

SURF TECH TRENDS 2023

SURF



Voorwoord

SURF heeft als coöperatie de missie om betrouwbare en innoverende IT-voorzieningen mogelijk te maken, om het Nederlandse onderwijs en onderzoek te laten uitblinken. Naast onze rol als dienstverlener en vereniging vereist onze rol als innovatiewerkplek dat we kennis over toekomstige ontwikkelingen opbouwen en delen met onze leden. Daarmee wordt dit trendrapport aan onze strategie gekoppeld. Samen sturen we innovatie aan door deel te nemen aan gezamenlijke initiatieven, met onze leden in hun rol als onderzoeksinstellingen en SURF in haar rol als facilitator voor het delen van kennis. We streven ernaar om een rapport te leveren dat interessant is om te lezen door zowel bestuursleden als IT-professionals.

Met inhoud die door de technische experts van onze leden is geleverd en begeleiding van onze Wetenschappelijke Technische Raad zullen we de besproken onderwerpen en indeling de komende jaren continu verbeteren en uitbreiden.”

Jet de Ranitz, Hans Louwhoff en
Ron Augustus (Raad van Bestuur SURF)



Inhoud

Inleiding

- Aanpak
- Leeswijzer
- WaardenWijzer
- Drijfveren



Kunstmatige Intelligentie

- Richting 'Franken-modellen'
- Efficiëntere aanpak van AI-systemen
- Nieuwe manieren om toegang te krijgen tot gegevens
- Richting betrouwbare AI
- Toegankelijke computing en modellen



Advanced Computing

- Computing continuüm
- Energieduurzaamheid in digitale infrastructuur
- De soevereiniteit in digitale infrastructuur beschermen
- Onconventionele paradigma's voor computing
- High-end computing in kwalitatieve onderzoeksgebieden



Kwantum

- Kwantumsleuteldistributie wint momentum
- Kwantumcomputers in de cloud
- Hybride kwantum-/klassieke computing
- Foutcorrectietechnieken
- Kwantumnieuwsgierigheid



Edge

- Cloud-Edge Continuüm
- Digitale tweelingen
- Werkelijke real-time datastromen
- Code overal uitvoeren
- Robotgestuurde automatisering



Netwerken

- Big Tech en netwerken
- Intelligente netwerken
- Edge en campus architectuur
- Next generation networks



eXtended Reality

- XR verrijken door technologieën te combineren
- Virtuele sociale interacties worden steeds geavanceerder
- Nieuwe uitrusting voor nieuwe realiteiten
- Een toenemend aantal ethische bezwaren
- Een gefragmenteerd ecosysteem

Inleiding

Een van de doelstellingen van SURF is adaptief en flexibel te zijn in een complexe en dynamische omgeving. Daarom vinden we dat het onze taak is om op een gestructureerde manier samen met onze leden en stakeholders na te denken over de toekomst.

Dit trendrapport is bedoeld om a) ons te helpen begrijpen welke technologische ontwikkelingen er om ons heen plaatsvinden, b) om onze observaties proberen te begrijpen en c) om te inspireren. We hebben gekozen voor het technologieperspectief om een overzicht te geven van signalen en trends, en om enkele voorbeelden te laten zien van hoe de technologie zich ontwikkelt.

Hoewel SURF al eerder trendrapporten heeft gepubliceerd, brengen we voor het

eerst een uitgebreid overzicht uit van technologische trends. Op die manier leggen we de grondslag op basis waarvan we de komende jaren kunnen verbeteren. We gaan actief in gesprek met onze stakeholders om de implicaties van onze verwachtingen voor onderwijs en onderzoek te verkennen. We nodigen partners in onderwijs en onderzoek uit om contact met ons op te nemen en hun bevindingen en verwachtingen te delen.

Dit rapport is, zoals je je kunt voorstellen, niet bedoeld als een plan van aanpak of instructies. We nodigen je uit om de informatie naar je eigen context te vertalen, of contact met ons op te nemen voor meer informatie.





Aanpak

Op de volgende bladzijden lees je meer over onze aanpak en over de kaders die we hebben gebruikt om de trends te analyseren.

Ten eerste lazen we meerdere trendrapporten (bijv. Gartner, McKinsey, Deloitte, Future Today Institute, enz.) om de algemene technologische thema's te identificeren. Wij hebben de volgende thema's al meest relevante thema's voor het onderwijs en onderzoek geïdentificeerd: Extended Realities, Kwantum, Kunstmatige intelligentie, Edge, Netwerken en Advanced computing. We verwachten dat deze thema's de komende jaren impact zullen hebben op onderwijs en onderzoek.

In een tweede fase vroegen we deskundigen binnen en buiten SURF om ons meer te vertellen over de technologische trends die ze waarnemen en over de relevantie van deze technologische trends voor onderwijs en onderzoek. Hiervoor hebben we o.a. coördinerende SURF contactpersonen, de Wetenschappelijke Technische Raad (WTR) en Kennisnet gevraagd om met ons mee te lezen en te denken. Om lezers te helpen beslissen hoe ze een trend moeten beoordelen, maken we ook een relatie naar publieke waarden en het gereedheidsniveau.

Deze benadering is geïnspireerd op Els Dragt ([how to research](#)), Turner en Amy Webb ([Future Today Institute](#))

Leeswijzer

The screenshot shows a digital magazine page titled 'KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE' (Artificial Intelligence) from 'SURF Tech Trends 2023'. The page features a purple header and a main article titled 'Nieuwe manieren om toegang te krijgen tot gegevens' (New ways to get access to data). The article discusses the challenges of data access and introduces 'Gefedereerd leren' (Federated learning) as a solution. The page includes a sidebar with 'Publieke waarden' (Public values), 'Gereedheidsniveau' (Readiness level), and 'Drijfveren' (Drivers). A navigation bar at the bottom allows switching between chapters like 'Kunstmatige Intelligentie', 'Edge', 'Advanced Computing', 'Netwerken', 'Kwantum', and 'eXtended Reality'.

Hoofdstuk (Chapter): KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE

Trendnummer (Trend number): TREND #3

Trend (Trend): Nieuwe manieren om toegang te krijgen tot gegevens

Publieke waarden (Public values): Autonomie, Onafhankelijkheid van onderwijs, Rechtvaardigheid, Integriteit, gelijke kansen | effectiviteit, Menselijkheid

Gereedheidsniveau (Readiness level): Gereedheid (VOLG, PLAN, DOE)

Drijfveren (Drivers): #Privacy #Europese wetgeving #Digitale economie #Data-economie #Datagovernance #Automatisering

Introdactie van de trend (Introduction of the trend): Het centraliseren en delen van gegevens is niet altijd haalbaar vanwege de complexiteit van de organisatie, buitensporige kosten of privacyproblemen. Er worden steeds meer oplossingen ontwikkeld om toegang te krijgen tot inzichten uit moeilijk te delen data. Dit gebeurt ofwel door gedistribueerde training (gefedereerd leren), training over synthetische gegevens, ofwel door het delen van beveiligde gegevens en computeromgevingen. AVG en andere initiatieven maken gegevensprivacy tot een topprioriteit, waardoor deze trend wordt versterkt. De hoge (data)kosten voor het van het begin af aan trainen van nieuwe modellen is ook een stimulans om op zoek te gaan naar creatieve manieren om met minder data te werken. Deze trend helpt organisaties om controle en eigenaarschap van gegevens te behouden en kan helpen om de ecologische impact van het AI-ecosysteem te verminderen.

Voorbeeld van deze trend (Example of this trend): **Gefedereerd leren**
In gebieden waar bepaalde data of een deel van de data niet kan worden gedeeld (bijv. gezondheidszorg en onderwijs), wordt het cruciaal om algoritmen te trainen zonder volledige toegang tot de gegevens te hebben. Dit is wat gefedereerd leren oplost door een netwerk van knooppunten te ordenen, waarbij elk knooppunt gedeeltelijk een algoritme leert met alleen zijn data, voordat het model centraal wordt samengevoegd, zonder ooit toegang te hebben gehad tot de volledige dataset zelf.

Meer online lezen over dit voorbeeld (Read more online about this example): open voorbeeld

Door de bladzijden navigeren (Navigate through the pages): SURF, Kunstmatige Intelligentie, Edge, Advanced Computing, Netwerken, Kwantum, eXtended Reality

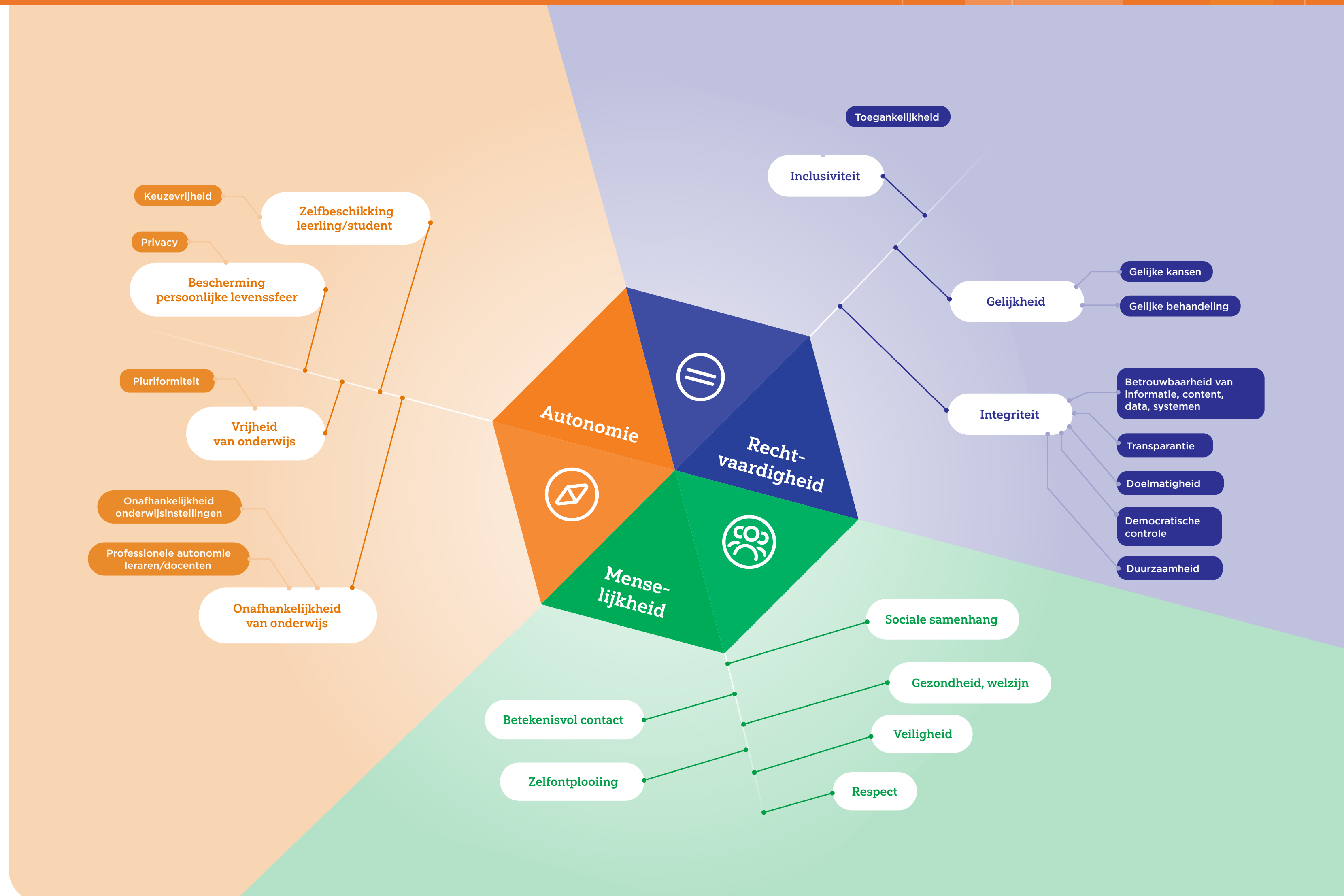
Door de hoofdstukken navigeren (Navigate through the chapters): SURF, Kunstmatige Intelligentie, Edge, Advanced Computing, Netwerken, Kwantum, eXtended Reality

WaardenWijzer

SURF en Kennisnet, de openbare ICT-organisaties voor het onderwijs in Nederland, hebben de WaardenWijzer ontworpen om een gemeenschappelijke taal te bieden voor het voeren van de dialoog in het onderwijs over digitalisering en het belang van onderwijswaarden.

De WaardenWijzer biedt een referentiekader voor het structureren van digitale transformatie op basis van waarden.

Voor elke trend hebben we een relatie met publieke waarden vastgesteld. De WaardenWijzer helpt ons om een waarde of meerdere waarden te identificeren die de trend in een bepaalde richting sturen. (Dragt, 2017)



Drijfveren

Drijfveren zijn invloedrijke krachten van verandering die de huidige ontwikkelingen (kunnen) vormgeven. Voor een beter begrip van trends moeten we ze in hun context zien: welke drijfveren geven vorm aan of beïnvloeden een trend? Een manier om deze drijfveren te analyseren, is met behulp van de STEEP-tool. Daarom bieden we een snelle scan van de Sociale, Technologische, Economische, Ecologische en Politieke (STEEP) krachten die we waarnemen in het Nederlandse onderwijs en onderzoek.

Bronnen:

- [WEForum](#)
- 2022 EDUCAUSE Horizon Report: [Data and Analytics Edition](#)
- 2022 EDUCAUSE Horizon Report: [Teaching and Learning Edition](#)
- [Megatrends](#)

Sociaal

- Gendergelijkheid in wetenschap, technologie, onderwijs, kunst en wiskunde (STEAM: Science, Technology, Education, Arts & Mathematics)
- Onderzoeksomgeving
- Een leven lang leren
- Digitale geletterdheid en vaardigheden
- Diversiteit, rechtvaardigheid en inclusie (DEI: Diversity, Equity & Inclusion)
- Internationalisering

Technologisch

- Dataïsme
- Datagovernance
- (Cyber)veiligheid
- Connectiviteit
- Decentralisatie
- Automatisering
- Open Source-ontwikkeling
- Verantwoorde technologieën

Ecologisch

- Energiebesparend
- CO2-voetafdruk
- Biodiversiteit
- Klimaatverandering

Political

- Open Science
- Open en online onderwijs
- Recht om thuis te kunnen werken
- EU-wetgeving
- Privacy

Economisch

- Digitale economie
- Circulaire economie
- Globalisering

Kunstmatige Intelligentie

→ Richting 'Franken-modellen'

→ Efficiëntere aanpak van AI-systemen

→ Nieuwe manieren om toegang te krijgen tot gegevens

→ Richting betrouwbare AI

→ Toegankelijke computing en modellen



Kunstmatige intelligentie

Kunstmatige intelligentie (AI: Artificial Intelligence) en, meer specifiek, machine-leren (ML) hebbende de laatste jaren hun vleugels uitgeslagen. Dit heeft geleid tot indrukwekkende prestaties, zoals het verslaan van 's werelds beste Go-speler met AlphaGO en bijna levensechte beeldgeneratie door systemen zoals Dall-E. Het leidde echter ook tot zorgen en discussies over de mogelijke risico's en schade die AI-systemen kunnen veroorzaken.

AI-technologie heeft al een sterke invloed op de onderzoeks- en onderwijswereld, zowel wat inhoud betreft, als de werking, en dit zal ongetwijfeld in de toekomst zo blijven. AI is een gewild studiegebied bij onderzoekers en ML is een waardevolle onderzoeksmethode.

Daardoor neemt het aantal toepassingen de laatste tijd toe. Binnen het onderwijs is AI minder ver ontwikkeld voor wat betreft de implementatie ervan, zoals te zien is in de trendmanifestaties die hier worden gepresenteerd. De belofte van onderwijsapparaten met AI (AIED's: Artificial Intelligence Educational Devices) groeit echter, zowel in het klaslokaal (microniveau), als in instellingen (mesoniveau) en de samenleving in het algemeen (macroniveau).

AI wordt vaak ingezet binnen een complex systeem dat de technologische infrastructuur binnen sociaal-technische contexten bevat. Deze ontwikkeling wordt ook geïllustreerd door trends op het gebied van bijvoorbeeld berekeningen, data en hosting van diensten.

Het wordt ook weerspiegeld in trends met betrekking tot manieren waarop deze technologische elementen in specifieke community's ingezet zou kunnen worden om een betrouwbaar ecosysteem te vormen.



TREND #1

Richting 'Franken- modellen'

Publieke waarden

	Autonomie	Onafhankelijkheid van onderwijs
	Rechtvaardigheid	Gelijkheid Integriteit Betrouwbaarheid van informatie Transparantie Democratisch bestuur Duurzaamheid Inclusiviteit
	Menselijkheid	Veiligheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Internationalisering #Dataïsme
#Decentralisatie #Energiezuinigheid #Open Science
#Open source-ontwikkeling

Vroege modellen voor ML zijn ontworpen voor een specifieke taak. Recente ontwikkelingen tonen aan dat we nu complexere modellen kunnen bouwen die verschillende soorten input combineren in een systeem met bredere capaciteiten. Innovaties in architectuur en multimodale, multi-objectieve training van modellen maken dit mogelijk. Modellen worden getraind met verschillende soorten informatie en een verscheidenheid aan taken. Instellingen met toegang tot die modellen hebben een concurrentievoordeel. Deze (Franken-)modellen worden vaak getraind met zwakke labels of zelfs zonder toezicht. De methodologie heeft betrekking op het gebruik van zelftoezicht, wat leidt tot generieke capaciteiten. Deze modellen kunnen worden gezien als een nieuw Zwitsers zakmes, dat nieuwe capaciteiten en mogelijkheden voor automatisering ontsluit, wat leidt tot waardecreatie.



Funderingsmodellen

De term 'funderingsmodel' is bedacht door onderzoekers van het Stanford Institute for Human-Centred Artificial Intelligence voor het vastleggen van de toename in grote modellen die op grote schaal zijn getraind en zich kunnen aanpassen aan een breed scala aan taken. Deze modellen bieden alle een platform van capaciteiten die later kunnen worden aangepast aan specifieke toepassingen, zoals BERT, chatGPT-4, chatGPT, DALL-E en stabiele diffusie.

 open voorbeeld



DeepMind's Flamingo-model

Flamingo is een visueel taalmodel (afbeeldingen + tekst) ontwikkeld door DeepMind. Het combineert een visueel en een taalmodel, wat betekent dat het een breed scala aan taken met betrekking tot die modaliteiten kan aanpakken. Flamingo is ook een 'few-shot'-leermodel, wat betekent dat het nieuwe taken kan leren met slechts een paar extra inputs. De volgende stap is het overschakelen van tekst-naar-afbeelding naar van tekst-naar-videotoepassingen. Deze technologie biedt potentie om te helpen bij het creëren van betrokken persoonlijke assistenten voor de onderwijssector.

 [open voorbeeld](#)

 [open voorbeeld](#)

IMPACT

Deze modellen kunnen nieuwe mogelijkheden ontsluiten voor zowel onderzoek als onderwijs: informatie halen uit ingewikkelde systemen, nieuwe complexe data genereren, nieuwe datamodaliteiten toevoegen aan

bestaande pijplijnen, bestaande taken automatiseren/versnellen en meer interactieve en boeiende cursussen ontwerpen. Deze modellen beschikken over end-to-end-mogelijkheden, waardoor ze complexe problemen kunnen modelleren. Zoals vaak het geval is, zijn die modellen gevoelig voor problemen met vertekening, vooroordelen en auteursrechten. Niet-uniforme ingebruikname van deze instrumenten kan ook de hiaten in efficiëntie tussen de actoren vergroten. Het aansturen van de getrainde modellen wordt steeds belangrijker om integriteit te waarborgen. Er bestaat een potentieel risico dat modellen te krachtig worden en onze menselijke waarden gaan bedreigen. We verwachten dat dergelijke generieke, grote, voorgetrainde modellen het uitgangspunt zullen worden voor toekomstig taakontwerp en training.

Multimodaal leren in de gezondheidszorg


De multimodale aanpak helpt onderzoekers om kennis en waarde uit een exascale dataset te halen zonder dat daar grote gelabelde, geannoteerde gegevens voor nodig zijn. Het toezicht wordt uitgevoerd door gebruik te maken van getrainde netwerken om labels te leveren die op hun beurt door een actieve leerinterface worden gecorrigeerd. We kunnen beelden van weefsels combineren met de bijbehorende diagnostische tekst. Een vergelijkbare impact is te verwachten op gebieden waar kennisextractie afhankelijk is van basiscapaciteiten uit funderingsmodellen, zoals het combineren van data uit sensors met meerdere modaliteiten of het combineren van resources in een leeromgeving.

 [open voorbeeld](#)

TREND #2

Efficiëntere aanpak van AI-systemen

Publieke waarden

 **Autonomie** Onafhankelijkheid van onderwijs

 **Rechtvaardigheid** Integriteit | Duurzaamheid | Effectiviteit

 **Menselijkheid**

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Internationalisering #Dataïsme
#Decentralisatie #Energiezuinigheid #Open Science #Open source-ontwikkeling

Naarmate het gebruik van AI-systemen toeneemt, zien we een trend richting efficiënte training en implementatie van AI-systemen. Deze trend staat gelijk aan een inspanning om zowel de data- als de berekeningskosten van training en implementatie van AI-systemen te verlagen. Door economische en ecologische gevolgen is het niet altijd haalbaar om steeds grotere modellen te trainen in het kader van economische kosten als duurzaamheid. Op modelniveau gebruikt inductieve vertekening kennis van het bestudeerde systeem bij voorbaat om de modelarchitectuur te beperken. Een opmerkelijke klasse van opkomende netwerken is het gepulst neurale netwerk ('Spiking Neural Networks'), dat belooft neuronefficiënter te zijn dan een klassiek kunstmatig neurale netwerk, d.w.z. dat het complexer gedrag kan bereiken met minder neuronen dan traditionele modellen.

