

Zeven wonderen van de HPC-wereld

—

Hoe High Performance Computing (HPC) geweldige ideeën groter maakt, hun grenzeloze potentieel naar boven haalt en innovatie vooruit stuwt.

HPC hervormt de toekomst

door opmerkelijke ontdekkingen vandaag mogelijk te maken

Veel van de huidige ontwikkelingen worden aangestuurd door HPC-technologie van Dell Technologies en AMD. De resulterende op onderzoek gebaseerde ontdekkingen zijn diepgaand en worden aanzienlijk versneld door HPC om een betere toekomst te helpen vorm te geven.

De baanbrekende ontdekkingen van vandaag zijn cruciaal voor onze toekomst. Een betere gezondheid, duurzaamheid van het milieu en de vooruitgang van de mensheid maken allemaal deel uit van het vermogen om voortdurend te innoveren in techniek

en wetenschap. Dit zijn gebieden waar ieder van ons, niet alleen technici en wetenschappers, enthousiast over kan zijn om te verbeteren.

Daar komen data en technologie, met name de supercomputing-categorie van High Performance Computing (HPC), om de hoek kijken. HPC biedt mogelijkheden die voorheen nog maar net waren bedacht, en ontketent nieuwe innovaties die een betere toekomst voor ons allemaal kunnen creëren.

Inhoud

- 1 HPC hervormt de toekomst *pagina 1*
- 2 De kracht van HPC-supercomputing. *pagina 2*
- 3 Het oplossen van de mysteries van het universum *pagina 3*
- 4 Het ontdekken van genezingen voor ziekten *pagina 4*
- 5 Het modelleren van het gedrag van natuurbranden *pagina 5*
- 6 Het begrijpen van hoe onze computers informatie opslaan *pagina 6*
- 7 Het onderzoeken van materiaalkunde *pagina 7*
- 8 Het bestuderen van computationele biologie *pagina 8*
- 9 Het beëindigen van hart- en vaatziekten *pagina 9*



De kracht van HPC- supercomputing

Wat is HPC?

Bij High Performance Computing (HPC) worden enorme hoeveelheden data verwerkt, waarbij complexe berekeningen op hoge snelheid parallel op meerdere servers worden uitgevoerd. Een supercomputer is een speciale klasse van HPC en is vergelijkbaar met duizenden pc's die samenwerken om meer rekenkracht te genereren en complexe taken razendsnel uit te voeren.

Zo kan een pc met een processor van 4,2 GHz per seconde 4,2 miljard berekeningen uitvoeren. HPC kan, na het bereiken van de exascale in 2022, nu minstens 1.000.000.000.000.000 of een triljoen berekeningen per seconde uitvoeren.

HPC-oplossingen

De drie onderling afhankelijke componenten van HPC-oplossingen zijn rekenkracht, netwerk en storage. HPC-architectuur maakt clusters die bestaan uit honderden of duizenden servers, zogenaamde knooppunten, die met elkaar in een netwerk zijn verbonden. De knooppunten werken parallel om ongelooflijke verwerkingssnelheden te leveren die kenmerkend zijn voor high-performance computing.

Dell HPC-oplossingen kunnen op locatie, aan de edge of in de cloud worden geïmplementeerd. Kortom, HPC-technologieën maken gebruik van ultramoderne componenten, zoals CPU's en GPU's die naast storage- en netwerkcomponenten ook de next-generation verwerkingscapaciteit mogelijk maken.

HPC-applicaties en -sectoren

Met recordprestaties wordt HPC gebruikt om de meest complexe problemen ter wereld op te lossen en data sneller om te zetten in inzichten met AMD. Het omvat industrieën en toepassingen zoals onderzoek, energie, engineering, financiële dienstverlening in de gezondheidszorg, auto-industrie en ruimtevaart.

Laten we, om het in een beter perspectief te plaatsen, eens kijken naar zeven inspirerende praktijkvoorbeelden van HPC in actie en hun diepgaande impact op de mensheid.

