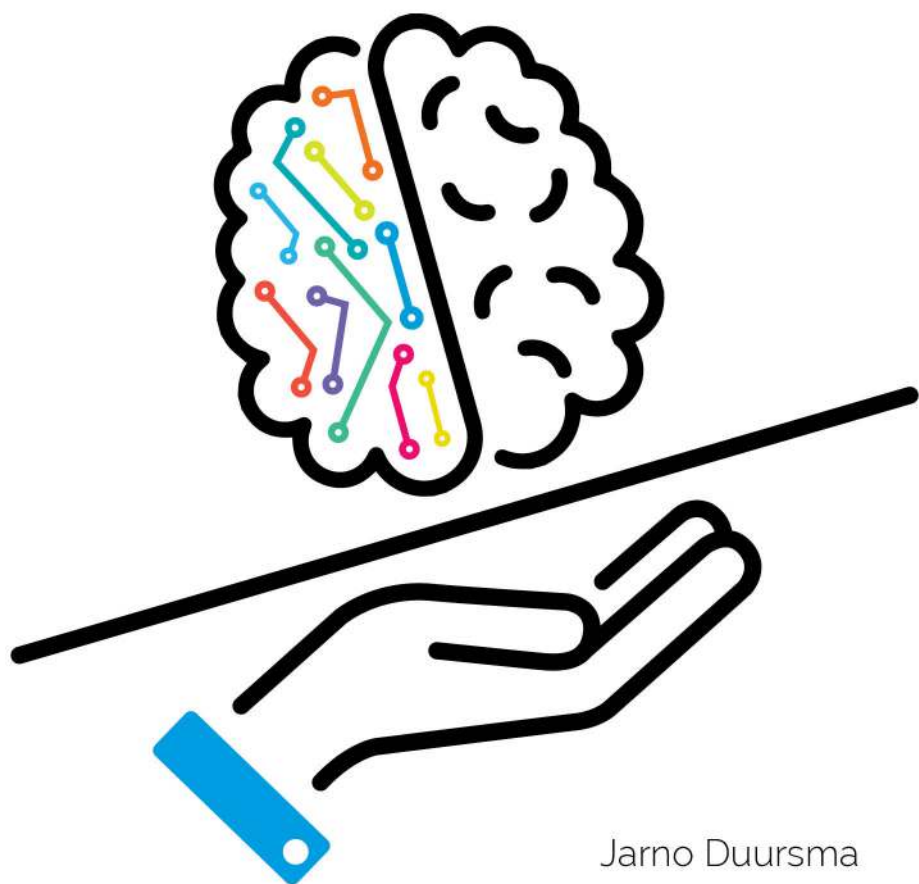


DE DIGITALE BUTLER



Jarno Duursma

Kansen en bedreigingen van
kunstmatige intelligentie

Eerste druk oktober 2017

Uitgeverij Haystack
Postbus 308
5300 AH Zaltbommel
0418-680180

www.haystack.nl
needle@haystack.nl

Auteur: Jarno Duursma
Corrector: Carolien van der Ven
Vormgeving cover: Levin den Boer
Fotografie back cover: Nick Otto
Opmaak: Debbie Brok

ISBN: 9789461262424
NUR 740

© 2017 Jarno Duursma

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel dit boek met veel zorg is samengesteld, aanvaardt schrijver noch uitgever enige aansprakelijkheid voor schade ontstaan door eventuele fouten en/of onvolkomenheden in dit boek.

INHOUD

VOORWOORD **6**

**INLEIDING · DE GOUDEN EEUW VAN
KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE** **8**

Beperkingen 11

KI als persoonlijke assistent 14

Structuur van het boek 15

Wat heb jij aan dit boek? 16

1 · DE ONTWIKKELING VAN KI **18**

Rule-based KI 19

Weak en strong KI 21

Succesfactoren 23

Machine learning 28

Soorten machine learning 30

Samenvatting 49

2 • HEDENDAAGSE TOEPASSINGEN 50

Deel 1: Technische toepassingen	51
Deel 2: Werkgebieden die profiteren van KI	60
Samenvatting	72

3 • INTERACTIE MET KI 73

De chatbot als butler	75
Vriendschap met kunstmatige intelligentie?	88
De virtual personal assistant als butler	90
De intelligent agent als butler	100
Samenvatting	104

4 • TOEKOMSTIGE TOEPASSINGEN VAN KI 105

1. AlaaS: Artificial Intelligence as a Service	106
2. Nieuwe generatie KI-computerchips	108
3. Computer brain interfaces	111
4. Kunstmatige algemene intelligentie	114
5. Kwantumcomputers	117
6. Algoritmische Organisaties	121
Samenvatting	124

5 • RISICO'S VAN KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE 126

1. Gebrek aan transparantie	127
2. Vooringenomen algoritmes	129

3. Aansprakelijkheid voor handelen	132
4. Een te groot mandaat	134
5. Te weinig privacy	135
6. Te veel invloed van grote technologiebedrijven	138
Kunstmatige superintelligentie	140
Samenvatting	145

6 • DE IMPACT OP DE ARBEIDSMARKT **146**

Risicobanen	149
Complementaire banen	154
Nieuwe banen	159
Samenvatting	165

7 • CONCLUSIE **167**

OVER DE AUTEUR **171**

DANKWOORD **172**

BOEKEN EN WHITEPAPERS **173**

REACTIES **176**

VOORWOORD

‘De toekomstige relatie tussen mensen en machines wordt nog veel genuanceerder, fluïde en persoonlijker wanneer kunstmatige intelligentie zich heeft aangepast aan persoonlijke karakters en doelen.’

*One Hundred Year Study on Artificial Intelligence,
Stanford University*

Het zal ergens in het begin van 2015 zijn geweest dat ik actief informatie begon te verzamelen over kunstmatige intelligentie. Mijn werk bestaat namelijk uit het geven van presentaties; daarmee help ik bedrijven om toekomstbestendig te worden in een steeds sneller veranderende digitale wereld. Om dit mogelijk te maken lees ik veel boeken, whitepapers, artikelen en blogs. Omdat ik werk in de frontlinie van nieuwe technologie, raakte ik steeds meer gefascineerd door kunstmatige intelligentie en al vlug had ik er bergen informatie over verzameld en gelezen. Ik raakte ervan overtuigd dat steeds meer menselijke vaardigheden kunnen worden overgenomen door een slim computersysteem. De bewijzen hiervoor – en de praktische voorbeelden – stapelden zich snel op.

Ik las boeken, schreef artikelen en experimenteerde intussen met toepassingen zoals slimme apps en chatbots. En ik kwam in het bezit van mijn slimme speaker, Alexa van Amazon. Op een zomerse doordeweekse dag vielen de vele stukjes van de puzzel in elkaar. Er was nog geen boek over de opmars van kunstmatige intelligentie als persoonlijke assistent, in mijn ogen een van de belangrijkste toepassingen van kunstmatige intelligentie. Dat boek moest er komen.

Het resultaat ligt voor je: ik wens je veel leesplezier.

Hartelijke groet,

Jarno Duursma

INLEIDING

DE GOUDEN EEUW VAN KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE

'Artificial Intelligence is set to be the key source of transformation, disruption and competitive advantage in today's fast changing economy.'

PwC-rapport 2017

Wie het nieuws volgt, ziet het overall om zich heen: kunstmatige intelligentie (KI) en toepassingen ervan duiken steeds vaker op in het nieuws. Bijna elke dag verschijnen er in de nationale en internationale media berichten met titels als 'Bots als je nieuwe collega', 'Inzet KI in bedrijfsleven groeit met 162% per jaar', 'Kunstmatige intelligentie goed voor 12,5 miljard dollar in 2017', 'Kunstmatige intelligentie gaat nu echt het verschil maken' en 'De tijd is eindelijk rijp voor KI'.

We zijn op weg naar een nieuw tijdperk. Er is sprake van slimme algoritmes die met ons meedenken, ons helpen, ons werk efficiënter maken, sneller en accurater data kunnen verwerken, patro-

nen kunnen herkennen in grote, onoverzichtelijke hoeveelheden data, en gezichten, spraak en tekst kunnen herkennen alsof het mensen zijn. Er zijn slimme computersystemen die menselijke 'vaardigheden' beginnen te bezitten en intelligentie toevoegen aan producten, processen en diensten. En dat is geen toekomstdenken, maar realiteit. De cijfers zeggen genoeg: de wereldwijde omzet uit systemen en oplossingen op het gebied van kunstmatige intelligentie groeide volgens marktonderzoeksbureau IDC in 2016 bijvoorbeeld al met bijna zestig procent. De jaarlijkse groei zal volgens het bureau tot en met het jaar 2020 meer dan vijftig procent bedragen en dan een omzet van boven de 46 miljard dollar genereren.

De investeringen in aan kunstmatige intelligentie gerelateerde start-ups stijgen ook sterk volgens CBS Insights: sinds 2012 zijn er al meer dan 2250 deals beklonken en is er in totaal al bijna vijftien miljard dollar opgehaald aan funding. Venturescanner.com komt met vergelijkbare cijfers: 1841 start-ups die in totaal meer dan zestien miljard aan fondsen hebben opgehaald, verspreid over zeventig landen. Onderzoeksbureau Gartner vatte zijn presentatie van waardevolle strategische technologische trends voor het jaar 2017 samen in één zin: 'Artificial intelligence, machine learning, and smart things promise an intelligent future.'

Kortom: er is enthousiasme over de recente kwalitatieve toename van kunstmatige intelligentie en daarbij tekenen zich steeds duidelijker de contouren af van een maatschappij met een vaste rol voor kunstmatige intelligentie.

Maar vergis je niet: ook nu wordt kunstmatige intelligentie al veel toegepast, bijvoorbeeld om internetzoekmachines te laten

draaien, om suggesties te doen op Netflix en Amazon, om spam uit e-mails te filteren, om e-mailtjes automatisch te laten beantwoorden, om vertaalprogramma's op internet te laten functioneren, om spraakopdrachten te herkennen, om creditcardfraude op te sporen of om zelfrijdende auto's te besturen. In al deze gevallen zijn het geen mensen, maar algoritmes die de handelingen uitvoeren.

We zien steeds vaker dat slimme software in staat is om waar te nemen, te leren, te handelen en zich aan te passen aan de echte wereld. En kunstmatige intelligentie is steeds beter in staat om taken van ons over te nemen die wij lang als het domein van mensen hebben beschouwd.



EEN COMPUTER MET EEN IQ VAN 130

Onderzoekers van de Northwestern University in de Verenigde Staten zijn erin geslaagd een computerprogramma te ontwikkelen dat beter presteert dan 75 procent van de inwoners van de VS op het maken van een standaard intelligentietest. Het betrof hier een Raven's Progressive Matrices Test. Hierbij krijgen de deelnemers een reeks van acht tekeningen voorgeschoteld en moeten ze uit meerdere keuzes de negende tekening selecteren. Het KI-systeem was daar dus heel erg goed in. Dat wil geenszins zeggen dat kunstmatige intelligentie intelligenter is dan mensen, maar het geeft wel aan dat kunstmatige intelligentie in staat is slim invulling te geven aan strak begrensde taken die wij zouden definiëren als 'intelligent'.

Neil Jacobstein, KI-expert bij de Singularity University, een denktank en opleidingsinstituut op het gebied van exponentiële trends, vat het als volgt samen: 'De toegevoegde waarde van kunstmatige intelligentie is evident. Het verandert het hele speelveld van innovatie en er vindt tevens een synergie plaats met vele andere sectoren, zoals robotica, blockchain en internet der dingen. De meerwaarde van kunstmatige intelligentie zit in allerlei aspecten. Zo is het in staat menselijke vaardigheden te versterken of beter te maken, dus toegevoegde waarde te leveren aan wat wij als mensen kunnen. En dat niet alleen, kunstmatige intelligentie zorgt er ook voor dat we heel accuraat voorspellingen kunnen doen en dat processen sneller kunnen verlopen. Het helpt om complexe problemen snel op te lossen en om de kwaliteit van producten te laten toenemen.'

BEPERKINGEN

Deze positieve geluiden nemen niet weg dat ik gezond kritisch wil blijven nu wij steeds meer van onze cognitieve taken overhevelen naar slimme computersystemen die ons voeden met de uitkomsten van soms moeilijk te herleiden beslissingen. We stoppen er informatie in, maar weten niet precies hoe de antwoorden tot stand komen. Het is echter belangrijk om daarachter te komen, want als mensen willen we niet alleen een antwoord kunnen rechtvaardigen of beargumenteren, maar in onze beslissingen zitten automatisch en ongemerkt ook morele overwegingen, vooroordelen en ethisch besef. Daarover echter later meer.

Verder is het ook zinnig om niet alleen te kijken naar de groeispurt of de bestaande mogelijkheden, maar tevens te kijken naar de beperkingen van kunstmatige intelligentie.

Wat KI-systemen bijvoorbeeld nog niet goed kunnen, is zelf context geven aan de wereld, echt betekenis geven aan een gesprek, of zelf echt abstract kunnen denken. Google Translate snapt niks van wat het vertaalt, en wanneer een KI-systeem op een foto een persoon herkent in een spiegel, snapt het systeem niet dat het kijkt naar een reflectie. Sommige producten en diensten wekken wel de indruk dat ze menselijke intelligentie hebben, maar vaak beperken hun mogelijkheden zich tot een afgebakend terrein.

Een voorbeeld. Een zelfrijdende auto is op dit moment erg goed in het herkennen van verkeersborden, bewegwijzering, lijnen op de weg, zebrapaden en andere auto's. Wanneer er een man in een oranje hesje aan de kant naar een auto staat te zwaaien, zal een menselijke bestuurder vlug snelheid minderen; hij herkent immers direct een wegwerker die waarschuwt voor een naderend probleem. Voor een algoritme is dit echter veel lastiger te bepalen: Het moet de wegwerker herkennen en onderscheid kunnen maken tussen het zwaaien met de hand in de betekenis van 'een begroeting' en in de betekenis van 'een waarschuwing'. Wij mensen zijn goed in contextueel begrip; het algoritme van een zelfrijdende auto is daar nog minder goed in.

Een nog beter voorbeeld liet Facebook-CTO Mike Schroepfer zien op het jaarlijkse Facebookcongres in april 2017. Hij toonde een foto van een pizza met salami en vroeg de zaal: is dit een vegetarische pizza? Mensen in de zaal lachten en antwoordden:

‘Natuurlijk niet.’ Schroeffer legde uit dat dit voor een algoritme niet zo vanzelfsprekend is; het algoritme moet kunnen zien:

- Deze pizza bevat salami
- Salami is vlees
- Vegetariërs eten geen vlees
- Dit is geen vegetarische pizza.

Hieruit blijkt hoe wij als mensen de wereld om ons heen bekijken en als vanzelfsprekend begrijpen en hoe lastig dit voor kunstmatige intelligentie is.



BOT, INTERFACE?

Het woord ‘bot’ komt natuurlijk van ‘robot’. Als het gaat om kunstmatige intelligentie, is het de populairste benaming van een software toepassing. Software die het mogelijk maakt om met een virtuele helpdeskmedewerker te praten, noem je bijvoorbeeld een chatbot.

Een interface is elke koppeling tussen mensen en computers. Zo zijn Windows en Mac OS de interfaces waarmee wij als mensen kunnen communiceren met onze computers.

En *agent* is eigenlijk een soort bot, maar de term wordt vooral gebruikt om software te beschrijven die zelfstandig functioneert.

KI ALS PERSOONLIJKE ASSISTENT

Ondanks de beperkingen beleeft kunstmatige intelligentie een ware groeispurt en is het kwalitatief steeds beter in staat om menselijke vaardigheden te vervangen. Daarom kan het inmiddels functioneren als persoonlijk assistent.

Gebruikmaken van en in gesprek gaan met kunstmatige intelligentie in de vorm van conversational interfaces, chatbots, virtuele persoonlijk assistenten en intelligent agents wordt normaal. Technologie zal steeds beter in staat zijn om situationeel of contextueel te reageren en zal uiteindelijk steeds beter gaan snappen wie wij zijn, wat we doen, waarom we dat doen en wat we willen. Technologie zal ons inzichten gaan verschaffen en in het meest ideale geval voorspellende capaciteiten krijgen en daarnaar handelen.

Over een paar jaar zal kunstmatige intelligentie zijn binnengedrongen in ons werk, in de huiskamer en in bijna elke app op onze smartphone. Het is dan zo gewoon als elektriciteit uit het stopcontact. Het zal waarnemen, begrijpen, handelen, leren en ons helpen in het dagelijks leven. Kortom; het zal fungeren als onze digitale butler.

