn voor veeleisende taken zoals AI-training, datavisu-

alisatie, simulatie en iteratieve softwareontwikkeling. Een goed voorbeeld van dergelijke hardware zijn de Lenovo ThinkStation P5-, P7- en P8-reeks. Deze workstations zijn ideaal voor professionals die zware lokale workloads combineren met cloudgebaseerde taken.

De **ThinkStation P8** is het vlaggenschip in deze serie en is bij uitstek geschikt voor zeer veeleisende hybride workflows. Het systeem is gebaseerd op AMD's Threadripper PRO 7000 WX-processors en biedt ondersteuning voor meerdere krachtige NVIDIA RTX-GPU's. Dit maakt het mogelijk om grote hoeveelheden data lokaal te verwerken, modellen te trainen of realtime-simulaties uit te voeren – zonder afhankelijkheid van de cloud of internetverbindingen.

De ThinkStation P8 is schaalbaar tot 2 TB RAM en ondersteunt opslagconfiguraties met meerdere M.2- en SATA-schijven, voor snelle toegang tot omvangrijke datasets.

In combinatie met een stabiele cloud-infrastructuur biedt deze workstation-serie de flexibiliteit om lokaal ontwikkelde AI-modellen later in de cloud op te schalen. De kracht van de ThinkStation P8 komt vooral tot zijn recht in de ontwikkelfase, waarin veel iteratief werk wordt verricht, zoals debugging en optimalisatie. Door deze stappen lokaal uit te voeren, worden vertragingen beperkt en blijven kosten voorspelbaar – precies de voordelen die eerder al zijn genoemd.

De **ThinkStation P5** en **Thinkstation P7** bieden vergelijkbare betrouwbaarheid in iets lichtere configuraties, waarmee ze geschikt zijn voor gebruikers die minder extreme specificaties nodig hebben, maar wel dezelfde flexibiliteit zoeken. Deze series kunnen bijvoorbeeld worden ingezet in teams waar parallel wordt gewerkt aan verschillende projecten – lokaal voorbereid en geverifieerd, om later als cloud-workload uitgerold te worden.

Bij een hybride workflow is ook mobiel werken mogelijk met een mobiele workstation zoals de ThinkPad P-serie laptops. Zo kan een data-analist al tijdens een klantbezoek of op een tijdelijke werklocatie een eerste analyse uitvoeren, grafieken genereren, data opschonen en zelfs kleine AI-modellen trainen – zonder afhankelijk te zijn van een internetverbinding. Terug op kantoor kan hij de resultaten synchroniseren met een cloudomgeving. Op die manier combineert hij de flexibiliteit van mobiel werken met de rekenkracht en schaalbaarheid van de cloud, zonder in te boeten op dataveiligheid of prestaties.

Krachtige workstations zijn de ruggengraat van hybride workflows. Ze bieden snelheid, veiligheid en schaalbaarheid, en maken daarmee een gebalanceerde verdeling tussen lokaal en cloudgebaseerd werken mogelijk.

CONCLUSIE

Hybride workflows vragen om een slimme combinatie van lokale prestaties en cloudflexibiliteit. Workstations zoals de Lenovo ThinkStation P-serie en ThinkPad P-serie bieden precies dat: directe rekenkracht, datacontrole en betrouwbaarheid, zonder afhankelijk te zijn van externe verbindingen en aanbieders of variabele cloudkosten. Ze zijn bij uitstek geschikt voor de ontwikkelfase, voor vertrouwelijke data, voor mobiel gebruik en voor taken waarbij snelheid en iteratie essentieel zijn.

Door deze systemen strategisch te combineren met cloudresources ontstaat een schaalbare en efficiënte infrastructuur. Daarmee vormen moderne workstations niet alleen een praktische keuze, maar ook een onmisbare schakel in elke toekomstbestendige digitale werkomgeving.