Het oplossen van de mysteries van het universum

helpt ons te begrijpen waar we vandaan komen en waar we naartoe gaan.

De Christoph Webb Space Telescopi (JWST) heeft samen met HPC-simulaties onlangs een belangrijke en onverwachte ontdekking gedaan over de vorming van sterrenstelsels. Er wordt aan gewerkt om de ontdekking als waar te verifiëren. 13,5 miljard jaar geleden, dicht bij de dageraad van het universum, vond JWST zes nieuwe sterrenstelsels, die allemaal veel volwassener en groter zijn dan ooit verwacht.

Deze verrassende ontdekking zou niet mogelijk zijn geweest zonder HPC. Dat komt doordat het aanpakken van grote vragen over de oorsprong van het universum een enorme hoeveelheid rekenkracht vereist.

De Universiteit van Durham heeft samen met Dell Technologies en AMD een Cosmology Machine (COSMA) opgezet om te beginnen met het beantwoorden van deze vragen. COSMA maakt deel uit van de Distributed Research-faciliteit met behulp van Advanced Computing (DiRAC) met vijf implementaties op de universiteiten van Cambridge, Durham, Edinburgh, Leicester and UCL¹. Met COSMA kunnen wetenschappers enorme hoeveelheden data verwerken en continu enorme, diepgaande simulaties uitvoeren. Aanwijzingen die door JWST zijn onthuld, kunnen vervolgens worden gebruikt om grote inzichten te ontdekken over de oorsprong en de samenstelling van het universum.

"Met HPC kunnen we veel gedetailleerdere simulaties uitvoeren, die we veel beter kunnen vergelijken met waarnemingen van telescopen", zegt dr. Alastair Basden, technisch manager voor het COSMA high-performance computersysteem aan de Universiteit van Durham. "Dit helpt ons bij het begrijpen van de betekenis van het universum, donkere materie, donkere energie en hoe het universum is gevormd. Het gaat ons echt helpen een fundamenteel inzicht te krijgen in de wereld waarin we leven."

¹ <https://www.itpro.co.uk/data-insights/big-data/369538/big-data-nasa-james-webb-space-telescope>





Het ontdekken van genezingen voor ziekten

met ongelooflijke snelheid transformeert de patiëntenzorg en dit heeft invloed op onze gezondheid en ons welzijn.

De zoektocht om het menselijk lichaam te begrijpen staat nooit stil. Veel aspecten van onze complexe en dynamische moleculaire netwerken blijven in mysterie gehuld. Maar HPC brengt daar verandering in door genoombenaderingen en geavanceerde analyses mogelijk te maken die de ontzagwekkende verfijning van het menselijk lichaam helpen verklaren. Door dit te doen, ontdekken wetenschappers nieuwe inzichten die helpen bij het bestrijden van ziekten en het verbeteren van levens.

De kern van genoomonderzoek is DNA-sequencing. Om effectief te zijn, wordt bij dit onderzoek gebruikgemaakt van enorme hoeveelheden anoniem DNA van duizenden families over de hele wereld. Het doel is om de data te analyseren en correlaties te vinden tussen DNA en ziekten die kunnen worden gebruikt om ons te helpen ziekten beter te voorkomen en te behandelen. Data-analyse op deze schaal en snelheid is alleen mogelijk met een enorme hoeveelheid rekenkracht, ofwel HPC. Door HPC aangedreven DNA-sequencing die voorheen 10 jaar in beslag nam, kan nu bijvoorbeeld binnen 4-6 weken worden uitgevoerd.