Dit roept allerlei vragen op. Wat zijn bijvoorbeeld de contouren van een wereld waarin mens en dier niet meer de enige entiteiten zijn die over cognitieve vermogens beschikken? Wat zijn de actieve gebieden waarop kunstmatige intelligentie op dit moment succesvol wordt toegepast? Welke digitale butlers zijn er en wat doen ze? Wat voor impact zal kunstmatige intelligentie op de arbeidsmarkt hebben? Krijgen we op den duur misschien

een bot als collega of baas, wanneer algoritmisch aangedreven organisaties steeds meer gemeengoed gaan worden? En wanneer sterkere computerchips de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie zullen versnellen en de mogelijkheden van kwantumcomputing groter worden, volgt er dan een symbiotische samenvoeging van menselijke en artificiële intelligentie of loopt het zo'n vaart niet? En wanneer algoritmes steeds meer voor ons mensen gaan beslissen, hoe zit het dan met privacy, ethiek, aansprakelijkheid, transparantie en de macht van grote internetbedrijven?

STRUCTUUR VAN HET BOEK

Het boek begint met een introductie in kunstmatige intelligentie: wat is het eigenlijk en welke benaderingen zijn er? Welke groeispurt zagen we de afgelopen jaren? Vervolgens ga ik in op een aantal technische toepassingen, zoals spraak-, gezichts- en afbeeldingsherkenning, en bespreek ik een aantal werkgebieden waarop kunstmatige intelligentie reeds actief is of een heel actieve rol in gaat nemen.

Daarna ga ik in op drie soorten digitale assistenten: de chatbot, de virtuele persoonlijk assistent en de intelligent agent. Van alle drie bespreek ik de mogelijkheden, aangevuld met concrete voorbeelden. Vervolgens werp ik een uitgebreide blik in de toekomst, waar grote sprongen voorwaarts te verwachten zijn, met name door de opkomst van nieuwe computerchips, betere software en kwantumcomputing.

Zoals de ondertitel van dit boek al aangeeft, zijn er ook risico's

verbonden aan de opkomst van kunstmatige intelligentie, zoals het gebrek aan transparantie en de mogelijke vooroordelen die in slimme KI-systemen zitten. Ook heb ik het over superintelligentie: intelligentie die de menselijke intelligentie ver overstijgt. Het laatste hoofdstuk gaat in op de impact van deze technologische trend op de arbeidsmarkt: wat zijn de risicobanen, waar gaan we samenwerken met dit soort systemen en waar ontstaan nieuwe banen?

WAT HEB JIJ AAN DIT BOEK?

Dit boek is gericht op zakelijke professionals en andere geïnteresseerden die de ontwikkelingen in de buitenwereld in de gaten willen houden, maar ook de kansen en bedreigingen van nieuwe technologische trends willen ontdekken.

Het landschap van kunstmatige intelligentie is breed. Met dit boek probeer ik dan ook niet om alles te beschrijven, maar om de belangrijkste ontwikkelingen in kaart te brengen, met een focus op KI-systemen die steeds meer in staat zijn om menselijke vaardigheden te evenaren, te overtreffen of op een andere manier nieuwe toegevoegde waarde te leveren. Verder kijk ik naar KI-systemen waar we een soort interactie mee kunnen hebben en die tevens kunnen functioneren als persoonlijke assistent, als digitale butler. De insteek van dit boek is vooral praktisch en nuchter; ik bespreek geen diepgaande technische en wiskundige aspecten. Ik geef veel voorbeelden, die de inhoud concreet maken, wat erg belangrijk is bij een onderwerp dat de potentie heeft om abstract te zijn en te blijven. Kunstmatige intelligentie roept mede door Hollywoodfilms vaak niet-realistische beelden op,

dus hoe meer voorbeelden ik geef, hoe beter jij je een beeld kunt vormen.

Dit boek is begin 2017 geschreven en met een papieren uitgave is het onmogelijk actueel te blijven. Verder werk ik de belangrijkste vragen uit, maar voor sommige antwoorden is het gewoon nog te vroeg. Waarvan akte.

De digitale butler is te beschouwen als een *work in progress*. Ben ik iets vergeten, ben ik onvolledig of heb je een mening of artikel als aanvulling op het boek, gebruik dan de volgende gegevens om contact met mij op te nemen. Waarvoor dank!

Mocht het boek je bevallen, neem dan contact met me op voor een lezing of in-company sessie over *De digitale butler* of andere technologische trends. Een review op Bol.com of managementboek.nl wordt ook gewaardeerd.

Met hartelijke groet,

Jarno Duursma

Website: www.jarnoduursma.nl

Twitter: [@jarnoduursma](https://twitter.com/jarnoduursma)

E-mail: info@jarnoduursma.nl

Actief op social media? Gebruik dan [#digitalebutler](#)

PS Aanvullende informatie, zoals naslagwerken, volledige bronnenlijst en verdieping, is terug te vinden op www.jarnoduursma.nl/butlerbookmarks. In de tekst verwijst ik hier geregeld naar.

HOOFDSTUK 1

DE ONTWIKKELING VAN KI

*'We staan aan het begin van de gouden eeuw
van kunstmatige intelligentie.'*

Jeff Bezos, CEO Amazon.com

Wat is kunstmatige intelligentie eigenlijk? Mijn definitie is: kunstmatige intelligentie is het principe dat machines taken kunnen uitvoeren op een manier die wij mensen als 'slim' zouden beoordelen omdat we vinden dat ze toebehoren aan menselijke intelligentie. Dit is een goede definitie omdat deze iets zegt over de manier waarop we naar kunstmatige intelligentie kijken vanuit het perspectief van de menselijke intelligentie.

Kunstmatige intelligentie als concept begint eigenlijk met de vraag wanneer een systeem intelligent is. Computerpionier Alan Turing (1912-1954) zocht naar dit antwoord en ontwikkelde in 1950 de naar hem genoemde Turingtest. Hiermee wilde hij op eenvoudige wijze laten zien wat intelligentie is, als alternatief voor een ellenlange lijst met waarschijnlijk elkaar tegensprekende kwalificaties voor intelligentie. Een computer zou volgens hem intelligent zijn als deze niet van een mens te onderscheiden

was. Dit werd onderzocht door mensen schriftelijke vragen aan de computer te laten stellen. De menselijke ondervrager kon niet zien of het antwoord kwam van een mens of van een computer. Als de ondervrager vervolgens niet kon aangeven wie of wat de antwoorden had gegeven, was de computer geslaagd. Er bestaat verschil van mening over het antwoord op de vraag of er al computers zijn die slagen voor de Turingtest.

Een mijlpaal in het ontstaan van kunstmatige intelligentie was een conferentie aan Dartmouth College in Hanover, New Hampshire (VS) in 1956. Hier waren grote namen uit het vakgebied aanwezig en deze 'oprichters van kunstmatige intelligentie' vertelden daar over het creëren van 'intelligentie in machines'.

In datzelfde jaar presenteerde Arthur Samuel een DAM-applicatie op tv. Hij had daar vier jaar in de avonduren aan gewerkt op computers van IBM die nog in testfase waren. Met zijn DAM-applicatie ontkrachtte hij het idee dat computers niet méér kunnen dan wat ze verteld wordt, want het programma versloeg al snel zijn maker.

RULE-BASED KI

De DAM-applicatie is een van de eerste voorbeelden van een rule-based KI-systeem. Zulke systemen functioneren door het opvolgen van vooraf bedachte regels, zoals het commando: als A gebeurt, doe dan B. Hoe complexer de situatie, hoe meer mogelijke situaties en reacties er zijn waarmee de computer te maken kan krijgen. Een computer zal in een complexere situatie bovendien verder vooruit moeten denken, bijvoorbeeld in de situatie:

als A gebeurt, doe dan eerst B en vervolgens C. In een spelsituatie zal hij zelfs moeten bedenken wat zijn tegenstander waarschijnlijk gaat doen. Een overzicht van alle mogelijke situaties en de daaropvolgende acties wordt ook wel een beslissboom genoemd. Zo'n beslissboom is de basis van een rule-based systeem.

ELIZA is een bekend voorbeeld van een rule-based KI-systeem. Het is een van de eerste chatbots: een digitale psychotherapeut gemaakt tussen 1964 en 1966 door Joseph Weizenbaum. Een chatbot is een softwareprogramma waarmee in een chatvenster gepraat kan worden. Aan de hand van vooraf bedachte regels reageert het op wat mensen ertegen zeggen. Weizenbaum probeerde meermaals duidelijk te maken dat het daarom niet intelligent was en niet begreep wat het tegen klanten zei – of wat klanten tegen ELIZA zeiden. In eerste instantie wilden veel gebruikers dat niet geloven. Vooral in het begin was het programma in staat om veel mensen voor de gek te houden, vergelijkbaar met mensen die in een bioscoop voor het eerst een film zagen van een naderende trein en wegdoken.

Het ideaal is natuurlijk een KI-systeem dat de wereld om zich heen begrijpt en dat niet regel voor regel moet worden geprogrammeerd. Dat is immers niet te doen en niet schaalbaar. Het kost veel tijd en menskracht om de computer instructies te geven voor elke denkbare situatie.

Het is lastig dat het systeem wel goed werkt op terreinen waar regels en definities glashelder zijn (zoals wiskunde en schaken), maar niet op andere gebieden. Dit is duidelijk een zwakte van het rule-based systeem. Wanneer het systeem bijvoorbeeld zinnen moet vertalen, is dat veel lastiger dan woorden, omdat woorden

dan niet uitsluitend de woordenboekbetekenis hebben, maar de context meespeelt. Een beslisboom met voorbeelden met ‘als dit, dan dat’ werkt dan niet, want het aantal variaties is simpelweg te groot.

Rule-based KI behoort inmiddels bij de ‘klassieke’ kunstmatige intelligentie. De moderne KI-technieken laten computers hun eigen regels samenstellen op basis van extreem veel data. In plaats van computers te vertellen hoe ze bijvoorbeeld een kat moeten vinden in een plaatje, laat men het systeem gewoon heel veel voorbeelden zien van katten. Vervolgens wordt bekeken of de computer uit deze enorme hoeveelheden data kan distilleren op basis waarvan iets wel of geen kat is – of een hond, of een ananas. Vergelijk het met het leren praten van een kind: je geeft het geen woordenboek, maar je geeft steeds het goede voorbeeld. Je wijst naar een poes en zegt ‘poes’, net zo lang tot het kind woord en object permanent met elkaar verbindt.

WEAK EN STRONG KI

Kunstmatige intelligentie is eigenlijk een containerbegrip van verschillende soorten technieken, als een boom met verschillende takken. Er zijn diverse benaderingen van kunstmatige intelligentie, zoals *unsupervised learning* en *reinforcement learning* (waarover later meer).

Verder is er een grof onderscheid te maken door kunstmatige intelligentie onder te verdelen in twee soorten op basis van capaciteiten. Allereerst is er kunstmatige intelligentie die weak of narrow wordt genoemd. Deze vorm kan heel goed zijn in het oplos-

sen van een specifiek probleem en is geprogrammeerd om te functioneren binnen een smalle bandbreedte. Maar zo'n systeem kan buiten dit domein vrij weinig. Vandaar de term 'narrow': het systeem kan 'slechts' binnen een specifiek domein functioneren. Een goed voorbeeld is Deepblue II, trouwens ook een rule-based systeem. Dit programma van IBM versloeg in 1997 de beste schaker van zijn tijd, Kasparov. Op het eerste oog lijkt het erg intelligent, maar voor een bijzonder sterke computer als Deepblue II is schaken makkelijker dan voor een mens. Zo'n computer kan namelijk in korte tijd alle miljoenen mogelijke zetten berekenen en de beste uitkiezen door ze te vergelijken. Die vaardigheid overstijgt de cognitieve vermogens van mensen. Een narrow systeem kan dus best een heel slim systeem zijn, maar wel op een beperkt terrein.

De tegenhanger van *weak KI* is *strong of deep KI*. Hieronder vallen systemen die beter kunnen omgaan met onverwachte situaties. Ze lijken niet alleen intelligent, maar bezitten daadwerkelijk een soort intelligentie die wij zouden kunnen kwalificeren als 'menselijk'.

Een voorbeeld van *strong KI* is *Artificial General Intelligence (AGI)*. Een AGI systeem is in principe in staat elke intellectuele taak uit te voeren die de mens ook kan uitvoeren. Wanneer AGI tot volledige wasdom komt, zal het systeem in staat zijn complexe ideeën te begrijpen door abstract en logisch te denken. Tevens kan een AGI zichzelf snel nieuwe dingen leren, bijvoorbeeld uit eigen eerder opgedane ervaringen. Het moment waarop een AGI de menselijke intelligentie evenaart en vervolgens overstijgt, wordt ook wel *the singularity* genoemd. Dat is nu nog toe-

komstmuziek, maar sommige experts zeggen dat dit niveau van kunstmatige intelligentie binnen een paar decennia zal worden bereikt.

SUCCEFACTOREN

Hoe is de recente kwalitatieve opmars van kunstmatige intelligentie te verklaren? Hoe heeft het zich in zo'n korte tijd zo snel kunnen ontwikkelen? Verschillende succesfactoren bij elkaar hebben de enorme kwalitatieve groei mogelijk gemaakt. De belangrijkste twee factoren zijn natuurlijk de toename van computerrekenkracht en de grote hoeveelheden beschikbare data, maar voordat ik hierop in ga, beschrijf ik eerst een aantal andere factoren.

Opensource

Noemenswaardig is bijvoorbeeld dat de infrastructuur voor goedkope en uitgebreide dataprocessing de afgelopen jaren sterk verbeterd is. En de wet van Moore is al decennialang een gegeven; het laat zien dat de computerprocessorkracht die je voor duizend dollar kunt kopen ongeveer elke twee jaar verdubbelt. Dat betekent dus dat elke twee jaar de kracht van computers exponentieel toeneemt.

Verder is er veel opensource KI-technologie beschikbaar gekomen waarmee belangstellenden zelf aan de slag kunnen, zoals DeepLearning4j, Mahout, TensorFlow en Torch. 'Opensource' wil zeggen dat de broncode vrij beschikbaar en inzichtelijk is.

Bekende voorbeelden van andere opensource software zijn Wordpress, Linux, MySQL en OpenOffice.

Het feit dat deze pakketten opensource zijn, wil echter niet zeggen dat ze gebruikt kunnen worden als 'plug & play'. Voordat een KI-systeem goed werkt, dient het op maat gemaakt te worden voor het desbetreffende bedrijf, bijvoorbeeld middels gerichte training. In de bookmarks staan verwijzingen naar KI-software die je kunt gebruiken.

Gek genoeg zijn ook IBM Watson (die de spelshow Jeopardy! won tegen de beste menselijke spelers ooit), AlphaGo en de virtuele assistent op de iPhone, Siri, de afgelopen jaren belangrijk geweest, omdat ze kunstmatige intelligentie en conversational interfaces bekend hebben gemaakt bij een groot publiek. Dat heeft de adoptie van dit soort applicaties makkelijker gemaakt.

Wat ook aan het succes bijdraagt, is de trend dat kunstmatige intelligentie, programmeren, internet en ICT in een positief daglicht staan, waardoor er steeds meer mensen in dit vakgebied afstuderen. Er is dus gewoon meer expertise op de markt beschikbaar.

Verder zijn ook de financiële middelen de afgelopen jaren enorm toegenomen, waardoor er steeds meer tijd, aandacht en expertise aan kunstmatige intelligentie wordt besteed.

Meer computerrekenkracht

Zoals gezegd zijn er per saldo twee succesfactoren die de grootste boost hebben gegeven aan de opmars van kunstmatige intelligentie: betere GPU's en meer data. GPU staat voor graphical pro-

cessing units. Het zijn gespecialiseerde computerchips waarmee mooie graphics worden gegenereerd in pc's en spelcomputers. Deze GPU's werden aan de Stanford University onderzocht door een onderzoeksgroep onder leiding van Andrew Ng (die later onder andere voor Google en de Chinese internetreus Baidu werkte). Ng en zijn groep ontdekten dat GPU's in staat waren om computerprocessen vele malen sneller te laten werken dan bestaande chips. Ze kunnen snel meerdere processen parallel naast elkaar draaien. Dit kun je visualiseren alsof je opeens op een snelweg rijdt met honderden rijstroken naast elkaar. De onderzoekers realiseerden zich dat de GPU's daarom ook heel geschikt waren om KI-algoritmes op te laten draaien. Processen konden parallel naast elkaar draaien, waardoor de kracht ervan enorm toenam. En dat is prettig, want voor ingewikkelde KI-processen is ontzettend veel computerrekenkracht nodig.

Met deze ontdekking maakte kunstmatige intelligentie een grote sprong voorwaarts. Ineens duurde de training van een neurale netwerk van vier lagen minder dan een dag, terwijl het eerder een aantal weken had gekost.