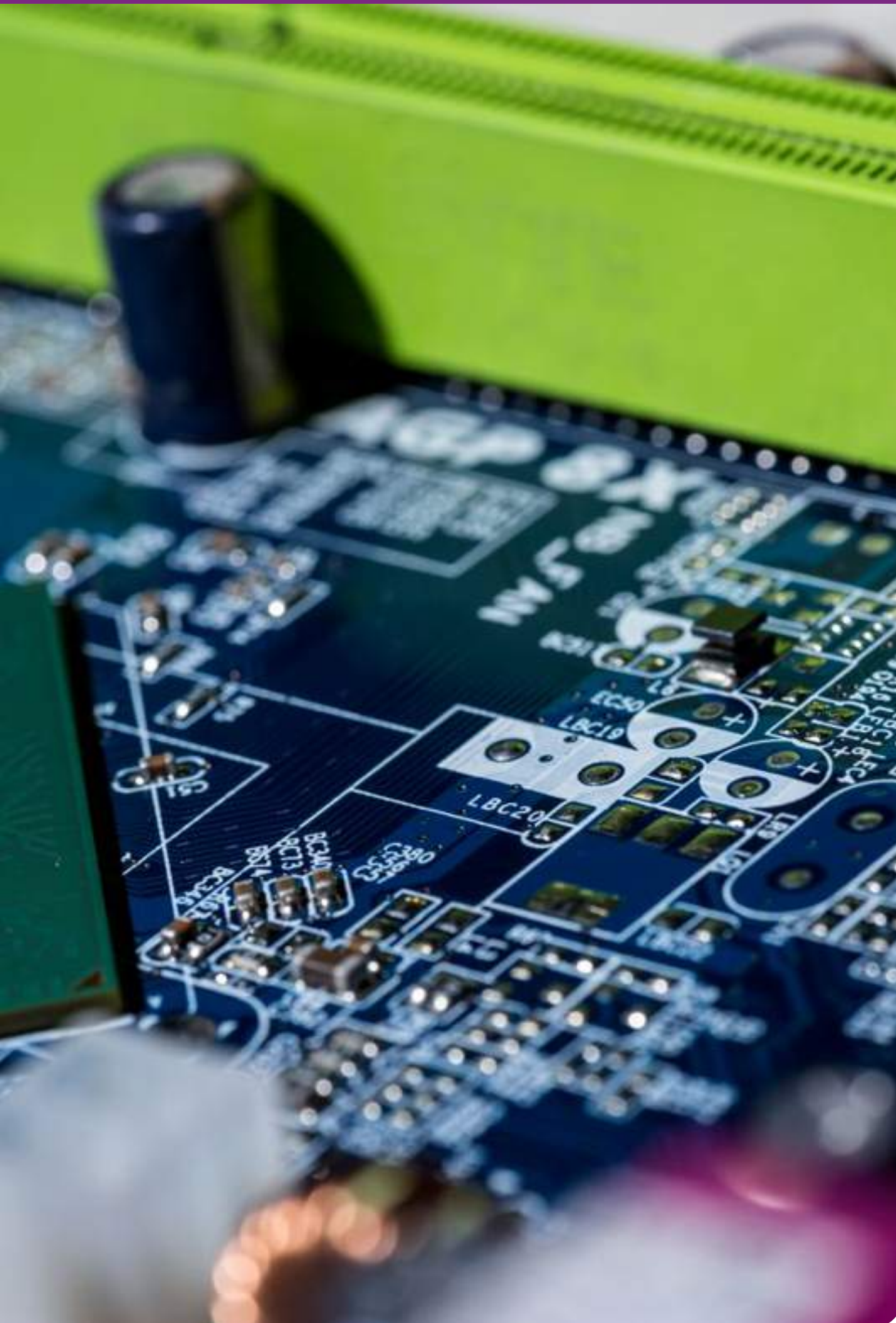
Dit wordt gedaan met behulp van biologisch geïnspireerde activeringen. Naast het verminderen van de complexiteit van data en modellering, treedt er ook een verschuiving op naar AI-specifieke hardware om modellen effectief te trainen en uit te voeren. De overgang van CPU naar GPU voor bepaalde computingtaken heeft geleid tot de ontwikkeling van nog specifiekere hardware.

Natuurkunde-geïnformeerde neurale netwerken

Bij meerdere projecten wordt rekening gehouden met fysieke wetten (een vorm van inductieve vertekening) bij het ontwerpen van de simulatiestroom om de gegevensbehoefte en modelcomplexiteit te beperken. Op die manier verwerpen de modellen automatisch alle mogelijke 'niet-fysieke' oplossingen voor het probleem, waardoor het aantal resultaten en dus de trainingstijd drastisch afneemt.

 open voorbeeld

 open voorbeeld



Grafische neurale netwerken

GNN zijn een ander voorbeeld van inductieve vertekening. Deze netwerken zijn met name doeltreffend voor taken waarbij gegevens afkomstig zijn uit niet-Euclidische ruimte (d.w.z. waarbij de fysieke ruimte irrelevant is). Het meest voor de hand liggende voorbeeld bestaat natuurlijk uit sociale netwerken, maar deze netwerken kunnen worden toegepast in een verrassend breed scala aan domeinen (bijv. natuurlijke taalverwerking, scheikunde).

 open voorbeeld

In de richting van AI-specifieke hardware

Met de opkomst van AI zijn er ook nieuwe mogelijkheden ontstaan voor alternatieve rekenkundige- en gegevensarchitecturen om te profiteren van de specifieke activiteiten die nodig zijn voor deep learning-algoritmen. Sinds de vroege TPU van Google ontwikkelen veel bedrijven nu innovatieve oplossingen om algoritmen efficiënt te trainen en te implementeren (bijv. Graphcore, Cerebras, Habana, Rain Neuromorphics).

 open voorbeeld

 open voorbeeld




IMPACT

Effectievere AI-systemen zullen de invoering van AI verhogen door ze toegankelijker te maken voor een breder gebruikerspubliek. Inductieve vertekening zal waarschijnlijk een aanzienlijke invloed hebben op onderzoek naar AI en met AI. Bovendien zal de ontwikkeling van AI-specifieke hardware de mogelijkheden van AI-systemen opnieuw bevorderen, en deze mogelijkheden zullen de vraag naar nieuwe infrastructuren doen toenemen. De belangrijkste drijfveer hier is om zoveel mogelijk uit beperkte middelen te halen. Hiervoor zijn echter zeer gespecialiseerde hardware en vaardigheden nodig.

TREND #3

Nieuwe manieren om toegang te krijgen tot gegevens

Publieke waarden

-  **Autonomie** Onafhankelijkheid van onderwijs
-  **Rechtvaardigheid** Integriteit, gelijke kansen | effectiviteit
-  **Menselijkheid**

Gereedheid

VOLG PLAN DOE

Drijfveren


#Privacy #Europese wetgeving #Digitale economie #Data-economie #Datagovernance #Automatisering

Het centraliseren en delen van data is niet altijd haalbaar vanwege de complexiteit van de organisatie, buitensporige kosten of privacyproblemen. Er worden steeds meer oplossingen ontwikkeld om toegang te krijgen tot inzichten uit moeilijk te delen data. Dit gebeurt ofwel door gedistribueerde training (gefedereerd leren), training met synthetische gegevens, ofwel door het delen van beveiligde gegevens en computeromgevingen. AVG en andere initiatieven maken dataprivacy tot een topprioriteit, waardoor deze trend wordt versterkt. De hoge (data)kosten voor het van het begin af aan trainen van nieuwe modellen is ook een stimulans om op zoek te gaan naar creatieve manieren om met minder data te werken. Deze trend helpt organisaties om controle en eigenaarschap van gegevens te behouden en kan helpen om de ecologische impact van het AI-ecosysteem te verminderen.



Gefedereerd leren

In gebieden waar bepaalde data of een deel van de data niet kan worden gedeeld (bijv. gezondheidszorg en onderwijs), wordt het cruciaal om algoritmen te trainen zonder volledige toegang tot de gegevens te hebben. Dit is wat gefedereerd leren oplost door een netwerk van knooppunten te ordenen, waarbij elk knooppunt gedeeltelijk een algoritme leert met alleen zijn data, voordat het model centraal wordt samengevoegd, zonder ooit toegang te hebben gehad tot de volledige dataset zelf.

 open voorbeeld



ODISSEI Beveiligde supercomputer

Via een beveiligde supercomputing-omgeving worden zeer privacygevoelige data van het CBS op een veilige manier toegankelijk gemaakt voor onderzoekers. Dit democratiseert de toegang tot bevolkingsinformatie en versnelt het onderzoek binnen de sociale wetenschappen.

 open voorbeeld

 open voorbeeld


IMPACT

Deze trend is met name nuttig om AI mogelijkheden te bieden in gebieden die tot nu toe niet in staat zijn geweest om volledig gebruik te maken van AI, omdat toegang tot gegevens lastig is (bijv. gezondheidszorg, onderwijs). Door het delen van en de toegang

tot data te vergemakkelijken, kunnen nieuwe onderzoeksinzichten worden verkregen die tot nieuwe mogelijkheden leiden. De privacyrisico's in verband met de synthetische data-benadering mogen echter niet worden onderschat. Zodra de gepaste infrastructuur en protocollen zijn ontwikkeld, kunnen synthetische data helpen om de privacy te beschermen en kunnen er modellen worden getraind op basis van grotere datasets. Hierdoor ontstaan er ook meer mogelijkheden voor internationale onderzoekssamenwerkingen. Synthetische data bieden de eigenaars van de data ook meer controle.

Synthetische gegevens

Een andere benadering van dit probleem is het genereren van een reeks synthetische data op basis van een model van de werkelijke verdeling. Dit is krachtig, maar werkt alleen als er in de eerste plaats al een krachtig basismodel voor het genereren van synthetische data kan worden getraind. Als er een synthetische dataset kan worden gebruikt, kunnen toepassingen gebruik maken van een gelijkwaardige dataset, maar zonder privacyproblemen.

 open voorbeeld

TREND #4

Richting betrouwbare AI

Publieke waarden

-  **Autonomie** Onafhankelijkheid van onderwijs | Bescherming van het privéleven en persoonsgegevens
-  **Rechtvaardigheid** Gelijkheid | Transparantie | Democratisch bestuur
-  **Menselijkheid** Veiligheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Europese wetgeving #Verantwoorde technologieën #Privacy #CO2-voetafdruk #Globalisering #Digitale economie #Data-governance #Diversiteit #Inclusie #Gelijkheid #Digitale geletterdheid #Gendergelijkheid

De toegenomen introductie en prestaties van AI-modellen hebben geleid tot belangrijkere maatschappelijke vraagstukken op het gebied van verantwoordelijkheid, vertrouwen en transparantie. Dit blijkt uit de focus van de Europese Commissie op betrouwbare AI en toekomstige AI-wetgeving. Binnen betrouwbare AI komen verschillende maatschappelijke en technologische ontwikkelingen samen om deze maatschappelijke vraagstukken aan te pakken. Kaders en wetgeving vormen een basis voor de vereisten waaraan AI moet voldoen. Een sterkere focus op betrouwbaarheid, normen en interoperabiliteit in ontwikkeling leidt tot robuustere en transparantere AI-systemen. Democratisering van AI leidt tot meer hulpbronnen om van te leren en meer normen om te volgen, wat ook nieuwkomers helpt om aan de slag te gaan.



Ethische AI-richtlijnen

Binnen een groeiende discours over het verantwoorde gebruik van AI bespreken academici, NGO's en bedrijven de impact van AI en de ethische implicaties ervan. Deze discussies omvatten onderwerpen als vertrouwen, transparantie, eerlijkheid en verantwoordelijkheid. Er zijn veel hulpmiddelen naar voren gekomen, maar één van de belangrijkste is de ethische richtlijnen die zijn uitgebracht door de deskundigengroep voor AI van de Europese Commissie.

 [open voorbeeld](#)



Standaardisering en professionalisering

Van dataverzameling tot training en implementatie, de typische engineeringwerkstroom is complex. Net als bij best practices en tools voor software-engineering is er een tendens gaande in AI, onder leiding van grote bedrijven en onderzoeksgroepen, om dergelijke werkstromen door bijvoorbeeld MLOps mogelijk te maken. Standaardisering van activiteiten en implementatie leidt tot een meer volwassen, professionele omgeving. Dit is cruciaal voor interoperabiliteit, maar helpt ook bij transparantie om vertrouwen te bevorderen en vertekeningen te voorkomen.



Algoritmeregisters

Om het gebruik van algoritmen transparant te maken, zijn meerdere gemeenten en overheidsinstellingen begonnen met het gebruik van algoritmeregisters om de samenleving inzicht te geven in het gebruik ervan. In de toekomst zal dit waarschijnlijk verplicht worden voor alle overheidsorganisaties. Door openbaar te delen waar, wanneer en hoe algoritmen worden gebruikt, kan transparantie en verantwoordelijkheid worden geboden aan relevante stakeholders, zoals burgers, gebruikers van toepassingen, de media en de relevante autoriteiten.



Door de community geleide initiatieven

Grote AI-modellen zijn vaak alleen toegankelijk voor grote onderzoekslaboratoria en bedrijven. Community geleide initiatieven zoals BLOOM zijn erop gericht AI-modellen te democratiseren door ze tegen minder middelen beschikbaar te stellen aan onderzoekers in kleinere laboratoria. Deze initiatieven hebben ook betrekking op meer partijen in de trainingsfase om te zorgen voor betere transparantie en robuustere modellen. BLOOM is een samenwerking van meer dan 1000 onderzoekers uit meer dan 70 landen, die een groot taalmodel hebben getraind voor 46 natuurlijke talen en 13 programmeringstalen.



IMPACT

Betrouwbare AI is een cruciale drijfveer voor alle partijen die aan AI werken, zowel in onderzoek als in het onderwijs. Het formaliseren van goede werkwijzen en normen draagt bij aan het professionaliseren van de community en levert hulpbronnen voor verantwoord gebruik en snelle, praktische hulpmiddelen. Voldoende aandacht voor betrouwbare AI kan voorkomen dat (1) schade wordt toegebracht aan community's door onverantwoord gebruik van AI, en (2) community's worden opgesplitst met verschillende normen voor het werken met AI-methoden.

TREND #5

Toegankelijke computing en modellen

Publieke waarden

-  **Autonomie** Vrijheid van onderzoek en onderwijs
-  **Rechtvaardigheid** Gelijkheid | Inclusiviteit
-  **Menselijkheid**

Gereedheid

VOLG PLAN DOE

Drijfveren

#Onderzoeksomgeving #Digitale geletterdheid
#Dataïsme #Decentralisatie #Automatisering
#Connectiviteit #Digitale economie
#Globalisering

AI-methoden groeien uit tot wetenschappelijk instrument dat eenvoudig gebruikt kan worden. Als ‘nieuw hulpmiddel’ tussen andere hulpmiddelen moet AI toegankelijk zijn als basisproduct tegen lage kosten. Aangezien de meeste implementaties plaatsvinden in cloud-omgevingen, wordt AI steeds toegankelijker in het openbare domein. Het gebruik van abstractie-lagen (zoals autoML- of MLaaS-benaderingen) helpt om directe toegang te bieden tot complexe computationele vaardigheden voor niet-technische deskundige stakeholders. Dit leidt echter tot een afweging tussen toegankelijkheid en de risico's als afhankelijkheid van aanbieder en de privacykwesties bij het gebruik van deze applicaties in de commerciële cloud-infrastructuur.



Low-code/no-code

Met meer geavanceerde softwarelagen bovenop de computerinfrastructuur vindt er een verschuiving plaats naar low-code/no-code. Verschillende servicetoepassingen maken complexe taken mogelijk met weinig of geen programmering. Terwijl klassieke HPC-centra nog steeds een voorsprong hebben op het gebied van geavanceerd intensief onderzoek, maakt low-code/no-code rekenkracht beter toegankelijk voor potentieel nieuwe gebruikers.

 open voorbeeld



Naar machineren als service (MLaaS)

In verband met het voorgaande voorbeeld is de groei van platforms om het delen van datasets, voorgetrainde modellen en het gemak om voort te bouwen op bestaande modellen een goed voorbeeld van de voortdurende democratisering van AI-methoden en de lagere instapkosten. Deze platforms helpen ook bij de transparantie en standaardisering van methoden.

 open voorbeeld

Modelontwerp met autoML mogelijk maken

Een belangrijk onderdeel in de huidige werkstroom van een data scientist is het experimenteren met modelarchitectuur voor een bepaald probleem en het afstemmen van de trainingsprocedure om de beste resultaten te behalen. Dit is zeer tijdrovend en sterk afhankelijk van de ervaring van de wetenschapper. In plaats daarvan stelt autoML voor om dit deel van de werkstroom te automatiseren en taken met meer toegevoegde waarde aan de gebruiker over te laten. Zoals hoe het probleem moet worden gekaderd, welke maatstaf relevant is en hoe resultaten op een verantwoorde manier kunnen worden geïnterpreteerd.

 open voorbeeld

IMPACT

Deze trend is een mes dat aan twee kanten snijdt: het democratiseert de toegang tot rekenfaciliteiten en AI-methoden, maar ten koste van potentiële afhankelijkheid van één aanbieder, privacyproblemen en onverantwoord gebruik van die algoritmen door een gebrek aan diepgaande kennis. Onderzoeks- en onderwijsinstellingen moeten richtlijnen voor verantwoord gebruik van AI leren, volgen en inzicht krijgen in de impliciete afwegingen bij het kiezen van verschillende computingplatforms. De democratisering van AI-methoden zou moeten helpen bij het boeken van vooruitgang op gebieden die tot nu toe buiten beschouwing werden gelaten.

Meer over kunstmatige intelligentie

Contact

Matthieu Laneuville

Programmamanager AI
matthieu.laneuville@surf.nl

Damian Podareanu

*Teamleider high performance
Machine Learning*
damian.podareanu@surf.nl

Duuk Baten

Adviseur voor Verantwoord AI
duuk.baten@surf.nl

Bertine van Deyzen

Projectmanager voor AI in het onderwijs
bertine.vandeyzen@surf.nl

Meer info



Edge

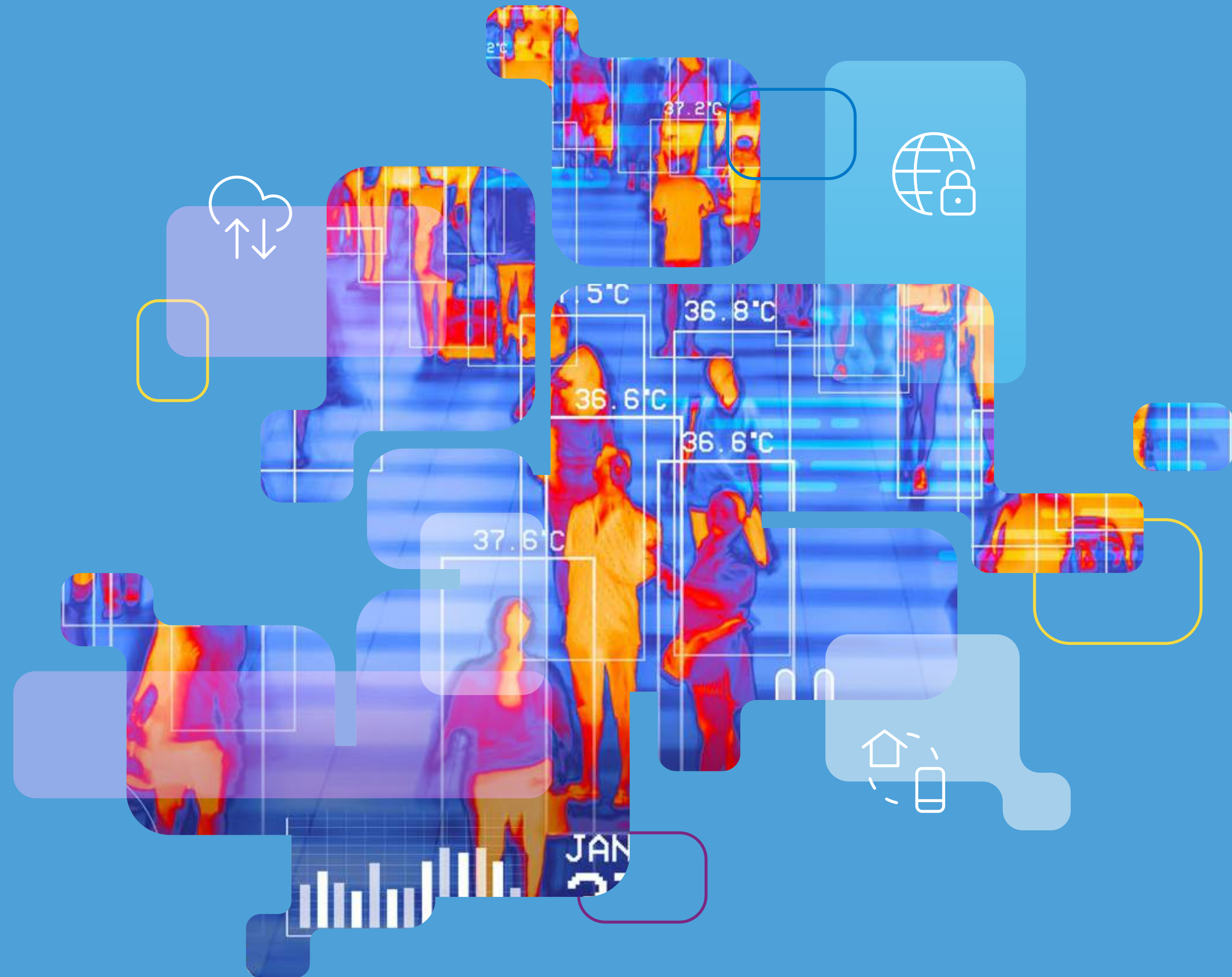
→ Cloud-Edge Continuum

→ Digitale Tweelingen

→ Werkelijke realtime datastromen

→ Code overall uitvoeren

→ Robotgestuurde automatisering



Edge-gerichte technologieën

Edge computing omvat een breed scala aan technologieën, van Internet of Things (IoT), sensoren tot robots en Extended Reality (XR)-apparatuur. Het is niet verbazingwekkend dat er veel interessante trends in deze technologieën plaatsvinden. Eenvoudig gezegd verwijst edge computing naar netwerktechnologie buiten gecentraliseerde datacenters als onderdeel van het zogenaamde edge-to-cloudcontinuüm of digitaal continuüm. In de afgelopen decennia, en zelfs vandaag de dag nog, ontstond er een verschuiving van computing in huis, zoals lokale datacentra en eigen infrastructuur, naar computing in de openbare clouds van Amazon, Google en Microsoft. Anderzijds is er ook sprake van een toenemende drang naar bigtech en dus naar infrastructuur in

eigen beheer. In die zin zouden we kunnen zeggen dat conventionele edge computing in verval is geraakt. Naarmate generieke computer- en IT-diensten overgaan naar de cloud, verschuiven meer gespecialiseerde computer- en technische oplossingen naar de edge. De twee ontwikkelingen staan niet tegenover elkaar, aangezien de meeste edge-georiënteerde trends afhankelijk zijn van integratie met clouddiensten. Bovendien zijn de grenzen tussen cloud en edge in de praktijk minder duidelijk. Cloud computing verwijst naar toegang op aanvraag tot computermiddelen, zoals virtuele machines, opslag en toepassingen, via het internet. In die zin is 'cloud' een leveringsmodel voor computerdiensten.

