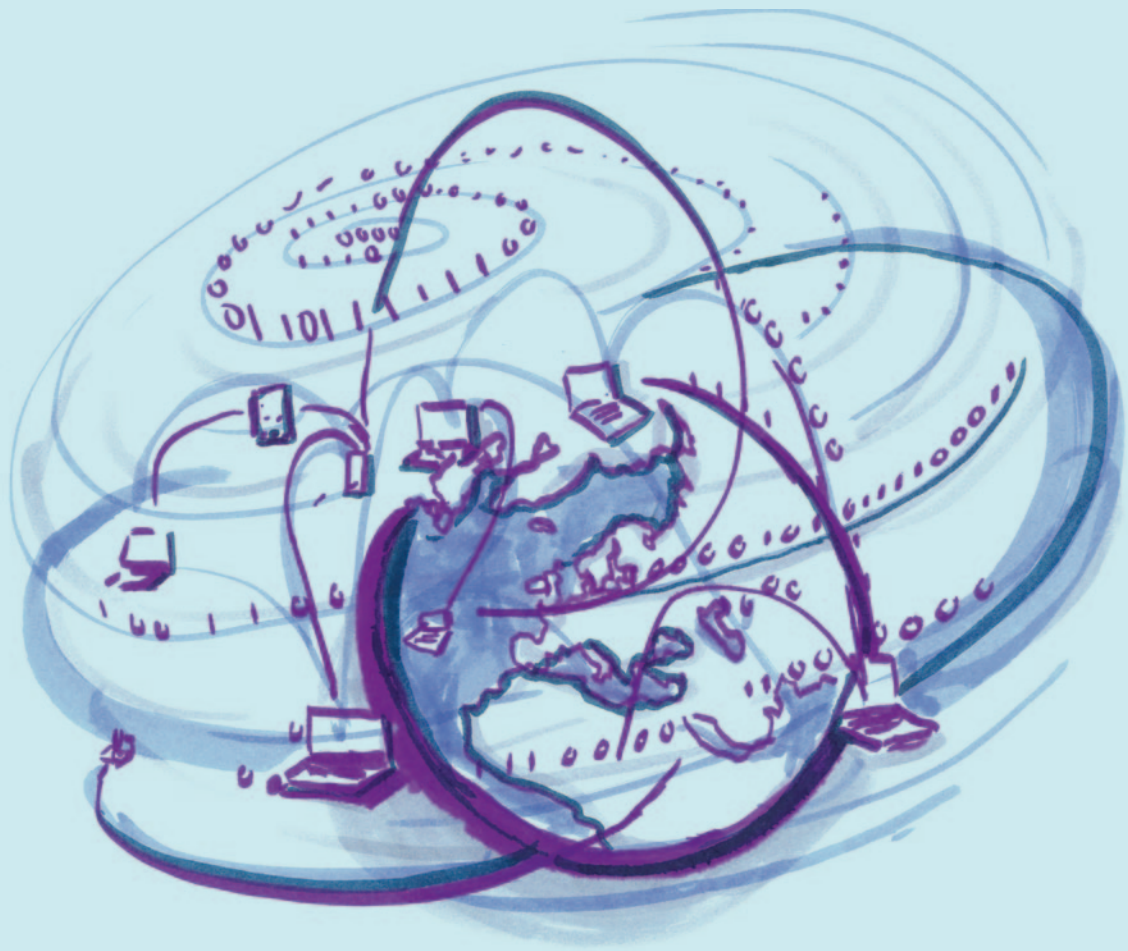




# Een stevigere basis voor een sterke digitale samenleving



## De grondbeginselen van vertrouwde digitale partners

We gaan geleidelijk naar een situatie waarin socio-technische systemen vertrouwde digitale partners zijn. Denk bijvoorbeeld aan autonome energievoorzieningen, de inzet van robots in de thuiszorg of autonoom openbaar vervoer.

Wat als er iets 'misgaat'? Hoe kunnen we leren vertrouwen op socio-technische systemen, zowel vanuit technologisch als maatschappelijk perspectief? Hoe kunnen we garanderen dat ze veilig, beveiligd, betrouwbaar, robuust, onderhoudbaar, transparant en controleerbaar zijn, en dat ze maatschappelijke waarden (en veranderingen daarin) respecteren en zich daaraan aanpassen?

