

# Kunstmatige Intelligentie en de Economie.

Max Welling & Frank van Harmelen

19 augustus 2019

Wat volgt is een opinie van de auteurs over de impact van AI op onze economie en onze samenleving. Het is niet het resultaat van een objectief onderzoek. Er zijn reeds vele goed gedocumenteerde rapporten verschenen over AI voor Nederland. We raden de lezer bijvoorbeeld van harte het rapport: “AI Voor Nederland” te lezen<sup>1</sup> aan. Daar zal u ook een aantal goed onderbouwde argumenten, cijfers en grafieken vinden over de impact van AI op het Nederlandse bedrijfsleven.

## Wat is Kunstmatige Intelligentie?

Kunstmatige Intelligentie (AI) is het vakgebied dat zich als doel stelt machines intelligent gedrag te laten vertonen. Intelligentie kan worden verkregen door het er expliciet in te programmeren (“knowledge-based”) of door het te leren van data (“learning-based”). Dat laatste noemen we machine learning en is op dit moment de meest succesvolle strategie gebleken. De software structuur die een machine intelligent gedrag laat vertonen noemen we een algoritme. Dit is een serie computer instructies die observaties en intern geheugen omzetten tot voorspellingen, beslissingen en/of acties. Ook de software die gebruikt wordt om een algoritme met behulp van data te verbeteren is weer een (leer)algoritme. Deep learning is een specifieke tool in de gereedschapskist van de machine learner (het neurale netwerk) die input data (bijvoorbeeld geluid, tekst of beeld) omzet in voorspellingen (wat hoor ik, wat lees ik, wat zie ik?). Neurale netwerken zijn voorspellingsalgoritmen geïnspireerd op de structuur van het brein met abstracties van neuronen en synapsen. Kunstmatige intelligentie kent vele toepassingsgebieden waaronder computer vision, natural language processing, knowledge representation, information retrieval, expert-systemen, robotics etc. Data science (ook wel bekend als “big data”) is een breder begrip dat wetenschappelijke disciplines zoals informatica, economie, en wiskunde omvat. Data science bestudeert het transport, de opslag, de beveiliging, het beheer, de privacy en de analyse van vaak grote datasets. Deze data is de input voor machine learning en een groot deel van AI, te vergelijken met de benzine voor een auto. De motor van de auto is in deze analogie gelijk aan de computer hardware en het regelsysteem in de auto is het algoritme. Alledrie zijn ze belangrijk voor het bouwen van intelligente systemen.

Kunstmatige intelligentie (AI) is rond 2009 in een stroomversnelling gekomen. In dat jaar werd aangetoond dat een nieuwe technologie, genaamd “deep learning”, spraakherkenning sterk kan verbeteren. Rond 2012 ondergingen beeldanalyse en automatisch vertalen een zelfde soort revolutie waarbij diepe neurale netwerken, geholpen door speciaal hiervoor ontworpen computerchips (GPUs) en grote hoeveelheden data, deze technologieën met grote stappen verbeterden. In 2016 wist Deepmind met haar AI systeem AlphaGo de wereldkampioen Go te verslaan. En zo zijn er nog veel meer successen op te sommen in de AI, en zijn de verwachtingen voor de toekomst hooggespannen.

Deep learning is vooral erg goed gebleken wanneer het wordt toegepast op “smal gedefinieerde taken”, waar veel data voor kan worden verzameld. Taalbegrip, spraakherkenning en beeldanalyse vallen daar onder. Maar dit soort systemen zijn nog lang niet zo goed als mensen in het generaliseren van kennis naar een nieuwe context. Een systeem dat is getraind op het herkennen van melanomen bij blanke mensen kan

---

1

<https://order.perssupport.nl/file/pressrelease/a253ded8-1863-4d07-b79d-72639baefc51/6be5dc8c-b9d8-4675-bd80-9425826c840c/AlvNL20181102final.pdf>

bijvoorbeeld volledig falen als het wordt toegepast op mensen met een gekleurde huid. Mensen kunnen voorsnog van veel minder data leren en kunnen de geleerde lessen veel beter naar nieuwe situaties generaliseren. Voor dat laatste is het waarschijnlijk nodig om systemen te ontwikkelen die naast patroonherkenning ook kunnen redeneren, waarbij causaliteit in acht wordt genomen. Systemen die intelligent gedrag vertonen die dat van de mens evenaart noemt men wel “Artificial General Intelligence” (AGI). Systemen die op alle facetten van intelligentie superieur zijn aan de mens duidt men met “Artificial Super Intelligence” (ASI) aan.