In dit hoofdstuk zien we duidelijk bewijs van een groei in edge computing. Drijfveren van deze ontwikkelingen zijn betere draadloze netwerken, zoals 5G en in de nabije toekomst 6G, en gespecialiseerde en/of goedkopere hardware. Het is cruciaal dat sommige, zo niet alle, van de in dit hoofdstuk genoemde trends een cloudcomponent omvatten. Dit komt, omdat de vooruitgang in edge computing mogelijk wordt gemaakt door vooruitgang in clouddiensten. Tot slot willen we je erop wijzen dat, hoewel XR-technologie technisch gezien ook een belangrijk onderdeel is van edge-technologieën, er een apart hoofdstuk aan dit onderwerp is gewijd, omdat XR zo'n groot gebied is met relatief veel ontwikkelingen.



TREND #1

Cloud-Edge Continuum

Publieke waarden

 Autonomie Privacy

 Rechtvaardigheid
Transparantie | Duurzaamheid
Betrouwbaarheid van informatie, content, data en systemen

 Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Connectiviteit #Decentralisatie #Privacy
#Energiezuinigheid

Er vindt meer computing plaats aan de edge, omdat edge computing extra beveiliging en privacy kan bieden, de beschikbaarheid van diensten kan verhogen, netwerklententie kan verlagen en energie kan besparen. Hoewel het ook een extra beveiligingsrisico kan inhouden als het niet correct wordt geïmplementeerd. Naarmate computerprocessen verschuiven van gecentraliseerde clouds naar mobiele apparaten en sensoren, ontstaat er een nieuw paradigma waarin werkbelastingen worden ingepland op een continuüm vanuit de cloud naar edge-gebaseerde oplossingen, afhankelijk van de vereisten ervan. Dit paradigma vereist een nieuwe infrastructuur die edge-gebruikers met elkaar en met verschillende cloudproviders verbindt, waardoor het eenvoudig is om diensten onafhankelijk van hun locatie te integreren.

Zie ook: [Computing Continuum](#)



Hoe het IoT helpt bij het creëren van slimme universiteitscampussen

Het IoT kan op vele manieren gebruikt worden om zowel de dienstverlening aan studenten als de verduurzaming en beveiliging van de campus te verbeteren. Voorbeelden zijn een 3D-holografisch model om architectuur te onderwijzen, een interactieve methode om Mandarijns te leren met behulp van robots en interactieve informatiecabines.

 [open voorbeeld](#)




Het gebruik van mobiele edge computing op het Internet of Medical Things: Een enquête

Het Internet of Medical Things vereist het streamen van grote hoeveelheden data die in realtime moeten worden geanalyseerd. Het wordt verwacht dat aan deze eisen wordt voldaan door mobiele edge-apparaten met 5G-mogelijkheden.

 open voorbeeld

Waarom autonome voertuigen zullen vertrouwen op edge computing en niet op de cloud

In situaties waarbij gegevens zo snel mogelijk geanalyseerd moeten worden, zoals bij rijdende auto's, gebeurt de berekening aan de edge. Wanneer u zich in een rijdend voertuig bevindt en dit voertuig voor zijn essentiële functies afhankelijk is van computergebruik, moet de rekenkracht zo dicht mogelijk bij de data zijn, en dat is waar edge computing om draait.

 open voorbeeld

Een verbonden huis zonder de cloud? Profiteer van slimmere sensors

Privacybewuste mensen beginnen gebruik te maken van edge-apparaten om smart homes te creëren zonder te vertrouwen op de openbare cloud. Door machinelere op een sensor te zetten, kunnen ingenieurs apparaten bouwen die geen internetverbinding nodig hebben voor basistaken.

 open voorbeeld

IMPACT

Op de campus, in het klaslokaal en in laboratoria zullen meer edge-apparaten worden aangetroffen. Met het oog op de bescherming van de privacy in zowel onderwijs als onderzoek moeten bepaalde procedures worden uitgevoerd op edge-apparaten in plaats van in de cloud, bijvoorbeeld in slimme surveillance-systemen en in gezondheidsonderzoek.

Onderzoekers vertrouwen op een combinatie van edge computing en clouddiensten om hun doelen te bereiken. Een van de problemen bij toekomstig onderzoek zal zijn om vast te stellen waar in het edge-cloud-continuüm een bepaalde berekening moet plaatsvinden.

TREND #2

Digitale tweelingen

Publieke waarden

 Autonomie Privacy

 Rechtvaardigheid
Transparantie |
Betrouwbaarheid van
informatie, content, data en
systemen

 Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Connectiviteit #DigitaleEconomie

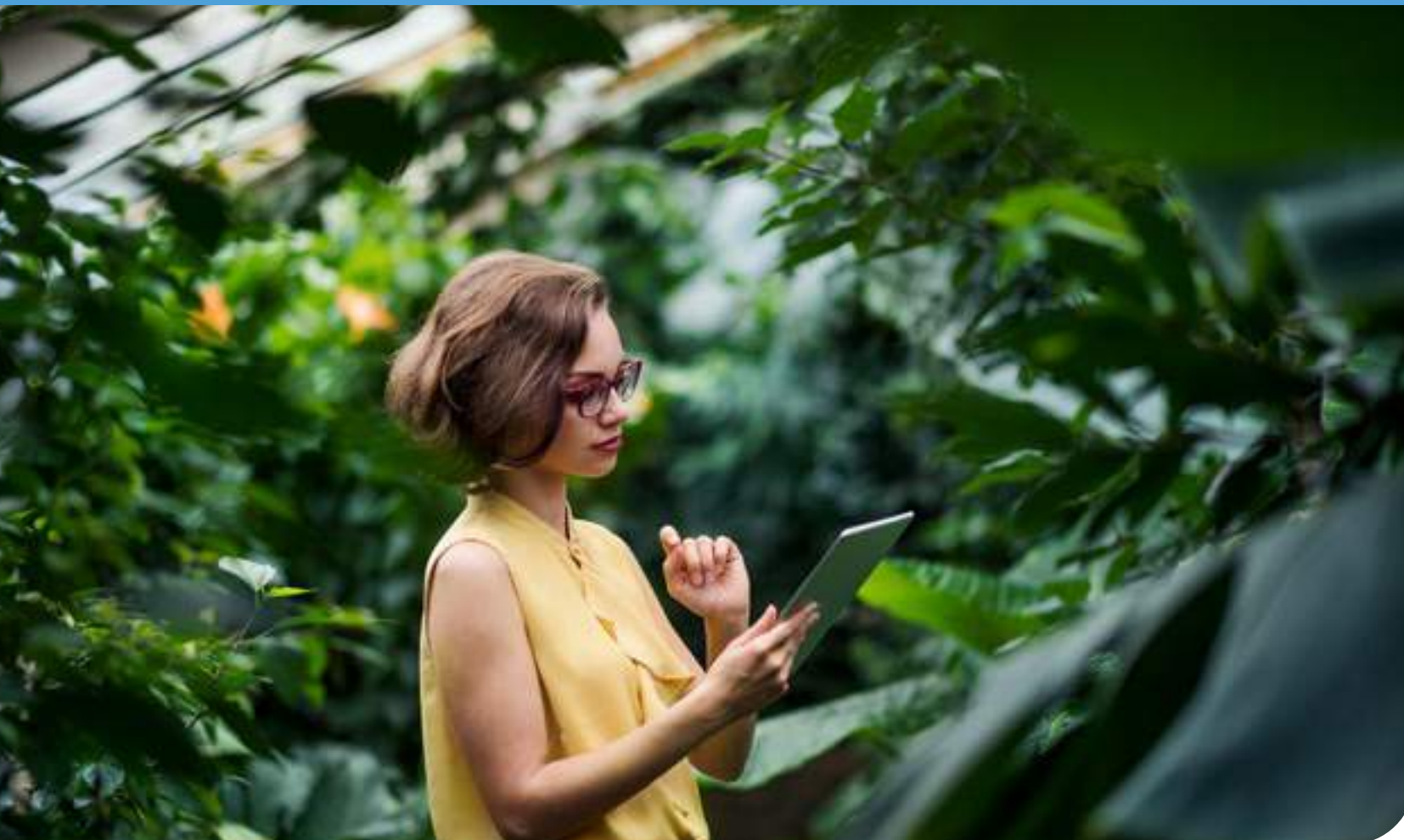
Een digitale tweeling is een realtime virtueel model van iets in de echte wereld, zoals een ruimtevaartuig of een proces in de toeleveringsketen. Een digitale tweeling van een kritieke infrastructuur kan bijvoorbeeld een virtuele vertegenwoordiging van een energiecentrale zijn, met data afkomstig uit sensoren, simulaties en historische prestatiegegevens. Met informatie uit sensoren en systemen ontvangt een digitale tweeling voortdurend feedback van zijn fysieke tweeling. Met digitale tweelingen kan een object of proces in de echte wereld bestudeerd worden door middel van simulaties of tests die anders fysiek onmogelijk of te duur zouden zijn. Een ander voordeel is dat elk fysiek object of proces een eigen digitale tweeling kan hebben. Daarom kan de digitale tweeling rekening houden met verschillende contexten en ontwikkelingen. Deze trend bouwt voort op de groei van edge computing en realtime datastromen.



Simulia levend hart

Simulia is een digitale tweeling van een levend hart die kan worden gebruikt om hartafwijkingen en -ziekten te bestuderen en om de werkzaamheid van medische hulpmiddelen te testen. Het model bestaat onder andere uit een dynamische, elektro-mechanische simulatie, een bloedstroommodel en een volledige karakterisering van hartweefsels.

 open voorbeeld



Digitale tweeling van tomaten

Onderzoekers in Wageningen gebruiken digitale tweelingen voor het bestuderen van het effect van duurzaamheidsmaatregelen op tomatengewassen. De 'Virtuele tomatengewassen' krijgen feedback van echte tomaten die in een kas groeien.

 open voorbeeld

'Destination Earth'

'Destination Earth' is een initiatief van de Europese Unie om digitale tweelingen van de aarde te creëren door verschillende gegevensbronnen, kunstmatige intelligentie en high performance computing met elkaar te combineren. De digitale tweelingen zullen worden gebruikt om de effecten van klimaatverandering te bestuderen, evenals strategieën voor mitigaties en aanpassingen.

 open voorbeeld

Digitale tweeling: energiesystemen ondersteunen met realtime training en voorspellende simulatie

In de energiesector worden digitale tweelingen gebruikt voor training en simulaties van energiesystemen die in de praktijk te risicovol en te duur zouden zijn. Digitale tweeling-technologie maakt een moeiteloze samenwerking en de toepassing van realtime kennis mogelijk, voor het stroomlijnen van diagnostiek en oplossing van problemen.

 open voorbeeld

IMPACT




Digitale tweelingen vormen een handige manier voor onderzoekers om fenomenen uit de echte wereld te bestuderen, vooral wanneer het moeilijk of duur is om deze systemen of processen op een andere manier te bestuderen. Het gebruik van deze aanpak vereist training in digitale tweeling-technologieën.

In het onderwijs kunnen digitale tweelingen worden ingezet om werkscenario's te simuleren waartoe een stagiair normaal gesproken geen toegang zou krijgen, bijvoorbeeld voor het runnen van een energiecentrale of het nemen van managementbeslissingen. Sommige universiteiten kunnen zich zelfs in de metaverse, de zogenaamde 'metaversiteiten' tot een digitale tweeling omvormen.

TREND #3

Werkelijke real-time datastromen

Publieke waarden

	Autonomie	Privacy Vrijheid van keuze
	Rechtvaardigheid	Transparantie Betrouwbaarheid van informatie, content, data en systemen
	Menselijkheid	Gezondheid, welzijn

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Slim leven #Connectiviteit

Drie technologische ontwikkelingen bieden de ideale voorwaarden voor realtime datastromen: 1) beter en slimmer netwerken dankzij 5G/6G-connectiviteit, hoogfrequente, optische draadloze en AI-netwerkstrategie; 2) de integratie van verschillende gegevensbronnen zowel uit de edge als uit traditionele IT-systemen; 3) clouddiensten gespecialiseerd in datastreaming. Deze realtime datastromen kunnen worden gebruikt in realtime analyses om beter inzicht te krijgen in wat er in het heden gebeurt. De industrie gebruikt realtime analyses in haar toeleveringsketens, productieprocessen en financiën om betere beslissingen te nemen. Binnenkort gaan realtime data ook deel uitmaken van onderwijs en onderzoek.



Wat kan realtime gegevensanalyse betekenen voor het hoger onderwijs?

Universiteiten beginnen realtime gegevensanalyse te gebruiken om de voortgang van studenten te volgen en curricula te ontwerpen. Realtime instrumenten voor gegevensverzameling hebben enorme gevolgen voor het (hoger) onderwijs, van het netwerkbeheer op de campus en snel werkende beveiligingsprotocollen tot de veiligheid van studenten en studieresultaten.

 open voorbeeld




Het in realtime volgen van de aandachtsspanne in online onderwijs

Onderzoekers gebruiken beeldverwerking en machinelereen om de aandacht van studenten tijdens online onderwijs in realtime te volgen. Dit maakt realtime feedback mogelijk voor zowel de studenten als de instelling, wat uiteindelijk de algehele prestaties van de studenten en de onderwijsstandaarden van de docenten kan verhogen.

 open voorbeeld

De vraag naar realtime zichtbaarheid van gegevens in de logistieke sector zal sterk groeien

In de logistiek helpen realtime datastromen bedrijven om betere voorspellingen en beslissingen te nemen met betrekking tot hun toeleveringsketen. Met rechtstreekse logistieke gegevens kunnen slimme fabrieken toeleveringsketens 'just-in-sequence' plannen, kunnen magazijnen hun productiviteit verbeteren en kunnen retailers hun schappen beter gevuld houden.

 open voorbeeld

IMPACT

Realtime data kunnen worden gebruikt om o.a. de studievoortgang en mentale gezondheid van studenten bij te houden. Als wordt voorspeld dat er sprake is van een risicostudent, kan een docent direct ingrijpen. In het klaslokaal kan realtime data-analyse docenten direct feedback geven over hun onderwijsmethoden. Een mogelijk risico van deze trend is dat de autonomie van studenten en personeel in het gedrang komt.

Onderzoekers kunnen voor veel onderzoeksdoelen gebruik maken van realtime datastromen. AI/ML-modellen kunnen bijvoorbeeld worden getraind en beoordeeld op een constante datastroom en gedurende langere perioden up-to-date blijven.

TREND #4

Code overal uitvoeren

Publieke waarden



Autonomie



Rechtvaardigheid

Toegankelijkheid | Gelijke kansen



Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Decentralisatie #Automatisering
#Gendergelijkheid in STEAM #Open Science

Op het gebied van softwareontwikkeling en IT-activiteiten vinden ontwikkelaars oplossingen om dezelfde code op betrouwbare wijze in verschillende omgevingen uit te voeren. Deze trend, die begint met virtuele machines met vervolgens gecontaineriseerde applicaties en serverloze functies, gaat in de richting van het afscheiden van code uit de infrastructuur waarop deze wordt uitgevoerd. Naarmate deze trend zich voortzet, zal het aantal apparaten en cloudplatforms die dezelfde code kunnen uitvoeren, aanzienlijk toenemen. Tegelijkertijd zal de technologie geleidelijk onafhankelijk van de onderliggende infrastructuur gaan werken en slimmere planningsbeslissingen in het cloud-edge-continuüm mogelijk maken.



CNCF rapporteert recordtoepassing van Kubernetes en containers

In bedrijven wordt het gebruik van gecontaineriseerde toepassingen en containerbewerkers, zoals Kubernetes, langzamerhand steeds vaker de norm. Gartner voorspelt dat 70% van de organisaties alleen al in 2023 gecontaineriseerde toepassingen zal uitvoeren.

open voorbeeld



Singularity (Apptainer) containers verbeteren de reproduceerbaarheid en het gebruiksgemak in werkstromen voor computerbeeldanalyse

In HPC worden Singularity (Apptainer) containers, in tegenstelling tot Docker-containers, gebruikt voor een eenvoudigere en reproduceerbare werkstroom. Singularity containers hebben geen toegang tot het hoogste niveau van hostsysteem nodig om te worden uitgevoerd en worden daarom veel gebruikt in HPC-clusters.

 open voorbeeld

Het gebruik van containers voor reproduceerbaar psychologisch onderzoek

Onderzoekers worden zich bewust van de voordelen van containers voor reproduceerbaar onderzoek en open science. In de psychologie kan het gebruik van containers een belangrijke stap zijn om de replicatiecrisis op te lossen.

 open voorbeeld

Containers gebruiken om AI aan de edge mogelijk te maken

Containers worden ook gebruikt om AI-modellen te implementeren, zelfs op randapparaten. Deze innovatie illustreert twee convergerende trends: prolifererende AI-gebruikssituaties aan de rand van het netwerk en steeds heterogenere infrastructuren, waaronder hybride cloudplatforms die worden aangedreven door containers en Kubernetes.

 open voorbeeld

IMPACT

Deze trend is vooral van invloed op de manier waarop onderzoekers hun werk doen. Ze kunnen op betrouwbare wijze dezelfde algoritmen en modellen op hun laptop, op een supercomputer, in de cloud of aan de edge, uitvoeren, waar de behoefte en/of middelen ook aanwezig zijn. Deze technologieën verhogen ook de reproduceerbaarheid en deelbaarheid van hun onderzoek en komen ten goede aan de open science-beweging. Om van deze trend te profiteren, moeten onderzoekers echter vertrouwd raken met DevOps-processen en -technologieën of vertrouwen op IT-afdelingen en nieuwe platforms om de toepassing te vergemakkelijken.

TREND #5

Robot- gestuurde automatisering

Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid

Gelijke behandeling |
Transparantie | Democratisch
bestuur

 Menselijkheid

Veiligheid | Persoonlijke
ontwikkeling

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Automatisering #Gendergelijkheid in STEAM

Robotgestuurde automatisering vindt plaats op hardware- en software-niveau. Fysieke robots maken al een tijd deel uit van de productie en ook robots met één doel voor privégebruik, zoals grasmaaiers, komen steeds vaker voor. Toch zijn robots niet zo alomtegenwoordig als tien jaar geleden verwacht werd. Dit gaat veranderen met universele robots die in verschillende contexten kunnen werken en met de opkomst van robots-as-a-service-bedrijven. Aan de softwarekant gaat de robotgestuurde automatisering ook langzaam vooruit. Robotgestuurde procesautomatisering neemt bijvoorbeeld repetitief bureauwerk over en chatbots worden gebruikt om de klantenservice te automatiseren.



Cloudlabs: waar robots onderzoek doen

Bedrijven creëren laboratoria op afstand waar robots experimenten voor onderzoekers uitvoeren. De voordelen van 'cloudlabs' zijn dat labonderzoek betaalbaarder, betrouwbaarder en reproduceerbaarder wordt.

 open voorbeeld




Gaan robots kantoorbanen overnemen?

Roboticaprocessen automatiseren het werk van kantoormedewerkers, zoals fysieke robots de productiesector op zijn kop zetten. De vraag is hoe dit toekomstige banen zal veranderen. Functies die (deels) kunnen worden vervangen door robotgestuurde automatisering zijn onder meer advocaten, juridische medewerkers, accountants, vertalers, marketingmanagers en vastgoedmakelaars.

 open voorbeeld

Cobots

Cobots, een afkorting voor collaboratieve robots, zijn ontworpen om programmeerbaar te zijn en veilig naast mensen te werken. De veiligheid wordt geleverd door sensoren die ervoor zorgen dat een cobot op de veiligheidsmodus overgaat wanneer hij wordt onderbroken.

 open voorbeeld

De opkomst van robots-as-a-service

Robots-as-a-service-bedrijven maken het voor bedrijven gemakkelijker om aan de slag te gaan met robotautomatisering zonder uitgaven van kapitalen. Deze verandering in het bedrijfsmodel voor robotica kan de markten en de toekomst van werk radicaal veranderen.

 open voorbeeld

IMPACT

In zowel onderwijs als onderzoek moeten mensen leren hoe ze met zowel fysieke als virtuele robotgestuurde automatisering moeten werken. In bepaalde gebieden hebben studenten cursussen nodig over het werken met robots in hun toekomstige baan. Administratief gezien zal robotprocesautomatisering waarschijnlijk worden gebruikt voor routinematige taken, zodat medewerkers zich kunnen concentreren op de creatieve en strategische aspecten van hun werk. In laboratoria kunnen bepaalde taken en experimenten worden gedelegeerd aan een collaboratieve robot ter plekke of een robot in een cloudlab. Naast het automatiseren van processen zien we een groeiende interactie met robots in het dagelijks leven van een student, docent, onderzoeker, enz.

