



Workstations

Werkplekken voor professionals



- Moderne workstations
- Thinkstation PX getest
- Workstations voor CAD
- Werken met data
- Opties voor opslag
- Hoe schaaft multicore?
- Creatieve toepassingen
- Zo werkt ECC-geheugen

Workstations

Werkplekken voor professionals

Wat is het verschil tussen een workstation en een gewone desktop-pc of laptop? Als je enkel wat krachtige hardware-componenten combineert, heb je nog geen workstation, daar komt meer bij kijken. In deze gids gaan we onder andere in op de hardware, maar ook op andere kenmerken van workstations.

Aan wat voor eisen moet een workstation eigenlijk voldoen voor verschillende toepassingsgebieden? We bekijken dat voor verschillende toepassingen en kijken ook naar de invloed van het aantal cores op verschillende bewerkingen.

Dit zijn enkele van de vragen en antwoorden over workstations die je in deze gids kunt vinden. Met het juiste workstation kun je je werk sneller, efficiënter en betrouwbaarder uitvoeren. Hopelijk kan de informatie in deze gids je richting geven als je jezelf oriënteert op dit gebied en helpen bij het vinden van het juiste workstation voor jouw situatie.

Veel (werk)plezier

Redactie c't

INHOUD

Moderne workstations	3
Test Lenovo ThinkStation PX	6
Workstations voor CAD	7
Workstations voor werken met data	13
Opslag voor workstations	18
Invloed van de cpu bij muziek-, beeld- en videobewerking	21
De juiste hardware voor creatieve professionals	25
Betrouwbaar werken dankzij ECC	29

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, Hartmut Gieselmann, Elwin Hodžić, André Kramer, Alieke van Sommeren, Marco den Teuling, Christof Windeck

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, vermenigvuldigd of gekopieerd zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever. De uitgever stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele onjuistheden, welke in deze uitgave mochten voorkomen.

Moderne workstations

Voor veeleisende, professionele toepassingen op het gebied van architectuur, productontwikkeling, media, gezondheidszorg enzovoort voldoet een gewone pc of laptop niet. Hiervoor is een krachtig workstation nodig dat de betrouwbaarheid en prestaties biedt die professionals nodig hebben.

Waarin onderscheidt een goed workstation zich van een 'ordinaire' desktop-pc of laptop? Het verschil gaat verder dan alleen krachtigere componenten, er zijn veel meer aspecten die een rol spelen. We bekijken dit aan de hand van enkele Lenovo ThinkPad en ThinkStation workstations.

VASTE WORKSTATIONS

Bij vaste workstations is een tower-model een goede keuze. Een workstation in tower-formaat biedt aanzienlijke voordelen ten opzichte van een standaard desktop-pc, met name voor professionals die intensieve taken uitvoeren, zoals ontwerpers, ingenieurs, en wetenschappers.

- **1 Krachtigere hardware:** Workstations in tower-formaat, zoals de Lenovo ThinkStation P-serie, zijn uitgerust met krachtige processors die vaak veel meer cores bieden dan reguliere desktop-pc's. Zo kan bijvoorbeeld de ThinkStation P7 worden uitgerust met Intel Xeon-processors met tot wel 56 cores, wat een groot voordeel biedt bij veeleisende, multi-threaded toepassingen.
- **2 Professionele grafische kaarten:** In tegenstelling tot de meeste standaard-pc's,

kunnen workstations worden geleverd met professionele grafische kaarten zoals de NVIDIA RTX A6000. Deze kaarten zijn geoptimaliseerd voor grafisch intensieve taken zoals 3D-modellering, videobewerking en wetenschappelijke simulaties.

- **3 Betrouwbaarheid en ISV-certificering:** Workstations zijn ontworpen voor gebruik in kritieke omgevingen waar betrouwbaarheid essentieel is. Veel systemen, zoals ThinkStation-modellen, zijn ISV-gecertificeerd, wat betekent dat ze zijn getest en geoptimaliseerd om specifieke professionele software (zoals CAD- en ontwerpsoftware) probleemloos te draaien.
- **4 Uitbreidbare opslag en geheugen:** In een tower-workstation is veel ruimte voor uitbreiding, zowel wat betreft opslag als geheugen. Sommige modellen kunnen wor-

den uitgerust met tot 20 TB aan opslag met M.2-ssd's (5 × 4 TB), veel meer dan een standaard desktop kan bieden. Afhankelijk van model en schijfconfiguratie is tot wel 56 TB opslag mogelijk. Daarnaast ondersteunen ze doorgaans tot 128GB aan DDR5 RAM, met zelfs tot 2 TB RAM in Lenovo's ThinkStation PX. Hiermee is een veel snellere verwerking van grote datasets mogelijk.

- **5 Hoge energie-efficiëntie:** Workstations zijn ontworpen met geavanceerde thermische oplossingen om ervoor te zorgen dat ze langdurig op volle kracht kunnen presteren zonder oververhitting. Modellen zoals de ThinkStation P7 bieden daarmee een efficiënte warmteafvoer zonder geluidsoverlast. Dit verhoogt de levensduur van

de hardware en de algehele systeemstabiliteit en het comfort op de werkplek.

- **6 Flexibiliteit en schaalbaarheid:** Workstations bieden vaak de flexibiliteit om meerdere schijven en grafische kaarten toe te voegen, wat ze uiterst schaalbaar maakt. Dit is vooral belangrijk voor groeiende bedrijven of professionals die hun systeem willen upgraden zonder het volledige systeem te vervangen.

Al met al bieden tower-workstations niet alleen kracht en prestaties die ver boven die van een gewone pc uitstijgen, maar ook betrouwbaarheid en schaalbaarheid, waardoor ze ideaal zijn voor professionals die werken met zware workloads en specifieke software-toepassingen.

MOBIELE WORKSTATIONS

Mobiele workstations bieden een aantal belangrijke voordelen ten opzichte van gewone laptops, vooral voor professionals die krachtige hardware nodig hebben voor intensieve taken, maar ook onderweg moeten werken.

- **1 Krachtige hardware in een draagbaar formaat:** Mobiele workstations, zoals de Lenovo ThinkPad P16, zijn uitgerust met krachtige hardware die normaal gesproken wordt geassocieerd met desktops. Denk hierbij aan Intel vPro-processors en tot 192 GB DDR5-geheugen. Daardoor kunnen gebruikers ook onderweg zware taken zoals CAD-ontwerpen en wetenschappelijke simulaties zonder problemen uitvoeren.
- **2 Professionele grafische prestaties:** In mobiele workstations vind je professionele grafische kaarten zoals de NVIDIA RTX 5000. Dit maakt ze ideaal voor grafisch intensieve applicaties, zoals 3D-modellering en video-bewerking, wat vaak niet haalbaar is met een gewone laptop.



Tower-workstations zoals Lenovo's ThinkStation P3 bieden flexibiliteit en schaalbaarheid voor professionele toepassingen.

- **3 ISV-certificering:** Net als hun tower-tegenhangers zijn mobiele workstations doorgaans ISV-gecertificeerd. Dit betekent dat ze zijn getest en goedgekeurd door softwareleveranciers voor specifieke professionele applicaties zoals AutoCAD, Revit en SolidWorks. Hierdoor kunnen gebruikers erop vertrouwen dat de laptop stabiel en efficiënt werkt met hun software.
- **4 Betrouwbaarheid en duurzaamheid:** Mobiele workstations zoals de Lenovo ThinkPad ondergaan strenge MIL-SPEC tests, wat betekent dat ze zijn ontworpen om bestand te zijn tegen zware omstandigheden, zoals extreme temperaturen, schokken en trillingen. Dit maakt ze uiterst betrouwbaar voor gebruikers die werken in veeleisende omgevingen, zoals op bouwplaatsen.
- **5 Verbeterde connectiviteit:** De uitgebreide connectiviteitsopties zijn een groot voordeel voor professionals die meerdere apparaten en randapparatuur willen aansluiten.
- **6 Lange batterijduur:** Mobiele workstations zijn ontworpen om een hele dag mee te gaan zonder opladen, met batterijopties die variëren afhankelijk van het model en de configuratie.
- **7 Schaalbaarheid en aanpassingsmogelijkheden:** Hoewel het draagbare workstations zijn, bieden modellen zoals de ThinkPad P16v toch een hoge mate van schaalbaarheid. Gebruikers kunnen bijvoorbeeld kiezen voor maximaal 4TB aan PCIe Gen4 NVMe-opslag, wat aanzienlijk meer is dan wat standaardlaptops bieden.
- **8 Verbeterde schermtechnologie:** mobiele workstations zijn voorzien van hoogwaardige displays. Die bieden niet alleen een scherpe (4K-)resolutie, maar ook ondersteuning voor Dolby Vision en HDR400, wat essentieel is voor grafische professionals die werken met visuele content.

Mobiele workstations zoals de Lenovo ThinkPad P-serie bieden de kracht en betrouwbaarheid van een desktop-workstation in een draagbaar formaat. Met hun geavanceerde hardware, grafische mogelijkheden, ISV-certificering en duurzaamheid zijn ze de ideale keuze voor professionals die zowel krachtige prestaties als mobiliteit nodig hebben.



Dankzij de ISV-certificering kun je erop vertrouwen dat specifieke professionele applicaties draaien op een (mobiel) workstation zoals de ThinkPad 16s.

Lenovo Thinkstation PX

De Thinkstation PX is een luxueus workstation met twee Xeon 60-cpu's, 1 TB RAM en twee RTX-A5500-kaarten.

Om te zien wat mogelijk is bij workstations kunnen we kijken naar een van de absolute topmodellen. Dit zal misschien niet binnen het budget passen, maar het geeft wel een idee van wat mogelijk is.

Lenovo stopt servertechnologie van Intel in de Thinkstation PX. De high-end-configuraties kunnen zelfs kleinere 2-socket rackservers overbodig maken. Het testexemplaar was er zo een: twee Xeon Platinum-cpu's met elk 60 cores, 1024 GB DDR5 ECC RAM, twee Nvidia RTX-kaarten en een 1TB M.2-ssd. Binnenin zitten vier PCIe 5.0- en vier PCIe 4.0 x16-slots, evenals een PCIe 4.0 x8-slot in de towerbehuizing.