En, net zo belangrijk, hoe garanderen we dat deze systemen zich blijven ontwikkelen en tegelijkertijd hun oorspronkelijke doel blijven vervullen? Daarbij gaat het om zaken zoals de juistheid en volledigheid van de betreffende gegevens en software, of de verzekering dat kwetsbare burgers niet worden misbruikt, maar juist een betere kwaliteit van leven bereiken.

# Een stevigere basis voor een sterke digitale samenleving

ICT is een van de pijlers van de moderne samenleving. Er is vrijwel geen enkel maatschappelijk gebied waarin ICT niet een centrale rol speelt. Dit gaat van het dagelijks gebruik van e-mail, websites, smartphone-apps en tools voor videoconferenties tot volledig geautomatiseerde systemen voor productie, mobiliteit, logistiek, energie, planning, facturering, veiligheid en sales. ICT is tegenwoordig zo verweven met de samenleving dat beide onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden. We hebben het punt bereikt waarop grote delen van de maatschappij niet meer kunnen functioneren als digitale systemen uitvallen.

Aan de andere kant creëert digitalisering ook nieuwe zakelijke, sociale en gedragsstructuren, zoals bijvoorbeeld de virtualisatie van retailmarkten, de groei van digitale sociale netwerken, een leven lang online leren en de 'prosumptie' van energie. Deze mogelijkheden bieden nieuwe kansen, maar brengen ook uitdagingen met zich mee die we het hoofd moeten bieden, zoals de noodzaak om nepnieuws en filterbubbels aan te pakken, de uitholling van onze privacy en het gevaar van uitvallende elektriciteitsnetwerken.

## Financiering van fundamenteel onderzoek

Onderzoek speelt een cruciale rol in de uitdagingen die digitalisering en de digitale transformatie met zich meebrengen en bij het vormgeven van de mogelijkheden die zich aandienen voor een veilige, welvarende en duurzame toekomst voor iedereen. Voor ICT vormt fundamenteel onderzoek al geruime tijd de basis voor digitalisering en digitale transformatie. Dit onderzoek heeft geleid tot de ontwikkeling van baanbrekende technologieën, vaak ingezet voor totaal andere doeleinden dan

waarvoor ze in eerste instantie waren ontwikkeld - soms zelfs voor doeleinden die eerder onvoorstelbaar leken. Innovaties zoals kunstmatige intelligentie, waaruit nu een overvloed aan nieuwe maatschappelijke en zakelijke mogelijkheden voortkomt, zijn geëvolueerd vanuit een solide infrastructuur voor fundamenteel onderzoek die tientallen jaren geleden is opgezet.

De afgelopen jaren is er zowel op nationaal als Europees niveau steeds meer aandacht gekomen voor toegepast onderzoek en valorisatie, wat heeft geleid tot gerichte investeringen en goed afgebakende focusgebieden. Dit is zonder twijfel van enorm belang, maar tot dusver ontbreekt het aan gelijkwaardige investeringen in fundamenteel onderzoek. De prioriteit die toepassingsgericht onderzoek krijgt, gaat bovendien ten koste van de steun voor nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek. Daarnaast wordt ICT maar al te vaak gezien als een vakgebied dat innovatie mogelijk maakt en wordt voorbijgegaan aan het feit dat het vakgebied zelf ook innovatie vereist. Aangezien fundamenteel onderzoek ten grondslag ligt aan vrijwel alle belangrijke ont-

wikkelingen die de motor vormen van onze huidige en toekomstige digitale samenleving, is correctie van deze disbalans noodzakelijk.

Informatici zullen te maken krijgen met fundamentele uitdagingen om nieuwe paradigma's te creëren. Cruciale onderzoeksgebieden omvatten: ondersteuning van autonomie binnen de voorgescreven ethische intenties zowel als betrouwbare besluitvorming op basis van geautomatiseerde verwerking, (grote hoeveelheden) informatie en meerdere (zakelijke) belangen, waarbij mensen 'in the loop' blijven; hybride intelligentie; de ontwikkeling van betrouwbare, duurzame en energiezuinige software; de eliminatie van modellen voor disruptief gedrag; privacybescherming; en het garanderen van 'security by design' voor systemen en sectoren. De meest urgente fundamentele onderzoeksvragen volgens ICT-onderzoekers uit verschillende vakgebieden worden uitgebreid beschreven in de onderzoeksagenda's die zijn opgenomen in de tabel op pagina 5.