Door HPC te gebruiken in combinatie met DNA-sequencing heeft onderzoek aan het Flatiron Institute, een interne afdeling van de Simons Foundation, onlangs een verrassende correlatie ontdekt. Wetenschappers die de niercellen van COVID-19-patiënten en patiënten met diabetische nierziekte onderzochten, ontdekten dat beide typen patiënten een vergelijkbare reeks moleculaire processen doormaakten². Deze bevinding suggereert dat diabetespatiënten bijzonder kwetsbaar kunnen zijn voor COVID-19 en stelt waarom de twee ziekten samen zo dodelijk kunnen zijn. Bovendien ontkrachtte het onderzoek de eerdere overtuiging dat het risico op COVID-19-infectie waarschijnlijk niet wordt verhoogd door medicijnen voor hypertensie en diabetes.

En dit is nog maar het begin. Het decoderen van het menselijk genoom is slechts het topje van de ijsberg aan mogelijkheden. Maar het is waar dat HPC, gekoppeld aan genoomonderzoek, het eerder onmogelijke mogelijk maakt. In de toekomst gaan we er zeker van profiteren.

"Met HPC kunnen we snel en nauwkeurig correlaties vinden die niet anders kunnen worden gevonden. Ons DNA-onderzoek kan nu bijvoorbeeld naar de volledige genoomreeks kijken, waardoor de precisie wordt vergroot, kennis wordt uitgebreid en uiteindelijk het leven van mensen wordt beïnvloed."

Ian Fisk, Ph.D., Scientific Computing Core
Co-Director bij het Flatiron Institute.

² <https://www.simonsfoundation.org/2020/10/23/molecular-processes-in-kidney-cells-may-prime-diabetics-for-covid-19-infection/>

Het modelleren van het gedrag van natuurbranden

helpt ons te begrijpen hoe we hun impact kunnen beperken, de veiligheid van mensen kunnen verhogen en ons milieu beter in stand kunnen houden.

Bosbranden worden steeds erger. Volgens onderzoek van het World Resources Institute verbranden tegenwoordig bijna twee keer zoveel bomen als 20 jaar geleden.³

Bosbranden worden veroorzaakt door de opwarming van de aarde en klimaatverandering en zullen naar verwachting in omvang en hevigheid blijven toenemen. Door de terugkoppelingslus van het klimaat verergeren meer bosbranden de omstandigheden voor steeds meer bosbranden.

Met het doel om levens, eigendom en onze bossen beter te beschermen, maakt het San Diego Supercomputer Center van de Universiteit van Californië in hun Expanse-centrum gebruik van HPC, aangedreven door Dell Technologies en AMD, om bosbranden te modelleren. HPC-modellering streeft ernaar om te begrijpen hoe bosbranden zich verspreiden, zodat snellere voorspellingen kunnen worden gedaan en de impact kan worden beperkt.

Aangezien bosbranden complexe, zeer dynamische en ongeplande gebeurtenissen zijn, is het decoderen van hun gedrag bij uitstek geschikt voor HPC-modellering. Input zoals topografie, satellietdata en landschapsveranderingsdata worden gecombineerd met data over windsnelheid, windrichting en vochtigheid (inclusief brandstofdampen in de lucht) om het gedrag van bosbranden te modelleren via de uitgebreide en geavanceerde simulatie- en modelmogelijkheden van HPC⁴.

"Dit is belangrijk werk omdat het beperken van de gevolgen van bosbranden essentieel is voor het veiligstellen van een solide toekomst voor gemeenschappen van over de hele wereld. Met HPC kunnen we de verspreiding van bosbranden op voorhand voorspellen, waardoor we deze het meest effectief kunnen bestrijden. Het is een krachtige combinatie", deelt Shawn Strande, adjunct-directeur van het San Diego Supercomputer Center aan de University of California, San Diego.

Het modelleren van bosbranden is een van de manieren waarop HPC ons helpt een gezondere planeet te creëren.

³ <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires>

⁴ https://ral.ucar.edu/sites/default/files/public/file_attach/features/KosovicHPCUserForum2022-compressed.pdf





Het begrijpen van hoe onze computers informatie opslaan

helpt ons bij het beantwoorden van fundamentele vragen over leren en kan ook leiden tot betere kunstmatige intelligentie.