Meer over Edge

Contact

Erik Kentie

Programmamanager Edge-Cloud Continuum
erik.kentie@surf.nl

Tim Kok

Software Engineer
tim.kok@surf.nl

David Šálek

Adviseur Data processing
david.salek@surf.nl

Met bijdragen van

Maarten Zweers, *ROC Friese Poort*

Aaron Ding, *TU Delft*

Alexandru Iosup, *VU Amsterdam*

Fernando Kuipers, *TU Delft*

David Groep, *Nikhef*

Meer info



Advanced Computing

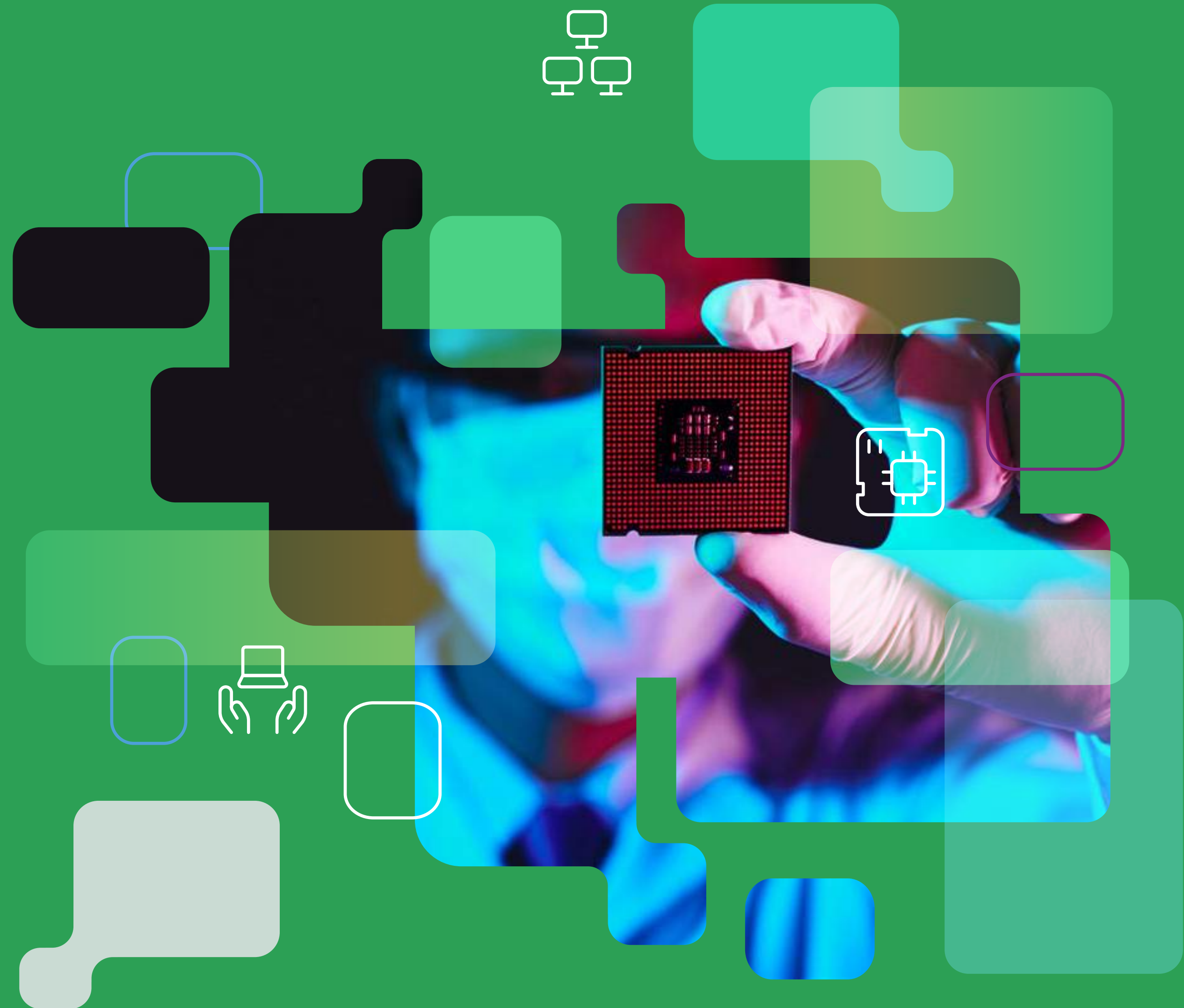
→ Computing continuüm

→ Energieduurzaamheid in digitale infrastructuren

→ De soevereiniteit in digitale infrastructuur beschermen

→ Onconventionele paradigma's voor computergebruik

→ High-end computing in hoogwaardige onderzoeksgebieden



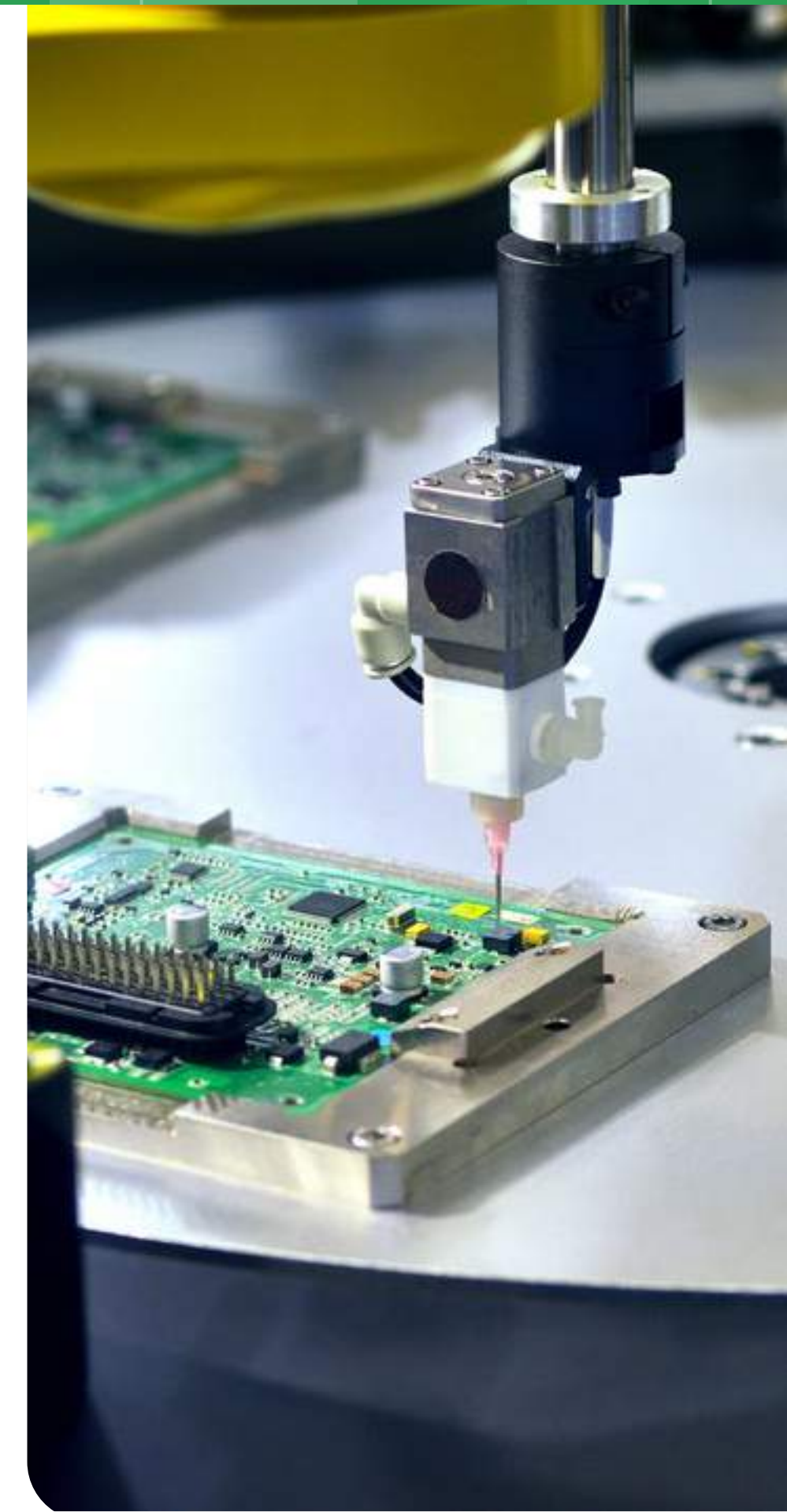
Advanced (Research) Computing

Het oplossen van maatschappelijke problemen met digitale onderzoeksinfrastructuur op mondiale schaal vereist een unieke combinatie van computing-, opslag- en netwerktechnologieën. We kijken uit naar een toekomst vol complexe wetenschappelijke vraagstukken, een groeiende vraag naar energie en een toenemend aantal knelpunten in de toeleveringsketen van halfgeleiders, maar ook een groei in mogelijkheden die door de technologie wordt aangeboden. In de afgelopen 50 jaar werd de grootte van de transistor dankzij de wet van Moore om de paar jaar gehalveerd. Dit heeft op zijn beurt geleid tot een verdubbeling in prestaties en functionaliteit binnen hetzelfde chipgebied. Maar de grootte van de transistor zal spoedig

zijn fundamentele fysieke grenzen bereiken, waarna kan worden verwacht dat het groeitrajec zal afvlakken.

Dit zal een uitdaging vormen voor de ontwikkeling van digitale ecosystemen, waaronder technologieën voor onderzoekscomputers (zie [Manifest van CompSys NL](#)). Deze uitdagingen omvatten het aanpakken van de toenemende vraag naar energie en tegelijkertijd het verhogen van de productiviteit, het vermijden van technologisch monopolie, het beschermen van soevereiniteit en het aanmoedigen van diversificatie op het gebied van computerwetenschap, als geïllustreerd door volgende trends.

Voor de toekomst van de wetenschap en de mensheid zal digitale transformatie een centrale rol spelen. Daarom moet de verkenning ervan culturele waarden, de ontwikkeling van deskundigheid, het creëren van kennis en vooral het verkrijgen van inzicht in marktontwikkelingen omvatten. Enkele trends die hier worden vermeld, worden ook verder beschreven in andere hoofdstukken.



TREND #1

Computing continuum

Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid Integriteit

 Menselijkheid Veiligheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Dataïsme #Globalisering
#Koolstofvoetafdruk #Klimaatverandering
#Energiezuinigheid #Decentralisatie

Toepassingen als klimaat- en aard-observaties, digitale tweelingen, de ontdekking van geneesmiddelen, eiwitvouwing, analyse van beleidsscenario's, hoge-energiefysica, enzovoorts, vereisen dat een groot aantal computertechnologieën en datainfrastructuren met elkaar samenwerken. De noodzaak voor hoge orde van grootte van gedetailleerde modellering en simulatie en ook voor het schalen van data en metadata, vereist hyper-verbonden infrastructuren die gemakkelijk toegankelijk zijn en gebruiksvriendelijk. Het vereist ook efficiënte middleware, programmeermodellen en onderzoekssoftware, wat leidt tot uitdagingen voor efficiënt gebruik.

Zie ook: [Cloud-Edge Continuum](#)



Orde van grootte: hogere resolutie

Een resolutie van 1 KM voor wereldwijde klimaatmodellering, 10 keer meer gegevensverwerking dan bijv. aardwaarnemingen.

 open voorbeeld



Gefedereerde oplossing (Cloudcontinuüm)

Federatieve cloudgebaseerde infrastructuur voor wetenschap en onderzoek.

- [open voorbeeld](#)
- [open voorbeeld](#)
- [open voorbeeld](#)

Realtime detectie en data-inname

(Edge / IOT / Bedrade en draadloze netwerken)

- [open voorbeeld](#)
- [open voorbeeld](#)
- [open voorbeeld](#)

Spoedeisende computing

Rampenpreventie, risicomodellering

- [open voorbeeld](#)

Datavisualisatie voor modellering en simulatie op extreme schaal

Noodzaak voor versnelde computing en I/O voor in-situ visualisatie, digitale twinning

- [open voorbeeld](#)

IMPACT

Deze trend is van invloed op het gezamenlijke vermogen van de onderzoeksgemeenschap om complexe wetenschappelijke problemen aan te pakken met behulp van gedistribueerde computerecosystemen. Bovendien helpt de trend deze community om in de toekomst een breed scala aan wetenschappelijke toepassingen en werkstromen mogelijk te maken. Toekomstig onderwijs en training kunnen gebruikmaken van genetwerkte XR- of edge-computingsystemen om digitale tweelingen te begrijpen of om kunst- en cultuurprototypes voor verschillende geografische locaties te demonstreren. Het in Nederland toewerken naar een gefedereerde infrastructuur biedt onderzoekers in Nederland mogelijkheden om toegang te krijgen tot verschillende computing- en datainfrastructuren ten behoeve van onderzoek.

TREND #2

Energieduurzaamheid in digitale infra-structuren

Publieke waarden

- Autonomie
- Rechtvaardigheid Integriteit
- Menselijkheid Persoonlijke ontwikkeling

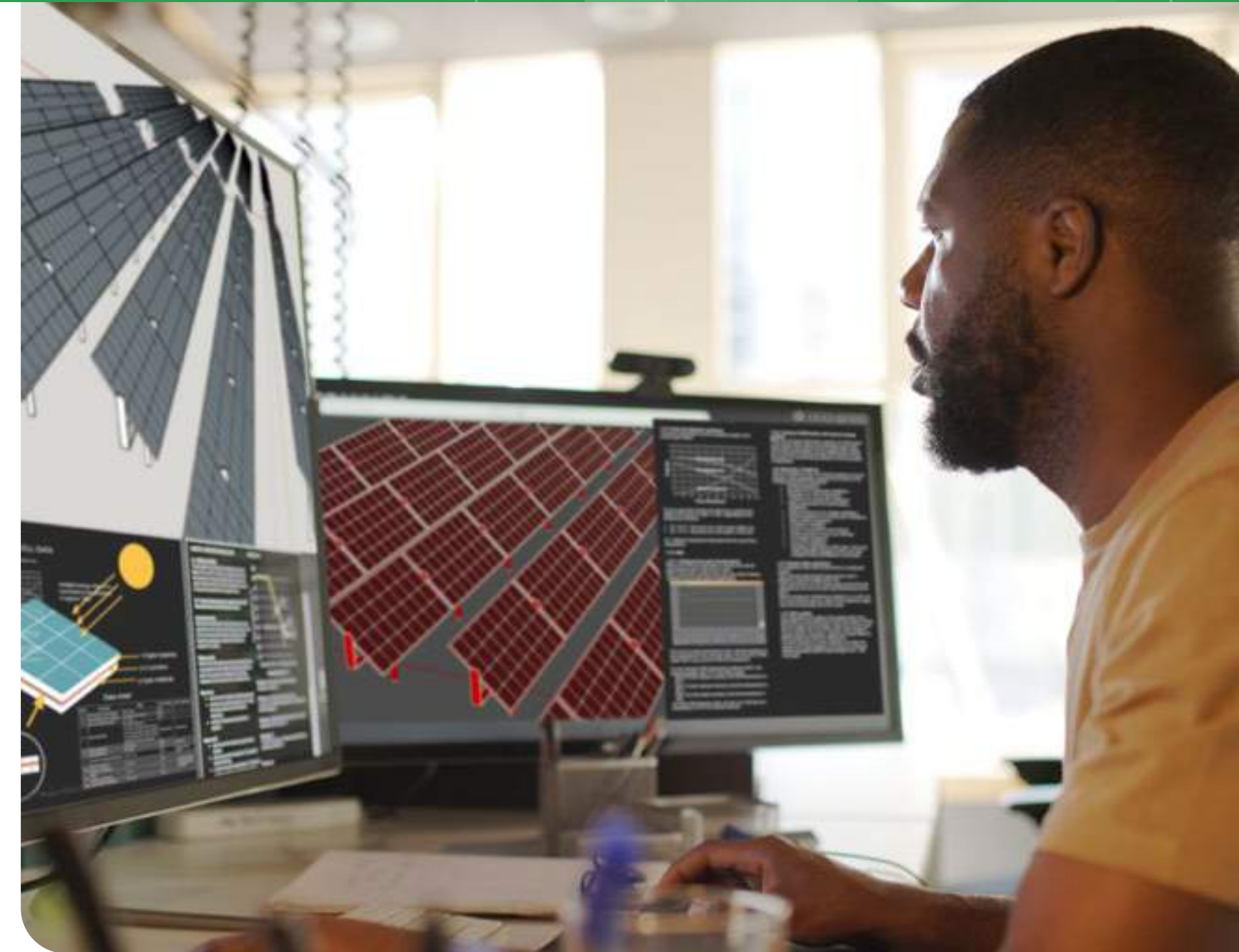
Gereedheid

- VOLG
- PLAN
- DOE

Drijfveren

- #Energiezuinigheid #Biodiversiteit
- #Klimaatverandering #Circulaire economie

De sterk stijgende vraag naar advanced computing leidt ook tot een exponentiële toename in onze energievoetafdruk. We zouden ernaar moeten streven de energieverspilling te verminderen en de efficiëntie en het energiebewustzijn voor de volledige waardeketen te verbeteren, van productie tot activiteiten tot het ontmantelen van systemen, waarbij we rekening moeten houden met de computingvereisten. We moeten ook stakeholders uit de community bij deze inspanningen betrekken en de resultaten aan alle betrokkenen meedelen.



Streven naar energiezuinige systemen

Klimaatverandering, groene deal, operationele kosten, energie/koolstofboekhouding.

 open voorbeeld



IMPACT

Door de grote hoeveelheden aan elektriciteit die digitale faciliteiten nodig hebben, zijn stijgende energiekosten en energiebudgettering

niet langer vooruitzichten in de verre toekomst. Ze belemmeren nu al verbeteringen in advanced computing-oplossingen. Advanced computing-faciliteiten moeten daarom worden gepland met energie als uitgangspunt tijdens het ontwerp. Verbeteringen in het energieverbruik zijn overal in het spectrum te vinden. Financieringsinstanties moeten prioriteit geven aan energiebewustwording, optimalisering en ontwikkeling van innoverende beleidsmaatregelen om de negatieve gevolgen voor de door de overheid gefinancierde onderzoeksinfrastructuur tot een minimum te beperken. Deze trend onderstreept ook de noodzaak voor meer betrokkenheid en interactie over energie met de gebruikerscommunity. Energie als thema voor computing zou ook deel moeten uitmaken van academische opleidingen, curricula en cursussen.

Digitale en groene transitie trekt aan in Nederland/Europa

Rampenpreventie, risicomodellering

 open voorbeeld

 open voorbeeld

Elektriciteitsverbruik voor computing-ruimte naar verwachting ~5-10% van het wereldwijde elektriciteitsverbruik

 open voorbeeld



 open voorbeeld

 open voorbeeld

TREND #3

De soevereiniteit in digitale infrastructuur beschermen

Publieke waarden

-  **Autonomie** | Vrijheid van keuze | Onafhankelijkheid van onderwijs
-  **Rechtvaardigheid**
-  **Menselijkheid**

Gereedheid

- VOLG
- PLAN
- DOE

Drijfveren

#Datagovernance #Europese wetgeving
#Privacy #Decentralisatie

Geopolitieke spanningen, wereldwijde pandemieën, een groeiende afhankelijkheid van wereldwijde toeleveringsketens en de opkomst van particuliere cloud-leveranciers hebben regeringen gedwongen om beleid te formuleren en wettelijke kaders en wetten in te voeren om technologische soevereiniteit aan te pakken. De uitdaging bestaat uit het streven naar autonomie, effectieve investeringen van publieke middelen in onderzoek en het voorkomen van monopolisering van technologische ontwikkeling door een klein aantal bedrijven in het ecosysteem.



Meer onderzoeksuniversiteiten zetten cloudbaanbieders in voor hun computing-behoefte en -activiteiten

 open voorbeeld

 open voorbeeld

Chips worden ontwikkeld door en zijn eigendom van Big Tech



open voorbeeld

Verbonden digitale faciliteit



open voorbeeld

Wet inzake geografische chips



open voorbeeld



open voorbeeld



open voorbeeld

IMPACT

De noodzaak voor data- en infrastructuursoevereiniteit is waarschijnlijk groter dan ooit, gezien de wildgroei aan data en verwerkingstechnieken in de afgelopen jaren. De uitdagingen bij het bereiken van deze soevereiniteit zijn echter niet onbeduidend en kennen vele kanten.