## De samenleving opleiden

Om gelijke tred te houden met de digitale revolutie is het essentieel dat we voldoende deskundigen opleiden en het algehele niveau van digitale geletterdheid verhogen. Op dit moment zien de informaticaopleidingen in Nederland een sterke toename van het aantal studenten, zonder dat het aantal stafleden overeenkomstig groeit. Tegelijkertijd kunnen medewerkers in het bedrijfsleven de nieuwste ontwikkelingen maar met moeite bijhouden, waardoor de academische wereld ook voor de taak staat om mogelijkheden voor een leven lang leren te ontwikkelen voor de professionele ICT-community.

Bij de informaticaopleidingen is de student-staf ratio 35. Dat is hoger dan bij welke andere STEM-discipline dan ook: het is ongeveer twee keer zo hoog als bij opleidingen binnen de geestes- en sociale wetenschappen en vier keer zo hoog als bij de medische wetenschappen. Als Nederland de ambitie heeft om informatici op te leiden tot een acceptabel niveau, dan moet de student-stafratio bij de informaticaopleidingen aanzienlijk worden verlaagd.

Nederlandse informatici hebben de vier belangrijkste uitdagingen geïdentificeerd waarvoor in het komende decennium onmiddellijke actie is vereist (zie pag. 6 Uitdagingen in het onderwijs): Vraag en aanbod op elkaar afstemmen; De diversiteit van het werknemersbestand vergroten; Een leven lang leren en professionele ontwikkeling faciliteren; De algemene en specifieke digitale geletterdheid vergroten. Er zijn structurele investeringen nodig om deze kwesties het hoofd te bieden en mensen, bedrijven en maatschappelijke organisaties in staat te stellen om te overleven en gedijen in onze digitale samenleving.

## Nu handelen

Op dit moment lopen de investeringen in fundamenteel ICT-onderzoek aanzienlijk achter bij het maatschappelijke en wetenschappelijke belang van het vakgebied. Bovendien worden onderzoekers aan universiteiten overspoeld met onderwijstaken, als gevolg van de enorme groei van het aantal informaticastudenten.

Om een mooie en duurzame toekomst voor onze digitale samenleving te kunnen garanderen, is er dringend behoefte aan:

- ▶ structurele investeringen in fundamenteel ICT-onderzoek, om toekomstige (maatschappelijke) gamechangers te ontwikkelen; en
- ▶ het opleiden van nieuw ICT-talent en de investeringen die nodig zijn om dit te bereiken.

Als belangrijkste toegangspoort naar ICT-onderzoek in Nederland zet IPN zich in voor de bevordering van deze twee doelstellingen, in samenwerking met belangrijke besluitvormers bij de overheid, in het bedrijfsleven en in de samenleving.