Sommige herinneringen zijn onvergetelijk. Maar het inzicht van wetenschappers in hoe onze hersenen die bewaren, ondergaat een radicale wending. De lang bestaande overtuiging was dat herinneringen waren gebonden aan specifieke neuronen en hun verbindende synapsen. Bij het Centre for Computational Neuroscience van het Flatiron Institute is het tegendeel aangetoond door HPC en recent onderzoek. Er wordt gewezen op een nieuw concept genaamd "representational drift".⁵

Als u bijvoorbeeld in de auto zit, zijn de specifieke herinneringsneuronen die uw geheugen activeren niet gefixeerd, zoals eerder werd gedacht, maar eerder in constante beweging. Het kan zijn dat een bepaalde neuronengroep u op maandag helpt met navigeren en een andere op dinsdag. Dat is representational drift (verschuiving van representaties), een concept dat verband houdt met de steeds veranderende relatie tussen cellen, niet met de specifieke cellen zelf. Ondanks dit dynamische verschijnsel kunnen onze herinneringen en aangeleerd gedrag sterk blijven. Voor wetenschappers is het een raadselachtige paradox.

Dell Technologies en AMD helpen wetenschappers van het Flatiron Institute mogelijke antwoorden te vinden op hoe dit kan werken door representational drift te modelleren. Vroege bevindingen geven inzicht in hoe fluctuerende representaties werken. Kortom, wanneer een synaps niet kan verzenden, verschuiven onze neurale representaties tussen verschillende paden, maar behouden ze vergelijkbare patronen, waardoor onze herinneringen kunnen blijven bestaan.

"Ons werk aan het menselijk geheugen belichaamt de missie van het Flatiron Institute om wetenschappelijk onderzoek te bevorderen door middel van rekenmethoden, waaronder data-analyse, theorie, modellering en simulatie. Hoewel ons nieuwe model essentieel is, hebben we nog steeds een lange weg te gaan om te begrijpen hoe onze hersenen werken", zegt Ian Fisk, Ph.D., Co-Director Scientific Computing Core bij het Flatiron Institute. "Gelukkig brengt HPC ons onderzoek met ongelooflijke snelheid vooruit."

Het brein is zowel een wonder als een mysterie. HPC-modellen zijn snelle en krachtige docenten die ons informatie geven over onze hersenen, onze herinneringen en hoe we leren.

⁵ <https://www.simonsfoundation.org/2023/03/09/computational-model-uncovers-new-insights-into-how-our-brains-store-information/>

Het onderzoeken van materiaalkunde

helpt ons bij het verbeteren van ons gebruik van energie (snel, verantwoord en betrouwbaar) terwijl we gezamenlijk streven naar verbetering van de toekomst voor de mensheid.

Zodra supergeleiders bij kamertemperatuur volledig zijn ontwikkeld, zullen ze een doorbraak voor de samenleving zijn. Momenteel zijn supergeleiders bij kamertemperatuur de heilige graal van de natuurkunde. Wetenschappers hebben tientallen jaren geworsteld met het ontrafelen van manieren om supergeleiders bij kamertemperatuur te creëren, en velen hebben hun leven gewijd aan het oplossen van deze uitdaging. Als het is opgelost, zal supergeleiding de wereld op ingrijpende manieren veranderen, met name op het gebied van elektriciteitsnetten en transport - zoals elektrische voertuigen en magnetisch zwevende treinsystemen - en, ironisch genoeg, in supercomputing zelf.

Tegenwoordig zijn geleiders die elektriciteit transporteren inefficiënt en gaat ongeveer 6-10% van de energie die wordt opgewekt door het elektriciteitsnet verloren bij doorgang.⁶⁷ Dit kost consumenten elk jaar miljarden dollars aan verspilde energieproductie en houdt ons afhankelijker van fossiele brandstoffen. Supergeleiders maken daarentegen wrijvingsloze elektriciteit mogelijk, die werkt zonder verlies of overtollige warmte. Historisch gezien was supergeleiding echter alleen mogelijk bij ultrakoude temperaturen, zoals -450 graden Fahrenheit. Recente ontdekkingen beloven baanbrekende materialen die supergeleidend kunnen zijn bij 59 graden Fahrenheit, oftewel kamertemperatuur.