Workstations uit de ThinkStation P8-serie bieden enorm veel lokale rekenkracht en opslag, waarbij de cloud kan worden gebruikt voor opschalen in latere stappen.

Ducati Corse

De formule voor een record brekend succes en vele kampioenschappen is een combinatie van visionair leiderschap, sporttalent van wereldklasse en technische innovatie, mogelijk gemaakt door Lenovo Edge, AI en HPC-oplossingen.

Ducati Corse is de raceafdeling van Ducati die de motoren ontwikkelt die de teams gebruiken in MotoGP- en Superbike-wedstrijden – naast de customerversies die worden gebruikt in nationale kampioenschappen. Het bedrijf heeft talloze overwinningen behaald in alle competities.

Ducati Corse is in 1999 opgericht als spin-off van de Ducati Group en heeft zijn hoofdkantoor in Bologna, Italië. Als motorfietsfabrikant heeft Ducati altijd het standpunt ingenomen dat races de ideale testomgeving zijn voor nieuwe technologieën en productiemethoden, die worden gebruikt om de lat voor de standaardmodellen hoger te leggen.

DE UITDAGING

Ducati Corse doet al meer dan 20 jaar mee op hoog niveau op MotoGP-racecircuits over de hele wereld. In veel gevallen kan het verschil tussen winst en verlies slechts een fractie van een seconde zijn. Het team van eersteklas ingenieurs werkt dan ook onvermoeibaar om dat verschil te verkleinen en zijn coureurs te laten winnen.

De concurrentie beperkt zich niet tot actie op het circuit. Ducati Corse is ook in een race om de beste technologie. Door tools te ontwikkelen die effectievere inzichten opleveren en die sneller toe te passen dan concurrenten, levert dat een essentieel voordeel op.





Davide Barana, technisch directeur bij Ducati Corse, legt uit: “Ducati-motorfietsen zijn meer dan alleen machines – het zijn zeer geavanceerde technologische tools. Het is dan ook van cruciaal belang dat ze kunnen vertrouwen op de beste hardware en software in hun klasse.”

MOTORSPORT HERVORMEN MET TECHNOLOGIE

Ducati Corse en Lenovo banen samen een nieuwe weg voor MotoGP-races, waarbij gebruik wordt gemaakt van de nieuwste innovaties op het gebied van edge-computing, artificiële intelligentie en high-performance computing (HPC) om de sport vooruit te helpen. Het technologische partnerschap ontstond in 2018 en is sindsdien alleen maar uitgebreid, waarbij Lenovo in 2021 partner werd van het Ducati Lenovo Team in MotoGP.

Lenovo heeft op het hoofdkantoor van Ducati Corse in Bologna zijn Lenovo HPC-infrastructuur ondergebracht, met ingebouwde AI-versnelling voor edge-workloads en optimalisatie voor snellere data-analyse. Op die infrastructuur voeren de Ducati-teams complexe simulaties uit die hen helpen om elk onderdeel

van de racemotors en de strategieën voor de racedag te optimaliseren.