## Bijlage 1: Overzicht van ICT-gerelateerde onderzoeksagenda's (in volgorde van publicatie)

Thema	Belangrijkste onderzoeksuitdagingen	Doel	Publicatiedatum
<b>Dutch Blockchain Research Agenda</b> Gepubliceerd door: Dutch Blockchain Coalition	Het onderscheiden van verschillende blockchainkenmerken, die allemaal een beter begrip vereisen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decentralisatie van een gedistribueerd, onwizigbaar grootboek</li> <li>• Automatisering en standaardisering van transacties</li> <li>• Digitale schaarste</li> <li>• Disintermediatie</li> </ul> Drie overkoepelende kwesties moeten worden aangepakt om analytische en ontwerpuitdagingen op elkaar af te stemmen voor de ontwikkeling en acceptatie van een blockchaintechnologie die positieve maatschappelijke uitkomsten realiseert: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrouwbaarheid</li> <li>• Duurzaamheid</li> <li>• Governance</li> </ul>	Blockchainonderzoek kan zich het beste richten op het identificeren en creëren van de voorwaarden die nodig zijn om de ontwikkeling van blockchaintechnologie zo te sturen dat de mogelijkheden die deze technologie voor het maatschappelijk belang biedt maximaal worden benut, op een manier waarbij ongewenste ontwikkelingen worden voorkomen of verholpen.  Deze voorwaarden komen voort uit ethische, technologische, economische, juridische en maatschappelijke perspectieven, die allemaal nauw met elkaar verbonden zijn. Blockchainonderzoek moet daarom worden gedaan vanuit een systeem perspectief.	Mei 2018
<b>National Cyber Security Research Agenda III</b> Gepubliceerd door: Betrokken: SIG Cyber Security IPN	De NCSRA III beschrijft de onderzoeksuitdagingen voor cybersecurity en privacy in relatie tot vijf kerngebieden: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Design</li> <li>2. Defence</li> <li>3. Attacks</li> <li>4. Governance</li> <li>5. Privacy</li> </ol>	Vormgeven aan de toekomst van onderzoek in het vakgebied en nieuwe technologieën, oplossingen en routines ontwikkelen die onze samenleving veiliger maken in het digitale domein.	Juni 2018
<b>Dutch AI Manifesto</b> Gepubliceerd door: SIG AI IPN	Fundamentele prioriteiten van AI <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonome systemen en robotica</li> <li>• Computer Vision</li> <li>• Besluitvorming</li> <li>• Information Retrieval</li> <li>• Knowledge Representation &amp; Reasoning</li> <li>• Machine Learning</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul> Multidisciplinaire uitdagingen voor duurzame AI-systemen van de volgende generatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sociale AI (socially-aware AI)</li> <li>• uitlegbare AI (explainable AI)</li> <li>• verantwoorde AI (responsible AI)</li> </ul>	Vaststellen in welke gebieden met prioriteit moet worden geïnvesteerd om ervoor te zorgen dat Nederlands AI-onderzoek op mondiaal niveau een toonaangevende positie kan bereiken en behouden.	September 2018
<b>National Quantum Technology agenda</b> Gepubliceerd door : TNO	Doorbraken in onderzoek en innovatie realiseren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantumcomputer</li> <li>• Quantsimulatie</li> <li>• Quantumcommunicatie</li> <li>• Quantsensing</li> <li>• Quantumalgoritmen</li> <li>• Post-quantumcryptografie</li> </ul>	De agenda beschrijft wat er nodig is om quantumtechnologie verder te ontwikkelen en zo te vertalen dat deze nieuwe economische waarde voor Nederland oplevert. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doorbraken in onderzoek en innovatie realiseren</li> <li>• Bijdragen aan ecosysteemontwikkeling, marktcreatie en infrastructuurontwikkeling</li> <li>• Menselijk kapitaal: educatie, kennis en vaardigheden</li> <li>• Een maatschappelijke dialoog over quantumtechnologie beginnen</li> </ul>	September 2019
<b>AI Research Agenda for the Netherlands (AIREA-NL)</b> Gepubliceerd door: NWO	De agenda richt zich op de vier stadia van een AI-algoritme en op gemeenschappelijke multidisciplinaire thema's. Kort gezegd: <ul style="list-style-type: none"> <li>• AI-componenten creëren</li> <li>• AI-systemen creëren</li> <li>• AI-systemen en mensen</li> <li>• AI-systemen en de samenleving</li> </ul>	Focus en verbinding aanbrengen in het Nederlandse AI-onderzoeksveld, en het veld versterken.	November 2019
<b>Manifesto on Software Research and Education in the Netherlands</b> Gepubliceerd door: VEReniging Software Engineering Nederland (VERSEN; SIG IPN)	Betrouwbaarheid van software: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderhoudbaarheid en evolutie van software</li> <li>• Efficiënte software-engineering</li> <li>• Software-educatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zorgen dat er meer software-engineers afstuderen aan instellingen voor hoger onderwijs.</li> <li>• Zorgen dat de kwaliteit van afgestudeerden en werknemers toeneemt.</li> <li>• Zorgen dat ontwikkelingsmogelijkheden makkelijker toegankelijk worden.</li> <li>• Zorgen dat zowel de studentenpopulatie als het werknemersbestand diverser wordt.</li> </ul>	Maart 2020
<b>Future Computer Systems and Networking Research in the Netherlands: a Manifesto</b> Gepubliceerd door: Future Computer Systems and Networking (SIG IPN)	Vier grote maatschappelijke uitdagingen met betrekking tot computersystemen: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beheersbaarheid;</li> <li>2. Verantwoordelijkheid;</li> <li>3. Duurzaamheid;</li> <li>4. Bruikbaarheid</li> </ol>	Benadruk de grote maatschappelijke, technologische en wetenschappelijke kansen en uitdagingen in toekomstige computersystemen en netwerken (het CompSys-gebied), en schets hoe Nederland de leidende positie op dit gebied kan behouden.	Oktober 2021
<b>DSPN vision 2021</b> Gepubliceerd door: Data Science Platform Netherlands (DSPN; SIG IPN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Systems &amp; Data Integration</li> <li>• Knowledge Representation &amp; Provenance</li> <li>• Data Mining and Exploration</li> <li>• Information Retrieval</li> <li>• Responsible Data Science: FACT &amp; FAIR</li> </ul>	Dit document is geschreven door het Data Science Platform Netherlands (DSPN) om het volgende te beantwoorden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat is data science (en hoe verschilt het van AI)?</li> <li>• Waarom is data science relevant, in wetenschap en samenleving?</li> <li>• Wat zijn de belangrijkste data science-uitdagingen in onderzoek en onderwijs?</li> <li>• Wat gaat DSPN in de Nederlandse datawetenschaps-gemeenschap doen om deze aan te pakken?</li> </ul>	Oktober 2021