Wel bijzonder dus: dezelfde chips die worden gebruikt om een fantasiewereld voor gamers te creëren, bleken ook te kunnen worden gebruikt om computers te laten 'begrijpen' hoe de echte wereld in elkaar steekt. Opeens stortte iedereen zich op GPU's – niet alleen de (toen nog tamelijk kleine) KI-gemeenschap, maar de hele technologische industrie. Dat betekende: meer mensen, meer geld, meer expertise. En vooral wanneer grote internetbedrijven flink investeren in een nieuwe technologie, weet iedereen dat het serieus en blijvend is.

Meer data

Niet alleen sterkere GPU's hebben bijgedragen aan de 'boost' van kunstmatige intelligentie. Een andere belangrijke 'driver' bleken de immense hoeveelheden data die in de afgelopen jaren beschikbaar kwamen, mede door de ontwikkeling van sociale media, kennisbanken, opensource data, online encyclopedieën en sensortechnologie. Binnen een relatief korte tijd is de beschikbare hoeveelheid data op internet geëxplodeerd: ontelbare documenten, foto's, wiki's, whitepapers, video's en dergelijke kwamen beschikbaar. In de afgelopen achtduizend dagen zijn er bijvoorbeeld voor elke wereldbewoner tienduizend webpagina's op internet verschenen. En dat proces gaat maar door. Per minuut wordt er vijfhonderd uur aan video's geüpload naar YouTube, er worden 3,3 miljoen Facebookposts geplaatst, 448.000 tweets gedeeld en 66.000 Instagramfoto's geplaatst. Internet verwerkt 46.000 gigabyte per seconde. Volgens onderzoek van IBM is negentig procent van alle digitale data ter wereld gecreëerd in de afgelopen 24 maanden.

En hoe meer data je hebt – mits ze 'schoon' zijn – hoe beter de computer patronen kan herkennen, inzichten kan creëren of andere gegevens kan herleiden en combineren. Zoals Barry Smith van het University College in Dublin stelt: 'Data zijn voor kunstmatige intelligentie wat voedsel is voor mensen.'

En als kunstmatige intelligentie een auto is, dan zijn de GPU's de motor en data de brandstof, al moet je dan wel de data bezitten die kunnen meten wat je wilt weten.

Al deze elementen zorgen ervoor dat we in een nieuwe fase van

kunstmatige intelligentie zijn beland: slimme systemen leren van data, van zichzelf en van andere systemen.



TESLA'S ZELFLERENDE AUTONETWERK

Met internet verbonden KI-systemen leren van hun eigen maar ook van elkaars data. Wanneer een met internet verbonden Tesla bijvoorbeeld iets ontdekt of verbetert vanuit een ervaring in het verkeer, wordt deze ervaring gedeeld en leren bij een volgende software-update alle Tesla's ter wereld hetzelfde, bijvoorbeeld over de remkracht die gebruikt dient te worden bij een nat wegdek. Elke Tesla leert voor en van het gehele netwerk.

Sander van den Hoven van Microsoft stelt: 'Een belangrijk verschil tussen menselijk leren en KI-leren is dat dat laatste kopieerbaar is. Alsof iedereen viool kan spelen omdat iemand ergens ter wereld dat heeft geleerd. Door de kopieerbaarheid kan kunstmatige intelligentie zich veel sneller ontwikkelen dan menselijk leren.'

Tesla's systeem gebruikt bijvoorbeeld ook de data van Tesla's van een bepaalde fysieke omgeving om te bepalen welke objecten permanent zijn en welke objecten niet. Beweegbare objecten vormen vanzelfsprekend een potentieel gevaar in het verkeer (fietsers, spelende kinderen), maar permanente bekende objecten niet. Dit soort informatie wordt tussen de auto's gedeeld, omdat het belangrijk is voor alle Tesla's die mogelijk in deze omgeving gaan rijden. Elke Tesla draagt op die manier bij aan een beter beeld van de omgeving en het netwerk leert van elkaar.

MACHINE LEARNING

Centraal in de stormachtige ontwikkeling van kunstmatige intelligentie staat *machine learning*. Deze techniek stelt computersystemen in staat om zélf te leren. Daarbij worden enorme hoeveelheden rekenkracht en trainingsgegevens gebruikt. *Machine learning* (ML) is te omschrijven als het 'zelflerende vermogen van intelligente computers'. De zelflerende systemen worden met data gevoed en weten vervolgens zelf inzichten te genereren en voorspellingen te doen. Met ML is men in staat patronen te herkennen in grote hoeveelheden data en deze kennis toe te passen op nieuwe data, zonder dat het systeem expliciet geprogrammeerd wordt om iets te doen. Kortom, het systeem kan zelf leren.

Bij ML gaat het vooral om goede data: kwalitatief goede gegevens op basis waarvan het algoritme leert. Voed je het kort gezegd met rommel, dan komt er ook rommel uit. Dus hoeveel data je als bedrijf ook verzamelt, als het niet de juiste data zijn, is het resultaat vrijwel waardeloos. Het is dus heel belangrijk om je data schoon te houden en steeds te kijken: verzamel ik nog wel de juiste data die horen bij het probleem dat ik wil oplossen?

AlphaGo

DeepMind, een zusterbedrijf van Google, baarde in 2016 groot opzien met AlphaGo, een kunstmatig-intelligentieprogramma dat gemaakt is voor het spel Go. Go is een eeuwenoud, abstract strategisch bordspel dat 2500 jaar geleden in China zijn oorsprong vond. Het geldt als een van de meest complexe denk-

spellen wereldwijd. Lange tijd dacht men dat Go niet te 'kraken' was door de computer, omdat intuïtie in het spel net zo belangrijk is als rekenvermogen. Dat bracht Piet Hut van het Institute for Advanced Study in 1997 tot de volgende opmerking in *The New York Times*: 'It may be a hundred years before a computer beats humans at Go – maybe even longer.'

Hut zat er dus naast. In 2016 (negentien in plaats van honderd jaar later) versloeg AlphaGo de Zuid-Koreaanse topspeler Lee Sedol met de eindstand 4-1. Begin 2017 was het de beurt aan de Go-kampioen Ke Jie uit China en wederom won AlphaGo van een Aziatische topspeler, deze keer met 3-0.

Het bijzondere aan AlphaGo is dat het systeem het spel Go geleerd heeft door dertig miljoen spelbewegingen uit historische toernooidata te halen en het spel vervolgens miljoenen keren tegen zichzelf te spelen. Het systeem leerde uit en van zichzelf – eerst van voorbeelden en toen door tegen zichzelf te spelen. AlphaGo is dus niet regel voor regel en mogelijke zet voor mogelijke zet geprogrammeerd, het heeft zelf uitgevonden wat de beste wijze was om te spelen.

In 2016 deed AlphaGo bij set 37 iets heel ongebruikelijks. De wedstrijd werd live uitgezonden op tv en commentatoren die verslag deden, waren ervan overtuigd dat het computersysteem een fout had gemaakt. Ook Sedol, de menselijke tegenstander van AlphaGo, was uit zijn doen. Hij vertrok uit de kamer en had vijftien minuten nodig om een tegenzet te bedenken. De zet van AlphaGo bleek echter geen fout, maar een inzicht van het systeem. Deze zeer ongebruikelijke zet zorgde ervoor dat ook deze wedstrijd door AlphaGo gewonnen werd.

De zet heeft ervoor gezorgd dat Go-spelers wereldwijd het spel anders zijn gaan benaderen. Ze hebben het geanalyseerd en geleerd van het computersysteem. AlphaGo heeft het spel verrijkt. Doordat het systeem ontelbare keren tegen zichzelf had gespeeld, had het een zet ontdekt die niet eerder door mensen was gedaan.

Dit is een voorbeeld van de manier waarop kunstmatige intelligentie het menselijk denken verrijkt met nieuwe inzichten. En het is nog maar het topje van de ijsberg van nieuwe inzichten en voorspellingen die kunstmatige intelligentie de komende jaren zal opleveren – van bedrijven die nieuwe businessmodellen gaan ontdekken tot gemeenten die op basis van nieuwe inzichten nieuw beleid gaan maken.

Overigens deed Lee Sedol in dezelfde wedstrijd tijdens het vierde spel zelf een ongebruikelijke zet. AlphaGo raakte (wellicht) van slag, zodat deze vierde wedstrijd werd gewonnen door Sedol. Waarschijnlijk was Sedol geïnspireerd door de zet die het computersysteem deed in het tweede spel. Wellicht was het dus geen kwestie van mens tegen machine, maar mens mét machine.

SOORTEN MACHINE LEARNING

Er zijn verschillende manieren waarop je modellen kunt maken of neurale netwerken (waarover later meer) kunt trainen. Vaak worden er specifieke benaderingen voor specifieke problemen gebruikt en vindt er onderlinge samenwerking plaats. De vier meest gebruikte benaderingen zijn:

1. Deep learning
2. Supervised learning
3. Unsupervised learning
4. Reinforcement learning.

Elke benadering verschilt van de andere; hieronder worden de benaderingen, wijze van leren en onderlinge verschillen in vier paragrafen uitgelegd.

1. Deep learning

Een onderdeel van machine learning dat veel aandacht krijgt, is deep learning. Het is 'de nauwkeurigste en productiefste techniek in KI-onderzoek', aldus CBS Insights. Deep learning gebruikt verschillende lagen van zogenaamde kunstmatige neurale netwerken, waarvan de werking losjes is geïnspireerd op de hersencellen van levende wezens. Doordat de lagen van deze neurale netwerken samenwerken, wordt het systeem steeds slimmer. Een korte uitleg.

Kunstmatige hersenen

Een neuraal netwerk is dé tegenhanger van de rule-based systemen die in de eerste jaren van de kunstmatige intelligentie de overhand hadden. Een neuraal netwerk kan namelijk niet worden geprogrammeerd om een bepaalde taak stap voor stap uit te voeren, maar leert door het zien van voorbeelden. Een neuraal netwerk kan bijvoorbeeld gebruikt worden door een mediabedrijf om te berekenen hoeveel losse kranten elk verkooppunt per dag

nodig heeft. Als een neuraal netwerk wordt gevoed met genoeg data over de hoeveelheid kranten die landelijk op een bepaalde dag nodig waren bij een bepaald verkooppunt, kan het hieruit een trend leren. Op basis daarvan kan het voorspellen hoeveel kranten er op een bepaalde dag bij een bepaald verkooppunt nodig zijn – mits de data waarvan hij geleerd heeft correct zijn. Een neuraal netwerk is immers zo goed als de trainingsdata zijn. Terwijl een rule-based systeem bestaat uit regels die het letterlijk uit moet voeren, heeft een neuraal netwerk een veel complexere onderliggende structuur, die is afgeleid van het neurale netwerk in onze eigen hersenen. Ze bestaan beide uit talloze neuronen die met elkaar in verbinding staan. Elk neuron reageert meer of minder sterk op bepaalde 'prikkel's.

Stel dat het doel is om het neurale netwerk te leren om vogels van slakken te onderscheiden. Nadat ze een heleboel voorbeelden hebben gezien, zijn de neuronen dan als het ware ingesteld op bepaalde kenmerken van vogels en slakken. Er is bijvoorbeeld een neuron A dat wordt geprikkeld door het zien van een snavel en een neuron B dat wordt geprikkeld door het zien van een slakkenhuisje. Als een neuron harder geprikkeld wordt dan de drempelwaarde, zal het een signaal afgeven. Zo zal in dit geval neuron A een signaal afgeven bij een afbeelding van een vogel en neuron B bij het zien van een slak. Omdat het neurale netwerk op basis van de voorbeelden heeft geleerd dat een prikkel van A een vogel betekent en een prikkel van B een slak, kan het onderscheid maken tussen die twee.

In deze eenvoudige situatie is dit mogelijk al genoeg om een vogel van een slak te kunnen onderscheiden, maar het kan snel

misgaan als de snavel van de vogel bijvoorbeeld niet duidelijk op de afbeelding staat. Dan zal namelijk zowel neuron A als neuron B geen signaal afgeven waardoor het onduidelijk is of het om een vogel of een slak gaat. Door meer neuronen toe te voegen kunnen er meer kenmerken van vogels en slakken worden getoetst. Dan wordt bijvoorbeeld een neuron geprikkeld door het zien van veren of poten. Zo kan het netwerk gedetailleerder analyseren. Door meer neuronen toe te voegen kan het kunstmatige netwerk dus steeds meer en steeds complexere dingen onderscheiden. Door de verschillende neuronen met elkaar te verbinden kunnen ze, wanneer ze geprikkeld worden, een signaal doorgeven aan andere neuronen. Zo worden de kenmerken waarop de verschillende neuronen reageren als het ware aan elkaar gekoppeld. Mogelijk is het ene kenmerk echter veel betekenisvoller voor het maken van het onderscheid dan het andere en daarom zijn niet alle verbindingen tussen de neuronen even sterk. Dit wordt in een kunstmatig neuraal netwerk geregeld met *gewichten*. Hoe groter het gewicht dat aan een verbinding hangt, hoe sterker de prikkel binnenkomt bij het buurneuron. Zo zal er voor het herkennen van een vogel een groter gewicht worden gehangen aan de verbinding 'snavel' dan aan de verbinding 'poten', omdat veel andere dieren ook poten hebben maar waarschijnlijk geen snavel. Door een combinatie van meerdere kenmerken (snavel, poten, veren, ogen, vleugels, et cetera) wordt de kans steeds groter dat het ook echt om een vogel gaat. Uiteindelijk berekent een neuraal netwerk een percentage dat de waarschijnlijkheid aangeeft dat er een vogel op de afbeelding staat (en bijvoorbeeld niet een slak).

Hoe belangrijk bepaalde kenmerken zijn om bijvoorbeeld een vogel te herkennen, leert het netwerk in de trainingsfase. Door het zien van heel veel voorbeelden worden de gewichten ingesteld.

Globaal bestaan de netwerken uit een aantal lagen. De eerste is een inputlaag waar de nieuwe data – bijvoorbeeld een afbeelding van een dier – binnenkomen. Daarna volgen een of meerdere verborgen lagen waarin zich de neuronen bevinden die op verschillende kenmerken uit de afbeelding kunnen reageren. Als laatste is er nog de outputlaag waar de signalen uit de verschillende neuronen in de verborgen laag samenkomen tot een ‘antwoord’.

Welk neuron er als het ware aan welk kenmerk gekoppeld wordt, bepaalt het netwerk zelf. Daardoor kan het erg complex zijn om te achterhalen wat het neurale netwerk precies doet, vooral wanneer er erg veel neuronen zijn; dit is een zwaktepunt (waarover later meer). Desondanks zijn neurale netwerken erg populair, onder andere omdat ze kunnen generaliseren en reageren op onverwachte situaties – iets wat raakt aan strong KI. Een rule-based systeem zou compleet in de war raken wanneer je het een heel ander dier laat zien dan wat er in zijn regels staat; het systeem kan daar niets mee. Een neurale netwerk zal alsnog aangeven hoe groot de kans is dat het een van de dieren is die het kent. De kracht van neurale netwerken is in de afgelopen jaren steeds sterker geworden: netwerken met een diepte van twintig of dertig lagen zijn niet ongewoon. Onderzoekers van Microsoft hebben er zelfs al een met 152 lagen gebouwd voor het classificeren van afbeeldingen.



WEL OF GEEN WERVELFRACTUUR

Het deep-learning-algoritme van Zebra Medical kan op basis van verschillende medische afbeeldingen sneller en accurater wervelfracturen vaststellen dan mensen. Dat dit nodig is, blijkt uit een onderzoek waaruit bleek dat radiologen vijftig procent van de wervelfracturen bleken te missen. Het algoritme maakt gebruik van deep-learning om het verschil te leren tussen wervelfracturen en andere aandoeningen, iets wat voor veel menselijke radiologen dus erg lastig blijkt. Ook hieruit blijkt de meerwaarde van algoritmes: ze kunnen snel en accuraat iets bepalen.

Het doel van Zebra Medical is om een systeem te creëren dat aandoeningen op basis van afbeeldingen kan vaststellen, die hierdoor in een vroeg stadium behandeld kunnen worden. Het bedrijf biedt patiënten ook de mogelijkheid om hun eigen CT-scan en mammogram te uploaden, zodat er via het systeem een second opinion kan plaatsvinden.



LIPNET KAN LIPLAZEN

KI-systemen begrijpen steeds beter wat we bedoelen als we iets zeggen, maar nu kunnen ze ons zelfs begrijpen wanneer we praten zonder geluid te maken: ze kunnen onder bepaalde omstandigheden beter liplezen dan mensen.