Als je software gebruikt die de vele cores optimaal benut, gaat de Thinkstation echt los. 100 miljard cijfers achter de komma van pi berekende de Lenovo in slechts 947 seconden. Alleen de 2P-Epyc-9654 met 192 cores was bij ons ooit sneller. Met Blender berekende hij de Lone Monk-scène in 303 seconden, een AMD Threadripper Pro W7980X deed daar 461 seconden over.



cpu (kernen)

2 × Intel Xeon Platinum 8490H (2×60)

RAM

16 × 64 GB DDR5-4800 ECC RDIMM

graphics

2 × Nvidia RTX A5500

opslag

1 TB Micron MTFDKBA1T0TFH

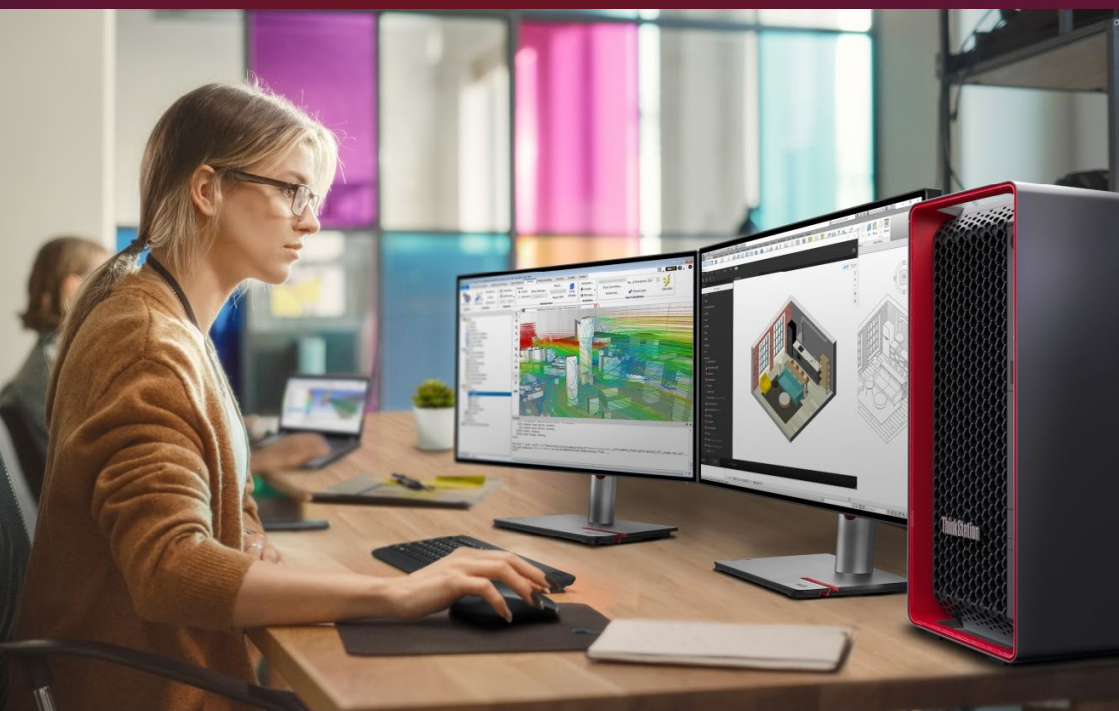
afmetingen / gewicht

22,0 × 44,0 × 57,5 cm / 31,5 kg

Het workstation was niet configureerbaar in de Nederlandse Lenovo-webshop, maar op de Amerikaanse site hebben we hem bij elkaar geklikt, en zou hij omgerekend bijna 100.000 euro moeten kosten – het apparaat is dus niet voor iedereen.

Workstations voor CAD

Een van de werkerterreinen waar krachtige workstations onmisbaar zijn is CAD (Computer Aided Design). We kijken naar wat workstations voor CAD bijzonder maakt en waar je op moet letten.



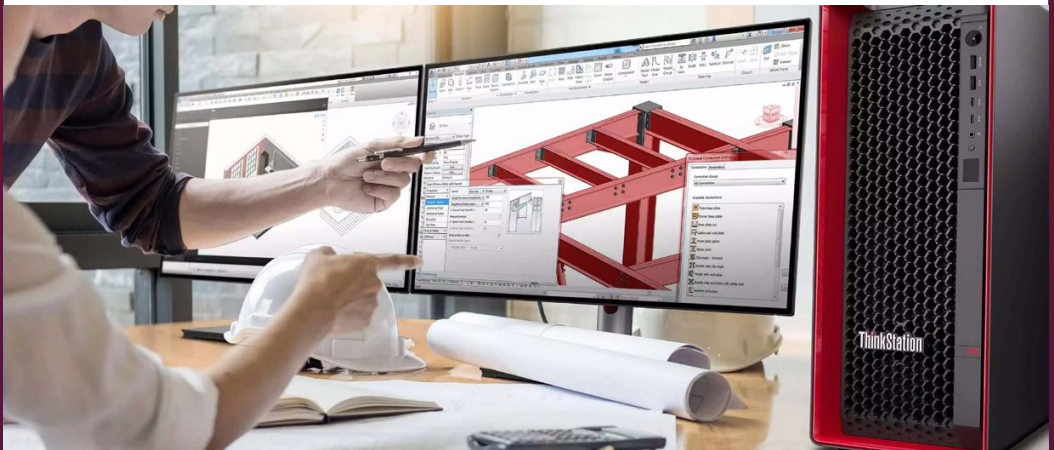
Al decennia lang is Computer-Aided Design, oftewel CAD, een van de belangrijkste gebieden waar automatisering een gigantische impact heeft gehad op hoe professionals werken. Ontwerpen met CAD-software is het proces van het maken, wijzigen, analyseren en optimaliseren van digitale modellen van fysieke objecten of systemen. Automatisering heeft een revolutie ontketend in de manier waarop ingenieurs, architecten en ontwerpers complexe modellen creëren en visualiseren.

Of je nu gebouwen, machines of ingewikkelde productprototypes ontwerpt, de juiste hardware kan je workflow aanzienlijk verbeteren bij zaken als rendering, simulatie en animatie. Daarvoor maken CAD-professionals gebruik van workstations die zich kenmerken door zeer krachtige hardware. Uiteraard presteren de huidige workstations veel beter dan die van twintig of dertig jaar geleden. Maar een ding geldt nu net zo goed als toen: de hardware moet betrouwbaar en solide werken.

WAT IS EEN WORKSTATION?

Stel je gaat naar een webshop en stelt een pc samen met de duurste en krachtigste onderdelen die je maar kunt vinden, dan zou je denken dat je de ultieme workstation bij elkaar hebt geklikt, niet? Nee dus, want een workstation is geen doorsnee desktop-pc. Het is een machine met hoge prestaties die speciaal gebouwd is om veeleisende taken uit te voeren. Workstations onderscheiden zich op enkele essentiële vlakken van gewone pc's.

Workstations zijn uitgerust met krachtige cpu's die zware taken aankunnen. Of je nu 3D-modellen rendert of complexe systemen simuleert, een workstation heeft er geen moeite mee. Desktop-cpu's hebben doorgaans veel minder cores dan de cpu's die je in workstations aantreft. Bovendien hebben workstation-moederborden soms meerdere cpu-sockets, zodat een workstation zelfs meerdere cpu's kan hebben. Daarnaast heb je voor CAD-projecten flink wat opslag nodig. Ze genereren



Lenovo-workstations zijn gecertificeerd door Dassault Systèmes en Autodesk, softwareproducenten achter toonaangevende CAD-software.

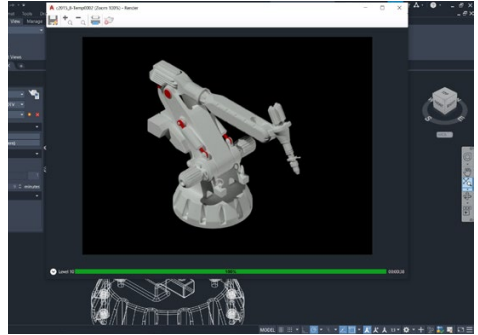
grote datasets, puntenwolken en 3D-modellen en workstations moeten over voldoende opslagruimte beschikken om al deze gegevens snel op te slaan en weer op te roepen, zodat je ze naadloos kunt gebruiken en bewerken. Dat vereist ook meer en snellere aansluitingen voor ssd's en andere massa-opslag dan gangbare desktop-moederborden bieden.

CAD-software vereist verder hoogwaardige grafische verwerking. Workstations zijn voorzien van speciale high-end-gpu's voor grafisch-intensieve taken zoals vloeiende rendering en visualisatie. Dit zijn grafische kaarten die specifiek zijn ontworpen voor professionele toepassingen zoals CAD. Ze bieden vaak meer videogeheugen dan game-kaarten en zijn bovendien gecertificeerd (met bijbehorende drivers) voor een goede werking met professionele CAD-software.

Ook het werkgeheugen is belangrijk. Workstations gebruiken zogenaamd ECC-geheugen (error correcting code), oftewel ECC RAM. Dit speciale werkgeheugen zorgt voor betrouwbaarheid door geheugenfouten in real-time op te sporen en te herstellen.

Deze onderdelen zijn misschien ook wel los verkrijgbaar, maar heb je dan automatisch een betrouwbaar systeem? Dat is maar zeer de vraag, want met name bij workstations geldt dat het geheel meer is dan de som van de (onder)delen. Alle onderdelen moeten daarbij ook allemaal goed en stabiel kunnen samenwerken en voldoende, stil en efficiënt gekoeld worden.

Aanbieders van workstations voor professionele inzet zoals Lenovo kunnen hier bij het samenstellen van hun workstations op letten en ze uitgebreid testen, om ervoor te zorgen dat alle onderdelen optimaal combineren en je een systeem krijgt dat alle taken soepel en betrouwbaar uitvoert.



Met een krachtig workstation hoef je niet lang te wachten op het renderen van je ontwerpen.

WELK CAD-WORKSTATION HEB IK NODIG?

Voordat je investeert in een workstation, moet je je specifieke behoeften goed in kaart brengen. Werk je voornamelijk met 2D-tekeningen of verwerk je enorme 3D-modellen? Voor kleinere projecten kan een voordeliger workstation volstaan, zoals modellen uit Lenovo's ThinkStation P2-serie, terwijl complexe ontwerpen krachtigere hardware vereisen, zoals je eerder aantreft in de ThinkStation P3-serie.

CAD-gebruikers zetten vaak aanvullende software in zoals renderprogramma's of simulatietools. Je moet ervoor zorgen dat je workstation deze toepassingen efficiënt kan uitvoeren. Compatibiliteit is belangrijk, vooral bij het werken met meerdere software-pakketten.

Lenovo biedt superieure en betrouwbare hardware-ondersteuning voor SolidWorks, AutoCAD en AutoCAD LT, en andere CAD-software voor algemeen gebruik. Deze software wordt veel gebruikt door architecten, ingenieurs, ontwerpers en tekenaars om 2D- en 3D-tekeningen van verschillende objecten en systemen te maken. Lenovo-workstations zijn gecertificeerd door Dassault Systèmes, de ont-

wikkelaar achter de SolidWorks-software, en Autodesk, de softwareproducent van onder andere AutoCAD en AutoCAD LT. Daarmee kan Lenovo optimale prestaties en compatibiliteit met deze softwaretoepassingen garanderen.