Kijk ten eerste eens naar de impact van Big Tech, waarbij aanzienlijke hoeveelheden data worden geconcentreerd in de cloudopslag van deze belangrijke providers. Ten tweede bieden grote cloudleveranciers ook gebruiksvriendelijke tools aan het onderzoeksecosysteem voor het uitvoeren van data-analyse. Dit brengt echter ook risico's met zich mee met betrekking tot gegevensvertrouwelijkheid en afhankelijkheid van gegevens. Ten derde moeten we rekening houden met de kwestie van de halfgeleiderproductie, die zich nu in drie

grote bedrijven concentreert. Om deze risico's aan te pakken, kan een hybride ecosysteem op meerdere niveaus worden overwogen. In een dergelijk systeem zouden data met een hogere mate van vertrouwelijkheid worden verwerkt met behulp van systemen en technieken die soevereiniteit verlenen, terwijl het merendeel van de data zouden kunnen worden verwerkt met 'gebruiksvriendelijke' cloudtools.

De ontwikkeling van 'thought leadership' bij deze thema's en de samenwerking met de politieke overheden zullen bijdragen aan de verbetering van het rechtskader en het beleid voor de toekomst en aan de aanpak van de soevereiniteit van de onderzoeksinfrastructuur voor computertechnologie op de lange termijn. Tegelijkertijd moeten de toekomstige behoeften en eisen van onderzoeks- en onderwijscommunity's worden ondersteund.

TREND #4

Onconventionele paradigma's voor computing

Publieke waarden

-  **Autonomie** Onafhankelijkheid van onderwijs
-  **Rechtvaardigheid** Integriteit
-  **Menselijkheid** Persoonlijke ontwikkeling

Gereedheid

- VOLG**
- PLAN**
- DOE**

Drijfveren

#Internationalisering #Connectiviteit
 #Automatisering #Digitale geletterdheid en vaardigheden

De komende twee decennia zal onze vraag naar computing naar verwachting exponentieel toenemen. Deze toename impliceert nieuwe modelleringstechnieken, het genereren van nieuwe wetenschap en een ongekende behoefte aan het verplaatsen, opslaan en verwerken van data op verschillende schalen. Deze trend impliceert ook het doorbreken van de huidige technologische beperkingen en het verkennen van oplossingen die verder gaan dan de standaard roadmaps. Een positieve ontwikkeling is de snelle toevloed van groot-schalige overheids-/particuliere financiering, bijvoorbeeld voor onderwerpen als AI+HPC, kwantum, fotonica, enz. Het is belangrijk om te begrijpen dat dit geen vervangings-technieken zijn, maar dat ze een aanvulling vormen op bestaande technologieën of ons zelfs helpen om nieuwe, onontgonnen wetenschap te verkennen. Het verkennen

van opkomende technologie, bijvoorbeeld non-von Neumann-architecturen, dataflow naar accelerator-aangedreven computing, kwantum en neuromorfe paradigma's, tools en specialisaties biedt een alternatieve manier om de huidige barrières te doorbreken en de efficiëntie met beperkte middelen te verhogen. Het heeft ook betrekking op het opnieuw ontwerpen van wetenschappelijke toepassingen die aansluiten bij toekomstige infrastructuur en hardware.



Halfgeleidertechnologie bereikt een transistorlengte van 2 nm

Opkomst van chiplet voor halfgeleiderchipontwerp

 open voorbeeld

 open voorbeeld

Hybride/gemengde precisiealgoritmen

-  open voorbeeld
-  open voorbeeld

Door machinelere verbeterde wetenschappelijke computing

-  open voorbeeld
-  open voorbeeld
-  open voorbeeld
-  open voorbeeld

Onconventionele computing-chips

bijv. FPGA voor gegevensverwerking in de netwerken

-  open voorbeeld
-  open voorbeeld
-  open voorbeeld

Kwantum-HPC-integratie met supercomputers

-  open voorbeeld
-  open voorbeeld

Opkomst van op hersenen geïnspireerde computing; In-geheugen

Neuromorfe computing

-  open voorbeeld
-  open voorbeeld

IMPACT

Ons vermogen om onconventionele paradigma's, technologieën en methodologieën te begrijpen en ermee te experimenteren, zal ons helpen om samen mogelijkheden te verkennen en expertise en competenties te ontwikkelen om ons op het gebruik van nieuwe technologieën voor te bereiden. Dit vermogen helpt ons ook om operationele teams te ondersteunen bij het kiezen van ontwerp-, architectuur- en hardwaretechnologieën in de volgende generatie aan onderzoekscosting-systemen. Tot slot kunnen we ook zo goed mogelijk gebruik maken van publieke middelen wanneer rekening wordt gehouden met toekomstige vereisten, technologische roadmaps en opkomende toepassingen.

TREND #5

High-end computing in kwalitatieve onderzoeksgebieden

Publieke waarden

 Autonomie Vrijheid van keuze | Privacy

 Rechtvaardigheid Inclusiviteit | Gelijkheid

 Menselijkheid

Gereedheid

VOLG PLAN DOE

Drijfveren

#Dataïsme #Internationalisering #Digitale economie #Onderzoeksomgeving #Privacy

Een toenemend aantal nieuwe community's in bijvoorbeeld de sociale wetenschappen, geesteswetenschappen, kunst, geschiedenis, digitale gezondheid, sport en geneeskunde is begonnen met het gebruik van computing-diensten om onderzoek en de ontwikkeling van inzicht te verbeteren. Ze hebben geregeld expertise en ondersteuning nodig om hun onderzoeksvragen in kaart te brengen op computersystemen. Dit komt vooral doordat de gegevens waarover ze vandaag de dag beschikken, veel groter zijn dan 5 jaar geleden (een laptop is niet meer voldoende). Bovendien zijn de statistische analyse- en modelleringstools die ze gebruiken, getransformeerd tot ML/Big Data-werkstromen, die een grote rekenkracht vereisen.



Toenemend gebruik van computing-hulpmiddelen in de sociale wetenschappen, kunst en geesteswetenschappen

 open voorbeeld

 open voorbeeld

 open voorbeeld



Financiering verkrijgen voor software-onderzoeksengeers

 open voorbeeld

 open voorbeeld

Communityspecifieke projectoproepen

Bijvoorbeeld voor geesteswetenschappen en sociale wetenschappen, taalkunde, gezondheidszorg, onderwijs, wetenschap

 open voorbeeld

IMPACT

Het vooruit helpen en ondersteunen van de computing-behoef ten van deze nieuwe, opkomende community's zal op de lange termijn leiden tot een uiteenlopend gebruik van onderzoeksinfrastructuur en duurzame bedrijfsmodellen. Strategisch zal dit leiden tot de opname van talent en mensen met verschillende achtergronden, etniciteiten en culturen. In het algemeen zal het ontwerpen van oplossingen voor deze community's ervoor zorgen dat computing een toegankelijke digitale onderzoeksinfrastructuur wordt die geschikt is voor onderzoekers uit alle domeinen.

Meer over Advanced Computing

Contact

Sagar Dolas

*Programmamanager Future network
& computing*
sagar.dolas@surf.nl

Valeriu Codreanu

*Teamleider High-Performance Computing
& Visualization*
valeriu.codreanu@surf.nl

Met bijdragen van

Kees Vuik, *TU Twente*

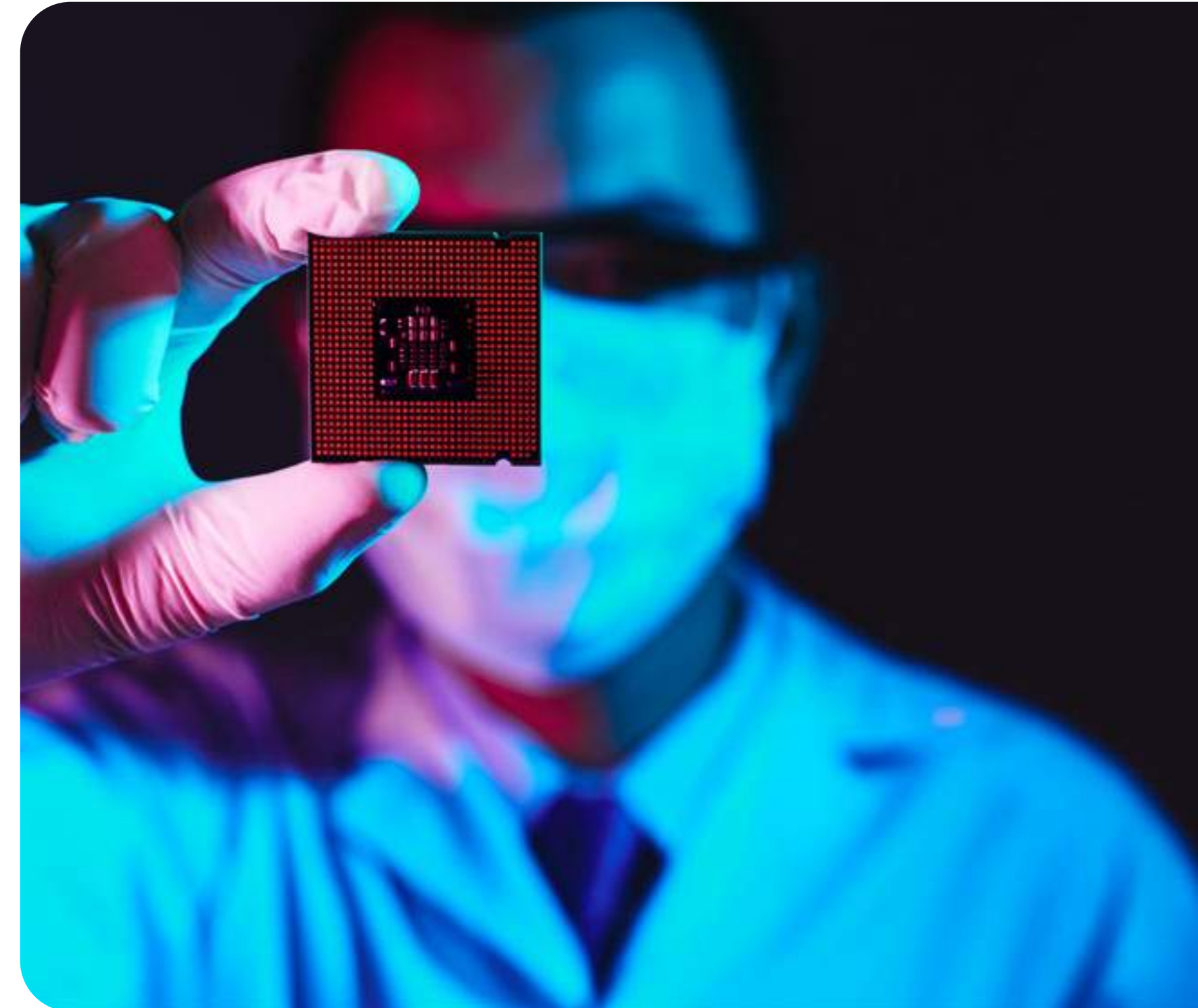
Meer info



SURF website



SURF community's



Netwerken

→ Big Tech en netwerken

→ Intelligente netwerken

→ Edge and campusarchitectuur

→ Next generation netwerken



Netwerktechnologie

Vaste communicatienetwerken zijn essentieel voor de digitalisering van de samenleving in Nederland. Netwerken integreren ook steeds meer computertaken en opslag. De wereld van mobiele telefonie, internet en datacentra overlapt elkaar steeds vaker. Samen vormen deze netwerken de basis voor internettoepassingen, (onderzoeks-)diensten en cloud. Zonder een geschikt netwerk zouden deze toepassingen, diensten en clouds niet naar behoren functioneren. National Research and Education Networks (NREN's) bieden passende connectiviteit aan de hand waarvan studenten, docenten en academici grenzeloos met elkaar kunnen samenwerken.

Communicatienetwerken zijn onmisbaar voor onderzoek en onderwijs in Nederland en voor het vergroten van de wereldwijde samenwerking. Deze netwerken vergemakkelijken niet alleen digitale communicatie voor veel studenten en onderzoekers, maar maken ook innovatie mogelijk in alle gebieden van expertise, van klimaat tot gezondheidswetenschappen en radio-astronomie. Daarnaast zijn vaste communicatienetwerken essentieel om belangrijke maatschappelijke uitdagingen aan te pakken, bijvoorbeeld op het gebied van duurzaamheid en veiligheid. Het landschap van een NREN verandert voortdurend om nieuwe en verbeterde toepassingen en

technologieën mogelijk te maken, zoals campusintegratie, XR, edge computing, quantum, enz. Sommige trends bieden mogelijkheden, terwijl andere risico's en uitdagingen met zich meebrengen.

Netwerktechnologieën kunnen vanuit verschillende hoeken worden bekeken. In dit hoofdstuk richten we ons op vaste netwerken; de andere perspectieven, zoals draadloos (LoRa, WiFi, etc.) en niet-traditioneel gebruik van netwerkinfrastructuur (quantum, enz.) zijn buiten scope.



TREND #1

Big Tech en netwerken

Publieke waarden



Autonomie

Vrijheid van keuze | Vrije wil | Onafhankelijkheid van onderwijs | Bescherming van het privéleven en persoonsgegevens



Rechtvaardigheid

Integriteit



Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Open science #Europese wetgeving #Privacy
#Datagovernance #Opensource-ontwikkeling
#Globalisering

Big Tech-bedrijven en cloudproviders breiden hun wereldwijde dominantie uit door steeds meer fysieke infrastructuur te verwerven en innoverende technieken in te voeren die gericht zijn op het nog beter exploiteren en benutten van hun diensten. Hoewel deze bedrijven al eigenaar zijn van content en data op het internet, stellen deze strategieën hen in staat om ook de fysieke netwerkinfrastructuur en -diensten te bezitten. Door het monopolie van Big Tech en het gebrek aan haalbare en alomtegenwoordige alternatieven is het minder waarschijnlijk dat andere partijen innovatie-initiatieven ontwikkelen om de beveiliging, stabiliteit en transparantie van het internet te verbeteren. Brede samenwerking is nodig om de koers te veranderen en onze digitale soevereiniteit te waarborgen.



De versterking van de digitale soevereiniteit maakt Europa minder kwetsbaar, zowel politiek als economisch

TNO biedt opties en ideeën om de digitale soevereiniteit te versterken, rekening houdend met Europese initiatieven. Deze opties omvatten nieuwe wetgeving en de ontwikkeling van Europese alternatieven, door middel van door de overheid gesteunde investeringen en samenwerking.

open voorbeeld



2STiC: beveiliging, stabiliteit en transparantie in de communicatie tussen netwerken

Een gezamenlijk onderzoeksprogramma op het gebied van vertrouwde en veerkrachtige internetinfrastructuur draagt ertoe bij dat de Nederlandse en Europese netwerkcommunity's een leidende positie innemen om de beveiliging, stabiliteit en transparantie van internetcommunicaties te verbeteren.

 open voorbeeld

Big tech verovert internetinfrastructuur

De komende drie jaar worden Big Tech-bedrijven (Meta, Microsoft, Amazon en Alphabet) naar verwachting de grootste aandeelhouders op de markt voor onderzeese kabels.

 open voorbeeld

De volgende actie van Big Tech is de ontwikkeling naar netwerken

Big Tech-bedrijven werken samen om netwerk mogelijkheden te leveren. Facebook en Google kondigden aan dat ze twee Stille-Zuidzee-overschrijdende kabels gingen financieren, waarmee de Amerikaanse westkust met Singapore en Indonesië zal worden verbonden.

 open voorbeeld

IMPACT

Big Tech-bedrijven en cloudproviders kunnen dankzij hun integratieniveau hoogwaardige diensten leveren. Onderzoekers, studenten, IT-managers, docenten, enz., vinden dit serviceniveau handig en vertrouwen steeds meer op één provider. Uiteindelijk vormt dit een risico, naarmate gebruikers steeds meer afhankelijk worden van één of een klein aantal partijen. Onafhankelijk en open science, toegang tot data en onbeperkt internetgebruik worden dan mogelijk minder vanzelfsprekend.

TREND #2

Intelligente netwerken

Publieke waarden



Autonomie

Vrijheid van keuze | Vrije wil | Onafhankelijkheid van onderwijs | Bescherming van het privéleven en persoonsgegevens



Rechtvaardigheid

Integriteit



Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

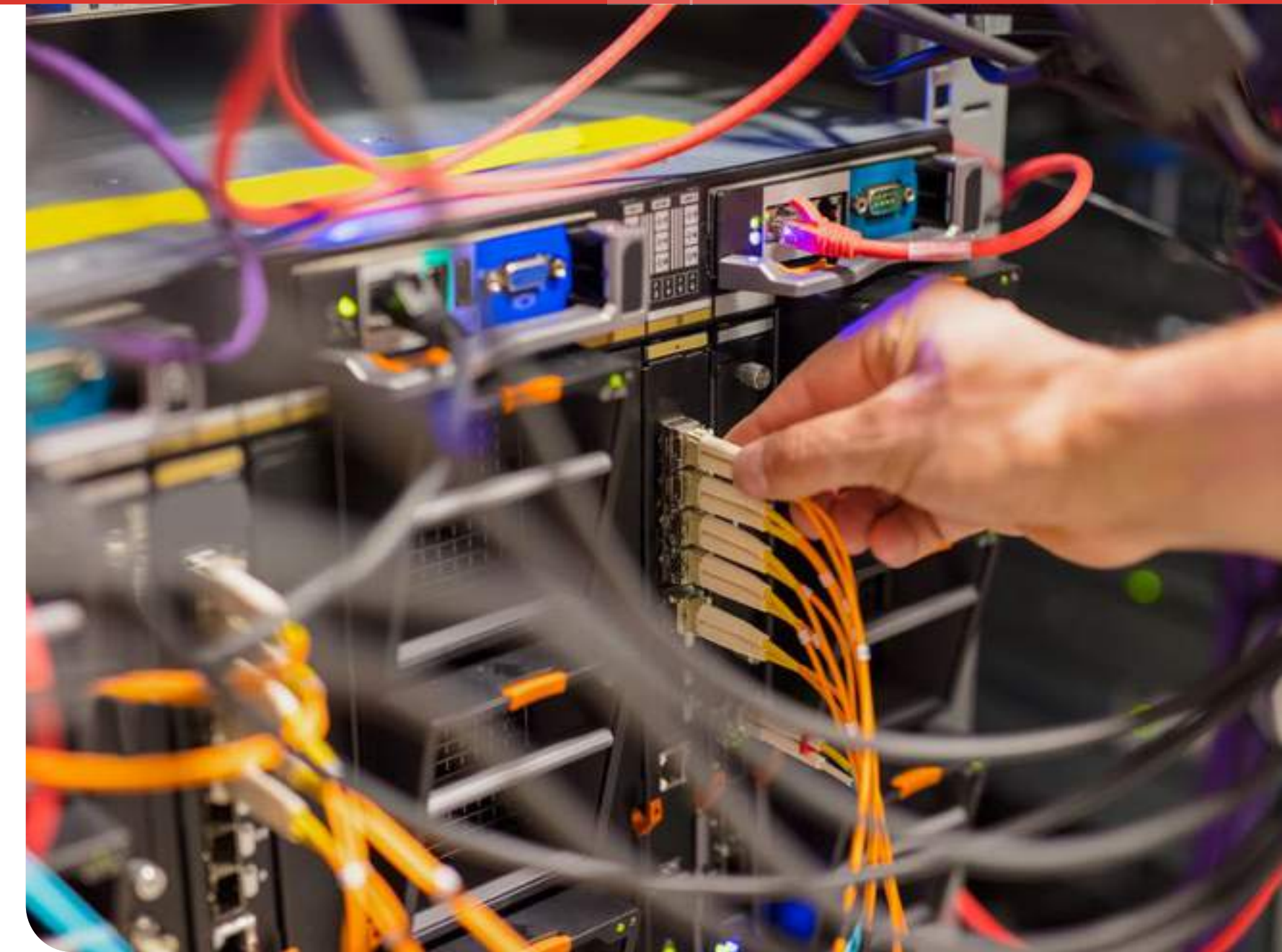
PLAN

DOE

Drijfveren

#Datagovernance #Automatisering
#Cybersecurity

Met de opkomst van steeds meer servicegerichte architecturen in software zien we dat ook de exploitatie van netwerken evolueert. Netwerken moeten meer flexibiliteit, openheid en programmeerbaarheid bieden. Bovendien moeten ze worden gedefinieerd rond een dienst die de provider aan een klant levert. Om dit mogelijk te maken, evolueert networkvoorziening van handmatige en/of apparaatspecifieke voorziening naar servicevoorziening via API's, over meerdere netwerkcomponenten met verschillende functionaliteiten. Hierdoor kan het netwerk worden geïntegreerd met andere infrastructuur, zoals computing en opslag. Er kan intelligentie aan het netwerk worden toegevoegd door gebruik te maken van telemetrie, kunstmatige intelligentie en machineleer-algoritmen. Deze toevoegingen kunnen het netwerk door middel van de



gedefinieerde services wijzigen om afwijkingen op te lossen, de dienstverlening te optimaliseren en de beveiliging te verbeteren. Netwerkontwikkelingen zijn ook relevant en nodig om de verdere ontwikkeling van AI/ML te ondersteunen.

Uitval van Cloudflare

Storingen bij Cloudflare troffen 19 datacenters, die een aanzienlijk deel van het wereldwijde verkeer verwerken.



Een slimmer netwerk creëren

Verschillende NREN-netwerken maken datafeeds op verzoek tussen onderzoekers en wetenschappers mogelijk. Wetenschappers kunnen grote gegevensoverdrachten plannen via virtuele, uit meerdere domeinen bestaande circuits met een hoge bandbreedte die end-to-end-netwerkprestaties garanderen.



IMPACT

Intelligente netwerken bieden gebruikers, zoals studenten, wetenschappers en operationeel personeel, netwerkfunctionaliteit die aansluit bij hun behoeften. Hierdoor kunnen gebruikers beter gebruik maken van netwerkresources door integratie van diensten (bijvoorbeeld computing, opslag) of automatisch herstel in geval van incidenten. De dienstverlening is gegarandeerd snel en veilig, omdat menselijke fouten worden geëlimineerd.