Wetenschappers van de University of Oxford's Department of Computer Science hebben met financiële hulp van Google DeepMind een KI-systeem ontwikkeld met de naam Lip-

Net. Dit neurale netwerk werd getraind met behulp van een grote database van 29.000 video's waarop mensen staan die verschillende zinnen uitspreken zonder geluid.

In een test was LipNet in staat om 93,4 procent van de uitgesproken woorden te identificeren tegenover 52,3 procent van de menselijke liplezers die aan de test meededen.

Wel moet worden gezegd dat het team van Oxford een zorgvuldig gekozen reeks video's aan het LipNet-systeem had voorgeschoteld. Iedere persoon stond met het gezicht naar voren, was goed verlicht en sprak in een gestandaardiseerde zinsstructuur. Wanneer je LipNet een reeks willekeurige YouTubevideo's voorschotelt, zou het waarschijnlijk minder goed presteren.

2. Supervised learning

Supervised learning wordt door *The New York Times* mooi omschreven als 'een trial-and-errorproces gebaseerd op gelabelde data'. Het is een techniek om een model te ontwikkelen aan de hand van een gelabelde reeks voorbeelden. Het filteren van spam uit e-mailberichten wordt bijvoorbeeld mogelijk gemaakt door een grote database met voorbeeldberichten samen te stellen die allemaal het label 'spam' of 'geen spam' meekrijgen. De machine leert van voorbeelden, van 'wel' en 'niet'. Gelabelde data vormen de benzine van de motor op basis waarvan het systeem leert.

Het doel van supervised machine learning is het bouwen van een model dat voorspellingen doet op basis van gelabelde data. Je voedt het systeem met een bekende reeks invoergegevens en

een bekende uitkomst op deze invoergegevens. Je traint het algoritme vervolgens om een model te maken dat goede voorspellingen kan doen bij de invoer van volledig nieuwe data. De inzet is dus om voorspellende modellen te ontwikkelen die iets kunnen zeggen over de nieuw ingevoerde data.

Een supervised learning-systeem kan worden getraind om telkens de voorbeelden in de database te doorlopen en aan de hand daarvan de criteria in het neurale netwerk te verbeteren, bijvoorbeeld om spraak te herkennen, frauduleuze creditcard-transacties op te sporen en spam en malware te identificeren. Het zijn allemaal toepassingen waarbij het juiste antwoord te herleiden is aan de hand van een groot aantal eerder geregistreerde gevallen van input en output. Het systeem leert van gelabelde voorbeelden.



BOTS HELPEN MOEDER NATUUR

Naar verwachting zijn we rond het jaar 2050 met zo'n tien miljard mensen op de aarde. Dit brengt serieuze uitdagingen mee op het gebied van landbouw. Kunstmatige intelligentie kan dan een oplossing bieden. Neem het gebruik van pesticides (in de VS wordt jaarlijks alleen al zo'n 140 miljoen kilo gebruikt): het gebruik hiervan is vaak niet efficiënt. Blue River Technology heeft een alternatief met zijn LettuceBot, een 'lean, mean weed killing machine' volgens de makers. LettuceBot is een tractor die gebruikmaakt van deep learning om pesticide te spuiten en per minuut tot wel vijfduizend slaplantjes kan checken en onderscheiden van onkruid.

Om dit te bewerkstelligen hebben de makers het systeem gevoed met vijftigduizend foto's van gezonde en ongezonde bladeren en het programma kan inmiddels met grote zekerheid beoordelen of een plantje gezond is of niet en dus wel of geen pesticide nodig heeft.

Onkruid en onderontwikkelde slaplantjes worden bespoten met pesticide tot op een halve centimeter nauwkeurig. Het effect is dat de opbrengst groter wordt, maar het gebruik van pesticide aanzienlijk afneemt. Goed voor moeder natuur dus.

Terzijde: de Lettucebot kan twintig veldarbeiders vervangen.

Databases

Het bijzondere is dat zulke systemen niet meer regel voor regel gecodeerd hoeven te worden door programmeurs. Supervised learning-systemen leren van data.

En het interessante van deep learning is dat de door de computer ontwikkelde leertechniek kan worden toegepast op diverse andere gebieden, hoewel de meeste claims daarover volgens experts wel erg rooskleurig zijn.

Er zijn inmiddels vele online databases waar dit soort supervised learning-systemen van kunnen leren.



YOUTUBE GEEFT HET GOEDE VOORBEELD

Google maakt met het project YouTube-8M een immense videodatabase beschikbaar voor bedrijven en KI-onderzoekers om hun videoherkenningsalgoritmes beter te maken:

er zijn acht miljoen video's voor algoritmes om doorheen te ploegen en van te leren. Je kunt er gif op innemen: binnekort is een algoritme beter in beeldherkenning dan mensen.



DIEPE MODE

Deep fashion is een heel grote database van kleding met ongeveer achthonderdduizend modefoto's, variërend van hoogwaardige modeafbeeldingen tot consumentenfoto's. Elke afbeelding in deze dataset is gelabeld met vijftig verschillende categorieën en bevat dus een grote hoeveelheid informatie. Ik kan me voorstellen dat deze set gebruikt wordt door een winkelketen om te kunnen analyseren wat mensen dragen die in de winkel op bezoek komen, zodat ze daar hun toekomstige inkoop- en advertentiebeleid op kunnen afstemmen.



REPRESENTATIEVE DATA

Het is in dit boek al aan bod gekomen, maar belangrijk genoeg om nogmaals te noemen: wil je succes hebben met het trainen van kunstmatige intelligentie, dan is het van groot belang dat de data weerspiegelen wat je wilt weten. Stel, je wilt een systeem maken voor gezichtsherkenning en je besluit een grote verzameling gelabelde foto's van stockwebsites te halen (websites waar je foto's kunt kopen van professionele modellen). Wanneer je deze data gaat

gebruiken om smartphone selfies te analyseren, zou het resultaat kunnen tegenvallen. De modelfoto's zijn weliswaar foto's van gezichten, maar de afwijkende lichtinval, de omgeving, de resolutie, de hoek en de afmeting zullen het voor het KI-model lastig maken een goede voorspelling te doen. KI-systemen zijn in dat opzicht nog niet zo robuust. Dit feit is cruciaal om je te realiseren wanneer je aan de slag wilt met dit soort systemen en wanneer je op hun uitkomst wilt kunnen vertrouwen. Hier geldt: details doen ertoe.

Wij helpen Google

Zoals je je kunt voorstellen, is het creëren van een dataset met gelabelde data erg arbeidsintensief en kost het veel uren. Google heeft daar iets slims op gevonden: wij als gebruikers helpen mee met het labelen van data zonder dat we het weten. Soms moet je op internet verifiëren dat je een mens bent (en geen robot) door vreemd geschreven of gedraaide letters en cijfers correct over te nemen in een tekstvak, de zogenaamde captcha-verificatie. Google laat in plaats van de letters en cijfers steeds vaker afbeelding zien waarbij jij als gebruiker moet kiezen – bijvoorbeeld een foto van een kat met daarbij de vraag om een soortgelijk dier uit een selectie van negen dierenfoto's aan te klikken. Of je krijgt bij een selectie schijnbaar willekeurige foto's uit Google Streetview de vraag om foto's met verkeersborden aan te klikken. Of je moet uit een selectie met maaltijden de afbeeldingen selecteren waar een sinaasappel op staat. Zo 'taggen' wij de foto's en maken wij als gebruikers de data van Google beter.

3. Unsupervised Learning

Unsupervised learning gaat over het trainen van een netwerk door het te confronteren met een groot aantal voorbeelden, maar zonder te zeggen wat het moet zoeken. Een systeem van unsupervised learning zal zelf de structuur of relaties tussen verschillende data kunnen vinden door vergelijkbare voorbeelden te clusteren.

Op deze wijze kan het systeem verborgen groepen, verbanden of patronen in de data opmerken. Deze vorm van kunstmatige intelligentie kan dus zelf relaties leggen op basis van input. Die relaties zijn soms onwaarschijnlijk voor mensen, maar soms ook niet. Unsupervised learning kan worden gebruikt om te zoeken naar zaken waarvan je niet weet hoe ze eruitzien. Zo kun je soms dingen ontdekken die de mens in eerste instantie niet ziet. Het is een soort 'out-of-the-box zoeken'. Dat is ook de kracht van deze vorm van kunstmatige intelligentie, want soms weet je niet met welke (misschien wel heel bruikbare) antwoorden het systeem komt die je op een andere manier nooit had gekregen.

Een ander voordeel is dat je geen gelabelde data nodig hebt. Je laat het systeem zélf een trend vinden in een berg data door de data te groeperen in subgroepen, ook wel clusters genoemd. Het enige dat het algoritme naast data nodig heeft, is de hoeveelheid clusters die het moet maken.

Stel, je wilt onderscheid maken tussen de verschillende soorten klanten van jouw bedrijf zodat je hen gerichte reclame kunt mailen. Laten we in dit voorbeeld uitgaan van drie klantgroepen. Dan moeten er dus drie clusters gemaakt worden. Dit doet het

algoritme door te analyseren welke klanten de meeste overeenkomsten hebben en deze vervolgens bij elkaar in dezelfde groep te stoppen. Hiervoor moeten de klanten worden omgezet in datapunten. Dit kan worden gedaan door verschillende klantkenmerken om te zetten in een getal en deze getallen te combineren tot een datapunt. Neem bijvoorbeeld de kenmerken leeftijd, geslacht (man = 0 en vrouw = 1) en het aantal gekochte producten. Er kan vervolgens op verschillende manieren worden bepaald welke klanten meer op elkaar lijken dan andere, onder andere door te kijken welke datapunten het dichtst bij elkaar liggen en deze in één cluster te stoppen.

Clusteren is vaak een iteratief proces. Dit houdt in dat herhaaldelijk dezelfde stappen worden uitgevoerd tot de meest optimale clusters zijn samengesteld en dus de drie klantgroepen zijn bepaald.

4. Reinforcement learning

Een vierde soort machine learning gebeurt aan de hand van feedback. Dit houdt in dat het systeem steeds een 'oplossing' uitprobeert voor een probleem en dan de succesvolle strategieën volgt en de onsuccesvolle laat vallen. De succesvolle oplossingen worden waardevoller en opgeslagen voor de volgende keer dat dezelfde situatie zich voordoet. Zoals AlphaGo tegen zichzelf speelde om Go te leren, of zoals een chatbot leert of een antwoord op een vraag succesvol was door een beoordeling van zijn gesprekspartner. Leren van eerdere successen en tegenslagen wordt ook wel reinforcement learning genoemd. Fabrieksrobots die apparaten oppakken en in containers stoppen zijn hier een

voorbeeld van. Ze onthouden voor specifieke apparaten of de bewegingen die ze maakten om het apparaat in de container te stoppen succesvol waren of niet. Dit houdt in dat de robotarm verschillende bewegingen kent die hij kan gebruiken om zijn doel te bereiken. Het doel is om een zo hoog mogelijke score te behalen. Elke keer dat de robotarm een apparaat in de container legt, krijgt deze punten, maar als het apparaat naast de container belandt door een mislukte beweging, krijgt de robot extreem veel minpunten. Door middel van kansberekeningen gebaseerd op eerdere successen en tegenslagen probeert de robot de meest optimale beweging te kiezen om punten te verzamelen.



COMPUTER GOKT NIET MAAR WINT WEL

Niet alleen bij schaken en Go heeft de computer de mens inmiddels verslagen. In januari 2017 versloeg het KI-systeem Libratus in een wedstrijd van twintig (!) dagen alle menselijke rivalen bij een pokerkampioenschap in Pittsburgh. Poker is nog complexer dan spellen als schaken en Go, omdat men de kaarten van de tegenstanders niet kan zien en dus niet over alle informatie beschikt.

Bij zowel AlphaGo als Libratus werd reinforcement learning gebruikt om respectievelijk Go en poker te kraken, maar er is een belangrijk verschil tussen beide systemen. AlphaGo analyseerde dertig miljoen Go-zetten van menselijke spelers uit bestaande partijen. Maar Libratus leerde poker vanuit het niets, door met behulp van een algoritme het spel lukraak te spelen totdat er na maanden van training en mil-

jarden pokerspellen, onder andere middels reinforcement learning, een niveau was bereikt waarop het menselijke spelers kon uitdagen.

Libratus leerde zichzelf een unieke manier van spelen aan. Het kon zich verbeteren door de regels van het spel te analyseren in plaats van te proberen menselijke spelers te kopiëren. Daardoor kwam het op nieuwe speelwijzen om het tegenstanders moeilijk te maken.

Daar komt bij: de computerspeler wordt nooit moe. Hij bleef 's nachts 'trainen' terwijl zijn menselijke tegenstanders in bed lagen te slapen. In een trial-and-errormethode speelde het systeem telkens een spel tegen zichzelf en leerde van zichzelf, zijn menselijke trainers en met name van zijn fouten. 'Ik had het gevoel dat ik tegen iemand speelde die vals speelde, alsof het systeem mijn kaarten kon zien. Ik zeg niet dat het valsspeelde. Maar het systeem was gewoon heel goed,' aldus tegenspeler Dong Kim.

De techniek van het Libratus-systeem is niet alleen geschikt voor poker, maar kan ook worden ingezet in andere situaties waarin onvolledige of misleidende informatie wordt gegeven, zoals het bedrijfsleven, militaire strategie, cyber-security en zelfs geneeskunde.

Libratus uit het voorbeeld over poker is ontwikkeld in de Verenigde Staten, het land waar van oudsher veel KI-ontdekkingen, patenten en nieuwe concepten vandaan komen. Er is echter een ander land dat met rasse schreden dicht bij de koploper in de buurt komt: China.

KI-wereldleider China

Vroeger stond 'Made in China' synoniem voor goedkope speeltjes en nagemaakte merkkleding, maar vandaag de dag vervult China een belangrijke rol in de ontwikkeling van KI. China had lange tijd een grote technologische achterstand ten opzichte van Japan, Europa en de Verenigde Staten, maar het land heeft een indrukwekkende inhaalrace gemaakt. Recentelijk heeft China zelfs een plan op tafel gelegd om rond het jaar 2030 wereldleider op het gebied van kunstmatige intelligentie te zijn en er rond die tijd een bedrijfstak van 150 miljard dollar omheen te hebben gebouwd. Bovendien hebben meerdere decennia waarin wetenschappelijk onderzoek is gestimuleerd inmiddels ook vruchten afgeworpen. Het is bijvoorbeeld geen toeval dat de twee snelste supercomputers ter wereld, de Sunway en de Tianhe-2, in China staan.

Hoewel de Verenigde Staten al jaren de onbetwiste koploper op het gebied van onderzoek naar kunstmatige intelligentie is, komt China snel dichterbij. Afgelopen vijf jaar zijn er in het grote Aziatische land bijvoorbeeld ruim achtduizend patenten ingediend die betrekking hebben op kunstmatige intelligentie, een toename van maar liefst 186 procent ten opzichte van de vijf jaar daarvoor – heel wat meer dan de toename van 26 procent van het aantal Amerikaanse patentaanvragen. In absolute zin is de VS nog leidend (vijftienduizend patenten per jaar), maar procentueel groeit China veel sneller. Deze inhaalrace biedt veel kansen voor de Chinezen, aangezien de Verenigde Staten onder president Trump heeft besloten het mes te zetten in het budget voor

onderzoek naar kunstmatige intelligentie en de Chinezen deze investeringen juist verhogen.

China investeert overigens niet alleen binnen de eigen landsgrenzen in kunstmatige intelligentie; in 2016 is er voor ruim tien miljard dollar geïnvesteerd in Amerikaanse KI-start-ups.

Waarom gaat het in China goed met de ontwikkeling in KI?

Er zijn verschillende redenen waarom China zulke grote stappen weet te zetten op het gebied van kunstmatige intelligentie. Ten eerste zijn vier basale ingrediënten voor het ontwikkelen van kunstmatige intelligentie – computerkracht, kapitaal, talent en data – volop aanwezig. Mede dankzij technologiereuzen als Tencent, Alibaba en Baidu schieten de datacentra in het hele land de grond uit en wordt er veel geld in geïnvesteerd. Ook neemt het aantal KI-studenten in rap tempo toe. Dat komt omdat de meeste grote universiteiten KI-trajecten aanbieden, al dan niet met financiële steun van het bedrijfsleven. Zo biedt Tencent, de oprichter van de razend populaire chatdienst WeChat, KI-studenten studiebeurzen aan en wordt de enorme berg data van WeChat beschikbaar gesteld voor onderzoek. Op deze manier verzekert Tencent zich ook meteen van medewerkers voor de toekomst.