TOWER OF MOBIEL WORKSTATION

Afhankelijk van je werkwijze, behoeften en voorkeuren, kun je opteren voor een tower-model workstation of een mobiel workstation, oftewel een laptop. Een tower workstation heeft als voordeel dat deze krachtiger zijn, en meer aanpassings- en uitbreidingsmogelijk-

heden hebben, wat ze flexibeler maakt om helemaal op je wensen af te stemmen. Een mobiel workstation heeft als groot voordeel dat je het overal mee naartoe kunt nemen, op locatie naar klanten of bij projecten in het werkveld. Lenovo heeft verschillende producten in zijn portfolio voor beide soorten CAD-gebruikers.

Als je voor een tower gaat, kun je kiezen voor de Lenovo ThinkStation P-serie, met modellen zoals de ThinkStation P620, de ThinkStation P2 en de ThinkStation P3. Deze modellen zijn ontworpen om uitstekende prestaties, betrouwbaarheid en schaalbaarheid te leveren



Lenovo VR Ready-workstations zijn gecertificeerd door Nvidia om Virtual Reality (VR) toepassingen zoals Autodesk VRED of Autodesk Revit Live te ondersteunen.

voor CAD-gebruikers. Zo biedt bijvoorbeeld de Lenovo ThinkStation P2 tower tot een 14^e generatie Intel Core i9-14900 vPro-processor en een Nvidia RTX A2000 grafische kaart, tot wel 128 GB DDR5-werkgeheugen en meer dan 4 TB opslag. Dit maakt dat de P2 3D-rendering of data-analyses simultaan kan uitvoeren zonder dat dit een bottleneck bij de prestaties oplevert. De opslag biedt bovendien voldoende ruimte om een uitgebreide verzameling aan werkbestanden, multimediabestanden, software en andere data met gemak op te slaan.

De towers van Lenovo zijn bovendien bijzonder slim ontworpen, zodat je zonder gereedschap makkelijk diverse componenten kunt bereiken. Dit kan dankzij het modulaire design en flexibele configuraties waarmee gebruikers hun workstations gemakkelijk kunnen upgraden of aan hun behoeften kunnen aanpassen.

Je kunt je workstation bovendien voorzien van een van de Lenovo ThinkVision-monitoren. Deze bieden hoge resoluties, een breed kleurengamma, een ergonomisch ontwerp en aansluitmogelijkheden voor CAD-gebruikers. Sommige modellen ondersteunen naar wens ook touch- of stylus-invoer voor een nog intuitievere interactie met CAD-software.

Als je de voorkeur geeft aan optimale mobiliteit of dit een vereiste is bij je werkzaamheden, dan biedt Lenovo de ThinkPad P-serie mobiele workstations, met modellen zoals de ThinkPad P14s gen 5 of de ThinkPad P16s gen 3. Deze modellen zijn ontworpen om krachtige prestaties, duurzaamheid en veiligheid te leveren voor CAD-gebruikers die veel onderweg zijn. De P14s en de P16s zijn ook nog eens dun en licht, hebben een lange accuduur en ondersteunen snel opladen. De modellen zijn verkrijgbaar met een Intel H-serie Core Ultra 5, 7, of 9-processor (P16s) of AMD Ryzen 5 of 7 Pro-processor (P14s).



Met een mobiel (gecertificeerd) workstation kun je overal betrouwbaar je professionele toepassing draaien.

processor (P14s). Afhankelijk van het model is tot een Nvidia RTX 500 ADA-gpu beschikbaar en tot wel 96 GB werkgeheugen.

Dankzij het heldere, scherpe scherm zie je elk aspect van je ontwerp in indrukwekkend detail. De 16:10-beeldverhouding zorgt voor optimale werkruimte waardoor je goed het overzicht houdt op je ontwerp. De P14s heeft een 14 inch IPS-scherm met een resolutie tot maximaal WQXGA (2560 × 1600), de P16s is verkrijgbaar met een 16 inch WQUXGA (3840 × 2400) oled-scherm, voor briljante kleuren en diepe contrasten.

Lenovo VR Ready-workstations zijn gecertificeerd door Nvidia om Virtual Reality (VR) toepassingen zoals Autodesk VRED of Autodesk Revit Live te ondersteunen. VR kan CAD-gebruikers in staat stellen om meeslepende simulaties of visualisaties van hun ontwerpen te maken in een realistische omgeving.

PRODUCTIVITEIT MAXIMALISEREN

Ongeacht op welk vlak je werkzaam bent: je moet het juiste gereedschap hebben om goed te kunnen werken en je productiviteit naar een

hoger niveau te tillen. De workstations van Lenovo kunnen zonder enige moeite multi-taken: ook als je tegelijkertijd CAD-software, rendering engines en andere tools draait, vertragen ze niet. Omdat ze zijn ontworpen met krachtige componenten gaan ze lang mee en minimaliseren ze crashes en downtime, zodat je je ongestoord op je werk kunt blijven richten. Dankzij high-end grafische kaarten kun je beschikken over de kracht die nodig is voor vloeiende rotaties, gedetailleerde weergaven en realistische renderings.

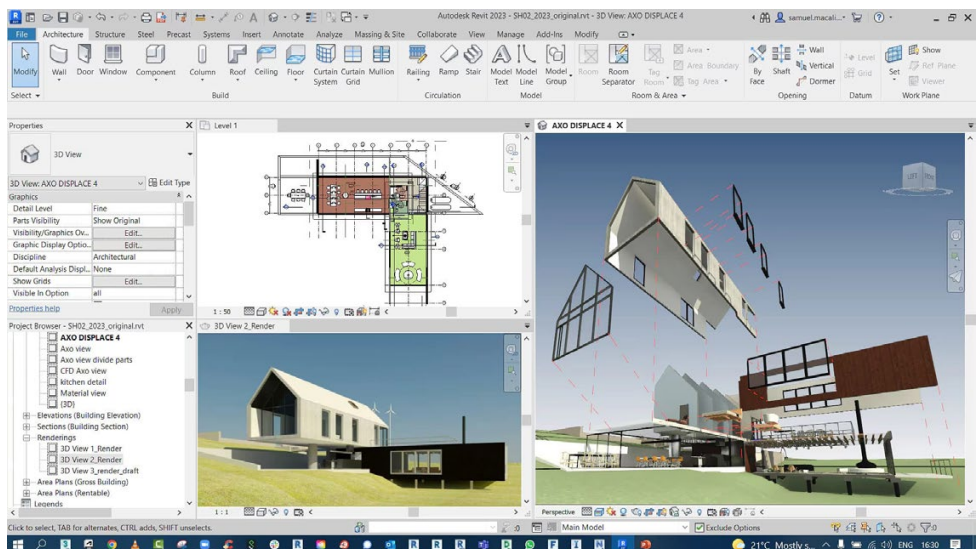
De workstations van Lenovo beschikken over diverse functies en oplossingen die de workflow voor CAD-gebruikers kunnen optimaliseren en hun prestaties en creativiteit kunnen verbeteren. Zo is er de Lenovo Performance Tuner, een softwaretoepassing waarmee je de prestaties van je workstation kunt optimaliseren door profielen te definiëren voor specifieke toepassingen zoals AutoCAD. Daar-

mee worden de systeeminstellingen aangepast en bronnen toegewezen zodat de software optimaal functioneert.

De workstations van Lenovo zijn bovendien gecertificeerd en geoptimaliseerd door toonaangevende producenten van CAD-software, zoals SolidWorks en Autodesk, zodat ze optimale prestaties en compatibiliteit garanderen.

INVESTEREN IN JEZELF

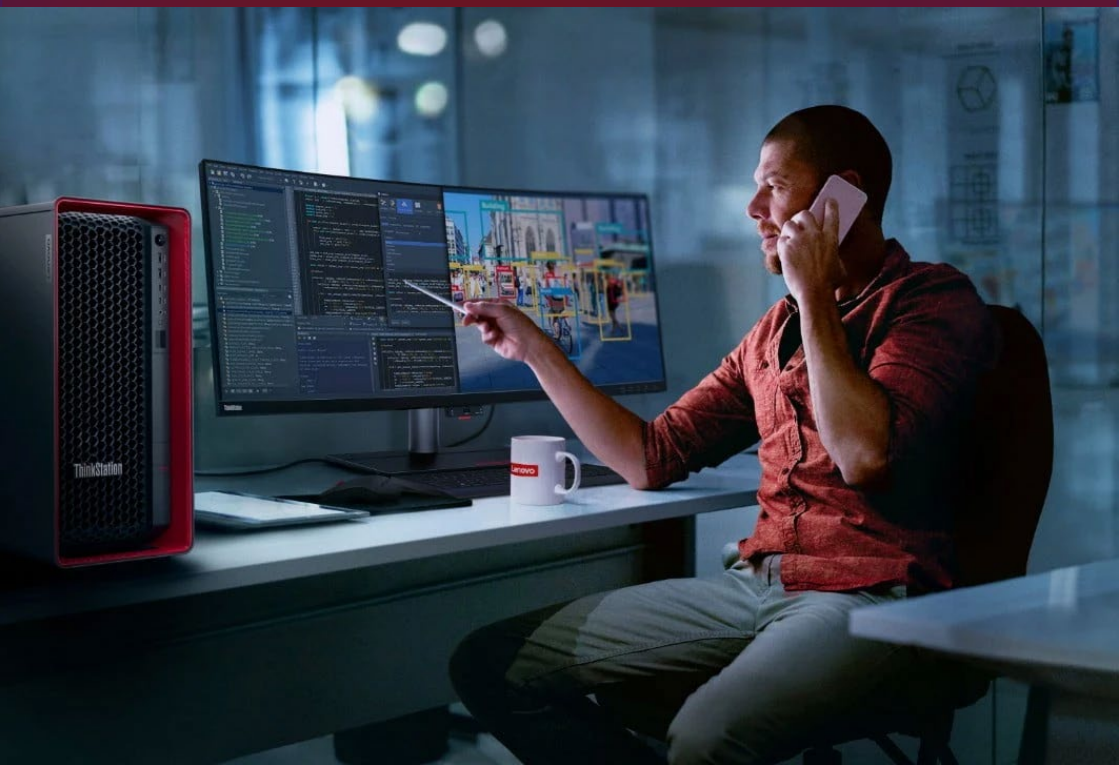
Als je een workstation koopt, investeer je niet alleen in de hardware, maar ook in productiviteit. Het juiste workstation kan de manier hoe je werkt transformeren. Complexe CAD-taken kunnen daardoor moeiteloos aanvoelen. Met een upgrade naar een workstation dat is afgestemd op je persoonlijke vereisten en behoeften, kun je al je creativiteit en focus onbelemmerd richten op je ontwerpen. Een workstation is niet zomaar een machine; het is een partner in creativiteit en precisie.