De introductie van dataplane-programmering maakt het mogelijk om protocollen en API's te onderzoeken en ontwerpen om ons inzicht in het netwerk te vergroten en resources efficiënter in te zetten. Met de opkomst van deze trend lopen exploitanten echter het risico

dat het beheer van netwerken nog complexer wordt. Door de introductie van verstrengelde architecturen en een hoge mate van automatisering en integratie worden de netwerklaag en applicatielaag sterk onderling van elkaar afhankelijk en hebben ze dus steeds meer invloed op elkaar. Programmeerbaarheid kan de integratie van automatiseringstools vergemakkelijken.

TREND #3

Edge en campus architectuur

Publieke waarden

 **Autonomie** Onafhankelijkheid van onderwijs

 **Rechtvaardigheid**

 **Menselijkheid**

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Automatisering #Connectiviteit

Campusnetwerkbeheerders ervaren een kennisvlucht van medewerkers die netwerken willen en kunnen beheren. Tegelijkertijd worden de diensten die aan de netwerkrand of op de campus moeten worden geleverd, steeds complexer. Hierdoor worden er steeds meer technologieën op campus- en edgenetwerken toegepast om de dienstverlening te garanderen. Voorbeelden van deze technologieën zijn: NFV, SD-WAN, 5G/hybride cloud-infrastructuur en EVPN-VXLAN.



CNaaS - SUNET, SIKT, Nordunet

Ontwikkeling van een concept en toolkit voor een NREN om een 24/7 veilige en zeer betrouwbare campusnetwerkservice voor campusnetwerken te bieden.

 open voorbeeld



Naarmate 5G, Edge computing en hybride multiclouds samenkomen, worden sectoren getransformeerd

De opkomst van edge computing en het telecommunicatienetwerk als hybride multicloudplatform. De combinatie van 5G, edge computing en hybride multicloud vertegenwoordigt een nieuw computing-model dat in staat is om een breed scala aan sectoren te transformeren.

 open voorbeeld

De AI-gedreven campusarchitectuur

Netwerkarchitecten ontwerpen hun netwerken opnieuw om te voldoen aan de hedendaagse zakelijke vereisten van cloud-toepassingen voor data, spraak en video, met behulp van open standaarden en softwaregestuurde managementplatformen om de operationele kosten te verlagen. Het uiteindelijke doel is om gebruik te maken van extra eenvoudige automatisering, telemetrie en AI-mogelijkheden om het netwerk van het volgende decennium uit te breiden.

 open voorbeeld


IMPACT

Deze trend stelt campusbeheerders in staat om zich meer te richten op diensten voor eindgebruikers en minder op de onderliggende technologie. De onderliggende edge- en campustechnologie kan sterk worden gestandaardiseerd en geïntegreerd met andere infrastructuren en toepassingen. Door deze combinatie kunnen operationele campusteams netwerken beheren die een verscheidenheid aan eindgebruikers bedienen. Bovendien zorgt deze integratie ervoor dat er in de loop der tijd innovatie en nieuwe mogelijkheden kunnen ontstaan. Edge- en campusnetwerken omvatten vele componenten en mogelijk veel externe providers. Dit operationele model en deze architectuur vereisen goed-gedefinieerde SLA's, overeenkomsten en vertrouwde partijen.

TREND #4

Next generation netwerken

Publieke waarden

 **Autonomie** Onafhankelijkheid | Vrijheid van onderwijs en onderzoek

 **Rechtvaardigheid** Integriteit

 **Menselijkheid**

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Connectiviteit #Datagovernance #Cybersecurity

Talrijke voorbeelden tonen aan dat de hoeveelheid data die wordt getransporteerd elk jaar toeneemt.

Providers van netwerkhardware richten zich op deze toenemende vraag in het ontwerp van hun hardware. Nationale onderzoeks- en onderwijsnetwerken (NREN's) moeten alle soorten verkeer op hun netwerk kunnen ondersteunen. Voorbeelden zijn regelmatig internet- en campusverkeer, latentiegevoelige stromen, dataintensieve stromen en ander onderzoeksverkeer. Dit is meestal niet het geval voor normale netwerkproviders, waardoor technologie die een NREN nodig heeft, mogelijk niet in toekomstige chipsets wordt opgenomen.



SKA: netwerkvereisten

De volgende generatie netwerkvereisten voor het Square Kilometer Array-project. Naar verwachting zullen er vanaf het begin van het project meerdere overvloedige grote netwerkleidingen van en naar verschillende locaties wereldwijd nodig zijn. NREN's moeten samenwerken om de vereiste connectiviteit te bieden.

 open voorbeeld

Wereldwijde internetbandbreedte – het tijdperk van netwerken gemeten in petabits

Het internetverkeer is de afgelopen jaren toegenomen met een jaarlijkse groei van 29%.



ITU-T Technisch rapport – Gebruikscase: Enorme wetenschappelijke gegevens-toepassingen (HSD: Huge Scientific Data)

Tegen het jaar 2030 en daarna zullen er naar verwachting vele nieuwe toepassingen ontstaan naarmate andere toepassingen volgroeien, wat leidt tot steeds meer vervlochten communicatie tussen mens en machine. Nieuwe toepassingen leiden vaak tot nieuwe diensten en introduceren uitdagende vereisten waarvoor de voortdurende evolutie van netwerktechnologieën nodig is. Daarom moeten de inherente capaciteiten van onderling verbonden netwerken en de werkingsprincipes ervan worden verbeterd, of zelfs vervangen, naarmate de eisen zich ontfouwen.



ITER: netwerkvereisten

De volgende generatie netwerkvereisten voor ITER; een van de meest ambitieuze energieprojecten ter wereld. In de eerste jaren na inbedrijfstelling worden meerdere 100Gbps-aansluitingen verwacht.



HL-LHC: Netwerkvereisten en bijbehorende problemen

Voor de 'Large Hadron Collider' in Genève zijn al netwerkvereisten van de volgende generatie nodig. De hoeveelheid gegevens die moet worden getransporteerd, zal de komende vijf jaar naar verwachting vertienvoudigen.



IMPACT

Grootschalige onderzoeksprojecten maken de ontwikkeling van next generation-netwerken mogelijk, niet alleen door het mogelijk maken van bandbreedtevereisten, maar ook nieuwe netwerktoepassingen, -protocollen en -architecturen. Dit zal de vercommercialisering van nieuwe geïntegreerde diensten versnellen, de duurzaamheid verhogen en leveranciers aanzetten tot het bouwen van geschikte hardware.

Meer over netwerken

Contact

Migiel de Vos

Teamleider Netwerkontwikkeling
migiel.devos@surf.nl

Peter Boers

Technisch Productmanager
peter.boers@surf.nl

Met bijdragen van

Paola Grosso, *Universiteit van Amsterdam*

Ivana Golub, *GÉANT*

Fernando Kuipers, *TU Delft*

Meer info



SURF website



SURF community's



Kwantum

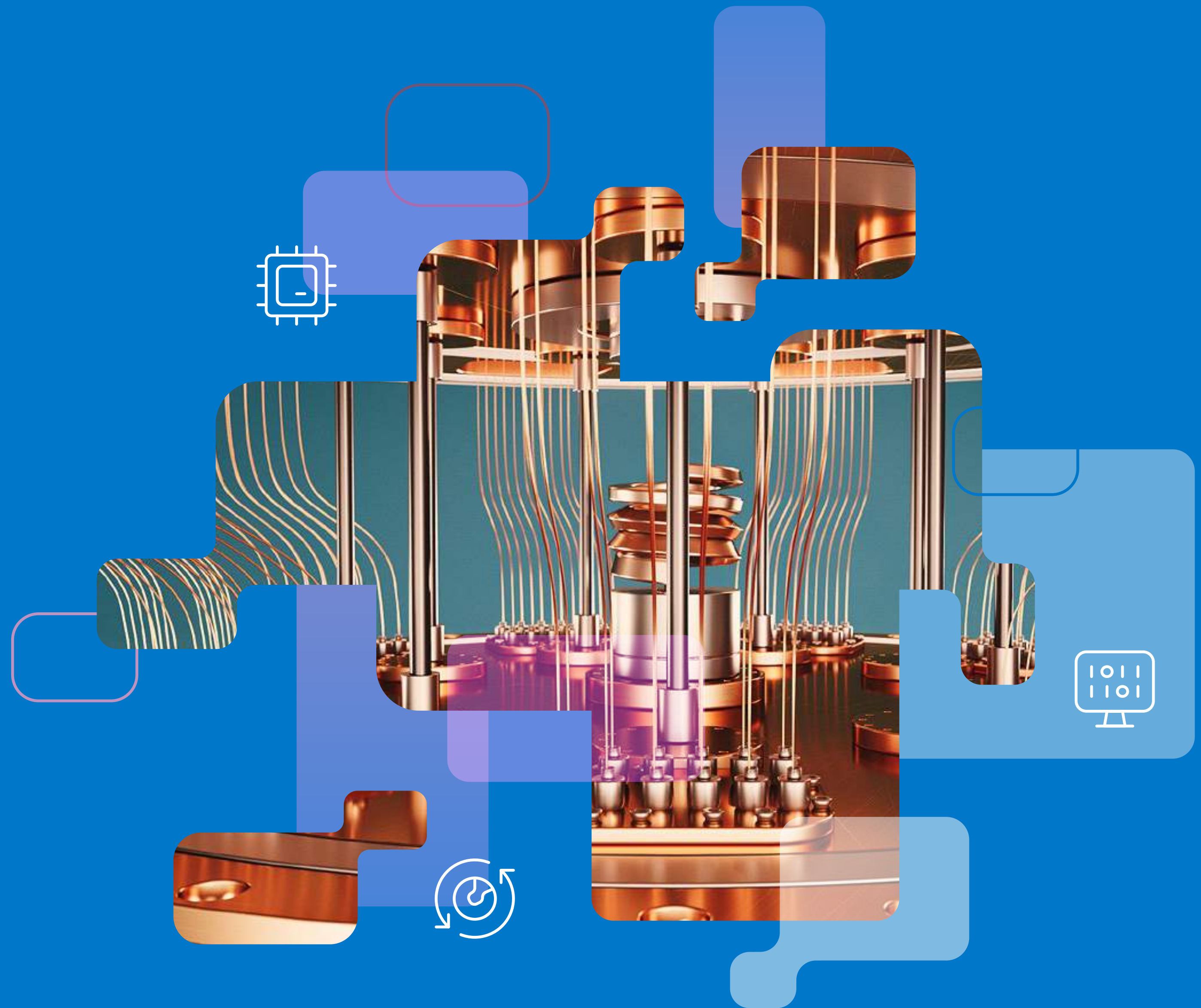
→ Kwantumsleuteldistributie (QKD) wint aan momentum

→ Kwantumcomputing in de cloud

→ Hybride kwantum/klassieke computing

→ Foutcorrectietechnieken

→ Kwantum-nieuwsgierigheid



Quantum Information Science and Technology (QIST)

Er bevinden zich drie belangrijke onderverdelingen onder de paraplu van Quantum Information Science and Technology (QIST): kwantumcomputing en -simulatie, kwantumdetectie en -metrologie en kwantumcommunicatie. In Nederland worden deze onderverdelingen weerspiegeld in de Quantum Delta NL-katalysatorprogramma's. In dit deel gaan we dieper in op deze gebieden.

Kwantumcomputing

Kwantumcomputers zijn apparaten die informatie verwerken door gebruik te maken van de kwantummechanische eigenschappen (superpositie, verstrengeling en interferentie) van hun bouwstenen, de qubits. Deze qubits werken op een krachtige en efficiënte manier en voeren bepaalde handelingen met exponentiële snelheid uit.

Momenteel beschikbare kwantumcomputers worden ook wel 'noisy intermediate scale quantum' (NISQ)-apparaten genoemd. Ze bevatten kleine hoeveelheden qubits en hebben te lijden van decoherentie, wat betek-

ent dat de informatie wordt gewijzigd door de interactie van het systeem met zijn omgeving. NISQ-apparaten kunnen worden gebruikt om kwantumalgoritmen uit te voeren die geen diepe en volledig coherente kwantumcircuits vereisen. Over het algemeen worden deze algoritmen op een hybride manier uitgevoerd: klassieke en kwantumapparaten worden gecombineerd om gebruik te maken van hun aanvullende sterktes en functies. Dit resulteert in een meer robuuste en flexibele aanpak dan het gebruik van alleen NISQ-apparaten (hybride kwantum/klassieke computing).

Kwantumcomputing verandert de manier waarop we problemen op fundamenteel niveau oplossen op drastische wijze. Om gebruik te kunnen maken van kwantumcomputing, is het niet voldoende om de hardware verder te ontwikkelen, maar moeten we ook de manier waarop we normaal gesproken problemen aanpakken opnieuw overwegen. We moeten algoritmen van het begin af aan creëren en opnieuw ontwerpen en identificeren welke toepassingen baat kunnen hebben bij kwantumcomputing.

Kwantumdetectie

Kwantumsensors kunnen met uiterste precisie verschillende fysieke eigenschappen meten. Deze eigenschappen bestaan onder meer uit temperatuur, druk, rotatie en elektrische en magnetische velden. De precisie ervan is afkomstig uit de gevoeligheid in de kwantumstaat voor kleine veranderingen in de omgeving. Bepaalde kwantumsensors kunnen veel kleinere hoeveelheden meten dan de huidige sensors, terwijl andere een betere resolutie bieden bij het vastleggen van afbeeldingen. Vanwege hun hoge gevoeligheid worden op het gebied van bijvoorbeeld hernieuwbare energie, kernenergie en geothermische energie kwantumsensors toegepast. In de toekomst kunnen kwantumsensors in een

kwantumnetwerk met kwantumprocessors worden geplaatst, waardoor sensordata op het kwantum-informatievlak met elkaar in verband kunnen worden gebracht.

Kwantumcommunicatie

Kwantumcommunicatiediensten, zoals de levering van verstrengelde qubit-paren, stellen kwantumprocessors, sensors en computers in staat om kwantum-informatie uit te wisselen met behulp van kwantum-protocollen. Verstrengelde qubit-paren hebben de kwantummechanische eigenschap dat een verandering in eigenschappen van één qubit resulteert in een directe verandering in eigenschappen van de andere qubit, ongeacht de afstand tussen de qubits. De overdracht van

kwantum-informatie en uiteindelijk de communicatie tussen kwantumcomputers vormt ook de grondslag voor een kwantuminternet (QI: Quantum Internet): een kwantumnetwerk met functies zoals het internet dat we momenteel gebruiken.

Een eerste kwantumcommunicatiedienst die op dit moment kan worden geïmplementeerd, biedt een alternatief voor conventionele versleuteling van gevoelige gegevens. Als gevoelige gegevens eenmaal zijn versleuteld, worden ze verzonden via glasvezelnetwerk-kabels en andere kanalen, samen met digitaal berekende half-willekeurige sleutels die nodig zijn om de informatie te decoderen. De gegevens en de sleutels worden verzonden als

klassieke bits – een stroom van elektrische of optische pulsen die enen en nullen vertegenwoordigen. Dat maakt ze kwetsbaar, want kwantumcomputers kunnen het algoritme dat wordt gebruikt om deze sleutels te berekenen, mogelijk omkeren. Met kwantumsleutel-distributie (QKD: Quantum Key Distribution, één aspect van kwantumcommunicatie) kan klassieke informatie worden versleuteld met behulp van echt willekeurig sleutel-materiaal dat niet kan worden gedecodeerd met behulp van klassieke of kwantumberekenings-technieken.

TREND #1

Kwantum- sleutel- distributie wint momentum

Publieke waarden

 Autonomie Privacy

 Rechtvaardigheid Betrouwbaarheid van informatie

 Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Cyberbeveiliging #Digitale economie #Privacy
#Onderzoeksomgeving

QKD is een veilige communicatiemethode waarmee twee partijen een gedeelde willekeurige geheime sleutel kunnen produceren die alleen bij hen bekend is en die vervolgens kan worden gebruikt om berichten te coderen en te decoderen. In tegenstelling tot klassieke sleutel-distributie stelt QKD gebruikers in staat om te weten wanneer een derde partij probeert kennis van hun sleutel te verwerven. QKD is niet nieuw, bepaalde bedrijven maken er al gebruik van. Maar het is pas sinds kort dat QKD-apparatuur commercieel beschikbaar wordt. Momenteel bieden zeven bedrijven wereldwijd commerciële QKD-systemen aan. Bovendien wordt de integratie steeds eenvoudiger: Europese en internationale organisaties voor standaarden (ETSI en ITU) beschikken over gestandaardiseerde interfaces die verbindingen tussen QKD-apparatuur en andere apparatuur en softwarepakketten mogelijk maken.



Kwantumsleuteldistributie: De toekomst van beveiligde communicatie

De Europese Commissie heeft verschillende oproepen gedaan om een kwantumcommunicatie-infrastructuur met uitrusting in te voeren voor volledige financiering wanneer dit op nationaal niveau wordt medegefinancierd.

 open voorbeeld

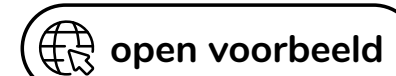
Kwantumcryptografiemarkt

Marktonderzoek toont aan dat de wereldwijde kwantumcryptografiemarkt met een fascinerende snelheid groeit. In 2031 zal de markt naar verwachting acht keer zo groot zijn als vandaag.



Een markt van \$2 miljard tegen 2027

Volgens het rapport van Insight Partners met de titel 'Quantum Cryptography Market To 2027' zal de wereldwijde QKD-markt tegen 2027 naar verwachting groeien tot \$2 miljard met een samengesteld jaarlijks groeipercentage (CAGR) van 39,2%.



IMPACT

QKD is nu nog te duur om in grootschalige onderwijsdiensten/-doelstellingen te implementeren. De eerste use cases zullen hoog-beveiligde scenario's zijn, zoals het transport van medische gegevens. De technologie zal waarschijnlijk niet in het onderwijs

worden gebruikt, maar zal aanstoot geven tot de noodzaak om, door middel van het opzetten van leerplannen, vaardigheden voor het exploiteren en bouwen van apparatuur te ontwikkelen. De technologie zal indirect invloed uitoefenen op onderzoek. Met QKD kunnen onderzoeksgegevens in verschillende lagen van het netwerk worden versleuteld. Daarnaast zal QKD actief aanzetten tot onderzoek naar het vinden en implementeren van robuustere protocollen en naar de technologie die nodig is om deze protocollen over steeds grotere afstanden te laten werken. Dit heeft gevolgen voor onderzoek naar de manier waarop kwantum- en klassieke IT met elkaar worden verbonden, evenals voor het met elkaar verbinden van toekomstige kwantumapparaten. Deze resultaten zijn cruciaal voor nieuwe gebruikstoepassingen met betrekking tot kwantumcommunicatie.

ID Quantique: White paper over kwantumveilige beveiliging

QKD-netwerken worden binnenkort werkelijkheid. QKD zal daarom een integraal onderdeel worden van een wereldwijd beveiligingsraamwerk. Hierbij worden zowel rekenmethoden als fysieke middelen gebruikt om de databeveiliging te waarborgen. Er wordt met name een kwantumveilige beveiliging geboden tegen het gevaar van een kwantumcomputer.



TREND #2

Kwantum-computers in de cloud

Publieke waarden

 Autonomie Vrijheid van keuze

 Rechtvaardigheid Toegankelijkheid | Integriteit

 Menselijkheid Persoonlijke ontwikkeling

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Connectiviteit #Digitale geletterdheid en vaardigheden #Onderzoeksomgeving

De afgelopen jaren zien we een opkomst in kwantumcomputers. Niet alleen de hardware ontwikkelt zich snel (we hebben nu computers met tot 433 qubits en vele verschillende technologieën), maar ook de volledige softwarestack en platforms die toegang tot kwantumcomputing geven, maken een snelle ontwikkeling door. Onderzoekers en studenten hebben nu toegang tot kwantumcomputers via het internet. Er kan rechtstreeks toegang worden verleend door de kwantumcomputingprovider, zoals het geval is bij IBM en Quantum Inspire, of via openbare cloudproviders, zoals AWS en Azure. Bovendien tonen aanbieders van kwantumcomputing steeds meer interesse om met eindgebruikers in gesprek te gaan om toepassingsgebieden te onderzoeken waarmee het voordeel van kwantum kan worden aangetoond. De aanbieders van

kwantumcomputing breiden hun portfolio voortdurend uit, zowel aan de back-endzijde (beschikbare kwantumcomputers) als aan de software-/platformzijde (modules, tutorials, tools voor analyse, abstractielagen, enz.) om de onboarding van gebruikers en de ontwikkeling van nieuwe toepassingen te ondersteunen.

Cursus voor kwantumengineers in ontwikkeling

Alle vijf de kwantumknooppunten in Nederland zijn bezig met de ontwikkeling van universitaire programma's op het gebied van kwantuminformatiewetenschap en -technologie. Dit initiatief ligt bij de Universiteit van Delft, de Universiteit van Leiden, de Technische Universiteit Eindhoven, de Universiteit van Amsterdam en de TU Twente. Bovendien richten de vier hogescholen voor toegepaste natuurwetenschappen, Fontys, HvA, Saxion en HHS, gezamenlijk talent- en leercentra en hun eigen kwantumtechnologieprogramma op.

 open voorbeeld

Quantum Delta NL-actielijn 3

De kwantumtechnologie bevindt zich nog in een vroege, pre-paradigmafase. In deze fase is het uiterst belangrijk om te focussen op talent. In deze actielijn zal Quantum Delta NL zich richten op het opleiden, trainen en aantrekken van toptalent ter versterking van de Nederlandse innovatiecapaciteit waarin alle aangesloten kwantumonderzoeksinstituten zijn opgenomen.