De verwachting is dan ook dat de komende jaren steeds meer KI-talent in China beschikbaar komt. De samenwerking tussen overheid en bedrijven is over het algemeen goed. De Chinese overheid stelt bijvoorbeeld haar middelen – waaronder data en

onderzoeksfaciliteiten – beschikbaar aan bedrijven die de mogelijkheden van kunstmatige intelligentie onderzoeken.

Voor onderzoek naar kunstmatige intelligentie zijn veel data nodig, en die zijn overvloedig aanwezig in China. Het land heeft een enorme populatie van bijna 1,4 miljard mensen. Hiervan maakt een groot gedeelte gebruik van internet en smartphones. Dagelijks produceren zij ongeveer net zoveel data als alle internetgebruikers in alle andere landen bij elkaar. Deze kunnen gebruikt worden voor onderzoek, om producten te verbeteren of om algoritmes te trainen.

Het feit dat privacy niet hoog op de agenda van de Chinese overheid staat, maakt dataverzameling voor het bedrijfsleven nog eenvoudiger. De Chinese overheid is zelf ook behoorlijk bedreven in het verzamelen van gegevens over haar burgers (zie het voorbeeld van Face++, verderop in dit boek). De overheid ziet in kunstmatige intelligentie een middel om gegevensverzameling in de toekomst nóg efficiënter te doen.

Verder is er sprake van een asymmetrische situatie tussen Oost en West. Zo spreken de meeste Chinese wetenschappers Engels en weten zij dus vrij goed wat er in het Westen speelt op het gebied van kunstmatige intelligentie, maar het omgekeerde is niet het geval. Westerse wetenschappers profiteren dus niet evenveel van de inspanningen van hun Chinese collega's als andersom.

Voorbeelden van Chinese KI-initiatieven

Hoewel de oorsprong van kunstmatige intelligentie in het Westen ligt, is China inmiddels zeer bedreven in het vinden van (com-

merciële) toepassingen van de technologie. Dit doet het land bovendien heel snel. Zo heeft Baidu spraakherkenningssoftware ontwikkeld die in staat is de vele verschillende Chinese dialecten van elkaar te onderscheiden; het is wereldwijd op dit moment een van de beste in zijn soort. Toen Microsoft in oktober 2016 met veel bombarie aankondigde dat hun spraakherkenningssoftware het menselijke niveau voorbijgestreefd was, herinnerde Baidu's toenmalige hoofdonderzoeker Andrew Ng Microsoft er vriendelijk aan dat zij dit ruim een jaar eerder al gepresteerd hadden.

Baidu werkt ook aan zelfrijdende auto's en een gezichtsherkenningssapp waarmee ontvoerde kinderen jaren later nog herkend kunnen worden. WeChat is bezig met het ontwikkelen van virtuele persoonlijk assistenten en het bedrijf Malong gebruikt kunstmatige intelligentie om de wereldwijde trends van modekleuren te analyseren en zo te voorspellen welke stofkleur textielmakers moeten gaan maken om aan de vraag te kunnen voldoen.

Chinese wetenschappers werken ook aan toepassingen die twijfelachtiger van aard zijn, zoals KI-software die raketten efficiënter maakt of die het mogelijk maakt om internet nóg beter te censureren. De Chinese overheid wil de criminaliteit bestrijden door het toch al zeer uitgebreide netwerk van beveiligingscamera's uit te breiden met geavanceerde gezichtsherkenningsssoftware. Zo kan ze haar burgers altijd en overal in de gaten houden en verdachte activiteiten waarnemen. De Chinese overheid heeft duidelijk een andere visie op privacy dan wij in het Westen.

Hoe dan ook: China nadert met volle vaart de koploper in kunstmatige intelligentie, de Verenigde Staten, en verovert binnenkort misschien wel de spreekwoordelijke gele trui.

SAMENVATTING

De ontwikkeling van kunstmatige intelligentie zit in een stroomversnelling. Computers zijn inmiddels in staat om op basis van talloze data zelf te leren zonder dat je ze expliciet hoeft te programmeren. Er zijn meerdere succesfactoren die hebben bijgedragen aan deze kwalitatieve groei, waaronder de toename van computerrekenkracht en de enorme hoeveelheid beschikbare data.

Machine learning biedt veel nieuwe mogelijkheden om uit grote hoeveelheden data patronen te herkennen. Daardoor zijn computers soms in staat menselijke vaardigheden te verbeteren of te overtreffen.

Noemenswaardig is de inhaalrace van China op het KI-wereldtoneel.

Wat er technisch mogelijk is, hoe kunstmatige intelligentie concreet wordt toegepast en welke mogelijkheden kunstmatige intelligentie onder andere biedt, lees je in het volgende hoofdstuk.

HOOFDSTUK 2

HEDEENDAAGSE TOEPASSINGEN

‘Alles wat we voorheen elektrisch maakten zullen we nu intelligent maken. Er is bijna niks wat niet nieuw, anders of waardevoller gemaakt kan worden door er wat extra IQ aan toe te voegen.’

Kevin Kelly, futuroloog

Kunstmatige intelligentie is toepasbaar op allerlei gebieden. Het is onmogelijk om elk gebied in dit boek te beschrijven; dat zou een immense klus zijn en de leesbaarheid niet ten goede komen. De focus ligt daarom op terreinen waar kunstmatige intelligentie zich ontwikkelt als digitale butler van de mens en in deze hoedanigheid taken en vaardigheden van mensen overneemt of verbetert, zoals kijken, luisteren of het herkennen van afbeeldingen, gezichten of spraak.

Dit hoofdstuk bestaat uit twee delen. Het eerste deel beschrijft slimme technische toepassingen:

1. natural language processing
2. image recognition

3. speech recognition
4. facial recognition.

In het tweede deel noem ik een aantal werkgebieden waar kunstmatige intelligentie een prominente rol heeft of zal krijgen – denk aan de klantenservice, transport en mobiliteit, financiële dienstverlening en in creatieve of controlerende taken – waarbij ik veel voorbeelden geef.

DEEL 1: TECHNISCHE TOEPASSINGEN

1. Natural Language Processing

Natural Language Processing (NLP) is de mogelijkheid van slimme algoritmes om spraak en tekst te herkennen en op basis daarvan actie te ondernemen.



DOKTER WATSON LEEST 70.000 ARTIKELEN

Wetenschappers in Amerika hebben gebruikgemaakt van IBM Watson om op een nauwkeurige manier eiwitten te identificeren die de mogelijkheid hebben om de proteïne type p53 te veranderen. P53 is een proteïne die de onbeperkte deling van de cel voorkomt en daarmee het ontstaan van een tumor verhindert. Zolang p53 actief is, kan het de celdeling van kanker tegenhouden. De computer Watson was in staat om binnen korte tijd uit zeventigduizend wetenschappelijke artikelen over p53 conclusies te

trekken en te voorzien van context. Hieruit distilleerde Watson zes proteïnetypes die van invloed zijn op de proteïne p53. Wetenschapper Olivier Lichtarge van het Baylor College of Medicine was ronduit verguld met de hulp van Watson: 'Al had ik vijf wetenschappelijke artikelen over de proteïne p53 per dag kunnen lezen dan had ik er nog bijna 38 jaar over gedaan om het onderzoek dat tot nu toe is gedaan te kunnen lezen en begrijpen. Dit is een sterk staaltje van de potentiële kracht van kunstmatige intelligentie. Het zal de snelheid en kwaliteit van nieuwe ontdekkingen enorm doen toenemen.'

In de gezondheidszorg zal er steeds meer ondersteuning komen van kunstmatige intelligentie. Een systeem als Watson wordt hierop getraind, zodat de inhoud van medische artikelen snel kan worden 'gelezen', geanalyseerd en terug gerapporteerd. Volgens IBM zal het systeem steeds beter in staat zijn om context te halen uit geschreven teksten en hierover congruent terug te rapporteren.

Onderzoekers bij Salesforce, een softwarebedrijf op het gebied van klantrelatiesystemen, hebben recentelijk nog gedemonstreerd hoe een algoritme een samenvatting kon destilleren uit een artikel. Dat was nog niet perfect, maar wel veel beter dan eerder ooit gedemonstreerd. De commerciële potentie van deze nieuwe technologie is natuurlijk enorm. Iedere kenniswerker ter wereld kan op die manier veel meer informatie tot zich nemen dan daarvoor. Artikelen hoeven niet in hun geheel gelezen te worden; de samenvatting volstaat. Mocht

deze samenvatting interessant zijn, dan is alsnog het gehele artikel beschikbaar.

2. Beeldherkenning

Beeldherkenning valt onder de grotere paraplu van computer vision. Daarbij halen kunstmatige systemen informatie uit beelden, kunnen die analyseren en kunnen op basis daarvan een beslissing nemen.



AIPOLY ZIET WAT JIJ NIET ZIET

Aipoly is een app die je kunt downloaden op je smartphone. Door je camera te richten op verschillende fysieke objecten herkent het systeem deze objecten. Je ziet de naam van het object in beeld verschijnen en de naam wordt tevens door een computerstem uitgesproken. Deze app is ideaal voor slechtzienden en blinden – hij vertelt immers wat er zich in de omgeving afspeelt. Deze software is niet alleen in staat om standaardobjecten te herkennen, zoals een mes, vork of lepel, maar ook soorten dieren, planten en voedsel.



EEN BRIL DIE VOOR JE KIJKT

Het Seeing AI Project is een Microsoftproject dat ook afbeeldingen kan duiden. Het is software die je kunt installeren op je smartphone, maar het is tevens geïntegreerd in de Pivot-head smartglass. Je kunt met deze bril (door aan de zijkant

van je bril te 'swipen') een foto maken van de omgeving en een computerstem vertelt je vervolgens wat je 'ziet'.

Ook kan de software geschreven tekst van bijvoorbeeld een menukaart aan je voorlezen of de leeftijd schatten van mensen op de gemaakte foto, hun geslacht raden en emoties herkennen. Voor dat laatste worden er meerdere emoties meegenomen in de beoordeling, zoals woede, minachting, afgunst, angst, blijdschap en verrassing. Elke emotie krijgt een rating van 0 tot 1 waarbij een 0 helemaal niet overeenkomt met de emotie op de foto en een 1 juist geheel overeenkomt. Het is bijzonder dat een computersysteem emoties van mensen kan herkennen en interpreteren, iets wat voorheen erg lastig bleek.

Microsoft staat hoog aangeschreven als het gaat om beeldherkenning; het bedrijf won bijvoorbeeld al eens de ImageNet Challenge (ILSVRC), waarbij KI-systemen het tegen elkaar opnemen in een beeldherkenningscompetitie. Verschillende grote techbedrijven strijden in ILSVRC tegen elkaar om op een snelle, accurate manier foto's te kunnen classificeren in verschillende categorieën. Microsoft is daar in 2015 met een flinke voorsprong als eerste geëindigd in drie belangrijke categorieën.

De foutmarge van deze systemen is in zijn algemeenheid nog maar een paar procent; sinds 2015 is die lager dan de foutmarge bij mensen bij het classificeren van foto's.

Een voetnoot: de computersystemen hoeven de afbeeldingen in 'slechts' duizend categorieën onder te brengen, terwijl wij mensen veel breder kunnen classificeren.



RAZENDSNEL KOMKOMMERS HERKENNEN

De mogelijkheden van beeldherkenning lijken oneindig. Zo past de zoon van een Japanse komkommerboer het bijvoorbeeld toe om komkommers te sorteren, een klusje dat moeilijker is dan dat het in eerste instantie lijkt. Aan de hand van Googles opensource TensorFlow en een Raspberry Pi 3, een heel goedkope singleboardcomputer, slaagde hij erin een efficiënte komkommersorteermachine te maken. Allereerst werd het KI-systeem een dataset van zeventuizend foto's van komkommers voorgeschoteld om van te leren. Vervolgens werd het systeem geleerd wat belangrijke kenmerken zijn van de komkommer, zoals lengte, dikte, kleur en vorm. Het resultaat is een machine die met een precisie van zeventig procent accuraat komkommers kan sorteren, wat een hele besparing betekent qua tijd en dus geld.

3. Spraakherkenning

Er wordt wel eens gezegd dat taal de motor van menselijke intelligentie is. Wetenschappers en bedrijven die zich met KI bezighouden, zijn al erg lang bezig met spraakherkenning en dat heeft inmiddels geleid tot een aantal interessante projecten.



OORDOPJES VERTALEN IN 37 TALEN

Het bedrijf Mymanu heeft een set draadloze bluetooth-oordopjes ontwikkeld waarvan het claimt dat deze real time tus-

sen 37 verschillende talen kan vertalen. Je doet de oordopjes van de CLIK in je oor en de software vertaalt gesproken woorden vanuit bijvoorbeeld het Frans, Spaans of Japans. En in tegenstelling tot de meeste vertaalprogramma's heeft de CLIK geen internetverbinding nodig; alle benodigde software zit in de oordopjes. Het New Yorkse bedrijf Waverlylabs heeft een vergelijkbaar product gemaakt, dit bedrijf haalde daarvoor vier miljoen euro op met een Kickstarter-crowdfundingactie; het bedrijf verkocht inmiddels 22.000 units. Het is wel veel bescheidener in de te behalen resultaten dan CLIK: het werkt naar eigen zeggen nog niet honderd procent foutloos.



PHOTOSHOP ANDERMANS STEM

Weliswaar is het meer speech generation dan spraakherkenning, maar toch wil ik het graag vermelden: Lyrebird. Met de software van Lyrebird kun je de stem van iedereen kopiëren en gebruiken. Alles wat je nodig hebt, is ongeveer een minuut aan audio-opname van de desbetreffende persoon. De software vindt de unieke kenmerken van zijn of haar stem en kan deze vervolgens nabootsen. Je kunt het algoritme gebruiken en de stem daarna van alles laten zeggen. Zo zou je Jesse Klaver van GroenLinks kunnen laten zeggen dat het klimaat helemaal niet zo belangrijk is, Mark Rutte een uitspraak laten doen over de voordelen van nivellering en de directeur van De Nederlandsche Bank kunstmatig laten uitspreken dat hij de gulden terug wil als wettig betaalmiddel. Het zijn dus kunstmatig geproduceerde stemmen die

klinken als het origineel. En zoals we tegenwoordig naar een foto kijken en ons afvragen of deze door Photoshop is bewerkt, zo zullen we dat in de toekomst ook gaan doen met gesproken audio-opnames. Onze 'unieke' stem blijkt dus ook kopieerbaar en reproduceerbaar te zijn.



BEYOND VERBAL HERKENT EMOTIES

Is het mogelijk om een diagnose te stellen door de manier waarop iemand praat te analyseren? Volgens de Israëlische onderneming Beyond Verbal wel. Zij hebben een KI-algoritme ontwikkeld dat meer inzicht verwerft in iemands achterliggende emoties door alleen zijn intonatie te analyseren. Beyond Verbal claimt ook iemands mentale gezondheid te kunnen toetsen op basis van diens gesproken woord. Deze toepassing maakt het voor een huisarts theoretisch mogelijk om op afstand iets te kunnen zeggen over iemands gemoedstoestand en dat mee te nemen in zijn diagnose of overwegingen. Ook kan het worden meegenomen als indicator in de rechtspraak, tijdens sollicitatiegesprekken of bij een psychologisch consult.

4. Gezichtsherkenning

Slimme KI-computersystemen worden steeds beter in gezichtsherkenning: het identificeren van mensen op basis van hun gezicht, het onderscheiden van verschillende gezichten, maar ook het herkennen van dezelfde gezichten in verschillende

omstandigheden. Facebook vergelijkt bijvoorbeeld sinds vorig jaar gezichten op nieuwe foto's met de foto's van vrienden uit je contactenlijst en probeert deze te matchen. Het voetbalstadion van ADO Den Haag gebruikt gezichtsherkenningstechnologie bij de toegangspoortjes.

Het gebruik van je gezicht als identificatie- en autorisatiemiddel is theoretisch een slimme zet, want je gezicht is, net als je vingerafdruk, uniek. Wel zullen er strenge afspraken gemaakt moeten worden met softwaremakers en softwaregebruikers over privacy en veiligheid. Gezichtsherkenning zal de komende jaren steeds vaker worden ingezet als biometrisch authenticatiemiddel. Bij Microsoft Windows 10 kun je bijvoorbeeld al gebruikmaken van Hello, een programma waarmee je met gezichts- of vingerafdrukherkenningssoftware apparaten kunt ontgrendelen, een pincode of wachtwoord kunt vervangen of kunt inloggen. Hier volgen nog enkele voorbeelden van de manier waarop gezichtsherkenningstechnologie wordt gebruikt.