BIM-software zoals Revit stelt hoge eisen aan een workstation en draait pas soepel met krachtige hardware.

Workstations voor werken met data

Moderne AI werkt met gigantische hoeveelheden data en veel grote bedrijven gebruiken AI voor het automatiseren en optimaliseren van bedrijfsprocessen. Niet alleen AI, maar ook business analytics leunt sterk op het opvragen, visualiseren en doorzoeken van grote stromen data. En daarvoor heb je de juiste krachtige hardware nodig.



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 softwaretoepassingen 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.

Bij het creëren van krachtige nieuwe (AI-) toepassingen zijn veel organisaties in het verleden naar de cloud uitgeweken. Hier komt echter verandering in omdat het gebruik van krachtige cpu- of gpu-instanties bij populaire cloudserviceproviders een heftig prijskaartje

met zich meebrengt. Bovendien kan het een negatieve impact hebben op de flexibiliteit van de workflow.

Eigen workstations die geschikte hardware bevatten kunnen daar wel goed en efficiënt mee overweg en zijn eventueel uitbreidbaar om aan toekomstige groeiende behoeften te blijven voldoen.

Lenovo biedt krachtige workstations (zowel in desktopvorm als laptops) die overweg kunnen met dit soort zware data-workloads. 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 kosten-efficiëntie.



De ThinkStation PX biedt zeer hoge performance dankzij dual Intel Xeon-processors en is voorzien van geavanceerde koeling. Hij biedt ruimte voor maximaal vier Nvidia-kaarten.

WORKLOADS VS. WORKSTATION-EISEN

Edge computing, oftewel dataverwerking dichterbij de bron in plaats van het richting een server of cloud te sturen, wordt ingezet op diverse terreinen, waaronder IoT, 5G-netwerken, computer vision en meer. Dit soort processen hebben baat bij een krachtige Nvidia-grafische kaart (voor realtime data inferencing), snelle lokale opslag, een snelle netwerkconnectie, en een kleine en compacte formfactor.

Voor AI-ontwikkeling is er verder vraag naar snelle processors (hoge kloksnelheid) met een lager aantal cores, en professionele Nvidia grafische kaarten met Tensor-cores. Ook hier weer is snelle lokale opslag een must, en is de balans tussen prijs en performance belangrijk.

Lenovo biedt een krachtig en steeds verder groeiend aanbod aan workstations gericht op AI en data science. Lenovo-workstations zijn onder andere gecertificeerd voor een grote verscheidenheid aan besturingssystemen, AI-softwaretools en frameworks. waaronder Red Hat, Ubuntu, Fedora, Debian en Rocky Linux, plus

nog veel meer. Lenovo-workstations ondersteunen verder de Lenovo ThinkShield-beveiliging, die uitgebreide end-to-end bescherming biedt van BIOS tot cloud. Ze bieden krachtige Intel Xeon-processors en Nvidia RTX grafische kaarten. Er is keuze uit workstations met een enkele of met twee processors, met een of meerdere grafische kaarten, passend bij jouw workflow, hoe groot je dataset ook is.

DESKTOP WORKSTATIONS VOOR AI

Speciaal voor het werken met grote hoeveelheden (AI-)data biedt Lenovo de snelste en meest krachtige workstation voor dat specifieke doel, de Lenovo ThinkStation PX. Naast de krachtige performance dankzij twee stuks Intel Xeon-processors (drie opties uit de Silver- en drie uit de Gold-serie) is er plek voor maximaal 128 GB aan DDR5-4800 RAM en twee Nvidia grafische kaarten, twee M.2-ssd's van maximaal 4 TB per stuk en nog extra opslagmogelijkheden afhankelijk van de keuze voor ssd's en hdd's en RAID-niveau. Meerdere uitvoerin-



De opbouw van een ThinkStation PX workstation.

gen (en meerdere poorten) voor bedrade netwerken plus Wi-Fi 6E en Bluetooth behoren ook tot de mogelijkheden.

Een andere optie is de ThinkStation P7: een krachtig workstation met een enkele socket voor een Intel Xeon W5/7/9-serie processor (tot 56 cores), maximaal drie stuks Nvidia grafische kaarten tot aan de RTX A6000-serie en 128 GB aan DDR5-4800 RAM, plus ruimte voor meerdere schijven, Wi-Fi 6E en naar keuze meerdere bedrade netwerkpoorten.

KRACHTIG LAPTOP WORKSTATION

Als je voor onderweg het maximale aan performance wilt hebben, is er de ThinkPad P16 Gen 2 mobiele workstation. Deze laptop is voorzien

van een MIL-SPEC-certificering en heeft meer dan 200 kwaliteitscontroles doorstaan om onder de meest extreme omstandigheden te kunnen werken. Zo is het toetsenbord bestand tegen morsen.

De P16 heeft een 16 inch 16:10-scherm met een resolutie naar keuze, bijvoorbeeld 1920 bij 1200 met een IPS-paneel (maximaal 165 Hz refreshrate) of 3840 bij 2400 met een oled-paneel met maximaal 60 Hz refreshrate. Er valt verder te kiezen uit een HX-serie Intel Core i5/7/9 en tot 192 GB DDR5-5600 RAM en twee schijven van elk maximaal 4 TB groot. Je kunt het houden bij de iGPU van de Intel-processor, of kiezen voor een van de RTX-kaarten van Nvidia tot aan de RTX 5000 met 16 GB GDDR6.



Een krachtig workstation voor onderweg: de 16-inch Thinkpad P16 met maximaal een Intel Core i9 HX en Nvidia RTX A5000.

De aansluitingen zijn modern: twee USB-C (Thunderbolt 4) twee USB type A-poorten (5 Gbit/s), een USB-C 10Gbit/s-poort, HDMI 2.1, een 3,5mm-combjack en optioneel een smart-cardlezer of SD Express 7.0-kaartlezer. De ingebouwde webcam biedt een 1080p-resolutie en heeft een privacyschuijfe, naar keuze kun je ook kiezen voor een full hd-camera met IR (voor aanwezigheidsdetectie).

Via een dongle is 2,5Gbit/s-LAN een optie, standaard krijg je Wi-Fi 6E en 4G met als optie NFC. De accu is 94Wh groot en ondersteunt RapidCharge (60 minuten laden voor 80 procent capaciteit). Op de audio is ook niet

beknibbeld met ondersteuning voor Dolby Atmos, en twee farfield microfoons.

DATA MANAGEMENT IN EIGEN BEHEER

Met de desktop en mobiele workstations van Lenovo hoeft je niet afhankelijk te zijn van de tariefstructuur, prestatieniveaus en beschikbaarheid van een clouddienst. Ook bij het werken met grote hoeveelheden data kunnen deze workstations een kosteneffectieve en goed beheerbare infrastructuur bieden om werkzaamheden snel en betrouwbaar uit te voeren. Verwerk je data waar de resultaten nodig zijn: op de werkplek van het workstation.

Voor wie op zoek is naar diepgang en betrouwbare informatie

Met een c't abonnement krijg je:

- Uitgebreide onafhankelijke tests, diepgaande achtergronden en workshops op niveau
- Verrassende onderwerpen om je kennis te verbreden
- Toegang tot de digitale versies en pdf's om te archiveren

Ontvang
10x c't magazine
van €85,- voor
€60,-

Abonneer je nu via www.ct.nl/abo
of bel naar +31 (0)24 2027 825

Deze actie is geldig t/m 30 november 2024 of zo lang de voorraad strekt. Je abonneert tot wederopzegging en voor ten minste de actieperiode van 10 nummers. Na afloop van de actieperiode geldt de reguliere abonnementsprijs en is het abonnement per kwartaal opzegbaar. Opzeggen is heel eenvoudig en kan via onze klantenservice.



Inclusief
de c't app
met digitale
editie!



Passende opslag voor workstations

Ssd's zijn populair voor het opslaan van bestanden, maar gewone harde schijven zijn nog lang niet uitgestorven. Voor externe en draagbare opslag zijn er verder ook usb-sticks, usb-schijven, usb- en Thunderbolt-ssd's en (micro)SD-kaarten. We geven een overzicht van de opslagtechnologieën die voor workstations beschikbaar zijn.

Ssd's (solid-state disks) zijn populair geworden omdat ze sneller, kleiner, lichter en robuuster zijn dan harde schijven. Laptops met harde schijven zijn vrijwel niet meer te vinden, en in desktop-pc's zitten ze vaak alleen nog maar als extra losse opslagruimte. Maar harde schijven zijn nog lang niet uitgestorven, ze verhuizen alleen: van een pc naar een usb-behuizing, naar een NAS of naar de cloud. Omdat harde schijven nog steeds grote hoeveelheden data veel goedkoper kunnen opslaan dan ssd's, zijn ze nog steeds de eerste keuze voor back-ups en het archiveren voor de langere termijn.

Flashgeheugen en magnetische harde schijven hebben zeer verschillende eigenschappen en er zijn aanzienlijke verschillen tussen de ontwerpen, interfaces en opslagtechniek of het type opslag. Dat roept veel vragen op.

De afgelopen jaren hebben solid-state-schijven hun plek in laptops, desktop-pc's en servers veroverd. De term solid-state (vaste vorm) geeft aan waar het om gaat: ssd's slaan de data op in halfgeleiderele-

menten, meestal NAND-flashgeheugen-chips, in plaats van op roterende magnetische platters. Ssd's zijn niet altijd sneller dan harde schijven: bij veel goedkope ssd's daalt de transfersnelheid bij zeer lange schrijfacties sterk. Bij normaal gebruik loop je daar bijna nooit tegenaan, omdat je maar zeer zelden datahoeveelheden van meer dan 20 GB tegelijk kopieert.

In veel situaties zijn snel lezen en korte toegangstijden (oftewel lage latenties) bij de benaderingen tot kleine, willekeurig verdeelde gegevensblokken (random read) belangrijker. In plaats van een paar honderd input- en outputbewerkingen per seconde (IOPS) zoals bij harde schijven, zijn ssd's goed voor minstens enkele tienduizenden bewerkingen per seconde.