Tools en tutorials voor kwantum-computing

Microsoft ontwikkelde een cursus voor docenten ter ondersteuning van de ontwikkeling van een beroepsbevolking die op kwantum is voorbereid. IBM Research ontwikkelde ook Qiskit, een open-sourcesoftwareontwikkelingspakket voor het werken met de meest gebruikte programmeertool in kwantumcomputing. Qiskit levert een zeer robuuste reeks aan tutorials, video's en voorbeelden die voor iedereen beschikbaar zijn.



IMPACT

Nu er meer kwantumcomputers, informatie, tutorials, tools en abstractielagen beschikbaar zijn, zullen kwantumcomputers sneller in gebruik worden genomen. Naarmate de toepassing van kwantumcomputers toeneemt, neemt ook de noodzaak toe om expertise op

dit gebied te ontwikkelen, door middel van het opzetten van leerplannen. Eenvoudige toegang tot kwantumcomputers verbetert het algehele inzicht van studenten door de mogelijkheid te bieden om praktische experimenten uit te voeren. Bij onderzoek zal de toegang tot kwantumcomputers de ontwikkeling van toepassingen en use cases versnellen. Dankzij de toegang tot verschillende technologieën kunnen kwantumcomputers ook beter worden gekarakteriseerd, waardoor de kennis van kwantumcomputing zelf snel zal toenemen. Ook het vergelijken, toetsen en benchmarken van verschillende algoritmen en toepassingen zal toenemen.

Workshops en trainingen van Quantum. Amsterdam

Om professionals op te leiden en voor te bereiden, organiseert Quantum Amsterdam workshops en masterclasses over kwantumcomputing. Deze workshops en masterclasses zijn gericht op directie, ondernemers en IT'ers. Voor een extra uitgebreide opleiding op doctorandus- en doctorandus (twee fase)-niveau zijn er universitaire opleidingen beschikbaar.



TREND #3

Hybride kwantum-/klassieke computing

Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid Toegankelijkheid | Integriteit

 Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Digitale geletterdheid en vaardigheden
#Dataïsme #Connectiviteit #Digitale economie

Hybride algoritmen vormen momenteel de enige manier om NISQ-apparaten te exploiteren en worden voorgesteld voor de meeste toepassingen die men voor kwantumcomputers kan indenken. Een hybride aanpak is echter niet exclusief voor de uitvoering van hybride algoritmen. Elk kwantumalgoritme vereist de ondersteuning van klassieke resources. Bovendien worden kwantumalgoritmen in de meeste gevallen niet als geïsoleerde gevallen uitgevoerd, maar als onderdeel van grotere werkstromen die klassieke en kwantummiddelen met elkaar combineren. Voor complexe problemen worden klassieke resources hoogstwaarschijnlijk geleverd door High Performance Computing (HPC)-centra.

Om de ontwikkeling van kwantumtoepassingen mogelijk te maken, nemen

kwantumcomputingproviders, en in het bijzonder QaaS, nu ook klassieke resources in hun platform op om ervoor te zorgen dat gebruikers een breder scala aan experimenten kunnen uitvoeren. HPC-centra worden de vroegste gebruikers van kwantumcomputers en/of simulatoren en werken samen met kwantumproviders om kwantum- en klassieke resources te integreren.

NVIDIA kondigt hybride kwantumklassiek computingplatform aan

De hybride kwantumklassieke capaciteiten bieden een efficiënte manier om kwantum- en klassieke hulpmiddelen in een geconsolideerde omgeving te programmeren. Hierdoor kunnen HPC-ontwikkelaars hun toepassingen in de scheikunde, de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen, de materiaalwetenschap en andere disciplines versnellen. De integratie met kwantumcomputing maakt nieuwe ontdekkingen mogelijk naarmate er kwantumvoordelen ontstaan.

 open voorbeeld

Hosting van kwantumcomputers

De Gemeenschappelijke Onderneming Europese high-performance computing (EuroHPC JU) heeft zes locaties in de Europese Unie (EU) geselecteerd als gastland en ter exploitatie van de eerste EuroHPC-kwantumcomputers: Tsjechië, Duitsland, Spanje, Frankrijk, Italië en Polen.



Forbes: De kwantumrevolutie is begonnen, zijn naam is hybride

Klassieke en kwantumcomputers zullen samenwerken om moeilijke problemen aan te pakken. Hybride computing geeft niet-kwantumgebruikers toegang tot kwantumvermogen, voornamelijk via de cloud. De klassieke computer zal nooit verdwijnen en zonder deze computers zullen kwantumcomputers ook nooit hun volledige potentieel realiseren.

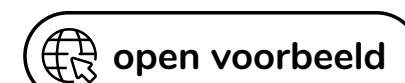


IMPACT

Verscheidene onderzoeksgebieden (bijvoorbeeld scheikunde, machinelere, financiële modellering, logistieke optimalisering, klimaatmodellen, enz.) kunnen delen van hun huidige HPC-toepassingen overbrengen naar kwantumcomputers. Deze migratie zou de experimenten, en dus ook het onderzoek op deze gebieden, exponentieel kunnen versnellen.

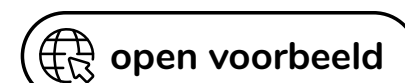
Europese investering in <HPC | QS >-infrastructuur

<HPC | QS > wil twee kwantumsimulators, die elk meer dan 100 qubits kunnen aansturen, integreren met en koppelen aan twee bestaande Europese Tier-0 supercomputers, en wil een open Europese gefedereerde hybride HPC-QS-infrastructuur implementeren die niet-commerciële cloudtoegang biedt aan openbare en particuliere Europese gebruikers.



Het versnellen van hybride kwantum-klassieke algoritmen op Amazon Braket

Onderzoek naar hybride kwantum-/klassieke algoritmen vormt een belangrijk paradigma in het NISQ-tijdperk van kwantumcomputing. De voor prestaties geoptimaliseerde, softwaregebaseerde simulators van PennyLane, aangestuurd door NVIDIA, stellen onderzoekers in staat om de grenzen van onderzoek naar hybride kwantum-/klassieke algoritmen te verleggen.



Hoogpresterende computingcentra vroege toepassers van kwantumcomputing

Verschillende HPC-centra hebben al kwantumsimulators en kwantumcomputers in hun resources verworven en geïntegreerd.



TREND #4

Foutcorrectie-technieken

Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid Integriteit

 Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Connectiviteit #Datagovernance

Qubits zijn delicaat, instabiel en gevoelig voor fouten die snel kunnen leiden tot foutieve berekeningen. Het decoderen van deze fouten op zelfs een ‘kleine’ quantumcomputer vereist realtime identificatie en correctie van miljarden fouten per microseconde. Om gebruik te kunnen maken van quantumcomputers, hebben we foutcorrecties nodig. Bij de quantumfoutcorrectie wordt kwantuminformatie over vele qubits verdeeld, zodat de dominante ruisprocessen de kwantuminformatie op omkeerbare wijze beïnvloeden. Dit betekent dat er een foutomkeringsprocedure wordt toegepast om de fouten op te sporen en te corrigeren. Er worden momenteel veel inspanningen gedaan om geavanceerde foutcorrectietechnieken te ontwikkelen. Quantumfoutcorrectie is een cruciale techniek voor de overgang vanaf luidruchtige quantumapparaten op tussen-

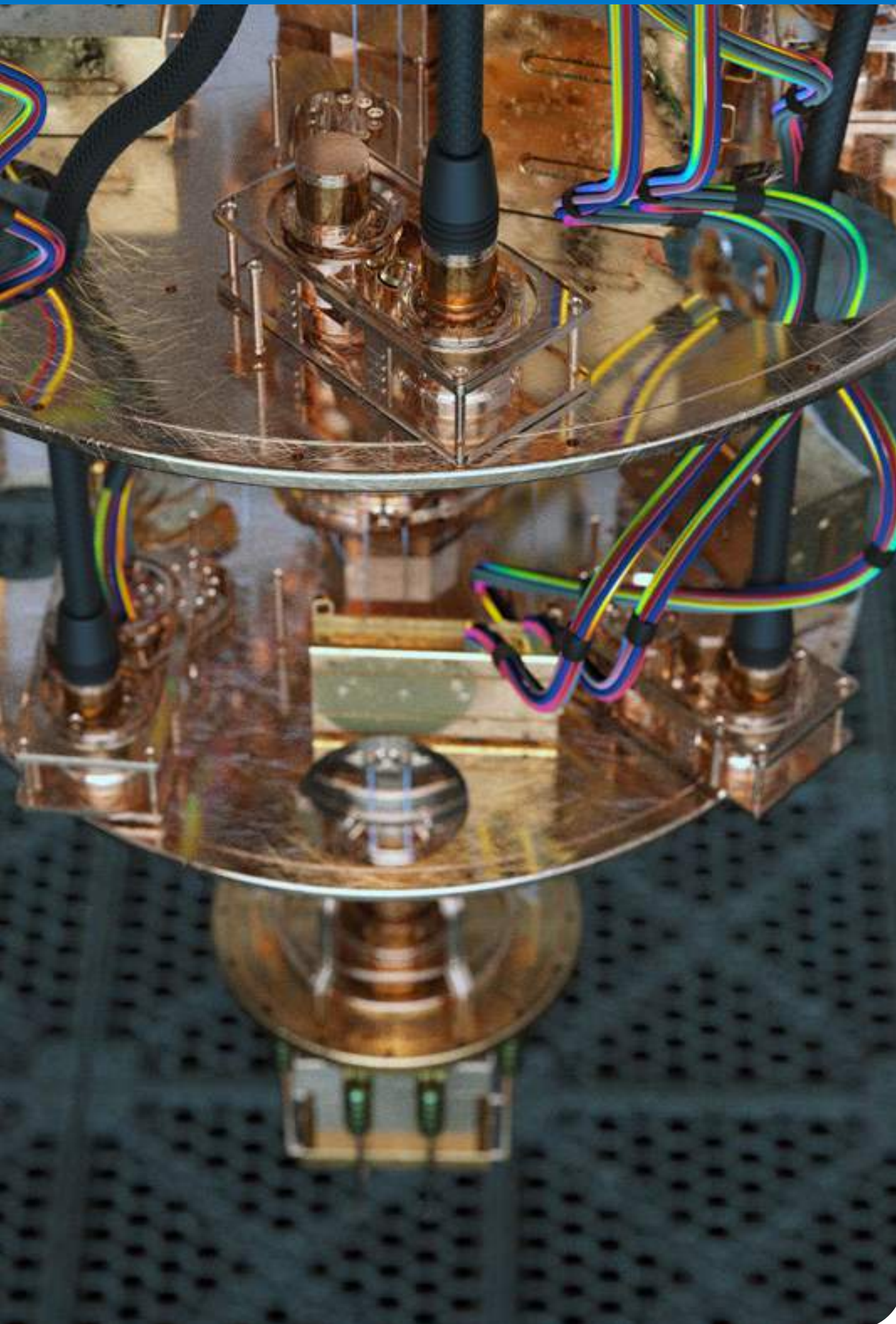
liggende schaal naar universele quantumcomputers. “De oppervlaktecode, die een hoog drempelfoutpercentage heeft, is de toonaangevende quantumfoutcorrectiecode voor tweedimensionale rasterarchitectuur.” [Youwei Zhao et al. Phys. Rev. Lett. 129, 030501 (2022)]

De enorme gevolgen van quantumfoutcorrectie

Om complexe berekeningen uit te voeren, moeten we het aantal hoogwaardige qubits drastisch vergroten. Zonder foutcorrectie kunnen de antwoorden van een quantumcomputer onzinnig zijn. Om quantumcomputers nuttig te maken, moeten we de gevolgen van fouten in onze berekeningen verminderen. Er zijn verschillende manieren en niveaus voor de verwerking van fouten. IBM kijkt bijvoorbeeld op dit moment naar quantumfoutbeheer door de lens van drie methoden: foutonderdrukking, foutvermindering en foutcorrectie. Het uiteindelijke doel is echter: voor foutbestendige kwantumberekeningen is de ontwikkeling van quantumfoutcorrectietechnieken nodig.

 open voorbeeld

 open voorbeeld



Wijze waarop IBM Quantum kwantumfoutcorrectie ontwikkelt met hardware-experimenten

Dit artikel toont aan hoe belangrijk het is om echte experimenten uit te voeren bij het implementeren van onze foutcorrectiecodes op kwantumhardware. Ze kunnen ons niet alleen helpen om de theorie vooruit te brengen, maar ze kunnen ons ook vertellen welke coderings- en decoderingsprogramma's het beste werken voor de hardware die we opbouwen en ons laten zien welke soorten fouten we in de echte wereld kunnen verwachten. Deze experimenten leveren zelfs nieuwe ideeën op die men in theorie waarschijnlijk niet had verwacht.

 [open voorbeeld](#)

De route naar nuttige kwantumcomputers met foutcorrectie

Tijdens de IEEE-kwantumweek in september 2022 benadrukte een aantal verschillende workshops en keynotes de opkomende technische uitdagingen om kwantumcomputing op te schalen. We hebben ook meer geleerd over het ontluikende ecosysteem dat zich richt op gecorrigeerde machines.

 [open voorbeeld](#)

IMPACT

De meeste kwantumalgoritmen vereisen miljarden gates en dus een uitgebreide foutcorrectie. Pas als er volgroeide foutbestendige computers bestaan, kunnen eindgebruikers ze ongeveer net zo bedienen als een conventionele computer, omdat ze de logische instructies gewoon uitvoeren, en men zich geen zorgen hoeft te maken over fouten.

TREND #5

Kwantum-nieuwsgierigheid

Publieke waarden



Autonomie



Rechtvaardigheid

Gelijkheid



Menselijkheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Dataïsme #Cyberbeveiliging
#Onderzoeksomgeving

Kwantumtechnologieën worden geleidelijk aan voldoende ver ontwikkeld om vercommercialiseerd te worden en een groeiend aantal mensen is nieuwsgierig naar de mogelijkheden en kansen. Onderzoeksinstituten en particuliere ondernemingen werken steeds vaker samen aan octrooi-ontwikkelingen. Durfkapitaal investeerders en overheden investeren grote bedragen. Grote bedrijven investeren ook in start-ups om hun bekwaamheid te vergroten. Bedrijven investeren en verkennen kwantum uit angst om de boot te missen.



Quantum Delta NL introduceert een microfonds van twee miljoen euro voor kwantumstart-ups

Quantum Delta NL introduceerde een microfonds van 2 miljoen euro genaamd 'LightSpeed Fund 1'. Het fonds ondersteunt beginnende kwantumstart-ups. Als een start-up faalt, hoeft het bedrijf het startkapitaal van 50.000 euro niet terug te betalen.

open voorbeeld



Capgemini introduceert een speciaal kwantumlab

Capgemini heeft een overeenkomst met IBM gesloten om een IBM-kwantumknooppunt te worden. Dit knooppunt zal de klanten van Capgemini toegang geven tot de kwantumcomputing-systemen van IBM, waaronder IBM's onlangs aangekondigde 127 qubit-processor 'Eagle'. Het knooppunt biedt ook toegang tot de kwantumexpertise van IBM en tot Qiskit, het open-sourcepakket voor de ontwikkeling van kwantuminformatiesoftware van IBM. Door met IBM samen te werken, sluit Capgemini zich aan bij meer dan 170 leden van het IBM-kwantumnetwerk, die allemaal werken aan het bevorderen van kwantumcomputing en het verkennen van praktische toepassingen.



open voorbeeld

Quantum Applications Lab

QAL vormt de broodnodige verbinding tussen wetenschappelijke ontwikkelingen van kwantumhardware en -software en vraaggestuurde oplossingen voor bijv. optimalisatie, simulatie en machinelere. QAL is geïntegreerd in het Quantum Delta NL (QDNL)-ecosysteem en versnelt de bouw van een sociale en economische innovatie-infrastructuur voor kwantumcomputing en de kennis, capaciteiten en competenties die hiervoor nodig zijn. QAL zal dit doen door het identificeren van veelbelovende domeinen voor kwantumcomputing-toepassingen en het uitvoeren van projecten samen met wetenschappelijke en industriële partners en/of partners uit de particuliere sector.



open voorbeeld

QDNL roept MKB's op voor toepassingen

MKB's kunnen projecten indienen als individuele bedrijven of in een openbaar/particulier partnerschap van 500.000 EUR tot 2 miljoen EUR per project. Quantum SME streeft ernaar jaarlijks terugkerende oproepen van 5 miljoen EUR per jaar te financieren voor de verdere ontwikkeling van kwantumtechnologie.



open voorbeeld

IMPACT

Meer banen en mogelijkheden voor studenten met kennis van kwantumtechnologie. Meer samenwerkingen met de particuliere sector en financieringsmogelijkheden.

Meer over Kwantum

Contact

Ariana Torres Knoop

Adviseur en projectmanager van Quantum Computing

ariana.torres@surf.nl

Rob Smets

Architect Optical and Quantum network

rob.smets@surf.nl

Peter Hinrich

Relatiemanager Onderzoek & Innovatie

peter.hinrich@surf.nl

Met bijdragen van

Koen Groenland, *Universiteit van Amsterdam*

Servaas Kokkelmans, *TU Eindhoven*

Ingrid Romijn, *QDNL*

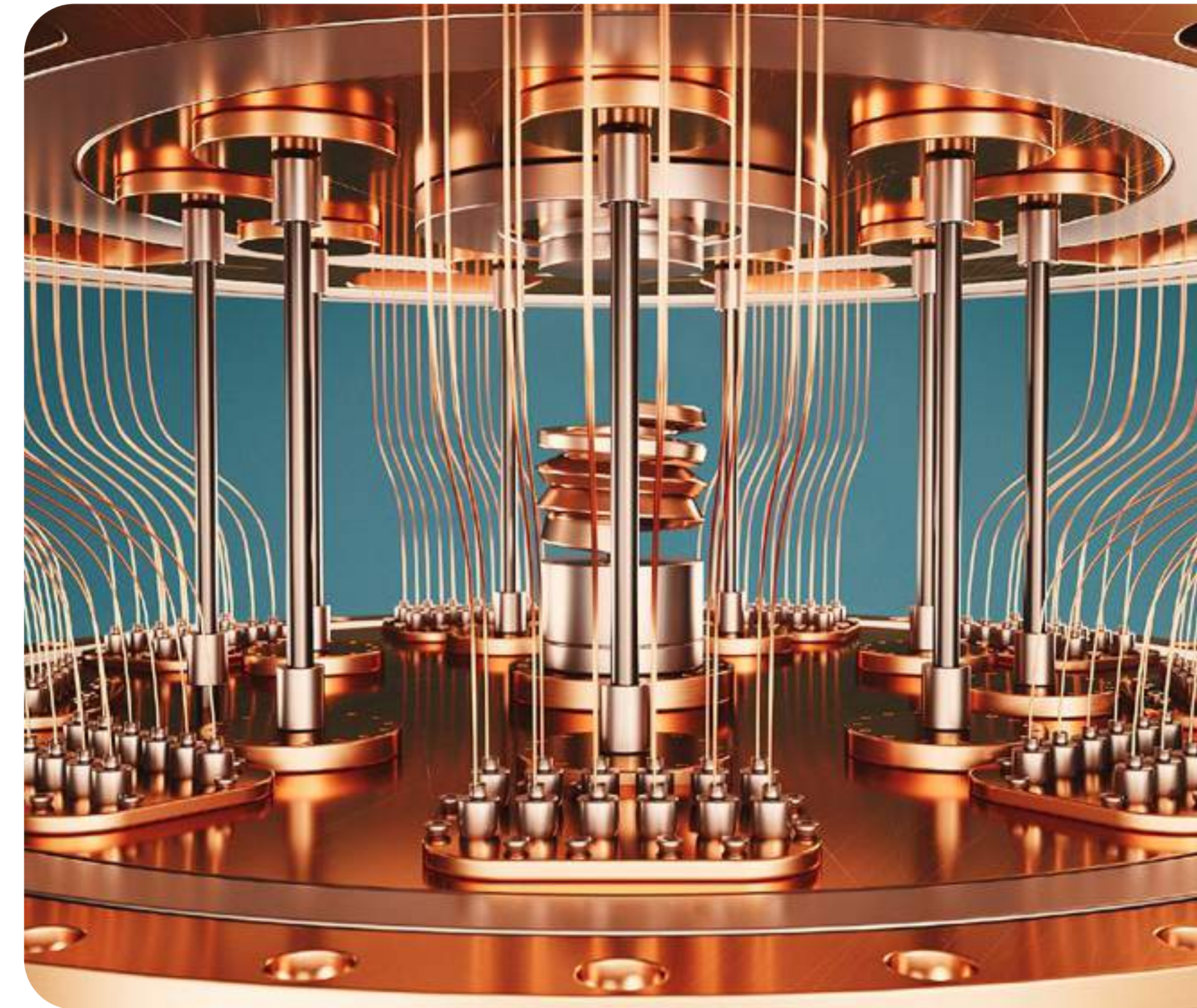
Meer info



SURF website



SURF community's



eXtended Reality

→ XR verrijken door technologieën te combineren

→ Virtuele sociale interacties worden steeds geavanceerder

→ Nieuwe uitrusting voor nieuwe realiteiten

→ Een toenemend aantal ethische bezwaren

→ Een gefragmenteerd ecosysteem



XR-Technologie

XR, of 'eXtended Reality', is zowel een technologie op zichzelf als een term die wordt gebruikt voor een combinatie van andere realiteitsveranderende technologieën; combinaties van virtual reality, augmented reality en mixed reality kunnen allen XR zijn. XR blijft een technologie in ontwikkeling op uiteenlopende gebieden. Onderwijs, onderzoek, medisch onderwijs, defensie, gezondheidszorg en zelfs toerisme grijpen de technologie op verschillende en innovatieve manieren aan. Of XR nu wordt gebruikt om een klaslokaal met kinderen naar een nationaal monument te brengen voor een virtuele excursie of om praktijkverpleegkundigen op te leiden in het ontleden van een virtueel menselijk lichaam; XR blijft nieuwe toepassingen vinden in een verscheidenheid aan leeromgevingen.