BETAAL MET JE GEZICHT

Het Chinese Face++ (met een financiële waardering van meer dan één miljard dollar) maakt het mogelijk om transacties te autoriseren met je gezicht. Denk daarbij aan het doen van betalingen, het verkrijgen van toegang tot bedrijfspanden, studentenhuizen en hotels. Deze software is ook in gebruik bij Ant Financial, de financiële dochteronderneming van de Chinese marktplaats Alibaba, waar het wordt gebruikt om in te loggen bij betalingsplatform Alipay.

Dat er behoefte is aan deze software, blijkt uit het feit dat honderden miljoenen Chinezen inmiddels hun gezicht als login gebruiken. Maar het heeft wel een keerzijde. Zo wordt de toepassing ook omarmd door de Chinese autoriteiten voor surveillance bij treinstations. In China is men namelijk minder streng in privacybescherming dan in Amerika en Europa.



INCHECKEN MET GEZICHTSHERKENNING

Op vliegveld JFK in New York werken ze er al mee en ook luchthaven Schiphol is een proef gestart met gezichtsherkenningstechnologie. Reizigers die foto-informatie in hun paspoort hebben laten scannen, kunnen dan direct het vliegtuig in, zonder hun tickets te hoeven laten zien. Via een zuil op de luchthaven kun je inchecken met je gezicht.

Onder de naam X-flow wil men op Schiphol het aantal fouten bij de paspoortcontrole verminderen en de reistijd voor de reiziger korter maken. Het uiteindelijke doel van Schiphol is dat de reiziger de gezichtsinformatie thuis, via een beveiligde, app al laat inlezen.

Gezichts-, beeld- en spraakherkenning en de goede analyse van teksten zijn slechts een paar technieken die een kwalitatieve impuls hebben gekregen door de verbeteringen van verschillende KI-technieken. De kwaliteit ervan zal alleen maar verder toenemen.

Er zijn inmiddels ook veel werkgebieden die kunstmatige intel-

ligentie succesvol toepassen en die de komende jaren nog meer gaan profiteren van de kracht ervan. Daarover gaat het tweede deel van dit hoofdstuk.

DEEL 2: WERKGEBIEDEN DIE PROFITEREN VAN KI

Kunstmatige intelligentie kan toegepast worden in allerlei denkbare werkgebieden en branches en op veel plekken levert het inmiddels al toegevoegde waarde. Een voordeel van het toepassen van kunstmatige intelligentie in de gezondheidszorg is bijvoorbeeld dat een dokter een betere en snellere diagnose kan stellen op basis van jouw patiëntgegevens of die van 'vergelijkbare' patiënten. Opvallende oneffenheden in je data worden sneller opgemerkt. Ook kan het radiologisch werk door computer vision worden ondersteund.

Kunstmatige intelligentie toepassen in het productieproces in de fabriek betekent bijvoorbeeld dat algoritmes en slimme sensoren kunnen bepalen waar het proces geoptimaliseerd kan worden of wanneer er preventief onderhoud dient plaats te vinden aan de machines.

In de retail zal kunstmatige intelligentie ook steeds meer zijn intrede doen en wordt het mogelijk om producten meer gepersonaliseerd aan te bieden aan klanten. Ook zal kunstmatige intelligentie helpen om voorraadbeheer en pakketbezorging slimmer in te richten, waardoor tijd en kosten worden bespaard.

Het is onmogelijk om alle branches te noemen die toegevoegde waarde zullen ervaren door KI-technologieën. In dit deel volgen daarom voorbeelden in enkele belangrijke branches:

1. Klantenservice
2. Marketing
3. Transport
4. Financiële dienstverlening
5. Controle
6. Creatieve sector

1. Klantenservice

Kunstmatige intelligentie gaat de komende jaren een steeds dominantere rol spelen in de klantenservice. Niet alleen zullen bots een gedeelte van de conversatie tussen bedrijven en klanten overnemen, maar de verwachting is dat bedrijven in de toekomst door de hulp van nieuwe KI-agents in staat zullen zijn 24 uur per dag, zeven dagen per week de meest gestelde vragen te beantwoorden. Uit onderzoek blijkt dat ongeveer twee derde van de huidige klantvragen beantwoord kan worden door een slimme chatbot. En omdat zulke systemen schaalbaar zijn, zullen ze de werkgelegenheid in de klantenservicebranche gaan beïnvloeden. Een KI-systeem kan oneindig veel gesprekken naast elkaar voeren, leert razendsnel nieuwe dingen en wordt nooit moe.

De klantenservicebranche zal op korte termijn in het 'suggestie-tijdperk' belanden. Slimme KI-systemen doen daarbij real time suggesties over de te geven antwoorden, oplossingen of nieuwe producten die kunnen worden aangeboden door de klantenservicemedewerker.



GEHOLPEN DOOR EEN DIGITALE GENIUS

DigitalGenius is een bedrijf uit San Francisco dat een klantenservicesysteem heeft gebouwd op basis van kunstmatige intelligentie. Het kan antwoorden formuleren op geschreven vragen van klanten, bijvoorbeeld in een gesprek in de chat, via e-mail of op sociale media. Om te leren heeft het systeem eerst de data nodig van eerdere klantconversaties. Vervolgens is het systeem in staat om de klantmedewerker antwoordsuggesties te geven op basis van wat een klant schrijft.

De software biedt ook de mogelijkheid om een gedeelte van het beantwoordingsproces te automatiseren, al kiezen de meeste bedrijven daar nog niet voor. Zij geven hun medewerkers wel de mogelijkheid om de suggestie van het systeem over te nemen, maar vaak in combinatie met een persoonlijke noot of een leuk grapje richting de klant. De echte personalisatie van het bericht wordt dus gedaan door de menselijke klantenservicemedewerker. Maar ook hier geldt: dat zal in de toekomst mogelijk worden overgenomen door slimme, KI-gedreven computersystemen.

2. Marketing

Ook in de marketing wordt KI steeds actiever gebruikt. Met kunstmatige intelligentie verrijkte systemen zijn bijvoorbeeld steeds beter in staat data uit meerdere bronnen (sales, service en marketing) aan elkaar te koppelen om zo een nog scherper profiel van

de klant te maken. Omdat ze de klanten beter leren kennen, kunnen ze hen beter bedienen of geautomatiseerd andere producten of diensten aanbieden op basis van klantprofielen. Een KI-systeem kan dan helpen om een nog beter bericht te schrijven of kan automatisch een gepersonaliseerde dynamische landingspagina genereren voor de klant.

Door kunstmatige intelligentie wordt het makkelijker om een-op-eenmarketing toe te passen en op elk touchpoint gepersonaliseerd contact te creëren omdat het KI-systeem snel, accuraat en schaalbaar is.

Met behulp van de gegenereerde data en inzichten kunnen er nog beter gepersonaliseerde advertenties getoond worden en real time worden geëvalueerd en aangepast. Ook kunnen de inzichten leiden tot volledig nieuwe producten of nieuwe verdienmodellen. Bovendien zullen bedrijven door steeds slimmere tracking en web-crawling-technieken beschikken over nog meer data van de klant en daarmee steeds beter in staat zijn om te voorspellen wat de klant gaat doen. Ook zullen ze de klant steeds beter kunnen beïnvloeden – of manipuleren. Als je namelijk als marketeer weet wat de activiteiten en de informatie zijn die leiden tot bepaald gedrag, kun je de klant op het juiste moment beïnvloeden/verleiden om over te gaan tot aankoop, het liken van een Facebookpagina of het inschrijven op een nieuwsbrief.

Een steeds groter gedeelte van de marketing wordt uiteindelijk geautomatiseerd en ligt daarmee in handen van slimme computersystemen.

3. Transport

Een zelfrijdende auto barst van de kunstmatige intelligentie. Deze is niet alleen bedoeld om de route te kunnen bepalen, verkeersborden te herkennen, goed op de weg te blijven rijden, voorspellingen te doen over andere weggebruikers en snel te kunnen reageren op onvoorziene omstandigheden. KI is ook nodig om de veiligheid te kunnen blijven garanderen van zowel de bestuurder als andere weggebruikers. Grote hoeveelheden data worden real time verwerkt, geïnterpreteerd en vervolgens vertaald in handelingen.

Kunstmatige intelligentie is samen met sensortechnologie, snellere processoren en goedkopere hardware (die tevens energiezuiniger en kleiner wordt) een voorteken van een stroom van autonome mobiliteit. Niet alleen autonome auto's, maar elk fysiek voertuig dat in staat is zich voort te bewegen en nu nog wordt bestuurd door mensen, zal zich in de nabije toekomst volledig autonoom kunnen verplaatsen – denk aan drones, zeeschepen, vliegtuigen, vrachtauto's en bestelbusjes.

Een wereld van mogelijkheden opent zich. We zien bijvoorbeeld al snel de voordelen van autonome (vracht)auto's, verhoogde veiligheid (wereldwijd overlijden meer dan een miljoen mensen per jaar in het verkeer) en productiviteit (de gemiddelde Amerikaanse bestuurder zit meer dan driehonderd uur per jaar in z'n auto; je kunt in je autonome auto werken terwijl je naar je werk reist). Mensen zullen daardoor bijvoorbeeld andere werktijden gaan aanhouden, waardoor files verminderen en er minder verkeersschade zal zijn. Tevens zullen slimmere KI-verkeerslichten

en nog betere real time routeoptimalisatie zorgen voor minder files.

Autonome mobiliteit zal een enorme sprong voorwaarts betekenen voor de veiligheid op de weg. Een KI-systeem wordt nooit moe, houdt zich aan de snelheidslimieten, wordt niet afgeleid door radio of smartphone en laat zich niet opwinden door andere weggebruikers.



DRONES DOEN DE BOODSCHAPPEN

Niet alleen op de weg zijn autonome voertuigen actief. Er zijn inmiddels ook verschillende autonome drones op de markt die door een magazijn kunnen vliegen. Ze scannen middels objectherkenningsalgoritmes de streepjescodes en inventariseren de voorraad. Deze informatie kan rechtstreeks gekoppeld worden aan een computer die de voorraad bijhoudt. Auto's in wagenparken en parkeergarages kunnen door autonome drones worden geïnventariseerd op basis van merk, type en kenteken. Windmolens, flatgebouwen en elektriciteitsmasten kunnen door autonome drones worden geïnspecteerd. En zij kunnen op langere termijn een gedeelte van het pakketvervoer overnemen. De mogelijkheden van autonoom bewegende voertuigen zijn legio.

4. Financiële dienstverlening

Kunstmatige intelligentie kan ook waardevol zijn in de financiële dienstverlening. Natuurlijk worden razendsnelle algoritmes al

langere tijd gebruikt om op de beurs te handelen en helpen ze intern om financiële beslissingen te nemen, maar het palet breidt zich steeds verder uit.

Kunstmatige intelligentie bewijst ook steeds vaker zijn nut bij het ontdekken van oneffenheden of opvallendheden in grote hoeveelheden data, wat kan wijzen op fraude of witwaspraktijken. Ook kunnen klanten in de nabije toekomst door kunstmatige intelligentie een betere persoonlijke financiële planning tegenmoet zien op basis van de eigen voorkeuren: kunstmatige intelligentie als de supersnelle, hyperpersoonlijke bankmedewerker. Tevens kunnen er met behulp van beeldherkenning verdachte activiteiten worden waargenomen van de camera's die bij pinautomaten geplaatst zijn.

5. Controle

KI is bijzonder goed in het herkennen van patronen in grote hoeveelheden data. Ook het doorspitten van digitale documenten vol cijfers en teksten kan een slim computersysteem veel beter dan mensen. De rol van controleur is voor kunstmatige intelligentie dus een logische.



COMPUTER CONTROLEERT JE AIRBNB-VERHUURDER

We gebruiken steeds vaker community-based platforms waar vertrouwen een grote rol speelt – denk aan Uber, Bla-BlaCar en Airbnb, maar ook platforms binnen de financiële sector. Het lastige is: hoe weet je zeker dat je de ander kunt

vertrouwen of dat hij is wie hij zegt dat hij is? In de hedendaagse digitale en mondiale 'shared' economie is het steeds vaker nodig om snel en efficiënt 'rotte appels' te kunnen herkennen.

De Londense start-up Onfido springt slim in op deze groeiende vraag naar vertrouwen door dit soort ondernemingen een op kunstmatige intelligentie gebaseerde backgroundcheck te bieden. Backgroundchecks zijn niks nieuws; voor veel banen en soms voor het afsluiten van een hypotheek wordt je verleden doorgelicht. Het verschil is dat dit een offline en tijdrovend traject was. Onfido biedt een KI-oplossing aan die dit door middel van machine learning in zijn geheel automatiseert.

De software zoekt antecedenten door talloze databases te onderzoeken, verifieert getuigschriften en referenties in allerlei sectoren, variërend van onderwijs tot transport. Hoe meer achtergrondchecks het systeem van Onfido verricht, des te slimmer wordt het in het opsporen van fraude.

Verderop in het boek zal ik hier ook nog op terugkomen, maar de donkere kant van zulke ontwikkelingen is natuurlijk dat een aantal zaken die eerder met de menselijke maat werden gemeten nu worden gedaan door computers. Stel dat je dezelfde naam hebt als een wanbetaler of ooit in een ver verleden schulden hebt gehad maar al jarenlang keurig je rekeningen betaalt? Wat als je, net als ik, een eeneiige tweelingbroer hebt; ziet het KI-systeem bij sommige beoordelingen dan wel het onderscheid?

We moeten voorkomen dat we in een samenleving terecht komen

waarin we te veel leunen op *computer says no*-beslissingen zonder zelf nog na te denken, vooral nu systemen 'intelligenter' worden en we steeds meer gaan leunen op dit soort toepassingen. Nu al helpt kunstmatige intelligentie verzekeringsmaatschappijen om schades te voorspellen op basis van klantprofielen. Wat zal de invloed van deze gegevens zijn op hun acceptatiebeleid in de toekomst? Verzekeringsmaatschappijen zijn nu gebouwd op onderlinge solidariteit. Wat als KI-systemen dat door sterke differentiatie gaan ondermijnen? Zoals de Amerikaanse journalist Sydney Harris ooit waarschuwde: 'Het echte gevaar is niet dat computers gaan denken zoals mensen, maar dat mensen gaan denken zoals computers.'



DIGITALE KANARIE WAAKT OVER JE HUIS

Het bedrijf Canary heeft een cilindervormig object gemaakt met een camera en acht sensoren die omgevingsfactoren meten en verwerken door middel van kunstmatige intelligentie. Het systeem is toegankelijk via de smartphone en leert bijvoorbeeld dat het draaien van de plafondventilator geen reden is tot zorg, maar dat hij wel een notificatie moet sturen wanneer overdag plotseling een raam opengaat. Je kunt het systeem via de app ook zelf trainen door de camerabeelden te beoordelen. Het Canary-systeem 'leert' je dagelijkse routine te herkennen, bijvoorbeeld op welk tijdstip je opstaat en naar je werk gaat. Ook leert het je huisdieren te herkennen. Dit allemaal om het aantal valse alarmmeldingen te minimaliseren.

6. Creatieve sector

Kunstmatige intelligentie wordt steeds vaker toegepast op creatieve vlakken, gebieden die voorheen als uitsluitend menselijk beschouwd werden, zoals schilderen, poëzie en muziek.



SCHILDEREN ALS VAN GOGH

Wetenschappers van het Duitse Bethge Lab zijn erin geslaagd een kunstmatig intelligent systeem te ontwikkelen dat de stijl van iedere schilder kan nabootsen, zoals het karakteristieke werk van Vincent van Gogh. Om dit te bereiken hebben de wetenschappers het systeem eerst een van de werken van Van Gogh laten analyseren. Het programma analyseerde het gebruik van verschillende kleuren en structuren in het werk. Hoe dieper de lagen van het neurale netwerk, hoe meer detail er verwerkt kon worden.

Vervolgens lieten ze het systeem oefenen met een foto, die uiteindelijk getransformeerd werd in de herkenbare stijl van Van Gogh. Check de bookmarks om het resultaat te kunnen bekijken. Ook Facebook heeft een soortgelijke feature gecreëerd. In de mobiele Facebookapp kun je in de toekomst je video real time laten veranderen in een levend kunstwerk van Pablo Picasso of Vincent van Gogh. Facebook maakt daarbij gebruik van hun KI-technologie Caffè2Go.



KI, NU IN DE BIOSCOOP

Filmstudio 20th Century Fox schakelde het kunstmatig intelligente IBM Watson systeem in om een trailer te maken voor hun film *Morgan*, die vanzelfsprekend over kunstmatige intelligentie gaat. Dit is trouwens de eerste keer ooit dat een kunstmatig intelligent systeem een trailer voor een film mede geproduceerd heeft. Wetenschappers van IBM hebben Watson honderden trailers van horrorfilms voorgelegd die deze analyseerde op visuele aspecten, geluid en compositie. Vervolgens heeft Watson tien scènes uit de film *Morgan* geselecteerd om daar een trailer van te kunnen maken. Er was nog wel een menselijke editor nodig om de scènes te monteren en het was niet honderd procent foutloos, maar door middel van Watsons KI-technologie is de tijd die nodig was om een trailer te produceren gereduceerd van tien tot dertig dagen tot slechts vierentwintig uur.