FLASH VERSUS PLATTER

Je moet de IOPS-vergelijking echter niet als enige maatstaf gebruiken, want ssd's leveren de hoogste waarden alleen bij veel gelijktijdige benaderingen. Dat is meer iets voor servers en eventueel voor workstations, niet voor pc's en laptops. En daar-

om merk je niet per se of er een ssd met 20.000 of 400.000 IOPS in zit, het belangrijkste is dat het geen harde schijf is waarbij je een kopje koffie kunt zetten voordat je opgestart bent. Voor speciale toepassingen kan het echter een voordeel zijn om een supersnelle PCIe 4.0-ssd te hebben.

Bij laptops heeft een ssd het bijkomende voordeel dat die, in tegenstelling tot een harde schijf, ongevoelig is voor schokken. Voor hoge capaciteiten van meerdere terabytes, kosten harde schijven aanzienlijk minder.

SCHIJVEN ALS DATADUMP

In laptops passen geen 3,5"-schijven. Omdat er nauwelijks vraag is naar schijven voor in desktops, ontwikkelen de paar overgebleven fabrikanten van harde schijven die in de eerste plaats voor cloudservers en NAS-apparaten. Daar telt dan weer vooral de hoogst mogelijke capaciteit per euro en watt. Met andere woorden: de snelheid is bijzaak, die halen de servers uit ssd's.

De vraag naar harde schijven neemt nog verder af omdat steeds minder mensen hun bestanden zelf ergens parkeren, maar die in plaats daarvan toevertrouwen aan clouddiensten zoals Microsoft OneDrive, Apple iCloud, Google Drive, Dropbox enzovoort. De weinige 3,5-inch schijven die nog verkrijgbaar zijn met een capaciteit van minder dan 4 TB zijn meestal oudere ontwerpen, en ook op het gebied van (2,5-inch) laptopschijven is er weinig vooruitgang te bespeuren.

NAS- en usb-schijven zijn ideaal als goedkope opslag voor back-ups. Vergeet echter niet om minstens twee reservekopieën te maken, die je apart moet bewaren, zodat ze buiten bereik blijven van malware die je bestanden versleutelt. In



Klassieke harde schijven met draaiende magnetische platters (links) bieden een enorme opslagcapaciteit tegen de laagste prijs, maar een M.2-ssd (rechts) en zeker een microSD-kaart (midden) is sneller, lichter, robuuster en zuiniger.

dien mogelijk moet je één exemplaar van je back-ups elders bewaren. Op die manier zijn de bestanden beter beschermd tegen diefstal, brand en andere calamiteiten.

Harde schijven zijn in het algemeen beter geschikt als archief dan ssd's, omdat het bij ssd's niet duidelijk is hoelang ze data in spanningsloze toestand veilig kunnen opslaan. Fabrikanten geven daar geen informatie over. Harde schijven behoren ten minste vijf jaar houdbaar te zijn – vaker zelfs nog langer.

OPSLAG EN SNELHEID

Snelheid is een belangrijk aankoopcriterium om veel bestanden op te slaan, maar je moet het wel in de juiste context zien. Een supersnelle externe ssd heeft geen zin als de interne opslag in je laptop van waaruit je de bestanden kopieert een stuk trager is.

Als je je data via wifi naar een NAS kopieert, zal dat ook niet al te snel gaan, want het draadloze signaal moet zich misschien een weg banen door een paar muren of tussenwanden en dan mag je met 60 MB/s al zeer blij zijn.

Een ander voorbeeld: een SD-kaart met 100 MB/s heeft geen nut als de kaartlezer is aangesloten via USB 2.0. Zelfs als de hoogst mogelijke snelheid niet belangrijk is, moet je bij het kopen van opslagmedia toch op de specificaties letten. Koop bij voorkeur alleen bij gerenommeerde leveranciers en controleer de opslagmedia na ontvangst.

VEILIG (GEVOEL)

Een laptop of smartphone wordt vaker gestolen dan een vast workstation. Daarom moeten mobiele computers en smartphones met veilige wachtwoorden of biometrische authenticatie worden beschermd tegen ongeoorloofde toegang en de aanwezige opslag versleuteld worden. Dat is standaard bij moderne smartphones, maar helaas niet voor Windows-laptops.

Encryptie is ook aan te raden voor usb-sticks en draagbare schijven, omdat die makkelijk zoek kunnen raken en in verkeerde handen kunnen vallen. Als je als bedrijf of freelancer klantgegevens opslaat, ben je op grond van de AVG verplicht een passend beschermingsniveau te bieden. Daarom moet je opslagmedia met gevoelige gegevens versleutelen of in een kluis bewaren.

Als je opslagmedia weggooit om die te vervangen of te verkopen, moet je ze vooraf veilig wissen. Voor harde schijven is het voldoende om ze eenmalig volledig te overschrijven, onder Windows kan dat bijvoorbeeld met het programma diskpart en het bijbehorende commando clean all – maar daar zijn ook andere tools voor.

Ssd's wis je het beste met Secure Erase, waarvoor vrijwel alle ssd-fabrikanten een optie bieden via eigen gratis software. Als de bestanden veilig versleuteld zijn, volstaat het om de sleuteldata te wissen, wat veel sneller gaat. Ook daar gelden voor com-



Harde schijven sterven niet uit, ze worden alleen elders gebruikt, bijvoorbeeld bij netwerkopslag (NAS) in plaats van in een laptop of tower.

mercieel gebruik strengere voorschriften, tot en met de verplichting om opslag extern te laten vernietigen. Daar zijn gecertificeerde dienstverleners voor.

MEDIAKEUZE

De markt voor massaopslag evolueert in de richting van ssd's. Het meest voorkomende opstartmedium is een M.2-ssd. De PCIe 3.0-generatie domineert het aanbod en is volstaat voor veel toepassingen. Boven 4 TB zijn er nauwelijks M.2-ssd's en slechts enkele SATA-ssd's te vinden. Boven 8 TB is de veel goedkopere harde schijf nog steeds alleenheerser.

De verschillende flashopslagmedia, interne en externe ssd's, usb-sticks en geheugenkaarten zullen samen met de klassieke magnetische harde schijven nog vele jaren op de markt blijven. Afhankelijk van de toepassing is het ene medium soms geschikter dan het.

De prijzenoorlog voor usb-sticks en (micro)SD-kaarten is nog steeds gaande en dat is in het voordeel van kopers, die daarmee veel opslagruimte krijgen voor weinig geld.

De invloed van de cpu bij muziek-, beeld- en video-bewerking

Professionals willen altijd veel rekenkracht voor zaken als beeld-, video- en muziekbewerking. Maar niet alle programma's maken optimaal gebruik van de kracht van moderne multicore-processors.



Als een computer urenlang bezig is met het renderen van een video, hapert bij het afmiken van een groot orkest of traag reageert bij het retoucheren van raw-afbeeldingen, wordt het misschien tijd voor een ander workstation. De algemene prestaties zijn echter afhankelijk van diverse factoren: de processor, de grafische kaart, de geheugenhoeveelheid en de aansluiting en configuratie van externe interfaces.

Om te zien wat de invloed is van een cpu met veel kernen, hebben we verschillende programma's voor muziek-, beeld- en videobewerking getest met een AMD Ryzen 9 3950X met 4, 6, 8, 12 en 16 kernen en met simultaneous multithreading (SMT). We hebben de actieve kernen softwarematig in- en uitgeschakeld. We hebben ook steekproeven uitgevoerd op systemen met 64 kernen, met Intel-processors en op Mac-computers.

Afgezien van het werkgeheugen hangt het van de gebruikte software af in welke mate de cpu en gpu van invloed zijn op de performance. Als je correcties toepast met een penseelstreek, de berekeningswijze van een laag wijzigt of een schuifregelaar in de raw-ontwikkelaar verplaatst, verwacht je meteen resultaat.

Dat krijg je ook, want de professionele beeldbewerkingsprogramma's zoals Photoshop tonen de filtereffecten in eerste instantie als een preview op het scherm en converteren die vervolgens op de achtergrond naar een 16-bit kleurdiepte per kanaal met de volledige beeldresolutie. Als je op een beeldbestand inzoomt of dat snel verplaatst, wordt dit meestal door de gpu afgehandeld. Grote afbeeldingsbestanden kun je er beduidend sneller mee bewerken dan met gratis opensource-programma's zoals Gimp, dat elke verandering deel voor deel berekent.

PERFORMANCETEST

We hebben met Photoshop en Affinity Photo acht functies getest, waaronder het starten van het programma, het verwerken van een raw-foto van 42 megapixels en twee vervaagingsfilters. De tests hebben we met verschillende aantallen processorkernen uitgevoerd. Met Photoshop CC hebben we ook een macro met verschillende filters en acties uitgevoerd, die hetzelfde aantal handelingen omvatte als de individuele acties.

Photoshop gaat al 30 jaar mee en sommige bewerkingstools maken geen gebruik van multicore-systemen. Het starten van het programma en het opslaan en exporteren van bestanden kostte altijd precies evenveel tijd, ongeacht of er vier of 64 cpu-kernen in het systeem actief waren. Het exporteren gaat zo traag omdat er daarbij maar één processorkern gebruikt wordt.

Hetzelfde geldt voor het in de praktijk belangrijke lensonscherpte-filter en de rekenintensieve render-filters voor bomen en vlammen. Het algoritme voor het schalen zorgt er in ieder geval wel voor dat de gpu meehelpt. Bij ons testscenario maakte Photoshop gebruik van maximaal acht kernen van een cpu – meer kernen zorgden niet voor verbetering.

De prestaties van het veel jongere Affinity Photo zijn veel beter geoptimaliseerd voor het multicore-gebruik. Vooral de raw-verwerking en de lensonscherpte profiteren daarvan.

Een 16-core processor verwerkte ons testbestand meer dan twee keer zo snel als een quadcore-processor.

Affinity Photo is met weinig kernen echter beduidend langzamer dan Photoshop. Met 16 kernen waren beide gelijk wat de snelheid betreft.