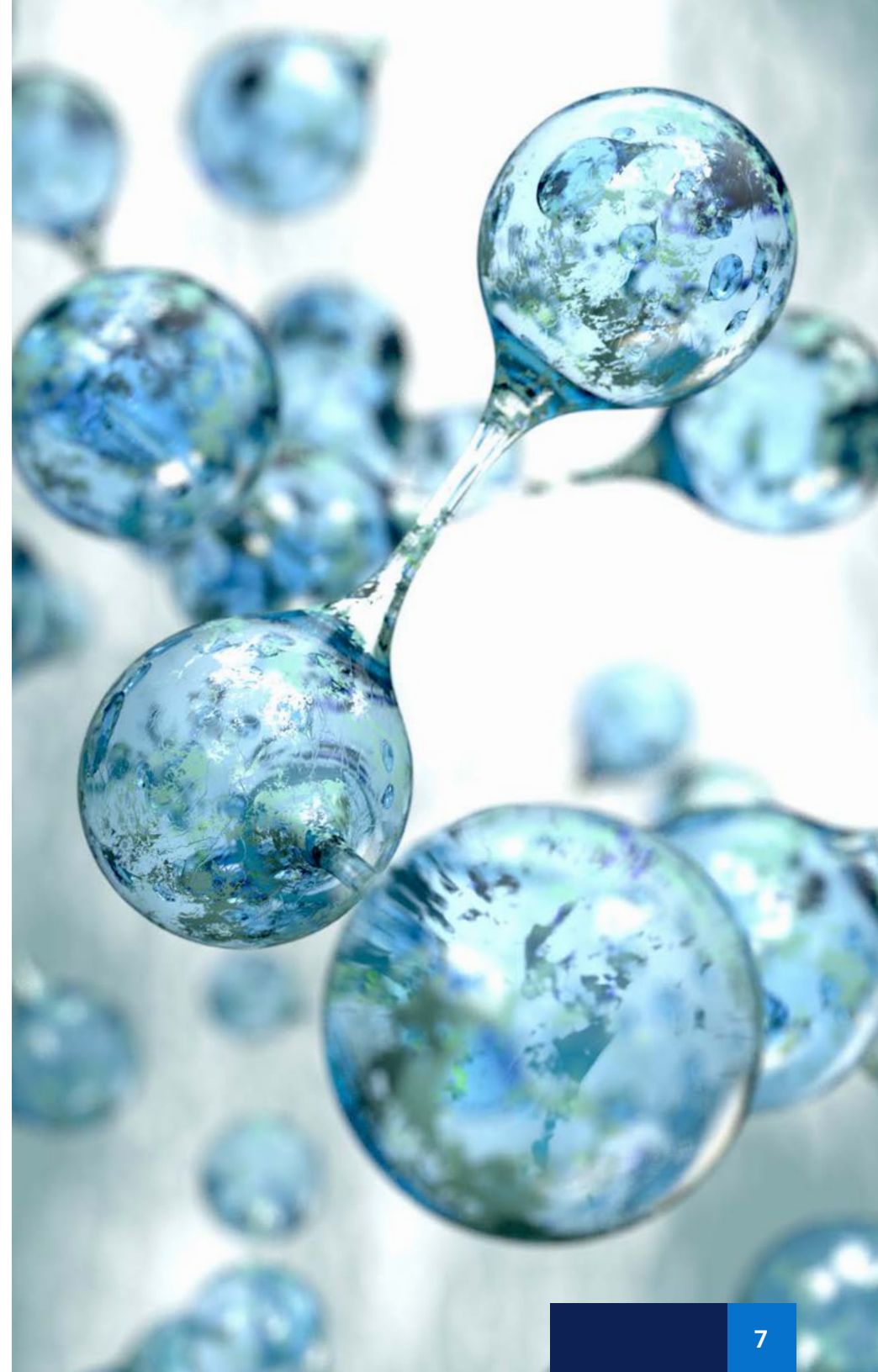
Bij het Flatiron Institute versnellen Dell Technologies en AMD materiaalwetenschappelijk onderzoek om het ongelooflijke potentieel van supergeleiding te ontsluiten. De mogelijkheid om simulaties te maken van het aantal potentiële materialen en dit razendsnel uit te breiden scheelt jaren van onderzoek, waardoor bij voorbaat kansloze stoffen snel worden geëlimineerd en opties met hoge waarschijnlijkheid worden geïdentificeerd.