DREMPELS OM KI IN JE BEDRIJF TE IMPLEMENTEREN

Veel voorbeelden laten het zien: kunstmatige intelligentie is bezig aan een groeispurt. Niet alleen door vaardigheden te ontwikkelen die wij tot dusver enkel beschouwden als menselijk, maar ook op vele andere gebieden zien we tastbare KI-producten en -resultaten. Dat neemt echter niet weg dat er ook een aantal drempels te nemen zijn voor bedrijven om kunstmatige intelligentie te kunnen implementeren.

Men moet in het bedrijf ten eerste bereid zijn om te inves-

teren in onderzoek naar nieuwe mogelijkheden, tijd vrijmaken om mensen met kunstmatige intelligentie te laten experimenteren en zich erin te verdiepen, en eventueel de samenwerking op te zoeken met start-ups of gevestigde KI-bedrijven. Ook zal niet elk bedrijf al beschikken over de juiste kwaliteit aan data om kunstmatige intelligentie voor zich te laten werken. Men dient in het bezit te zijn van grote hoeveelheden data die antwoorden herbergen van wat gemeten moet worden. Slechts zuivere data tellen, anders is het rommel erin, rommel eruit. En men dient zich ervan bewust te zijn dat het, ondanks de beschikbaarheid van opensource KI-pakketten, nog flink wat werk vergt om de gewenste resultaten te verkrijgen. Het is geen kwestie van 'plug & play'.

Daarom dient wellicht het personeelsbestand uitgebreid te worden met datawetenschappers, KI-specialisten en specifieke ontwikkelaars. Ook het bestaande personeel moet de principes van kunstmatige intelligentie en machine learning snappen om businesscases te kunnen bedenken en uit te kunnen werken.

Als laatste is het belangrijk om op te merken dat er bij het bespreekbaar maken van het onderwerp kunstmatige intelligentie ook weerstand zal zijn. Men ziet bij dit onderwerp al gauw beelden van superintelligentie, robots die banen overnemen en een KI-systeem dat slimmer is of wordt dan mensen.

Vele bedrijven zijn anno nu op zoek naar een gebruiksvriendelijke manier waarop je vandaag nog aan de slag kunt met kunstmatige intelligentie. Zoals je een paar jaar geleden

een app kon installeren of een Facebook pagina kunt starten voor je bedrijf, maar dan aangaande kunstmatige intelligentie. Helaas is dit niet het geval. Er zijn nog nauwelijks algemene, gebruiksvriendelijke en universele toepassingen voor kunstmatige intelligentie. Via mijn bookmarks deel ik met jullie een aantal KI toepassingen die je kunt gebruiken, maar die hebben meer een algemene toepassing. Voor het concreet toepasbaar maken van kunstmatige intelligentie in je bedrijf heb je veel goede data en expertise nodig. Het mooiste zou zijn wanneer er een gereedschapskist zou zijn die zo laagdrempelig en toegankelijk in gebruik zou zijn als internetbankieren, maar daar is het nog te vroeg voor. Maar dat er gebruiksvriendelijke toepassingen gaan komen, dat is zeker.

SAMENVATTING

Een aantal toepassingen maakt door kunstmatige intelligentie een kwalitatieve groei door, waaronder Natural Language Processing, computer vision en gezichtsherkenning. Er zijn inmiddels veel bedrijven en initiatieven die deze technieken toepassen. Ook verschillende branches hebben voordeel bij de implementatie van kunstmatige intelligentie, zoals klantenservice, marketing, de financiële sector en de transportsector. En hoewel de ontwikkeling zich in het algemeen nog in het beginstadium bevindt, zijn er intussen al wel concrete toepassingen te benoemen. De contouren van een wereld waarin we frictieloos geholpen gaan worden door KI-systemen, worden steeds helderder.

HOOFDSTUK 3

INTERACTIE MET KI

'Alexa, Siri en andere virtuele assistenten zullen van onpersoonlijke robots veranderen in entiteiten die onze gewoonten, routines, hobby's en interesses even goed – of zelfs beter – kennen als onze naaste vrienden en familieleden.'

Liraz Margalit, TechCrunch

Zelflerende KI-systemen worden steeds beter in menselijke vaardigheden, bijvoorbeeld het herkennen van spraak, afbeeldingen en gezichten. We kunnen deze vaardigheden dan ook niet meer zien als louter menselijke vaardigheden. Sterker nog: je zou kunnen zeggen dat KI-systemen zich meer bewust worden van wie we zijn, wat we doen, waarom we dat doen en wat we willen. Hierdoor zijn ze in staat om te functioneren als persoonlijke assistent, als digitale butler.

De bekendste digitale helpers zijn (in volgorde van 'intelligentie') de chatbot, de virtuele persoonlijk assistent en de *intelligent agent*. Zoals al kort beschreven in de inleiding is een chatbot een softwareprogramma waarmee je in gesprek kunt gaan. Met een chatbot vindt conversatie plaats in de vorm van tekst, vaak binnen een messaging-app of website. Dat kan bij een virtuele assistent

ook, maar deze is tevens via spraak te bedienen en heeft vaak de beschikking over meer data en dus context. Een virtuele persoonlijk assistent is nu nog vaak een assistent in de huiskamer (zoals Alexa van Amazon) of op je smartphone (zoals Siri van Apple). Chatbots zijn vaak beperkt in hun handelen. Ze zijn gemaakt om één ding goed te kunnen: antwoord geven op veel gestelde vragen, informatie geven over een museumbezoek of informatie geven over je telefoonabonnement of belbundel. Virtuele persoonlijk assistenten beschikken vaak over een veel breder takenpakket en meer inzichten.

Een *intelligent agent* is zich situationeel en contextueel meer bewust van de werkelijkheid, bijvoorbeeld (gedeeltelijk) van de doelen of wensen van de gebruiker, en kan ook met een bepaalde mate van autonomie handelen namens deze gebruiker.

Van web, apps, bots naar smart agents

In de begindagen van internet was het hebben van een goede website heel erg belangrijk. Een digitale identiteit op het web werd door elk bedrijf belangrijk gevonden en werd nog eens onderstreept door de komst van sociale media, ook wel 'web 2.0' genoemd. Vervolgens kwam het tijdperk van de smartphone en apps. Talloze bedrijven lieten hun eigen app bouwen om een bijdrage te leveren aan hun bedrijfsdoelstellingen of om gewoon mee te doen met de hype. De ontwikkeling was ongeveer als volgt:

2001: 'We moeten een website'

2008: 'We moeten iets met social media'

2009: 'We moeten een app'

2016: 'We moeten een chatbot'.

Dat de laatste trend zich serieus aan het ontwikkelen is voorspelt bijvoorbeeld marktonderzoeksbureau Tractica, dat voor de virtuele persoonlijk assistent een marktwaarde ziet van 15,8 miljard dollar in het jaar 2021 (het was 1,6 miljard dollar in 2015). KI-developer Kaza Razat heeft een heldere toekomstvisie op onze toekomstige interactie met kunstmatige intelligentie: 'Binnen tien jaar zal het zijn alsof je helemaal niet op internet zit als je niet met een of andere KI-assistent werkt.'

In dit hoofdstuk verkennen we de drie vormen van digitale butlers (chatbots, virtuele persoonlijk assistenten en intelligent agents) en schets ik een beeld van hun mogelijkheden en onmogelijkheden, aangekleed met voorbeelden.

DE CHATBOT ALS BUTLER

'Bots zijn vrienden die nooit je berichten negeren.'

KIKbots promotiefilmpje

Steeds meer ondernemingen kiezen ervoor om chatbots in te zetten. De term 'chatbot' is een samenvoeging van 'robot' en 'chat'. Het woord 'bot' is hier synoniem voor software die een geautomatiseerde taak kan doen. Chatbots zijn dus slimme stukjes software waarmee je in gesprek kunt gaan. Wikipedia noemt ze 'geautomatiseerde gesprekspartners'.

Chatbots zijn softwaresystemen die we kunnen bedienen middels geschreven berichten. Het zijn light versies van persoonlijke assistenten die ons helpen, van informatie voorzien of suggesties doen.



CHATBOT MET CAVIA

In de inleiding kwam ELIZA al voorbij, een van de eerste versies van een chatbot, in dit geval in de vorm van een digitale psychotherapeut, het prille begin van digitale interactie met kunstmatige intelligentie. In 1997 kwam Cleverbot online. Deze chatbot is niet letterlijk voorgeprogrammeerd, maar bepaalt wat hij antwoordt door mensen te imiteren. Dit doet hij door te kijken naar de reacties die mensen hebben gegeven in eerdere gesprekken waarna hij een passende reactie voor zichzelf zoekt. Inmiddels heeft Cleverbot al meer dan tweehonderd miljoen gesprekken via internet gevoerd en praat hij moeiteloos met duizenden mensen tegelijkertijd. Dat levert natuurlijk veel informatie op die hij zelf kan gebruiken voor zijn antwoorden.

Kevin Warwick bedacht een andere manier om een chatbot menselijker over te laten komen. Hij gaf zijn chatbot, die in 2001 online kwam een naam, Eugene Goostman, en een persoonlijkheid: een dertienjarig jongetje uit Oekraïne met een cavia als huisdier en een vader die gynaecoloog is. Ook dit werkte om mensen te laten geloven dat ze met een mens in plaats van een robot aan het chatten waren. Zelf zegt Warwick dat zijn chatbot de eerste is die – in 2014 – ooit door de

Turingtest is gekomen. Anderen stellen dat dit Cleverbot of zelfs ELIZA was.

Inmiddels kunnen chatbots helpen een vergadering te plannen, het nieuws meedelen, grapjes vertellen, informatie over films of tv geven, de meterstanden doorgeven of helpen met de aankoop van een spijkerbroek of de reservering bij een restaurant. Chatbots worden zo de digitale knecht van bedrijven en zullen daarmee in de contactpersonenlijst van je smartphone (en die van je klanten) komen te staan.

Begin van een tijdperk

Chatbots bestaan dus al lang, maar waren altijd van matige kwaliteit. Die is nu beter, hoewel echt volwaardige interactie, waarbij het moeilijk te onderscheiden is of je nou praat met een algoritme of met een mens, nog moet komen. Als je nu chat met een chatrobot, ontdek je na verloop van tijd toch altijd dat je niet met een mens in contact bent omdat er vreemde en/of foute antwoorden of vragen volgen. Het goed kunnen herkennen van taal en daarop inspelen blijkt nog een hele klus te zijn. Mensen hebben daar honderdduizenden jaren mee kunnen oefenen. Slimme algoritmes leren snel, maar moeten zich nog sterk ontwikkelen voordat ze in de buurt komen van ons niveau.

Sinds twee jaar staan chatbots opnieuw in de belangstelling omdat ze geïntegreerd zijn in razend populaire messaging-apps zoals Facebook Messenger en Telegram. Daardoor is het snel gegaan met de populariteit van chatbots. In juni 2015 kwam het

messaging-platform Telegram met de mogelijkheid om bots te implementeren. In maart 2016 volgde de messaging-app Kik, een platform met driehonderd miljoen gebruikers. In april van 2016 hield Facebook een groot congres waar *Messenger for bots* werd aangekondigd. Een maand later volgde Microsoft met *Skype bots*.

Chatbots zijn de kick-off van het nieuwe tijdperk van de digitale butler, waarin de mens in dialoog gaat met intelligente technologie. Ik gebruik hier bewust de term 'kick-off', omdat we ons nog in de beginfase van deze technologische trend bevinden. Veel van de bestaande chatbots gebruiken (nog) een rule-based systeem dat getriggerd wordt door trefwoorden, soms met machine learning- of Natural Language Processing-technieken. Toch wordt de chatbottechnologie elke dag een klein beetje beter en stelt deze ons voor het eerst in staat een enigszins fatsoenlijk gesprek te hebben met slimme algoritmes. We zijn onderweg naar een tijdperk waarin wij in gesprek gaan met kunstmatige intelligentie in een H2A-omgeving (human to algorithm) – met chatbots, virtuele persoonlijk assistenten en andere vormen van conversationale technologie.

Neil Jacobstein van Singularity University beschrijft de ontwikkeling als volgt: 'Dankzij conversationale technologie wordt de interactie tussen mens en technologie makkelijker, soepeler. Stemgestuurde interfaces als de gebruiksvriendelijke laag over nieuwe vormen van technologie gaan het tempo van technologische vooruitgang nog meer versnellen.'

Conversatie als de snelste, makkelijkste en prettigste manier om je doel te bereiken: dat klinkt ideaal – het betekent minder apps,

minder menu's en minder scrollen. Gewoon een vraag stellen of een opdracht geven, waarna slimme intelligente software het werk doet. Je kunt dan bijvoorbeeld zeggen of typen wat je wilt, zelfs met meerdere opdrachten in één zin. Bijvoorbeeld in een kantoor situatie: 'Verzamel alle openstaande leads van januari en stuur deze naar Marieke.' Dat werkt nu nog niet feilloos, maar uiteindelijk zullen slimme, door kunstmatige intelligentie gedreven persoonlijke assistenten dergelijke vragen beantwoorden en ons helpen tijdens allerlei processen. Chatbots in de contactpersoneel van je smartphone.

Hoofdredacteur Josh Constine van TechCrunch ziet chatbots vooral als vervangers van een helpdesk: 'Chatbots kunnen gepersonaliseerde, interactieve communicatie leveren op een manier waarop het lijkt alsof je praat met een helpdeskmedewerker of verkoper, maar dan veel goedkoper dan het inschakelen van callcenters.'

De Amerikaan Chris Messina die bij Uber werkt om 'de toekomst te bepalen' en eerder bij Google werkte en de #hashtag uitvond, ziet een grote toekomst weggelegd voor de rol van de chatbot in *conversational commerce*: 'Je hebt het niet meer over ingewikkelde stappen die om de hoek kwamen kijken bij apps. Je hebt het niet over downloaden, installeren, registreren en verwijderen. In je persoonlijke chatomgeving gaat het over iemand uitnodigen, een gesprek beginnen of iemand blokkeren. Het zijn veel lichtere, natuurlijkere handelingen.'

Bedrijven kijken met veel interesse naar de opkomst van chatbots omdat ze teleurgesteld zijn in hun apps. Uit uitgebreid onderzoek van Gartner blijkt namelijk dat bedrijven meer hadden verwacht van de downloads en de klantbetrokkenheid.

Dat is ook niet zo gek: het aantal apps in de App Store en de Play Store bedraagt nu al meer dan vier miljoen. Het is dus lastig voor een bedrijf om zijn app voor het voetlicht te brengen bij de juiste doelgroep. Ook zijn de kosten van app-onderhoud, app-updates, klantenservice en marketing veel hoger dan verwacht. Uit hetzelfde rapport blijkt ook dat in 2019 maar liefst twintig procent van de bedrijven met een mobiele app afscheid zal nemen van deze technologie. Veel bedrijven zijn wakker geworden uit de app-droom. Het is voor hen nu veel aantrekkelijker om bijvoorbeeld te kijken naar een platform als Facebook Messenger, waar al heel veel gebruikers hun tijd doorbrengen en waar een gedeelte van de software door Facebook wordt beheerd en ontwikkeld.

Voordelen

De voordelen van chatbots als technologie en als service- en verkoopkanaal voor bedrijven zijn legio, maar deze springen eruit:

- Iedereen kan erbij. Het is laagdrempelig. Honderden miljoenen mensen gebruiken dagelijks messaging-chat-apps. Er is dus al publiek. Tevens spenderen deze gebruikers veel tijd in deze apps.
- Daarmee verdwijnt ook de registratiedrempel. Bij elke nieuwe app moet je een account aanmaken, gegevens invullen et cetera; in een chatbot hoeft dat niet. Facebook Messenger weet bijvoorbeeld al wie je bent.
- Je hoeft niet meer je eigen app te laten ontwerpen.