VIDEOBEWERKING

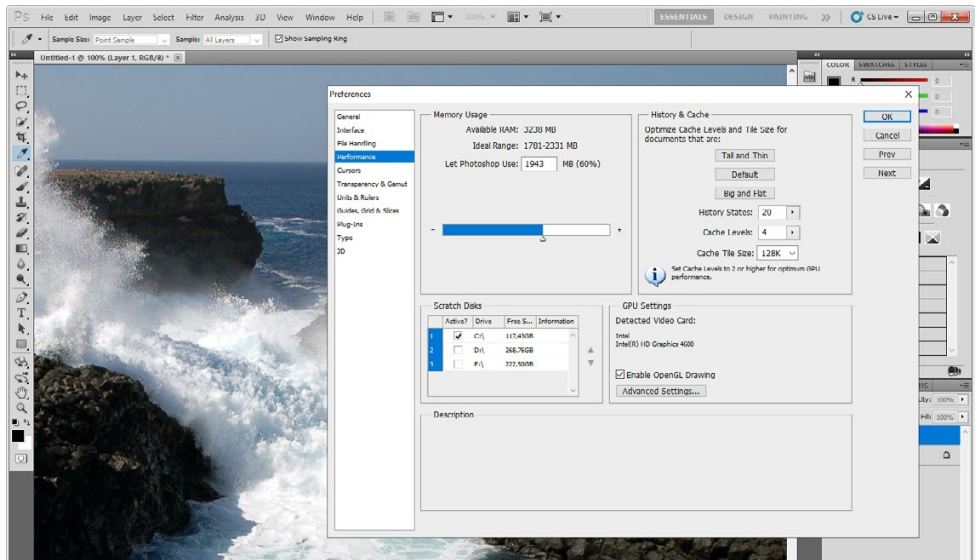
Bij het bewerken van video met Adobe Premiere Pro speelt de gpu-ondersteuning een veel grotere rol dan bij het bewerken van foto's. Adobe zegt dat er meer dan 30 effecten door de gpu worden versneld, waaronder slagschaduwen, kleurcorrectie, randen met zachte focus en Gaussiaanse blur. Voor de gpu-versnelling heeft Premiere Pro wel een grafische kaart nodig die de CUDA-technologie van Nvidia ondersteunt.

Om dat te gebruiken, moet je de Mercury Playback Engine met Nvidia CUDA als renderer selecteren bij de algemene projectinstellingen. Als je systeem dat niet ondersteunt, biedt Premiere Pro in dat geval alleen software-gebaseerde rendering aan, wat aanzienlijk trager is. Let ook op het werkgeheugen van de kaart. Adobe adviseert minimaal 6GB VRAM voor 4K-materiaal.

Afgezien van die door de gpu versnelde effecten en het exporteren, wordt de snelheid van de software bij de meeste standaardbewerkingen van Adobe Premiere Pro door de cpu bepaald. Dat geldt onder andere voor videobewerkingsfuncties en realtime-weergave.

De grootste voordelen van een processor met veel kernen merkten we bij het exporteren van video. We lieten Premiere een videoclip van een minuut in 4K-resolutie met 60 beelden per seconde exporteren als een met H.264 gecodeerd 1080p-videobestand in hoge kwaliteit.

Met vier kernen duurde het hele proces bijna twee keer zo lang als met een cpu met acht kernen. Met acht kernen duurde het al zo'n anderhalf keer zo lang als met 16 kernen. Multithreading had geen invloed op het resultaat.



Bij de voorkeuren van Photoshop kun je instellen hoeveel werkgeheugen er voor het programma gereserveerd moet worden.

MUZIEKPRODUCTIE

In tegenstelling tot bij beeld- of videobewerking speelt een grafische kaart bij muziekproductie geen rol. De berekeningen worden volledig door de cpu uitgevoerd. De grafische kaart moet in ieder geval eventuele high-res monitoren kunnen aansturen. De kaart moet bij voorkeur ook zo stil mogelijk zijn.

Het maakt niet uit welk Digital Audio Workstation (DAW) je gebruikt: alle DAW's fungeren als hosts die instrumenten en effecten als plug-ins laden. Die plug-ins zijn afkomstig van diverse producenten en hebben verschillende cpu-eisen. Aangezien voor een typische muziekproductie tientallen tracks tegelijk moeten worden berekend, zijn dat taken die in principe bijzonder goed geschikt zijn om over meerdere processor-kernen te verdelen.

De cpu-prestaties spelen vooral een rol als alle opnames gedaan zijn en je met het arrangeren en mixen aan de slag gaat.

PROCESSORINVLOED

Om te testen hoe het aantal kernen de prestaties van een DAW beïnvloedt, hebben we met Bitwig Studio 3.1.2 een testproject opgezet. Een track bevatte telkens een synthesizer plug-in (FM4), gevolgd door de gain-tool, equalizer, compressor en reverb. Daarna hebben we gecontroleerd hoeveel van dergelijke tracks we zonder haperingen konden afspelen op 48 kHz met een 128-bit buffer op de wat meer high-end usb-audio-interface ADI-Pro 2 FS van RME.

Als richtlijn kun je aannemen dat het aantal mogelijke sporen toeneemt met het aantal kernen. Dat verloopt echter niet lineair: met twee cores lukte het prima om acht tracks per core af te spelen, maar met 16 cores waren dat er slechts 3,3 tracks per core. Toen we SMT uitschakelden, ging het maxi-

maal mogelijke aantal sporen gemiddeld met 24 procent achteruit.

Opvallend waren de verschillen in de processorbelasting op de momenten waarop er storingen optraden. Soms haperde het al met 58 procent, soms pas bij 79 procent – ondanks dat alle parameters op het systeem onveranderd bleven, met uitzondering van het aantal processorkernen.

CONCLUSIE

Door de integratie van veel plug-ins kunnen muziekprogramma's de processorbelasting goed over meerdere processorkernen verdelen. Audioworkstations hebben baat bij cpu's met veel kernen en simultaneous multithreading.

Hoe goed de kernen worden benut, hangt onder meer echter af van de gebruikte software, het besturingssysteem, het hardwareplatform, de usb-aansluiting, de audio-interface en drivers. Een verkeerde combinatie kan ertoe leiden dat je veel performance verspilt.

Als je een nieuw workstation aanschaft, loont het de moeite om een specialist zoals Lenovo te raadplegen die de hardware optimaal kan aanpassen aan je wensen.

Als het gaat om beeld- en videoverwerking, is de interactie tussen cpu en grafische kaart doorslaggevend. Veel populaire Photoshop-tools maken slecht gebruik van cpu's met veel kernen. Het relatief jongere Affinity Photo profiteert daarentegen meer van multi-coreprocessors.

De videoverwerking van Adobe Premiere profiteert ook van veel cpu-kernen – vooral bij het exporteren van je video's. Veel grafische effecten komen echter pas echt op gang met CUDA-versnelling met grafische kaarten van Nvidia. Dat is belangrijker voor de performance van de software dan de cpu.

Workstations: de juiste hardware voor creatieve professionals

Bij het kiezen van een pc of laptop als creatieve professional is het essentieel om hardware te selecteren die goed aansluit op de software die je gebruikt. De complexiteit en benodigde rekenkracht van moderne softwarepakketten zoals Adobe Premiere Pro, Autodesk Maya of Blender vereisen specifieke hardware-configuraties die de workflow versnellen en de creativiteit niet beperken. Zelfs de meest geavanceerde bewerkingssoftware kan alleen optimaal presteren in combinatie met de juiste hardware.

Omdat er een breed scala aan bewerkingssoftware beschikbaar is, is het belangrijk om bij de keuze voor de juiste hardware rekening te houden met de specifieke software die je gebruikt. Dit vergt een zorgvuldige afweging van verschillende factoren, zoals rekenkracht, opslag en weergavecapaciteiten. Er zijn op het gebied van hardware veel opties, waardoor het voor creatieve professionals belangrijk is de juiste keuze te maken. Een kant-en-klaar workstation (op maat) zorgt ervoor dat je de gewenste resultaten kunt behalen.



Kies de juiste hardware om je creativiteit te kunnen ontplooiën zonder beperkingen.

HARDWARE EISEN VOOR CREATIEVE PROFESSIONALS

Bij het maken van hoogwaardige content, zoals 4K-video's of 3D-modellen, zijn snelheid en rekenkracht essentieel. Hoe krachtiger de hardware, des te beter de kwaliteit en snelheid waarmee je aan je projecten kunt werken. Dat geldt met name voor creatieve professionals die zich bezighouden met grote en complexe bestanden. Een zeer algemene richtlijn is dat hoe sneller en krachtiger de specificaties van een computer zijn, des te beter de prestaties zullen zijn bij het werken met veeleisende software.

Zo spelen verschillende componenten een belangrijke rol voor een optimale workflow van een creatieve professional. Ten eerste is de processor cruciaal. Software zoals Adobe Premiere Pro of DaVinci Resolve vereist minimaal een krachtige processor voor een soepele werking, zoals een Intel Core i7 of AMD Ryzen 7. Vooral bij grote projecten, zoals het bewerken van 4K-video's waarbij kleurcorrectie en speciale effecten een grote rol spelen, is een snelle en efficiënte processor onmisbaar. Hoe hoger de kloksnelheid en hoe meer cores de processor heeft, hoe sneller en efficiënter deze taken kunnen worden uitgevoerd. Bij 3D-modellering

met software zoals Autodesk Maya of Blender is niet alleen de processor van belang, maar speelt de grafische kaart ook een rol bij de verwerkingssnelheid.

De grafische kaart heeft verder invloed op de weergave en bewerking. Een goede grafische kaart biedt ondersteuning voor hoge resoluties en nauwkeurige kleurweergave, wat vooral belangrijk is bij kleurcorrectie. Bovendien maakt een krachtige grafische kaart het mogelijk om meerdere monitoren aan te sluiten, wat bijdraagt aan meer overzicht en efficiëntie tijdens het werken. Dit geldt niet alleen bij videobewerking, maar ook bij het renderen van complexe 3D-modellen, wat bovendien sterk afhankelijk is van de gpu-prestaties.

Het werkgeheugen (RAM) is net zo belangrijk, vooral wanneer je meerdere zware programma's tegelijk draait of met grote bestanden werkt. Bij software zoals Adobe After Effects kan een gebrek aan RAM ervoor zorgen dat het systeem vastloopt, zelfs als er voldoende opslag-

ruimte is. Een minimum van 16 GB RAM wordt aanbevolen, terwijl 32 GB of meer voor veeleisende projecten noodzakelijk kan zijn.

Daarnaast kunnen de opslagcapaciteit en snelheid van de opslag een belangrijke rol spelen, vooral bij het opslaan en bewerken van grote videobestanden. Ssd's (solid-state drives) zijn essentieel vanwege hun snelle toegangstijden, waardoor ze grote bestanden zoals 4K-video's veel sneller kunnen verwerken dan traditionele harde schijven. Een combinatie van een ssd voor actieve projecten en een traditionele harde schijf (hdd) voor archivering is vaak een kostenefficiënte keuze. Tot slot zijn snelle I/O-poorten en netwerkconnectiviteit van belang voor een efficiënte workflow. Verbindingen zoals 10-gigabit ethernet en Wi-Fi 6 maken het mogelijk om grote bestanden snel te verplaatsen, terwijl moderne, snelle poorten essentieel zijn voor het aansluiten van externe monitoren en randapparatuur.