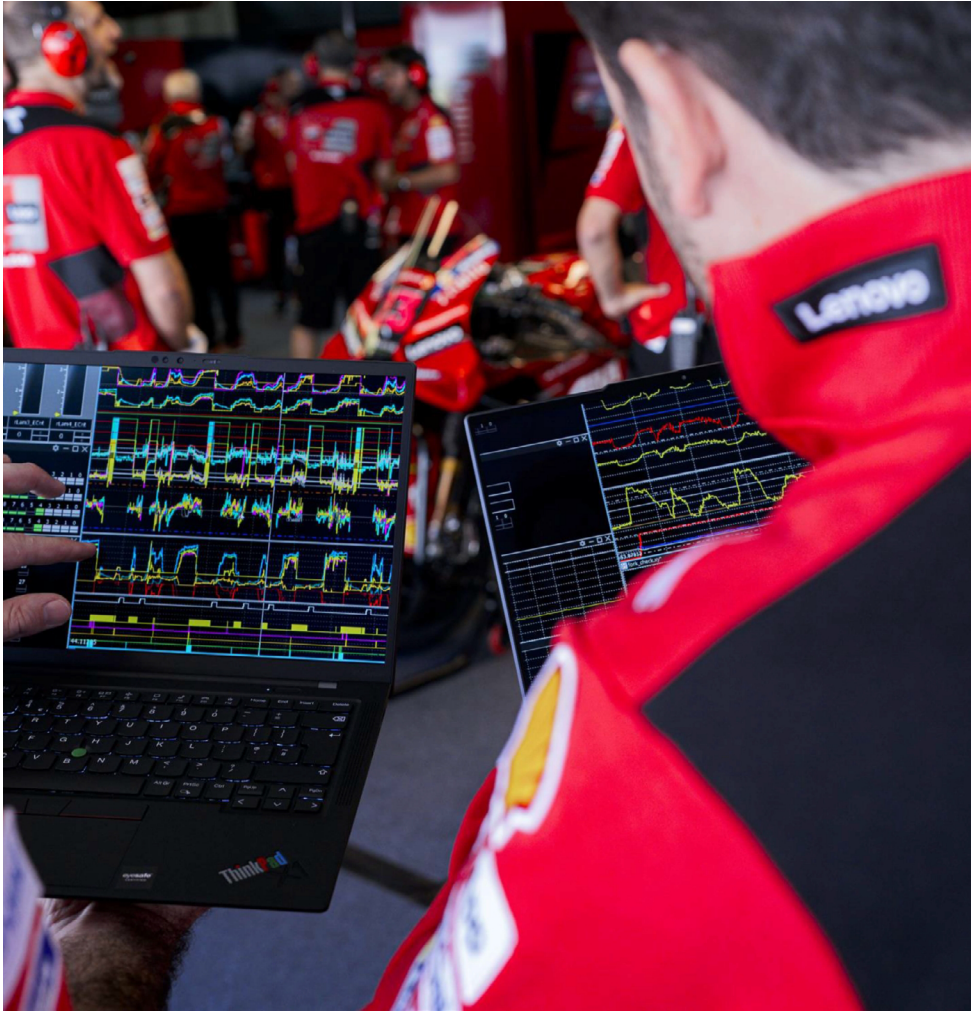
Davide Barana zegt: “Met Lenovo’s edge-computing kunnen we zelfs in de meest uitdagende omgevingen realtime analyses uitvoeren. Al onze Lenovo-oplossingen leveren uitstekende prestaties en verkorten de responstijden voor gebruikers, ongeacht waar ze zich bevinden.”

Om de simulaties te bouwen en te verfijnen, verzamelt Ducati Corse tijdens tests en echte races enorme hoeveelheden gegevens via ongeveer 50 sensors die in elke motorfiets ingebouwd zijn. Gabriele Conti, directeur elektronische systemen bij Ducati Corse, legt uit: “Onze motorsensors registreren gegevens zoals snelheid, tractie en temperatuur. We analyseren elke race van begin tot eind en testen elk nieuw onderdeel uitgebreid.”

Ingenieurs langs de baan en op het hoofdkantoor gebruiken Lenovo-werkstations, pc’s en tablets met virtuele desktopinfrastructuursoftware (VDI) om samen te werken. Gabriele Conti voegt toe: “Met hulp van Lenovo hebben we Ducati Lenovo Remote Garage ontwikkeld, waarmee onze teams langs de baan en op ons hoofdkantoor in Bologna in realtime informatie kunnen uitwisselen. Aangezien races over de hele wereld plaatsvinden, is dat geen sinecure.”

Tijdens raceweekends gebruikt het Ducati Corse-team Lenovo ThinkPad P1 mobiele werkstations tijdens elke pitstop om gegevens te analyseren die zijn gedownload van de motoren in de competitie.