## **De economische impact van AI**

De invloed van AI op de economie en de maatschappij meer in het algemeen, zijn nu al enorm, en zullen in versnelde mate alleen nog maar groter worden. Het is belangrijk te realiseren dat we hiervoor niet hoeven te wachten op AGI; ook de huidige staat van de technologie heeft vele toepassingen die de economie zullen transformeren. Eén van de auteurs (Max Welling) maakt dit proces van dichtbij mee als VP Technologies bij Qualcomm en verantwoordelijk voor de AI strategie van dat bedrijf (Qualcomm ontwikkelt chip technologie voor AI en heeft een belangrijk deel van haar machine learning onderzoek in Amsterdam op het Science Park gehuisvest). Dit feit, namelijk dat ontwikkelingen in het onderzoek direct business impact genereren in bedrijven is wellicht de meest onderscheidende factor van de huidige ontwikkelingen in AI t.o.v. eerdere ervaringen in de AI (bijvoorbeeld in de jaren '80). De eerste voorbeelden zien we rond 2009 toen Geoffrey Hinton met de toen nieuwe “deep learning” modellen een revolutie teweeg bracht in spraakherkenning die binnen een paar jaar zijn weg vond naar de smartphone (bijvoorbeeld Siri op de iPhone). In 2012 heeft de groep van Hinton hetzelfde gedaan in de beeldanalyse wat ook tot een hele serie nieuwe diensten heeft geleid (zoals gezichtsherkenning op uw telefoon). Hierdoor is een nieuw soort feedbackloop ontstaan: kennisinstellingen lanceren nieuwe algoritmen, bedrijven ontwikkelen deze ideeën door in nieuwe producten en diensten en investeren in AI. Dit zorgt voor een schaarste aan AI talent waardoor de salarissen omhoog gaan en meer studenten zich aan de poorten van de universiteiten aanmelden. Er ontstaan zo lokale AI ecosystemen waar veel economische activiteit wordt ontwikkeld. Denk hierbij aan Silicon Valley, Shenzhen, Toronto en Montreal, London en Cyber Valley. Over ecosystemen dadelijk meer.

Hieronder zullen we een aantal voorbeelden noemen uit een hele lange lijst van mogelijke toepassingen van AI die impact zullen hebben op onze economie en samenleving.

In ziekenhuizen worden enorme hoeveelheden data gegenereerd, van medische scans, via genetische data tot klinische en geografische data. We zien dat steeds meer analyses van deze data automatisch kunnen worden verricht. Zo zijn er toepassingen die uit een retina scan volledig automatisch kunnen detecteren of iemand diabetes heeft, uit een huid-foto kan bepalen of er een melanoom aanwezig is, of een patholoog helpen bij het detecteren van kanker in “tissue slides”. Steeds meer diagnoses en behandelingen zullen gebruik gaan maken van zulke AI methoden.

Mobiele telefoons zullen binnenkort gesprekken tussen twee mensen real time kunnen vertalen. Ze zullen eerst de audio omzetten in tekst, deze dan vertalen en het resultaat vervolgens weer (met dezelfde stem) uitspreken in de nieuwe taal. Door een combinatie van almaar krachtiger mobiele chip technologie en een supersnel 5G communicatienetwerk zal deze toepassing binnenkort op uw smartphone beschikbaar zijn. De taalbarrières kunnen daarmee voorgoed worden afgebroken.

Mensen zijn op zoek naar steeds meer informatie. De stap van computer naar telefoon heeft de wereld drastisch veranderd. De volgende stap zal die van smartphone naar “augmented reality” (AR) zijn. Er

worden nu brillen ontwikkeld, zoals Microsoft's HoloLens, die een virtuele wereld met informatie over ons gezichtsveld heen kan projecteren. Het is niet moeilijk te voorspellen dat tegen de tijd dat deze brillen meer modieus worden ze de mobiele telefoon als interface zullen vervangen. Alle relevante informatie is dan instantaan en continue beschikbaar. Deze technologie zal nog een stapje verder gaan in de gaming industrie in de vorm van "virtual reality" (VR). In deze tak van industrie gaat nu al meer geld om dan in de filmindustrie.