CERTIFICERING VOOR CREATIEVE SOFTWARE

Een van de grootste uitdagingen voor creatieve professionals is, naast het kiezen van de juiste hardware, het garanderen van de compatibiliteit tussen hardware en software. Het gebruik van ISV-gecertificeerde (Independent Software Vendor) systemen biedt hierbij een aanzienlijke meerwaarde.

Dit betekent dat deze systemen uitgebreid zijn getest op hun compatibiliteit met belangrijke softwarepakketten in de creatieve industrie, zoals van Adobe of Autodesk, en andere professionele tools. Hierdoor kun je erop vertrouwen dat de hardware optimaal functioneert met de software die je gebruikt.

Workstations zoals de Lenovo ThinkStation P3 Tower en de Lenovo ThinkPad 16S zijn voorbeelden van ISV-gecertificeerde hardware, wat je de zekerheid geeft dat de software die je als



Bij ISV-gecertificeerde hardware kun je erop vertrouwen dat jouw professionele software zonder problemen daarop draait.

creatieve professional gebruikt, zonder problemen op deze apparaten zal draaien.

WORKSTATION IN LAPTOPFORMAAT OF ALS DESKTOP?

Bij het kiezen tussen een workstation in laptop-formaat of een desktop moet je een afweging maken tussen mobiliteit en kracht. Laptops, zoals de Lenovo ThinkPad P14s- of P16s-serie, bieden veel flexibiliteit en zijn ideaal voor creatieve professionals die vaak onderweg zijn of op verschillende locaties werken. Deze laptops bevatten krachtige hardware en bieden opties voor zowel AMD- als Intel-processors, met zelfs de mogelijkheid om een Qualcomm Snapdragon-processor te kiezen. Dit is aantrekkelijk vanwege de exclusieve Copilot+-functionaliteiten en de mogelijkheid om AI-toepassingen direct op het apparaat te draaien in plaats van via de cloud. Dat zorgt voor extra privacy en snelheid bij het bewerken van foto's en video's, bijvoorbeeld met de nieuwste functies in Adobe Photoshop zoals Adobe Firefly, een generatieve AI-assistent.

Desktops, zoals de Lenovo ThinkStation P2-Tower of P3-Tower, bieden daarentegen meer kracht en flexibele uitbreidingsmogelijkheden. Voor veeleisende taken zoals video-bewerking of 3D-rendering is een desktop vaak een betere keuze vanwege de efficiëntere en stillere koeling en de mogelijkheid om het workstation verder uit te breiden.

Een desktop kan meer rekenkracht bieden voor creatieve professionals die werken aan grote projecten. Bij minder veeleisende taken, zoals fotobewerking, volstaat vaak een model zoals de Lenovo ThinkStation P2 Tower. Voor intensievere taken, zoals het renderen van complexe 3D-modellen of het bewerken

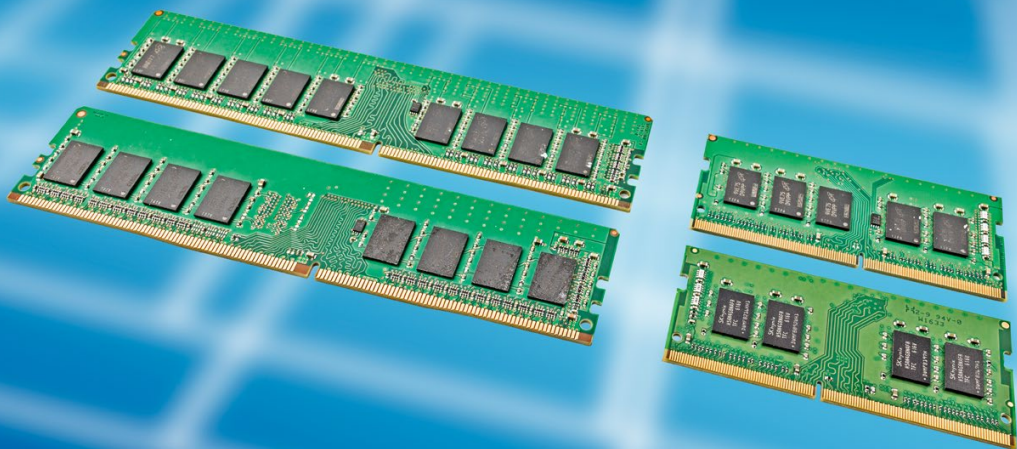


Kies een workstation dat goed aansluit op jouw werkzaamheden, zodat je efficiënt en zonder hindernissen aan projecten kunt werken.

van 8K-video's, zijn krachtigere opties zoals de ThinkStation PX aan te raden.

TOT SLOT

De keuze voor een workstation hangt af van jouw specifieke behoeften als professional. Of je nu de voorkeur geeft aan de mobiliteit van een laptop of de kracht van een desktop, het is essentieel om een balans te vinden tussen de prestaties en jouw werkwijze. Bij het maken van deze keuze moet je rekening houden met aspecten als de snelheid van de processor, de prestaties van de grafische kaart, de hoeveelheid werkgeheugen, de opslagcapaciteit en de connectiviteitsopties. Door deze factoren in overweging te nemen en te kiezen voor producten die ISV-gecertificeerd zijn, kun je ervoor zorgen dat je een workstation hebt dat optimaal samenwerkt met jouw creatieve software. Of je nu kiest voor een mobiele laptop of een krachtige desktop, het is cruciaal dat je hardware jouw creatieve processen ondersteunt en je in staat stelt om efficiënter te werken met een hogere kwaliteit als resultaat.



Workstations: betrouwbaar werken dankzij ECC

ECC (Error Correction Code) detecteert en corrigeert de meest voorkomende datafouten in geheugen en processorcaches. ECC-RAM zie je vooral in servers en workstations. We leggen uit hoe ECC werkt en wat het oplevert.

Betrouwbaar werken dankzij Error Correction Code (ECC) wordt vooral gebruikt in servers en workstations om ze betrouwbaarder te maken. Gewone pc's, laptops en goedkope NAS-apparatuur moeten het doen zonder ECC-RAM, maar crashen in het algemeen niet door geheugenfouten. Misschien vraag je je daarom af wat die technologie doet en in welke toepassingen hij voordelen biedt.

ECC-BESCHERMING

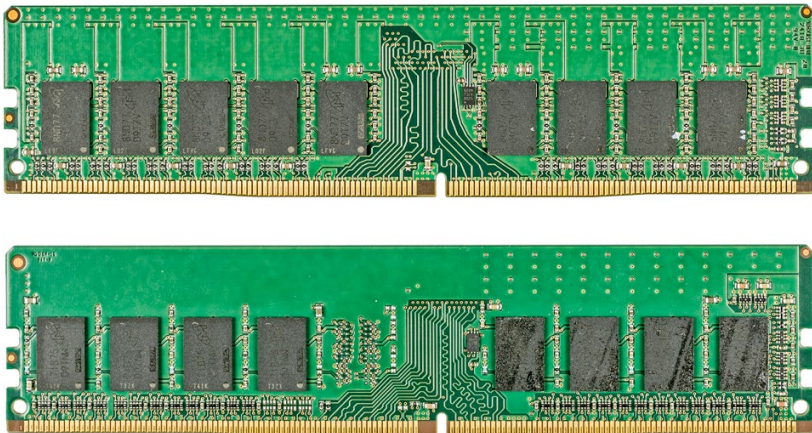
ECC detecteert en corrigeert de verreweg meest voorkomende geheugenfouten, namelijk alle fouten die een enkele bit tegelijk beïnvloeden. Gangbare ECC-implementaties detecteren ook alle fouten die twee bits tegelijk beïnvloeden, maar kunnen slechts enkele daarvan corrigeren.

Als meer dan twee bits fouten vertonen, kan ECC dat zelden detecteren. De veel gebruikte ECC-varianten worden daarom Single

Error Correction, Double Error Detection, of kortweg SECDED genoemd.

Veel computers met ECC-functionaliteit detecteren en corrigeren niet alleen fouten, maar loggen ze ook. Dat is wat het mogelijk maakt om ze ook echt te kunnen analyseren. Voor pc's en laptops zonder ECC-RAM kunnen bitfouten daarentegen alleen indirect worden afgeleid uit crashes of rekenfouten.

Het loggen van gecorrigeerde en niet-corrigeerbare geheugenfouten (CE/UE) is een krachtige tool voor een betere Reliability, Availability en Serviceability (RAS). In tegenstelling tot wat veel mensen denken, blijkt uit verschillende studies dat de meeste geheugenbitfouten geen toevallige gebeurtenissen zijn die te wijten zijn aan kosmische straling of natuurlijke radioactiviteit. Er is een hoge mate van correlatie bij geheugenfouten: als een geheugenmodule al een fout heeft geregistreerd, is de kans op verdere fouten veel groter dan



Een ECC-DIMM (midden) heeft één of twee geheugenchips meer per rank dan een non-ECC module (onder). RDIMM's zijn altijd ECC-modules en hebben een extra bufferchip (cache), die bij de bovenste module in het midden zit.

Een workstation zoals de ThinkStation P3 Tower biedt plaats aan tot vier ECC-modules.



bij tot dan toe foutloze modules. Een aanzienlijk deel van de bitfouten zijn daarom eerder harde errors met oorzaken als defecte DRAM-chips, contactproblemen met geheugenmodules of cpu-sockets en onstabiele spanningsconverters op het moederbord. Dergelijke fouten kunnen alleen worden opgespoord door het ECC-logboek te analyseren.

ECC 101

Fouten in data kunnen worden opgespoord door redundante informatie. Een alledaags voorbeeld is het controlecijfer dat in elk IBAN is opgenomen. Met ECC-RAM berekent de geheugencontroller eerst een controlecode voor elk blok gebruikersdata dat hij naar het geheugen schrijft. Die wordt bovendien opgeslagen bij de gebruikersdata. Wanneer de gebruikersdata later wordt uitgelezen, berekent de geheugencontroller de controlecode opnieuw en vergelijkt die met de eerder opgeslagen controlecode. Als de twee waarden verschillen, is er een fout opgetreden.

BLOK VOOR BLOK

ECC werkt met vaste blokgroottes van gebruikersdata en controlecode. De meeste x86-computers, maar ook ARM- en power-processors voor servers, gebruiken verschillende geheugenkanalen met elk 64 datalijnen voor de gebruiker, die per datatransfer 8 bytes over-

dragen (1 byte = 8 bits). Dat wordt ook wel een x64-geheugenbus genoemd.

ECC-RAM vereist een geheugenbus met acht extra lijnen, plus geheugenmodules die voor elke 8 bytes er één extra bevatten. In jargon worden ECC-geheugenmodules x72-modules genoemd omdat zij 72 datasignaallijnen hebben. Non-ECC-modules worden x64-DIMM's genoemd. DIMM staat voor Dual Inline Memory Module. ECC DIMM's hebben geen eigen ECC-rekenunits, maar extra SDRAM-chips waarin de geheugencontroller de controlecode wegschrijft. Hoeveel extra DRAM-chips een ECC-DIMM heeft, hangt af van de opbouw, die sterk kan variëren.