"Ons werk op het gebied van materiaalwetenschappen is belangrijk omdat het eerder een complete carrière kon duren om 10.000 mogelijke materialen of verbindingen te onderzoeken. Dankzij de diepgang en productiviteit van door HPC aangedreven onderzoek kunnen 10.000 materialen tegenwoordig binnen enkele maanden worden geanalyseerd met een hoge mate van precisie, zoals een paar procentpunten", zegt Ian Fisk, Ph.D., Scientific Computing Core Co-Director bij het Flatiron Institute.

Dat betekent dat we misschien in staat zijn om een revolutie teweeg te brengen in energie en een versnelde weg te banen om te stoppen met fossiele brandstoffen, waardoor we veel sneller een betere toekomst creëren dan we ons hadden voorgesteld.

6 <https://www.vice.com/en/article/y3gdgw/ok-what-is-room-temperature-superconducting-and-will-it-change-everything>

7 <https://theconversation.com/a-tenth-of-all-electricity-is-lost-in-the-grid-superconducting-cables-can-help-199001>





Het bestuderen van computationele biologie

brengt ons dichterbij het vinden van geneeswijzen voor ziekten.

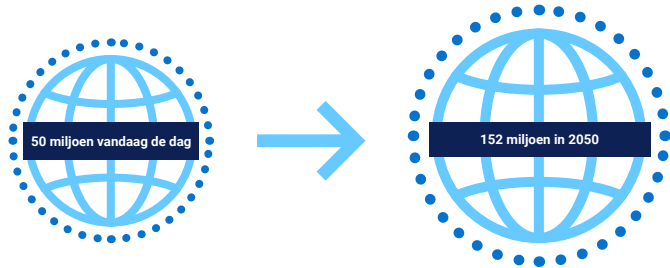
De ziekte van Alzheimer is wijdverbreid en treft wereldwijd naar schatting 50 miljoen mensen. Een doorbraak om de ziekte van Alzheimer in te dammen is van het grootste belang. Zonder een dergelijke doorbraak zou de ziekte van Alzheimer tegen 2050 meer dan 152 miljoen mensen kunnen treffen.

Er wordt onderzoek gedaan om een remedie te vinden met San Diego Supercomputer Center's (SDSC) Expanse.* Met behulp van computationele biologie en SDSC's Expanse hebben de onderzoekers van de Universiteit van Kansas die de familiale of genetisch erfelijke ziekte van Alzheimer bestudeerden, een belangrijke ontdekking gedaan. Geavanceerde HPC-simulaties leverden de allereerste mechanistische inzichten op over γ -secretase, een belangrijk eiwitenzym bij de familiale ziekte van Alzheimer. Het begrijpen van γ -secretase-interacties en -mutaties is de sleutel tot het blootleggen van wegen om gedachten, taal en geheugen beter te beheersen.

"Het aanpakken van de ziekte van Alzheimer is een nobel doel, op unieke wijze mogelijk gemaakt door onze HPC-supercomputer, Expanse. Vroege onderzoeksresultaten zijn veelbelovend in het voortdurende streven naar een behandeling voor de bevolking in het algemeen en onze wetenschappers streven hartstochtelijk naar ontdekkingen die zullen helpen", zegt Shawn Strande, adjunct-directeur van SDSC aan de Universiteit van Californië, San Diego.