Ook in de robotica gaan de ontwikkelingen snel. Experts verschillen van mening over het tijdstip van introductie van volledig zelfstandige auto's. Echter, het is evident dat vele tussenvormen van intelligent transport het daglicht zullen zien (b.v. zelfrijdende auto's op de snelweg, in beperkte gebieden, langs vaste routes), wat betekent dat in deze sector AI de komende decennia een enorme economische impact zal hebben. Andere voorbeelden van robotica zijn zelfstandig opererende fabrieken en warenhuizen, drones in de landbouw en volledige autonome kassen. Zeker deze laatste technologie is een voorbeeld van een sector waar Nederland nu nog een technologische voorsprong heeft maar deze in rap tempo zal verliezen als zij niet is ingebed in een AI ecosysteem waarin ondernemers in landbouw-technologie in contact staan met AI experts.

In de detailhandel hebben we recent Amazon de volledig autonome supermarkt zien introduceren. Hierbij wordt automatisch gedetecteerd wat iemand van de schappen pakt en wordt de rekening ook automatisch betaald. Ook hier vormt AI technologie een directe bedreiging voor de meer klassiek ingestelde supermarkt als deze niet in staat is zelf deze technologie te ontwikkelen. Een voorwaarde daarvoor is een inbedding in een AI ecosysteem waar kennis en talent de weg naar het bedrijf kunnen vinden. Deze observaties hebben ervoor gezorgd dat Ahold Delhaize in samenwerking met universiteiten AI labs heeft opgericht in Amsterdam en Delft.

AI zal ook zijn weg vinden in kleine apparaatjes die met elkaar en het internet zijn verbonden. We noemen dit het "Internet of Things" (IoT). We moeten hier denken aan uw telefoon, huishoudelijke apparaten zoals uw koelkast, magnetron, televisie en thermostaat, maar ook aan uw auto, fiets en andere vervoersmiddelen, en aan medische sensoren en hulpmiddelen die u op uw lichaam draagt zoals gehoorapparaten, etc. Deze apparaatjes verzamelen data over bijvoorbeeld uw gedrag, uw omgeving, en uw gezondheid die aan AI algoritmen worden gevoed die op hun beurt u weer helpen uw leven efficiënter, comfortabeler, en gezonder in te richten. Zeker als deze data aan elkaar worden gekoppeld vormen zij een enorme bron van informatie die voor bedrijven zeer interessant kan zijn om nieuwe diensten omheen te bouwen. Privacy en security vraagstukken zijn vooral in de IoT van enorm belang.

Als laatste voorbeeld noemen wij aanbevelings-algoritmen. Sinds de geboorte van Google worden ons al zoekresultaten aanbevolen door zoekmachines. Tegenwoordig vinden we ook recommenders achter Netflix (welke film wilt u zien?), Spotify (welke muziek wilt u horen?), TomTom (welke route moet u nemen?), Amazon (welk product wilt u kopen?) en Tinder (welke partner past het beste bij u?). Dit soort systemen integreert een enorme hoeveelheid informatie opgeslagen in databases en kennisbanken met persoonlijke voorkeuren om tot de beste aanbeveling te komen. In de toekomst zullen we nog veel meer (gevraagd en ongevraagd) advies uit dit soort systemen gaan tegenkomen. Het is de manier om u niet alleen van droge informatie te voorzien, maar u ook te helpen met het maken van soms moeilijke beslissingen.

## **Een Nederlands ecosysteem voor AI**

Al deze toepassingen (en nog veel meer) laten het beeld zien dat AI gezien moet worden als een “enabler” die op alle sectoren van de economie ingrijpt. Het is precies om deze reden dat het zo belangrijk is dat we in Nederland een AI ecosysteem bouwen waar bedrijven, startups en overheden van kunnen profiteren om zelf nieuwe technologie te ontwikkelen en te gebruiken.

Hoe ziet zo'n AI ecosysteem er dan uit en wat zijn de belangrijkste ingrediënten? Wij komen tot de volgende factoren: talent, kennisinstellingen, bedrijven, waaronder startups en scaleups, en kapitaal. Ecosystemen ontstaan rond universiteiten waar talent wordt opgeleid (Stanford en UC Berkeley in Silicon Valley, MPI en Universität Tübingen in Cyber Valley, University of Toronto en Université Montreal in Canada, UCL en Imperial in London etc.). Verder moeten er technologiebedrijven en investeerders zijn om het talent een reden te geven om in de regio te blijven. Bedrijven als Google en Facebook betalen enorme salarissen en een aantrekkelijk onderzoeksomgeving om talent aan zich te binden. Een andere zeer aantrekkelijk optie om in de regio te blijven is om een startup te beginnen. Daarvoor moet er makkelijk toegang tot kapitaal zijn om van de grond te komen en exponentieel verder te groeien.