# Uitdagingen in het onderwijs

IPN vertegenwoordigt alle Nederlandse academische onderzoeksgroepen waarbij informatica centraal staat en is als zodanig verantwoordelijk voor de opleiding van de volgende generatie informatici. In het komende decennium willen we de volgende vier kwesties aanpakken.

## Vraag en aanbod op elkaar afstemmen

Op dit moment zien de informaticaopleidingen in Nederland een sterke toename van het aantal studenten. Dit leidt tot duidelijke en urgente schaalproblemen. Deze mismatch tussen vraag en aanbod binnen het onderwijs moet worden opgelost. Om het onderwijs schaalbaarder te maken, moeten methoden voor blended learning en e-learning worden overwogen.

Tegelijkertijd heeft de arbeidsmarkt dringend behoefte aan mensen met diepgaande ICT-kennis. Bovendien vraagt het bedrijfsleven soms andere vormen van expertise dan binnen de academische curricula worden onderwezen. Daarom moeten er nieuwe methoden worden ontwikkeld om te bepalen welke vaardigheden het bedrijfsleven nu en in de toekomst nodig heeft. Curricula moeten flexibel zijn en zich kunnen aanpassen aan veranderende behoeften en een veranderende studentenpopulatie. Ook is er onderzoek nodig naar nieuwe onderwijspraktijken: wat is de beste manier om studenten nieuwe concepten te leren, zodat ze deze efficiënter leren en begrijpen?

## De diversiteit van het werknemersbestand vergroten

Digitalisering vormt de samenleving, het is daarom van belang dat de mensen die nieuwe digitale technologieën ontwikkelen representatief zijn voor

een breed spectrum aan perspectieven en sociale waarden. Dat betekent dat we mensen met verschillende achtergronden - wat betreft gender, nationaliteit, opleidingsniveau, socio-economische achtergrond - enthousiast moeten maken voor een informaticaopleiding.

De eerste fase in dit proces is multidisciplinariteit op de eerste plaats zetten en opties voor meer diversiteit in talentontwikkeling promoten. We willen niet alleen whizzkids aantrekken, maar ook mensen die bijvoorbeeld gemotiveerd zijn voor een studie informatica om maatschappelijke problemen op te lossen.

Verder moet in elk programma voor hoger onderwijs ruimte worden gemaakt voor basiskennis over onderwerpen zoals beveiliging en datamanagement, om uiteindelijk te beschikken over een werknemersbestand dat is getraind in het gebruik van socio-technische systemen.

## Een leven lang leren en professionele ontwikkeling faciliteren

De ICT ontwikkelt zich razendsnel en werknemers in het bedrijfsleven kunnen deze ontwikkelingen onmogelijk allemaal bijhouden. Desondanks wordt wel van ze verwacht dat ze de nieuwste visies en technologieën in hun producten en diensten verwerken. We moeten oplossingen ontwikkelen om de professionele ICT-community de mogelijkheid

van een leven lang leren te bieden, zodat informatici op de hoogte blijven van ontwikkelingen in bijvoorbeeld design, talen, beveiliging, frameworks of tools. E-learning zou hierin een centrale rol kunnen spelen.