Servers en workstations vereisen niet alleen betrouwbaar, maar ook snel en energiezuinig geheugen. ECC-beveiliging mag de data-overdracht daarom niet vertragen en mag niet veel energie verbruiken. Daarom zijn de rekenunits voor het genereren en vergelijken van de ECC-checkcodes hardwired in de geheugencontroller, bijvoorbeeld in de vorm van toestandsmachines. De ECC-functie vertraagt daardoor de snelheid en de latentie van de gegevensoverdracht slechts in geringe mate.

ECC-DIAGNOSE

De ECC-functie werkt op het niveau van de hardware en afhankelijk van de implementatie ook op BIOS-niveau. Het besturingssysteem

krijgt dus niet noodzakelijkerwijs te maken met bitfouten en de correctie daarvan. Maar er zijn twee gevestigde methoden om besturingssystemen te informeren over het werk van de ECC-substructuur: de ACPI Platform Error Interface (APEI), die is voortgekomen uit de Windows Hardware Error Architecture (WHEA). Voor Linux is er het Error Detection And Correction (EDAC) project, dat ongeveer 15 jaar geleden is ontstaan onder de naam Bluesmoke.

Indien het BIOS APEI aankan, komt informatie over ECC-interventies terecht in de event-log van Windows. Linux kan ook APEI gebruiken. De EDAC-tools onder Linux hebben daarentegen geen BIOS-ondersteuning nodig omdat zij de registers in de processor die verantwoordelijk zijn voor ECC rechtstreeks bevragen: de Model-Specific Registers (MSR) van de Machine Check Architecture (MCA).

Servers van de grote merken HPE, Dell en Lenovo, alsmede veel serverborden van Supermicro, Tyan, Gigabyte, Asus en Asrock Rack zijn voorzien van chips voor remote beheer, ook wel Baseboard Management Controllers (BMC) genoemd. Dergelijke BMC's verstrekken informatie over het ECC-RAM via interfaces voor remote beheer, zoals IPMI en Redfish. En in hun firmware kunnen gewoonlijk notificatiefuncties worden geactiveerd zodat de systeembeheerder e-mails ontvangt in geval van ECC-fouten.

INZETTEN

Zoals eerder vermeld, zijn er talrijke studies over fouten in het RAM-geheugen zijn vaak enkele jaren oud en verwijzen naar DDR3-SDRAM, terwijl de huidige computers werken met DDR4-en DDR5-geheugenmodules. Toch verschaffen dergelijke studies interessante in-

Aptio Setup Utility - Copyright (C) 2020 American Megatrends, Inc.

Event Logs

DATE	TIME	ERROR CODE	SEVERITY	COUNT	DESCRIPTION
04/14/20	12:53:58	Smbios 0x16	N/A	N/A	Log Area Reset and Count is applicable only for Multi-Events
04/14/20	12:53:58	Smbios 0x17	N/A	N/A	
04/14/20	13:04:28	Smbios 0x17	N/A	N/A	
04/14/20	13:04:53	EFI 03051002	Major	01	
04/14/20	13:06:02	Smbios 0x17	N/A	N/A	
04/14/20	13:08:31	Smbios 0x17	N/A	N/A	
04/14/20	15:12:46	Smbios 0x17	N/A	N/A	
01/01/11	20:24:49	Smbios 0x17	N/A	N/A	
01/01/11	20:24:49	EFI 0300000A	Minor	01	
01/01/11	20:25:56	Smbios 0x17	N/A	N/A	
01/01/11	20:26:25	EFI 03051002	Major	02	
04/14/20	17:54:27	Smbios 0x17	N/A	N/A	

++: Select Screen
↑↓: Select Item
Enter: Select
+/-: Change Opt.
F1: General Help
F2: Previous Values
F3: Optimized Defaults
F4: Save & Exit
ESC: Exit

Version 2.20.1271. Copyright (C) 2020 American Megatrends, Inc.

In de BIOS van veel moederborden met ECC-ondersteuning is een event-log te bekijken waarin geheugenfouten worden gelogd.

zichten. Het blijkt dat een aanzienlijk deel van de geheugenfouten niet in de DRAM-chips zelf optreedt, maar in stekkercontacten in de signaalroute (CPU- en DIMM-sockets). Ook bleek dat de chips van bepaalde fabrikanten aanzienlijk vatbaarder waren en dat meer dan de helft van de bitfouten permanent waren en dus niet slechts willekeurig en tijdelijk optraden (harde in plaats van soft-errors).

Bovendien neemt de kans op defecten toe naarmate meer DRAM-chips samen op een module zitten. Dan zijn er bijvoorbeeld ook meer soldeerverbindingen en meer datalijnen waarvan de elektromagnetische emissies andere signalen storen.

Dat bevestigt dat hoe eenvoudiger een systeem is gebouwd, des te minder bronnen van fouten er zijn. In principe werken zo weinig mogelijk aan elkaar gesoldeerde componenten op een printplaat betrouwbaarder dan een modulaire systeem met meerdere connectors. Maximale betrouwbaarheid staat dus op gespannen voet met een flexibele configuratie en het zo eenvoudig mogelijke upgraden en repareren door verwisselbare modules.

ECC-SYSTEMEN

Helaas kan ECC-foutbescherming niet achteraf aan een computer worden toegevoegd door eenvoudig ECC-RAM erin te steken. In plaats daarvan moeten de processor, het moederbord en het BIOS meewerken. De processor bevat de geheugencontroller, die de ECC-gegevens berekent, ze naar het RAM schrijft en ze bij het lezen opnieuw controleert. Het moederbord moet op zijn beurt beschikken over de geheugenbus-lijnen tussen CPU en DIMM-aansluitingen die nodig zijn voor ECC. En het BIOS van het moederbord moet de ECC-functie in de CPU activeren. Bovendien zorgt het BIOS vaak voor ECC-logging en logt het gebeurtenissen naar zijn flashgeheugen. Veel ECC-compatibele

moederborden hebben opties bij de BIOS-instellingen om het ECC-logboek te lezen en te wissen. Bij een workstation zijn de componenten op elkaar afgestemd zodat ze goed samenwerken.

Desktopmoederborden voor ECC-RAM zijn zeldzaam, omdat het uit het oogpunt van de fabrikanten een minder lucratieve niche is. Meer dan 90 procent van alle x86-compu-

Hoe eenvoudiger een systeem gebouwd is, des te minder bronnen van fouten er zijn

ters wordt verkocht als compleet systeem, waarbij het vooral gaat om een lage prijs. ECC maakt RAM echter ten minste 11 procent duurder. Aangezien de overgrote meerderheid van pc-kopers niet weet wat ECC is, is dat geen extra verkoopargument. De betrouwbaarheidswinst van ECC is voor typische desktop-pc's waarschijnlijk ook klein, omdat die waarschijnlijk vaker zullen crashen door dingen als slechte drivers en software dan een workstation.

Als je een computer met ECC nodig hebt, kun je die makkelijk opduikelen. Zakelijke gebruikers kopen bij voorkeur kant-en-klare vaste of mobiele workstations.

niet van toepassing op gewone desktop-pc's, laptops, thuiservers en NAS-systemen, en zeker niet op computers die zelf in elkaar zijn gezet. Daarom kan slechts een deel van de bevin- dingen over bitfouten bij grote servers worden overgebracht op pc's.

De invloed van de kwaliteit van de DRAM-chips en de complete geheugenmodules is duidelijk. Het is een publiek geheim in de in-



In een rackserver past 4TB aan RAM: dat is 500 keer meer dan de gemiddelde hoeveelheid van een standaard desktop-pc of laptop (8 GB). Bij een server kunnen geheugenfouten bovendien meer schade aanrichten. ECC-RAM is daarom bij servers vaak gebruikelijk.

dustrie dat fabrikanten van geheugenmodules veel strengere kwaliteitscriteria hanteren voor servergeheugen dan voor desktopgeheugen: dat moet zo goedkoop mogelijk zijn. Het gaat meer om overklokken (en kleurrijke verlichting) dan om maximale betrouwbaarheid. We adviseren al jaren om DIMM's te kopen van de echte DRAM-chipfabrikanten (Samsung, SK Hynix, Micron) en ook de versies zonder metalen plaatjes als afdekking (heatspreader), die bij overklokmodules vaak naamloze chips verbergen en verder geen voordeel opleveren.

Het is verder zinvol je te oriënteren op de compatibiliteitslijsten (Memory Qualified Vendors List, QVL) van je moederbord. Helaas zijn de daar vermelde modules niet altijd makkelijk in EU-shops te vinden. Omgekeerd bieden de websites van de grote third party-module-

fabrikanten, zoals Kingston en Crucial, databases met een lijst van geschikte DIMM's voor bepaalde moederborden. Third-party-fabrikanten van modules kopen geheugenchips en volledige DRAM-wafers van de eigenlijke fabrikanten en testen en selecteren de chips uit volledige wafers volgens hun eigen criteria.

Een paar andere factoren beïnvloeden de betrouwbaarheid van geheugen: de kwaliteit van de connectors op het moederbord, de spanningsconverters, de zorg die wordt besteed aan de assemblage en de kwaliteitsborging van het volledige systeem. De computer moet de schommelingen in temperatuur en spanning als gevolg van veranderende belastingen

CONCLUSIE

ECC-RAM vermindert de kans op bitfouten in werkgeheugen aanzienlijk en maakt het mogelijk dergelijke fouten op te sporen. ECC-RAM garandeert echter geen foutloos werkgeheugen en kan niet achteraf aan een willekeurig systeem worden toegevoegd. ECC-RAM maakt van een los in elkaar gezet systeem geen foutvrije machine. Een kant-en-klaar workstation met ECC-geheugen biedt meer zekerheid. Het is moeilijk in te schatten hoeveel betrouwbaarder een computer met ECC-RAM werkt dan zonder, omdat ook de kwaliteit van de andere onderdelen, de omstandigheden waarin de pc z'n werk doet, de software en de specifieke manier waarop de computer wordt gebruikt een rol spelen.

ECC-RAM is om goede redenen een standaardvoorziening bij servers die intensief worden gebruikt. In massa geproduceerde apparaten met uitdrukkelijk goedgekeurde componenten beloven een bijzonder hoge betrouwbaarheid. Een kant-en-klaar workstation met ECC van een gerenommeerde fabrikant zoals Lenovo is wat dat betreft een veilige keus.



Lenovo