Naarmate de wereldbevolking ouder wordt, zal HPC-ondersteund onderzoek om effectievere behandelingen voor de ziekte van Alzheimer te vinden revolutionair zijn voor individuen, gezinnen en onze gemeenschappen.

* Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door HPC en de sponsororganisaties. Dit werk is gefinancierd door de National Science Foundation en de National Institutes of Health. Supercomputingtijd op Expanse is gefinancierd door de Extreme Science and Engineering Discovery Environment van het NSF.



50 miljoen mensen hebben momenteel te maken met de ziekte van Alzheimer

Kan tegen 2050 meer dan 152 miljoen mensen treffen

Het beëindigen van hart- en vaatziekten

kan ons in staat stellen om gezonder en langer te leven met preventieve zorg.

Elk jaar komen er ongeveer 56 miljoen mensen om het leven.⁸ Verreweg de belangrijkste doodsoorzaak is hart- en vaatziekten, verantwoordelijk voor meer dan 33% van de sterfgevallen wereldwijd.

Hierbij is atherosclerose een belangrijke oorzaak van hart- en vaatziekten bij de mens. De belangrijkste boosdoener die vroeg optreedt om de ontwikkeling van atherosclerose op gang te brengen, is de vorming van schuimcellen,⁹ en een belangrijke factor bij de vorming van schuimcellen zijn lipidedruppels. Lipidedruppels beheren de opslag van lipiden, de lipidenbalans en potentiële eiwitassociaties.¹⁰ Interessant is dat een verstoorde lipidenbalans verband houdt met een verscheidenheid aan ziekten die verder gaan dan hart- en vaatziekten, zoals obesitas, leververvetting, diabetes type 2, de ziekte van Alzheimer en kanker. Daarom kan het verkrijgen van inzichten over lipidedruppels zo baanbrekend zijn.

Dat bracht onderzoekers van de Universiteit van Utah ertoe¹¹ om te werken aan de aanpak van atherosclerose door de vorming van schuimcellen en lipidedruppels te onderzoeken. Ze gebruiken AMD EPYC computing bij Expanse in het San Diego Supercomputer Center om het effect van sterolesters en niet-coderende RNA's op faseveranderingen van lipidedruppels en schuimcellformaties te modelleren. Doorbraken op dit gebied van de wetenschap kunnen miljoenen mensen over de hele wereld helpen de gevolgen van vaak dodelijke ziekten te verminderen.

"Onze onderzoekers volgen snel wat er mogelijk is met HPC bij SDSC, een baanbrekende leider op het gebied van high-performance en data-intensieve computing. Het helpen aanpakken van wereldwijde epidemieën zoals atherosclerose is een geweldige demonstratie van wat HPC voor onze wereld kan doen", zegt Shawn Strande, adjunct-directeur van SDSC aan de Universiteit van Californië, San Diego.