## De algemene en specifieke digitale geletterdheid vergroten

In een gedigitaliseerde samenleving verwerken vrijwel alle professionals informatie digitaal. Zij moeten daarom over basisvaardigheden beschikken om goed onderbouwde ICT-gerelateerde afwegingen te kunnen maken. Om mensen hiertoe in staat te stellen en ze bewust te maken van ICT, niet alleen beroepsmatig maar ook privé, moet iedereen over basiskennis van ICT beschikken en hier al vanaf de basisschool in worden onderwezen. In het voortgezet onderwijs moet informatica een verplicht examenvak worden, net als Nederlands en wiskunde.

Tegelijkertijd moet er in het academische informaticaonderwijs meer aandacht komen voor de maatschappelijke gevolgen van technische ontwikkelingen. Binnen het hoger onderwijs moet de focus verschuiven van de technologie zelf naar wat mensen ermee kunnen doen, en wat de mogelijke gevolgen voor de samenleving zijn.

Om een breder publiek te informeren en tegenwicht te bieden aan slecht geïnformeerde of ongefundeerde berichtgeving over door ICT veroorzaakte veranderingen en ontwikkelingen, moeten informatici de leiding nemen in het publieke debat over hun vakgebied.

## Wat is er nodig?

Een belangrijke indicator voor onderwijskwaliteit is de student-stafratio. Voor de STEM-disciplines (de sector bèta-techniek) is deze ratio geleidelijk toegenomen van 12,3 in 2007 naar 18,8 in 2017 [zie 'Ruimte voor investeringen en talent', VSNU, sept. 2018; p. 22] en sindsdien niet meer afgenomen. Van de STEM-disciplines laat met name informatica een indrukwekkende toename van het aantal studenten zien, zonder een overeenkomstige groei van het aantal stafleden. Een recente

schatting van de student-stafratio bij informatica is 35 [Sectorplan Onderwijs, 4TU, 2020, p. 8]. Dat is hoger dan bij welke andere STEM-discipline dan ook: ongeveer twee keer zo hoog als bij opleidingen binnen de geestes- en sociale wetenschappen en vier keer zo hoog als bij de medische wetenschappen. Als Nederland de ambitie heeft om informatici op te leiden tot een acceptabel niveau, dan moet de student-stafratio bij de informaticaopleidingen worden verlaagd tot een acceptabel niveau.

Zelfs als er geen financiële belemmeringen meer zijn voor het aannemen van nieuwe docenten is er de extra complicatie dat getalenteerde informatici schaars zijn en er op de gehele arbeidsmarkt veel vraag naar is. Dat betekent dat universiteiten moeten concurreren met bedrijven die zeer aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden bieden. Een van de beste argumenten om jonge informatici te overtuigen van de keuze voor een academische carrière is de nadruk te leggen op de vrijheid om de eigen onderzoeksinteresses te volgen. Dit argument verliest echter zijn aantrekkingskracht als de balans tussen onderwijs en onderzoek doorslaat naar onderwijs. Voor het aantrekken en behouden van hoogwaardig personeel is het daarom van belang dat het aantal fte's voor onderwijs niet hoger is dan het aantal fte's voor onderzoek. Gezien het feit dat slechts een klein gedeelte onderzoekstijd kan worden gefinancierd met middelen die voor onderwijs zijn bedoeld, vereist een bloeiende academische gemeenschap financiële middelen voor academisch onderzoek die ten minste vergelijkbaar zijn met die voor onderwijs. Bovendien moet de groei van de financiële middelen gelijke tred houden met de groei van het aantal studenten. Dit is voor informatica de afgelopen decennia duidelijk niet het geval geweest en daarom is het de hoogste tijd voor een inhaalslag!

IPN (ICT Research Platform Nederland) is een platform dat wetenschappers in het academische ICT-onderzoeksveld verenigt en fungeert als hét aanspreekpunt voor alle zaken die te maken hebben met ICT-innovatie en het belang daarvan voor onze huidige en toekomstige samenleving.

IPN verenigt, versterkt en pleit voor academisch ICT-onderzoek en -onderwijs in Nederland, om hoogwaardige digitaliseringsagenda's te helpen realiseren die de samenleving in staat stellen om de ICT-uitdagingen van vandaag en morgen aan te gaan.

IPN creëert en onderhoudt een nationale gemeenschap en ontwikkelt beleid om het veld vooruit te helpen. Het platform vergroot actief diversiteit in ICT door de participatie van vrouwen en minderheden te stimuleren. IPN pleit voor het belang van ICT voor onze huidige samenleving.