**Onze ingenieurs hebben
de juiste gegevens nodig
om de beste motorfiets
ter wereld te maken**



Ze gebruiken deze inzichten om de race-strategie aan te passen en de specificaties van de motorfiets aan te passen voor de volgende sessie.

Gabriele Conti geeft een voorbeeld: “Het brandstofverbruik verandert bij verschillen in de luchtvochtigheden. Als je te veel verbruikt, kun je de race niet uitrijden. Als je te weinig verbruikt, heb je niet genoeg snelheid. We gebruiken machine-learning op Lenovo HPC, dat

wordt teruggekoppeld naar de ThinkPads van ons team langs de baan om het juiste niveau te voorspellen en onze coureurs te helpen de beste beslissingen te nemen.”

Om aan de meest veeleisende eisen van het team te voldoen, koos Ducati Corse ervoor om zijn krachtige Lenovo HPC-cluster op locatie uit te breiden met de mogelijkheid om tijdens piekuren gebruik te maken van de Microsoft Azure Cloud.

Het bedrijf sloot een Cloud Solution Provider (CSP)-overeenkomst met Lenovo, waardoor extra vermogen en diensten op aanvraag beschikbaar zijn om dynamisch te kunnen reageren op onvoorspelbare eisen, terwijl de eenvoud van Lenovo als enige technologiepartner behouden blijft.

Davide Barana zegt hierover: “Het enige dat we met zekerheid kunnen voorspellen over onze toekomstige technologische behoeften, is dat deze in omvang zullen toenemen. Door de kracht van ons lokale Lenovo-cluster te combineren met de mogelijkheid om toegang te krijgen tot aanvullende Microsoft Azure-bronnen, garanderen we dat we kunnen floreren in een snel veranderende wereld.”

RESULTATEN

Ducati Corse verlegt de grenzen van motorfietsonwerp en -prestaties, zoals blijkt uit diens lange staat van dienst met MotoGP-overwinningen. Met snellere analyses en geavanceerde modellering, ondersteund door Lenovo, verkort het bedrijf de doorlooptijden voor het herontwerpen van motorfietsonderdelen en

stelt het zijn ingenieurs en coureurs in staat om uit te blinken.

“Dankzij de data-analyse, artificiële intelligentie en slimme samenwerkingsoplossingen van Lenovo kunnen onze ingenieurs de beste MotoGP-motoren ter wereld maken”, zegt Gabriele Conti. “De ultieme test is de race-dag, en de oplossingen van Lenovo helpen ons om onze coureurs zo goed mogelijk voor te bereiden op de beste kans op overwinning.”

Door innovaties van het racecircuit toe te passen in het ontwerp van commerciële motorfietsen, laat Ducati mensen over de hele wereld daar kennis mee maken. Klanten kunnen genieten van de meest gestroomlijnde, soepele en veilige ritten, mogelijk gemaakt door de ingenieurs van het bedrijf die racetechnologie aanpassen aan de weg.

WAAROM LENOVO?

Ducati Corse heeft Lenovo gekozen om te helpen bij het transformeren naar een data-driven bedrijf vanwege zijn succesvolle staat van dienst op het gebied van geavanceerde technologie en hoogwaardige professionele diensten.

Hardware

Lenovo ThinkSystem SD530, SR630, SR650 servers en SE350 edge servers
 Lenovo ThinkPad P1 mobiele werkstations
 Lenovo ThinkStation P520c desktopwerkstations en ThinkStation P620 Tiny desktopwerkstations
 Lenovo ThinkPad X1 Carbon, T15-laptops
 Lenovo ThinkPad X1 Fold opvouwbare pc's
 Lenovo Yoga Book en Yoga 730-notebooks
 Lenovo ThinkVision T24i-, T24p- en P27h-monitoren

Diensten

Lenovo CO₂-compensatiediensten
 Lenovo CSP voor Microsoft Azure





Lenovo