De XR-technologieën worden vaak gebruikt om gebruikers zich te laten verdiepen in een fysieke-virtuele wereld, die nu vaak een 'Metaverse' wordt genoemd. Deze meeslepende 3D-internetervaring is grotendeels ontstaan uit financiering door belangrijke technologiebedrijven die de toekomst van het internet zien als iets waar je altijd 'in' bent en niet per sé van gescheiden bent. Op die manier concurreert de metaverse niet met het internet, maar bouwt het voort op de grondbeginselen ervan. Web3 vertegenwoordigt ook een mogelijk antwoord op de vraag hoe er een nieuwe markt binnen deze gesimuleerde omgevingen kan ontstaan. Het concept van Web3 is bedoeld als een op blockchain gebaseerd web, inclusief (gehyped) producten als cryptovaluta en NFT's.

Grote technologiebedrijven investeren natuurlijk steeds meer in XR-apparaten en -platforms en hun aanwezigheid neemt toe naarmate gaming, sociale community's en onderwijsinstellingen nieuwe headsets of apparatuur introduceren. Interactie met een metaverse of simulaties in deze domeinen heeft nieuwe gevolgen voor de sociale en culturele normen van deze instellingen. Sociale normen betreffende hoe professionele community's zich binnen deze digitale ruimtes ontwikkelen, hoe mensen samenwerken en wat sociaal aanvaardbaar is in deze ruimtes, blijven zich verder ontwikkelen.

Onderwijsinstellingen zijn begonnen te experimenteren met XR-technologieën om op nieuwe manieren te leren, waaronder tijdmachine-gevolgen van het leren van nieuwe culturen,

verdieping in leermateriaal en zelfs virtuele repetitiescènes voor presentatievaardigheden. Onderzoekers kunnen nieuwe mogelijkheden vinden in volledig op afstand uitgevoerd XR-onderzoek, waarvoor nog een uitgebreid experimentkader moet worden opgezet. Vaardigheden en competenties in nieuwe leeromgevingen, zoals laboratoria, apparatuurprotocollen en virtuele excursies, kunnen effectief worden toegepast met veelbelovende resultaten. Studenten en werknemers die leren werken met nieuwe hulpmiddelen, apparatuur, medische faciliteiten of laboratoria, mogen dingen breken en fouten maken. Lerenden hebben meer veiligheid, dankzij een virtuele omgeving, voordat ze de echte wereld betreden. Dit opent nieuwe deuren naar virtuele plaatsen, zowel voor het werk als in de vrije tijd.

TREND #1

XR verrijken door technologieën te combineren

Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid

 Menselijkheid
Sociale samenhang | Veiligheid | Gezondheid en welzijn

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Digitale economie #Open en online onderwijs
#Connectiviteit #Automatisering

Er worden vaak verschillende XR-methoden met elkaar gecombineerd om een diepgaandere ervaring te creëren of ze worden over elkaar heen gelegd om verschillende mogelijkheden te combineren. Nieuwe XR-innovaties maken gebruik van de combinatie van digitale interfaces en het menselijk lichaam. Technologieën in verschillende industrieën worden in combinatie met XR gebruikt om innovatieve manieren te creëren om de gebruikerservaring te veranderen. Technologieën als computing en AI zijn belangrijke factoren die de diepgang van XR-technologie mogelijk maken.



Meta's Codec Avatars 2.0 worden zeer realistisch

Op Meta Connect 2022 toonde Meta de huidige status van haar Codec Avatars 2.0. Ze bieden zeer realistische, persoonsgebonden avatars, met onder meer realistische gezichtsbewegingen (bijv. tijdens het lachen). De avatars zijn gebouwd met behulp van geavanceerde machineleertechnieken en voor het genereren ervan is veel verwerkingsvermogen en tijd nodig.

 [open voorbeeld](#)



Generatieve AI voor mogelijke creatie van een digitale wereld

Door XR en generatieve AI-modellen met elkaar te combineren, kan XR-content in de nabije toekomst mogelijk automatisch worden gegenereerd. Point-E, gecreëerd door OpenAI, is een voorbeeld daarvan. Hierbij worden er eenvoudige, door tekst gegenereerde 3D-modellen aangemaakt die mogelijk een doel hebben in gesimuleerde werelden.

 [open voorbeeld](#)

Rendering op afstand om digitale betrouwbaarheid en realisme te verbeteren

Met 'remote rendering' worden de 3D-beelden gerendeerd in een krachtige, cloudgebaseerde server, waarbij alleen de beelden naar de XR-headset worden gestreamd. Er bestaan momenteel enkele oplossingen voor rendering op afstand op apparaten, maar er is een gebrek aan netwerk mogelijkheden om dit schaalbaar te maken.

 [open voorbeeld](#)

 [open voorbeeld](#)

 [open voorbeeld](#)

IMPACT

Met meer gelaagdheid van apparatuur voor een XR-ervaring raken onze digitale persoonlijkheden en digitale impact dieper geworteld in zowel onderzoek als onderwijs. Met nieuwe verbondenheid en diepgang kunnen docenten meer mogelijkheden vinden om studenten mee te nemen op virtuele excursies, zoals nieuwe en meer avontuurlijke plekken in ons heelal. Onderzoek zou mogelijkheden kunnen creëren aan de hand van betere hardware met meer renderingsvermogen dat nodig is voor extra rijke virtuele omgevingen. Sociale samenhang kan profiteren van extra krachtige rendering, waardoor studenten over een betere leeromgeving en betere leermaterialen kunnen beschikken.

TREND #2

Virtuele sociale interacties worden steeds geavanceerder

Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid  Inclusiviteit

 Menselijkheid  Zinvol contact

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Recht om van huis uit te kunnen werken
 #Open en online onderwijs #Connectiviteit
 #Internationalisering #DEI
 #Onderzoeksomgeving

XR biedt gebruikers toegang tot virtuele digitale ruimtes, waar mensen elkaar kunnen ontmoeten, met elkaar kunnen communiceren en kunnen samenwerken. In deze nieuwe ruimtes kunnen mensen samen spelen, werken en trainen in dezelfde virtuele ruimte. Gebruikers kunnen over de hele wereld ‘reizen’, zonder de tijd te verliezen die nodig is om in het echt te reizen; ze kunnen zelfs via teleportatie met één klik een ruimtestation bezoeken. Deze nieuwe manier van verbinden biedt uiteenlopende mogelijkheden, maar kan ook negatieve gevolgen hebben. Hoe beïnvloedt het bijvoorbeeld de manier waarop we momenteel werken?



Er worden virtuele campussen geopend

Tien universiteiten hebben hun virtuele deuren geopend voor universiteitsstudenten, waarbij sommige universiteiten maar liefst 45.000 studenten hebben die alleen online leren. Meta heeft veel van deze studenten gratis een headset uitgedeeld en brengt momenteel geen kosten in rekening aan universiteiten die betrokken zijn bij de samenwerking.

 open voorbeeld



Hoe de Metaverse ons dagelijks werk kan veranderen

De opkomst van de Metaverse heeft de werkplek nu al veranderd. Accenture gebruikt [bijvoorbeeld](#) 60.000 Meta Quest 2-headsets om onboarding te ondersteunen, terwijl Microsoft met Meta samenwerkt om Microsoft Teams en Microsoft 365 in de Meta-hardware op te nemen.

 [open voorbeeld](#)

2 miljard dollar om een Metaverse voor kinderen te bouwen

Epic Games heeft investering opgehaald om in [samenwerking](#) met de LEGO Group een Metaverse voor kinderen te creëren. De ontwikkelaars zullen rekening houden met de privacy, de veiligheid en het welzijn van de kinderen.

 [open voorbeeld](#)

Virtuele ruimtes kunnen en zullen voor daten worden gebruikt

Veel mensen vinden daten in een VR-wereld meer uitnodigend en veiliger dan naar een café gaan. VRChat alleen al heeft 30.000 maandelijkse gebruikers die op uiteenlopende manieren met elkaar communiceren, waaronder door dating en werken. Gebruikers die in kleine gemeentes wonen, kunnen nog steeds buiten hun fysieke grenzen daten.

 [open voorbeeld](#)

IMPACT

Technologieën die deel uitmaken van ons dagelijks leven veranderen gedrag, sociale normen en waarden. Studenten en docenten zitten vaker voor een scherm en in vormen die voorheen niet beschikbaar waren. Nieuwe internationale samenwerkingen worden mogelijk voor docenten, studenten en onderzoekers. Deze virtuele interacties creëren nieuwe onderwijsmogelijkheden. Zo wordt bijvoorbeeld inclusiviteit beïnvloed, omdat meer mensen toegang hebben tot virtueel onderwijsmateriaal en -plaatsen en in multidisciplinaire teams werken.

TREND #3

Nieuwe uitrusting voor nieuwe realiteiten

Publieke waarden

 Autonomie Vrijheid van onderwijs

 Rechtvaardigheid Inclusiviteit

 Menselijkheid Persoonlijke ontwikkeling |
Veiligheid | Gezondheid en
welzijn

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Connectiviteit #Digitale economie
#Globalisering #Dataïsme

Er is speciale uitrusting nodig om toegang tot nieuwe digitale realiteiten te krijgen. Daarom stimuleert XR-technologie de ontwikkeling van nieuwe hardware door verschillende tech-bedrijven. De lijst met XR-apparaten groeit momenteel, en er worden wearables als smartbrillen en vizierbeeldschermen (HMD: Head Mounted Display) ontwikkeld om (nieuwe) gebruikers toegang te verlenen. Er zijn ook apparaten voor andere modaliteiten, zoals aanraking en geur, in ontwikkeling en/of beschikbaar als producten.



Meta's visie op de Metaverse presenteert een futuristisch ontwerp voor headsets

In juni 2022 bracht Meta een video uit met het nieuwe futuristische ontwerp voor headsets en een apparaat voor invoer met vingertoppen. Het apparaat is dunner dan de Oculus Quest en wordt waarschijnlijk gebruikt in combinatie met haptische handschoenen of EMG-polsbanden.

 [open voorbeeld](#)



Bouw uw XR-trainingsscenario op met Interhaptics

Unity heeft Interhaptics ontwikkeld, dat kan worden gebruikt om grote en complexe scenario's te creëren. Eén interactie kan meerdere gebeurtenissen opwekken, afhankelijk van de regels die de ontwikkelaar erop toepast.

 open voorbeeld


Virtuele objecten voelen met handschoenen die feedback geven

De microfluidische handschoenen van Meta geven nu haptische feedback met een hoge betrouwbaarheid, wat zorgt voor een meer meeslepende en echte ervaring. Met de handschoenen kun je weerstand, textuur en vorm van voorwerpen in XR voelen.

 open voorbeeld

Virtueel zoenen met ultrasone omvormers

Er kan nu een zoen worden gesimuleerd in VR met een kant-en-klare virtuality-headset. Deze headset kan het gevoel van aanraking nabootsen, zonder dat hardware het gezicht van de gebruiker raakt.

 open voorbeeld

IMPACT

Naarmate XR-apparaten lichter en gebruiksvriendelijker worden, zal het gebruik ervan veranderen. Gebruikers zullen hun headset langer gaan dragen. Momenteel maakt XR aanpassingen voor verbeteringen in het trainen van procedurele kennis met betrekking tot besluitvorming, maar niet met betrekking tot motorische vaardigheden. Haptische handschoenen en andere ontwerpen bieden realistischere leermogelijkheden voor motorische vaardigheden. Deze ontwikkelingen zullen leiden tot nieuw onderzoek naar het volgen van oogbewegingen en het verzamelen van gegevens over de bewegingen van het hele lichaam. Nieuwe hardware zal ook de druk verhogen op realiseren van interoperabiliteit en prijzen, naarmate meer headsets op de markt verschijnen.

TREND #4

Een toenemend aantal ethische bezwaren

Publieke waarden

 **Autonomie** Bescherming van het privéleven en persoonsgegevens

 **Rechtvaardigheid** Integriteit

 **Menselijkheid** Veiligheid

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Cyberbeveiliging #EU-wetgeving #Privacy
#Digitale geletterdheid en vaardigheden
#Onderzoeksomgeving

Net als de meeste mobiele apparaten stelt XR providers en leveranciers in staat om gegevens te verzamelen.

Met XR kunnen meer geavanceerde en persoonlijke gebruikersgegevens worden gegenereerd, zowel fysiek als digitaal. Met deze technologie kan men bijvoorbeeld niet alleen lichaamsbewegingen volgen, maar ook oogbewegingen en pupilverwijding. Deze ontwikkelingen brengen ethische bezwaren met zich mee, zowel op het gebied van privacy als gegevensbeheer; welke gebruikersgegevens worden verzameld, hoe worden ze verzameld? Wie heeft er toegang toe? Hoe worden ze verwerkt? En misschien wel het belangrijkste: voor welke doeleinden kunnen die gegevens worden gebruikt?



Kijken naar je ogen betekent inzicht krijgen in je verlangens, en nog veel meer...

Het volgen van de ogen van gebruikers met behulp van camera's kan de gebruikerservaring in XR verbeteren, doordat men zich op natuurlijke wijze op virtuele content kan richten door er simpelweg naar te kijken. Gegevens afkomstig uit het volgen van ogen kunnen worden gebruikt om te interpreteren wat iemand wil of wenst.

 [open voorbeeld](#)

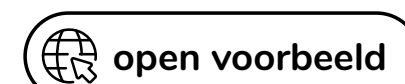
De ethiek van een hersencomputerinterface in VR – Digitale lichamen

Een hersencomputerinterface (BCI: Brain-Computer Interface) biedt vele mogelijkheden, zoals iemand met een handprothese met zijn gedachten een glas water laten pakken. Oplossingen voor hersencomputerinterfaces brengen echter diepgaande ethische uitdagingen naar voren – en niet alleen in de virtuele realiteit.



Ons lichaam kan de nieuwe gegevensbron worden voor toezichttechnologie in de Metaverse

XR-headsets, handbediening, camera's en microfoons zorgen voor een drastische toename in het vastleggen van biometrische gegevens. Er zijn voornamelijk weinig beperkingen opgezet om ons te beschermen tegen onbeperkte gegevensverzameling.



IMPACT

Ethiek, regulering en normen zullen blijven ontwikkelen naarmate XR-technologieën de huidige normen voor gegevensverzameling en gebruik uitdagen. Deze nieuwe XR-technologieën maken ook nieuwe mogelijkheden voor beveiliging zichtbaar.

Zo kunnen bijvoorbeeld individuen met behulp van het volgen van oogbewegingen worden geïdentificeerd waardoor het als verificatiemechanisme of zelfs als wachtwoord kan worden gebruikt. Het verzamelen van marketinggegevens en het volgen van individuen in digitale werelden en ruimtes zal leiden tot enorme veranderingen in de privacywetgeving. De risico's en de hoeveelheid gegevens die door XR-apparaten worden verzameld, moeten onder de aandacht worden gebracht van gebruikers, met name in het onderwijs, waar studenten en docenten geen basiskennis hebben van de nieuwe XR-mogelijkheden waarbij bijna elke beweging en elk geluid wordt opgenomen.

De toekomst van reclame in AR/VR


Er ontstaan nieuwe manieren om (virtuele) merchandise te verkopen aan gebruikers van XR-technologieën. Nieuwe experimenten zijn erop gericht de gebruiker zoveel mogelijk binnen de XR-ervaring te houden, inclusief het Interactive Advertising Bureau (IAB), dat digitale reclamenormen en terminologie aanstuurt om te zorgen dat ongelijkwaardige systemen en platforms met elkaar kunnen samenwerken.



TREND #5

Een gefragmenteerd ecosysteem

Publieke waarden

 **Autonomie** Onafhankelijkheid van onderwijs | Vrijheid van onderwijs

 **Rechtvaardigheid** Integriteit

 **Menselijkheid**

Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

Drijfveren

#Ontwikkeling van open source #EU-wetgeving
#Decentralisatie #Digitale economie

Er ontstond onlangs een wildgroei aan XR-apparaten, -platforms en -softwaretools. Door een gebrek aan industriebrede normen voor veel van deze virtuele realiteiten, zijn de mogelijkheden nog niet schaalbaar en onderling uitwisselbaar. De technologieën en de onderliggende platforms zijn geen open source, maar worden beheerd door de platformaanbieders. Het gaat hierbij onder meer om standaarden voor het volgen, verzamelen en opslaan van gegevens, of standaardprotocollen voor het koppelen van verschillende platforms. Een vraag voor de nabije toekomst is of deze fragmentatie een trend op de korte termijn zal zijn, gevolgd door een vorm van convergentie, of dat marktkrachten barrières zullen aanhouden, wat zal leiden tot meerdere 'metaverses'.



Metaverse Standards Forum

Het Metaverse Standards Forum brengt diverse instanties en organisaties bij elkaar om onderlinge uitwisselbaarheid binnen de open Metaverse te leveren. Dit omvat een groot aantal organisaties die met elkaar gaan samenwerken, een belangrijke stap in de richting van reguleringsvormen.

 [open voorbeeld](#)

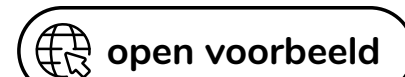
Snelle groei in technologieën versnelt ontwikkeling van Metaverse

Om een meeslepende ervaring te bieden, moet aan hogere eisen voor wat betreft de infrastructuur worden voldaan. De 5G-technologie kan aan deze hogere eisen voldoen en zorgt voor meer verwerkingscapaciteit in de netwerkinfrastructuur.



Meta wekt boosheid op door kosten in rekening te brengen voor VR-apps

Ontwikkelaars van content voor XR-apparaten zijn gefrustreerd dat Meta aandringt op een kostenmodel voor de toepassingen. Door kosten in rekening te brengen, neemt het open source-karakter van platforms waar VR-ontwikkelaars naar streven, af.



IMPACT

Een hoog ontwikkelingstempo maakt het zeer moeilijk om te plannen voor de lange termijn en vereist dus meer flexibiliteit. Gebruikers moeten aanvaarden dat het huidige XR-ecosysteem niet stabiel is. Onderwijs- en onderzoeksinstellingen worstelen met deze

voortdurende veranderingen. Dit heeft implicaties voor de inkoop, het opschalen van experimenten en daarmee het begrijpen van de bruikbaarheid van XR in onderwijs en onderzoek. Het onstabiele ecosysteem kan leiden tot stagnatie van de in gebruik name ervan. Oplossingen hebben meestal een of andere keerzijde voor wat betreft technisch vermogen, prijs, openheid of compatibiliteit. Een mogelijkheid voor onderwijs en onderzoek is om de huidige staat van het XR-ecosysteem te accepteren. Daardoor accepteren we voortdurende veranderingen in het ecosysteem en richten we ons meer op de ontwikkeling van standaarden op beide respectieve gebieden. Een goed besef van de vereisten is cruciaal om de juiste keuze te maken.

Het herziene landschapsrapport voor 2020 van XR4ALL

In dit rapport zijn afbeeldingen opgenomen die zijn gemaakt door The Venture Reality Fund, dat honderden bedrijven van actieve AR- en VR-marktpartijen samenvat. Met “...een analyse van het landschap van meeslepende interactieve XR-technologieën... in de periode juli 2019 tot november 2020”.



Meer over eXtended Realities

Contact

John Walker

Adviseur voor opkomende technologie
john.walker@surf.nl

Paul Melis

Senior consultant Visualisatie
paul.melis@surf.nl

Casper van Leeuwen

Senior consultant Visualisatie
casper.vanleeuwen@surf.nl

Met bijdragen van

Maarten Zweers, *ROC Friese Poort*
Carolien Kamphuis, *Radboud UMC*
Matthijs van Veen, *Saxion*
Arno Freeke, *TU Delft*
Jan-Laurens Lasonder, *TU Twente*

Meer info



Surf Cooperative

Samen innovatie bevorderen

SURF is de coöperatieve vereniging waarin Nederlandse onderzoeksuniversiteiten, hogescholen voor toegepaste natuurwetenschappen, mbo's, universitaire medische centra en onderzoeksinstituten samenwerken om de beste IT voor onderwijs en onderzoek te bieden. Wij ontwikkelen en leveren betrouwbare, state-of-the-art IT-diensten of kopen ze centraal in tegen gunstige voorwaarden. We werken samen aan nieuwe, innoverende toepassingen van IT in onderwijs en onderzoek. En we komen bijeen om kennis, ideeën en expertise uit te wisselen. Hierdoor blijft het Nederlandse onderwijs en onderzoek op topniveau.

Colofon

Contactpersoon

Gül Akcaova, *Lead Futurist & Project Manager*
gul.akcaova@surf.nl

Projectteam

Saskia Roelofsen, *Projectassistent*
Niels Weijers, *Communicatieadviseur*
Nynke Kruidenink, *Senior Adviseur voor innovatie in het Onderwijs*
Alexandra van Straaten, *Communicatieadviseur*

Redacteur

Erik van der Spek

Grafisch ontwerp

Vrije Stijl Utrecht

Mei 2023

Copyright

 4.0 International

De tekst, tabellen en illustraties in dit rapport zijn samengesteld door SURF en beschikbaar onder de Creative Commons-licentie Attribution 4.0 International. Meer informatie over deze licentie vindt u op <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

SURF Utrecht

Hoog Overborch Kantoorgebouw
(Hoog Catharijne)
Moreelsepark 48
3511 EP Utrecht
+31 88 787 30 00

SURF Amsterdam

Science Park 140
1098 XG Amsterdam
+31 88 787 30 00

futuring@surf.nl
www.surf.nl
www.surf.nl/techtrends