Om een diepere band te scheppen tussen bedrijven en de universiteiten hebben we in Amsterdam het “Innovation Center for AI” (ICAI) opgericht, dat inmiddels ook landelijk begint te groeien, met labs in Delft, Nijmegen en Utrecht. Bedrijven investeren om tenminste 5 promovendi of postdocs aan te stellen aan de universiteit. De universiteit brengt de inzet van eigen wetenschappelijk personeel in. Uit PPS subsidies wordt een stafflid bekostigd die speciaal ter ondersteuning van dat lab wordt aangesteld. Er zijn ondertussen zo'n 10 labs onder de ICAI vlag zoals Qualcomm, Bosch, Ahold Delhaize, de Nationale Politie, Elsevier en Radboud UMC, met in totaal meer dan 100 onderzoeksposities. Het voordeel van deze labs voor de bedrijven is dat ze directe aansluiting hebben bij de laatste stand van de technologie en een voet in de deur hebben als het gaat om het binnenhalen van talent. Bedrijven stellen vaak onderzoekers binnen hun eigen organisatie aan om mee te denken in het onderzoek en om kennisoverdracht tot stand te brengen. Verder is het onder bepaalde voorwaarden ook toegestaan om onderzoeksresultaten te patenteren. Voor de universiteit zijn deze public private partnerships aantrekkelijk om onderzoeksgeld binnen te halen en inspiratie te vinden voor “real world” problemen waar academische onderzoek kan worden toegepast. Om de integratie verder te bevorderen wordt gewerkt aan een model van “joint appointments” waar een wetenschappelijk medewerker ook een deelaanstelling binnen een bedrijf krijgt. Dit helpt ook bij dichten van het enorme salarisgat tussen aanstellingen in de industrie en aan de universiteit. ICAI labs leiden soms tot het vestigen van bedrijven op de campus. Zo heeft Qualcomm een belangrijk deel van haar onderzoek in machine learning nu op Science Park ondergebracht. Wel ontbreekt het vaak nog aan kapitaal dat beschikbaar is voor startups, zeker vergeleken met ecosystemen in Noord Amerika, China en het VK.

Het is onze overtuiging dat toegang tot talent de belangrijkste factor is in dit ecosysteem. Talent trekt nieuw talent aan. En om talent op te leiden moet er wetenschappelijk personeel worden aangesteld aan de universiteit. Maar door schaarste op de markt en door de hoge salarissen in de industrie en in het buitenland is het heel moeilijk om goede onderzoekers te vinden voor deze posities. Wij zien dit als de achilleshiel van het ecosysteem. In vergelijking met andere ons omringende landen (niet alleen Duitsland, Frankrijk en Groot Brittannië, maar ook vergelijkbare landen als Denemarken en Finland) blijft de investering door de overheid in kennisinstellingen in Nederland ver achter. Daardoor dreigt talentschaarste, in zowel het aantrekken van talent als het opleiden van nieuw talent.

Andere factoren die positief kunnen bijdragen in Nederland zijn het participeren in Europese initiatieven zoals CLAIRE en ELLIS. Binnen deze initiatieven wordt ook gestreefd naar het aantrekken en vasthouden van talent in AI binnen Europa, en het samenwerken van dit talent met de industrie. Nederland heeft een

goede representatie in beide organisaties (Holger Hoos zit in de board van CLAIRE, één van de Europese kantoren van CLAIRE is gevestigd in Den Haag, en Max Welling zit in de board van ELLIS).

### **Concluderend**

Net zoals tijdens de industriële revolutie menselijke arbeid werd vervangen door machinale arbeid, zo zijn we nu aan de vooravond van een nieuwe omwenteling waar menselijke intelligentie wordt ondersteund (en deels overgenomen) door slimme algoritmen en kunstmatige intelligentie. We moeten AI zien als een “enabling technologie”, een technologie die de ontwikkeling van andere technologieën mogelijk maakt en versnelt. AI is derhalve de motor achter de huidige en toekomstige economie, met data en chiptechnologie de benzine die deze motor voedt. Voor de Nederlandse economie, die voor een groot deel draait om kennisintensieve industrieën is deze nieuwe “motor van de kenniseconomie” van levensbelang. Om die motor te laten draaien moeten we AI ecosystemen bouwen, waarbij bedrijven, kennisinstellingen, startups, durfkapitaal maar vooral talent de drijvende krachten zijn. Om ecosystemen te laten bloeien zal ook de Nederlandse overheid bereid moeten zijn te investeren in AI.