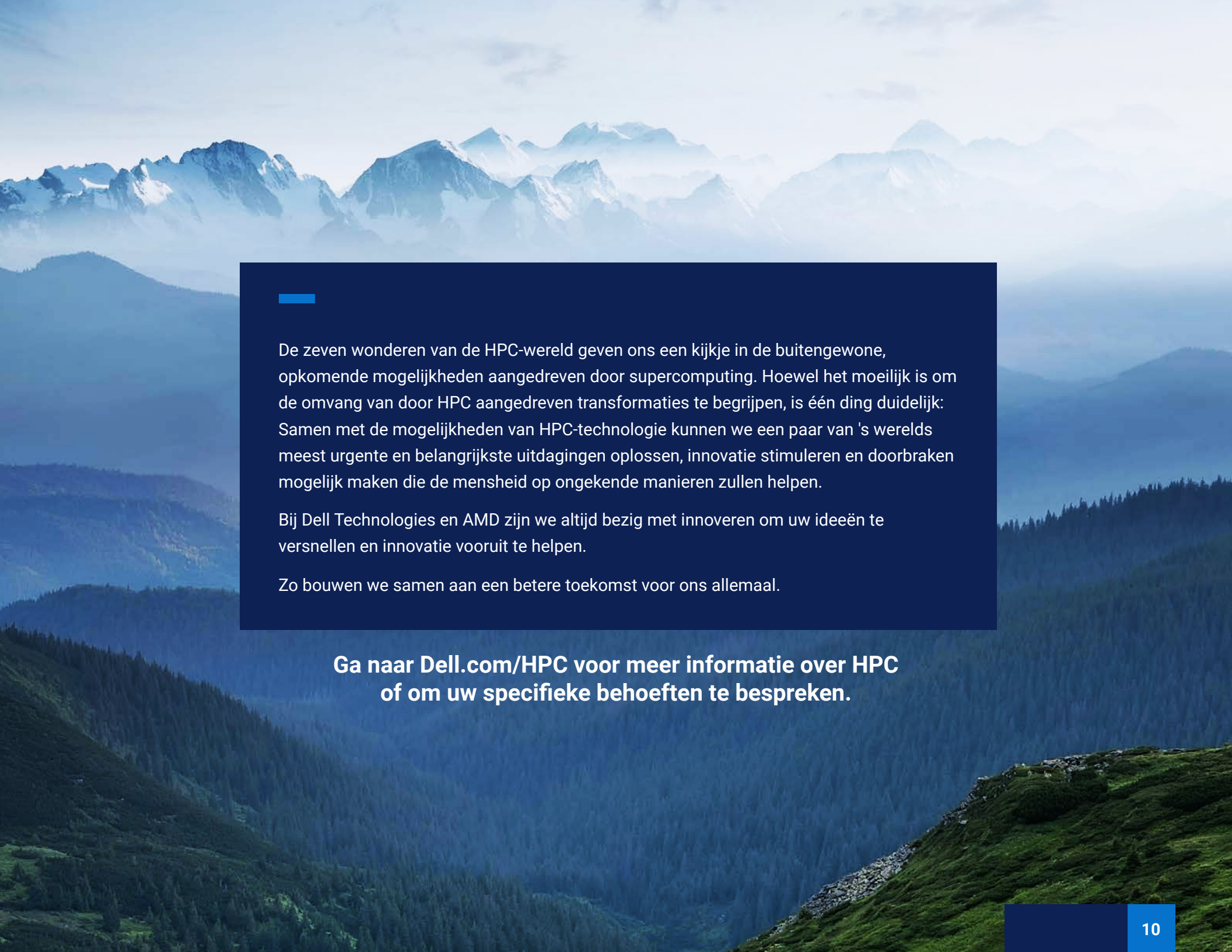
8 <https://ourworldindata.org/causes-of-death>

9 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7961492/>

10 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6770496/>

11 <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.06.05.494869v1>





De zeven wonderen van de HPC-wereld geven ons een kijkje in de buitengewone, opkomende mogelijkheden aangedreven door supercomputing. Hoewel het moeilijk is om de omvang van door HPC aangedreven transformaties te begrijpen, is één ding duidelijk: Samen met de mogelijkheden van HPC-technologie kunnen we een paar van 's werelds meest urgente en belangrijkste uitdagingen oplossen, innovatie stimuleren en doorbraken mogelijk maken die de mensheid op ongekende manieren zullen helpen.

Bij Dell Technologies en AMD zijn we altijd bezig met innoveren om uw ideeën te versnellen en innovatie vooruit te helpen.

Zo bouwen we samen aan een betere toekomst voor ons allemaal.

**Ga naar [Dell.com/HPC](https://www.dell.com/HPC) voor meer informatie over HPC
of om uw specifieke behoeften te bespreken.**