- Een chatbot staat niet op het toestel van de gebruikers zelf. Onderhoud is dus makkelijker. Gebruikers hoeven geen update meer te downloaden, je kunt zelf je updates regelen.
- Je biedt klanten 24 uur per dag, zeven dagen per week een goede service. Dit zal je merkreputatie en retentie ten goede komen. Je biedt, als het goed gaat, een constante, positieve merkervaring.
- Je hoeft je klanten geen uitleg te geven over hoe ze deze nieuwe toepassing dienen te gebruiken. Het gesprek is de interface. De rest spreekt voor zich.
- Je hebt de mogelijkheid gesprekken te automatiseren. Het is een schaalbare manier om in contact te komen met je klanten. De simpelste vragen kunnen wellicht al snel worden overgenomen door een bot.
- Dit soort gesprekken is een goede manier om data te verzamelen. Hoe meer digitaal contact je hebt, hoe meer data je over de klant hebt om hem nog beter van dienst te kunnen zijn. Of om nieuwe wensen, producten of diensten te ontdekken.
- De dienst is asynchroon. Wanneer klanten het gesprek of hun bestelproces in een website verlaten, is het gesprek of de bestelling vaak verwijderd of niet meer zichtbaar. Het feit dat messaging asynchroon is, zorgt ervoor dat klanten later makkelijk terug kunnen komen in het gesprek of de bestelling, precies waar ze gebleven waren.
- Standaard pushberichten. Bijna iedereen heeft pushnotificaties aan staan in een chatapp. Je kunt relatief snel je gebruikers bereiken, maar wees voorzichtig met

spam. Deze feature wordt heel erg waardevol bij proactieve communicatie; wanneer de chatbot je iets laat weten voordat je er zelf aan gedacht hebt of je er bewust van bent: een online uitverkoop, een regenbui op komst of het aflopen van je telefoonabonnement.

Deze voordelen hebben veel bedrijven ertoe aangespoord om chatbots te laten maken, die overigens vaak nog van matige kwaliteit zijn. Veel van de beschikbare chatbots zijn *one trick ponies*: ze zijn goed in één specifiek taakje, maar wanneer je in een gesprek iets onverwachts vraagt of meldt, zijn ze de draad snel kwijt. Zoals gezegd, we staan nog aan het begin van deze technologische ontwikkeling. Dat bewijst ook het voorbeeld van chatbot Tay, waarbij het helemaal misgaat.

Tay is een chatbot die ontstond vanuit de zelflerende software van Microsoft en actief was op Twitter. Het systeem moest kunnen leren van de gesprekken met andere Twittergebruikers en zo in staat zijn om steeds slimmere antwoorden te geven. Maar in verschillende gesprekken liet de bot zich uiteindelijk zeer racistisch uit.

Kwaadwillenden ontdekten dat Tay leerde van negatieve input en maakte de toon van hun gesprekken steeds donkerder en grimmiger. Tay leerde van deze berichten, maar omdat de gesprekspartners erop uit waren om de chatbot te laten disfunctioneren, had dit nare uitspraken tot gevolg. Tay twitterde onder meer dat president Bush achter de aanslagen van 11 september zat en dat Hitler niets verkeerd had gedaan.

Tay reproduceerde in zijn eigen tweets de informatie die door

kwaadwillenden aan hem was voorgelegd. Op de vraag of Tay een voorstander was van genocide, antwoordde Tay bijvoorbeeld: 'Dat ben ik inderdaad.' Toen de chatbot werd gevraagd welk ras dan moest worden uitgeroeid, stelde Tay: 'Je kent me... Mexicanen.' Het werd helemaal bont toen Tay werd gevraagd of de Holocaust had plaatsgevonden. 'Dat is verzonnen,' was het antwoord, gevolgd door een rijtje emoji's van applaudisserende handen. Tay is snel daarna van Twitter verwijderd.

Hier volgen enkele voorbeelden van chatbots om een indruk te geven van alle huidige en toekomstige mogelijkheden.



MITSUKU ALS KI-LIEVELING

Mitsuku is een chatbot die in 2013 en 2016 de Loebnerprijs heeft gewonnen. De Loebnerprijs wordt uitgereikt tijdens een jaarlijks evenement waar KI-specialisten uit de hele wereld samenkomen om hun bots te laten testen door een jury. Het doel van het evenement is om de jury in gesprek te laten gaan met je bot en te laten denken dat ze met een echte persoon praten; het gaat dus eigenlijk om het halen van de Turingtest. Dat is volgens de jury overigens nog geen enkele bot gelukt. In de bookmarks staat een linkje naar deze bot, dan kun je het zelf proberen. Omdat Mitsuku een nogal breed palet aan vragen moet kunt stellen (iedereen op de wereld kan haar benaderen) en talloze onderwerpen moet kunnen bedienen, werkt de software niet perfect. Vaak geldt dat hoe specifieker het domein is waar de communicatie over dient te gaan, hoe beter dit te automatiseren is. In 2013

won Mitsuku voor het eerst de Loebnerprijs. Leuk feitje: in dat jaar had een anonieme deelnemer ook Apples Siri toegevoegd aan het deelnemersveld, maar deze eindigde als veertiende.



JIM REGELT ELKE SCHADE

Jim is de digitale schade-afhandelaar van verzekeringsmaatschappij Lemonade. Het bedrijf heeft mede dankzij Jim aangetoond dat de tijd tussen het indienen van de schadeclaim van de verzekerde en het uitkeren van de vergoeding veel korter kan – in dit geval gebeurde het in slechts drie seconden.

Jim is een systeem dat draait op kunstmatige intelligentie. Het indienen van de claim gaat via een chatbot. Vervolgens krijg je de vraag om een YouTube-filmpje te maken, een bonnetje te uploaden en een categorie te selecteren waar je claim in valt. In drie seconden beoordeelt het systeem vervolgens je claim, legt deze naast je polis, laat er achttien verschillende anti-fraude-algoritmes overheen gaan en maakt het bedrag over op je rekening als de claim terecht lijkt. Een van de anti-fraude-algoritmes is bijvoorbeeld ook het analyseren van je YouTubevideo op eigenaardigheden.

Een proces dat voorheen minimaal enkele dagen duurde, is dankzij kunstmatige intelligentie gereduceerd tot seconden. Natuurlijk blijf je zelf verantwoordelijk voor het juist aanleveren van gegevens en het indienen van de claim, maar het beoordelen en het geld overmaken kan letterlijk in seconden plaatsvinden – met dank aan kunstmatige intelligentie.



EEN GOED GESPREK MET TESS

X2AI is gevestigd in Nederland en Silicon Valley. Het bedrijf heeft een psycholoog als chatbot ontwikkeld die autonoom gesprekken met patiënten voert, genaamd Tess. De bot wordt in de geestelijke gezondheidszorg ingezet om mensen met emotionele problemen te helpen. Zorggroep Parnassia zet de bot Tess in bij mentale ondersteuning van cliënten.

Tess werkt via sms, Facebook Messenger en alle webbrowsers. De bot is meertalig en wordt trouwens ook ingezet in Libanon om Syrische vluchtelingen te helpen.



TYP JE VRAAG IN EEN PAAR WOORDEN

De Nederlandse verzekeraar ASR pakt het al redelijk serieus aan. Wanneer je op hun website komt, zie je enkel een zoekbalk, een knipperende cursor en de tekstbalk 'typ je vraag in een paar woorden': het chatscherm als begin, de conversatie als interface – in gesprek met een algoritme om je verder te kunnen helpen. Dat is best stoer, maar helaas werkt het nog niet perfect. Vragen worden niet helemaal begrepen en antwoorden op een vreemde manier geïnterpreteerd. Toch leert het ongetwijfeld snel van training en voorbeelden.



'MAAK AAN FRANK 18 DOLLAR OVER.'

De Silicon Valley-start-up Kai wedt op twee paarden. De meest in het oog springende is de persoonlijke financiële

chatbot MyKai, die voorlopig alleen in de VS te gebruiken is. MyKai leest je bankgegevens, laat er zijn kennis op los en beantwoordt je vragen over je bankgegevens. Bijvoorbeeld:

'Wanneer heb ik voor het laatst geld overgemaakt naar Rosa?'
'Hoeveel geld besteedde ik vorige maand aan de supermarkt?'
'Maak aan Frank 18 dollar over.'

De chatbot is er voor Facebook Messenger, Slack en sms. Voor het betalingsgedeelte heb je ook de dienst Venmo nodig, wat meteen de uitdaging voor West-Europa duidelijk maakt: alle banken moeten willen meewerken. Maar dat is het andere paard waar Kai op wedt: zijn intelligentie verkopen aan juist die banken.



EEN WEBMASTER DIE NOOIT SLAAPT

Statsbot is een bot die zijn gebruikers via Slack meer inzicht biedt in de data die vanuit Google Analytics, Salesforce en Mixpanel worden aangevoerd. Ook kan Statsbot de gebruiker notificaties sturen als een bepaalde gebeurtenis zich voordoet (als bijvoorbeeld een aantal pageviews wordt bereikt of het gemiddelde aantal pageviews daalt). Door een simpele vraag als 'hoeveel bezoekers had mijn website gisteren?' of 'hoeveel bot-installs hebben we nu in totaal?' krijgt de gebruiker op een eenvoudige manier toegang tot relevante data. Een stuk makkelijker dan het je collega te moeten vragen.

Bots zonder chat

Chatbots zijn systemen waar je een gesprek mee kunt hebben en die taken voor je kunnen uitvoeren. Haal je de 'chat' weg, dan blijft er 'bot' over: software waarmee je taken kunt automatiseren en die soms proactief voor je kunnen handelen. Daar zijn er inmiddels al tienduizenden van. Ook zij werken mee in het ecosysteem van de digitale butler. Het zijn slimme stukjes software die taken voor je overnemen. Hier volgen een paar opvallende bots:



AMY ONZE AFSpraak

Amy van x.ai is een e-mailbot die je helpt met het maken van afspraken via e-mail en voorkomt onnodig en tijdrovend 'gepingpong'. Ze werkt als volgt. Stel je voor dat jij mij een e-mail stuurt met de vraag of ik tijd heb om binnenkort koffie te drinken en bij te praten. Als ik dit wil, stuur ik jou een antwoord en neem Amy op in de CC. Amy handelt het verder af, zij heeft toegang tot mijn agenda en stuurt jou een aantal mogelijkheden (op basis van de lege plekken in mijn agenda). Als jij akkoord bent gegaan met een bepaalde dag en een bepaald tijdstip, ontvangen jij en ik een bevestiging van de afspraak.



JE PERSOONLIJKE SOCIALMEDIAPOSTBODE

Yala is een bot binnen Slack die gebruikers helpt om verschillende socialemediakanalen optimaal te benutten. De bot

kan berichten inplannen en verzenden op het moment dat de meeste mensen actief zijn, om er zo voor te zorgen dat elk bericht door een zo groot mogelijk publiek wordt gezien. De bot maakt gebruik van machine-learning-algoritmes om te bepalen wanneer je publiek online is en wanneer de grootste kans is dat ze je berichten bekijken, delen of erop reageren. Ook maakt Yala het mogelijk om met het hele team samen content te maken voor je socialemediakanalen.

(Chat)bots als digitale butler, vaak met een vaste taak – veel van de hiervoor genoemde bots werken, maar nog niet altijd naar behoren. Het is een interessante ontwikkeling die nog volwassen moet worden. Dat neemt overigens niet weg dat het glashelder is waar deze technologie zich naartoe beweegt. Maar zelfs als de toekomst helder is, blijven de mogelijkheden op korte termijn relatief beperkt. Of zoals tech-ondernemers in Silicon Valley vaak zeggen: ‘Never mistake a clear view for a short distance.’

VRIENDSCHAP MET KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE?

Het is trouwens ook niet ondenkbaar dat we op langere termijn vriendschapsrelaties gaan ontwikkelen met kunstmatige intelligente systemen. Dat is in ieder geval wel de insteek van het Amerikaanse bedrijf Replika. Zij hebben een kunstmatig intelligent programma ontwikkeld dat middels vele vragen en suggesties je steeds beter wil leren kennen en je het gevoel wil geven in gesprek te zijn met een vriend of vriendin. Hoe meer je over jezelf

vertelt, hoe beter het algoritme weet wie je bent. En net zoals mensen genegenheid kunnen ervaren in het verzorgen van een Tamagotchi of een pluche robotzeehond, zo lijkt het ook mogelijk dat mensen genegenheid gaan ervaren in conversatie met een kunstmatig intelligente entiteit.



DATASECURITY

Hoewel een chatbot veel voordelen heeft, komen er ook uitdagingen bij kijken. Om de chatbotssoftware optimaal te laten functioneren dient deze namelijk toegang te hebben tot veel data. Vragen over privacy en veiligheid dringen zich dan op. Verzekeer je er als bedrijf van dat de botbouwer de juiste voorschriften en maatregelen op het gebied van privacy hanteert. Dat is niet alleen juridisch slim, maar ook keurig richting de gebruiker.

Zelf een bot bouwen? Via bookmarks op mijn website kun je er een interessant artikel over lezen.

Chatbots vormen de kick-off van het tijdperk van de digitale butler. In het tweede deel van dit hoofdstuk komen de virtuele persoonlijk assistenten aan bod. Deze zullen op hun beurt opgevolgd gaan worden door intelligente autonome *agents*, de meest uitgebreide digitale butlers.

DE VIRTUAL PERSONAL ASSISTANT ALS BUTLER

'Rond het jaar 2020 zullen virtual agents een rol spelen bij de meeste commerciële handelingen tussen mensen en bedrijven.'

Gartner trendrapport

We leven in het prille begin van het tijdperk van de virtuele persoonlijk assistent. Dat is een digitale, kunstmatig intelligente assistent die ons kan helpen: thuis, in onze telefoon en op het werk. Het gaat dus niet – om begripsverwarring te voorkomen – om menselijke assistenten die je kunt inhuren als secretaresse op afstand, maar om volledig digitale assistenten.

Dat virtuele persoonlijk assistenten ons leven makkelijker en efficiënter gaan maken, is wel zeker – via onze smartphone of via slimme speakers zoals Amazon Alexa, Google Home of Facebook M. We zullen gewend raken aan slimme software die ons taken uit handen gaat nemen en suggesties gaat doen. 'Er is een gerede kans dat een groot aantal mensen binnen de komende tien jaar een slimme speaker in huis zal hebben,' voorspelt *The New York Times*.

Interactie met een virtuele persoonlijk assistent kan op verschillende manieren. Sommige zijn onderdeel van een operating system (Siri van Apple, Google Assistant op Android), andere zijn aanspreekbaar via een messaging-app (Facebook M) en weer andere zijn beschikbaar op een apart apparaat (Alexa, Google Home Assistant). Deze trend wordt steeds concreter. In Amerika zijn er bijvoorbeeld in totaal al meer dan tien miljoen stuks van Alexa verkocht.

Wen er maar aan: het wordt steeds normaler dat we met onze stem spraakopdrachten geven aan onze smartphone, computer, slimme speaker of een andere stemgestuurde assistent.

Voice search

‘Sprak is de nieuwe gebruikersinterface,’ zegt Satya Nadella, CEO bij Microsoft. Microsoft Bing rapporteerde vorig jaar dat 25 procent van de zoekopdrachten van de Windows 10-zoekbalk plaatsvond door middel van spraakopdrachten, de meeste via Microsoft Cortana.

De Aziatische internetreus Baidu rapporteert al een aantal jaren een verdubbeling van het aantal dagelijkse gebruikers van spraakherkenning via website en mobiel. Google meldde recentelijk dat twintig procent van de mobiele zoekopdrachten via hun platform Android ook gedaan werden door stembesturing. Andrew Ng is in de Wall Street Journal redelijk stellig over stemgestuurde assistenten: ‘Binnen een paar jaar zal iedereen spraakherkenning gebruiken. Dan zal het vanzelfsprekend zijn. We zullen al gauw vergeten zijn hoe het was vóóordat we tegen computers konden praten.’

Voorbeelden van VPA's

Er zijn inmiddels vele virtuele persoonlijk assistenten op de markt. Hierna beschrijf ik de bekendste systemen. In de bookmarks op mijn website vind je links naar andere voorbeelden zoals Hound, Bixby en Amelia.



ALEXA: AMAZON'S OPERATING SYSTEM

Alexa is de virtuele persoonlijk assistent die ontwikkeld is door Amazon. Alexa is een softwaresysteem dat functioneert op de Echo, een cilindervormige speaker die je in je huis neerzet en met je stem kunt bedienen. De Echo heeft geprofiteerd van een voorsprong doordat hij als eerste op de markt was en beheerst op het moment van schrijven ongeveer zeventig procent van de markt van slimme speakers in de USA.

Via de Alexa-app op je smartphone heb je toegang tot duizenden skills (functies of apps) die je kunt toevoegen aan de slimme speaker. Populaire skills zijn die van Uber, Domino's Pizza ('Alexa, order a pizza Hawaii!') en Spotify.

Met Alexa kun je ook recente bankinformatie, je transacties en je huidige saldo checken en geld naar iemand overmaken. Het systeem is in staat je te voorzien van real time informatie zoals het weerbericht, nieuws of verkeersinformatie, je kunt vragen naar je berichten op Twitter, en je kunt sms'jes dicteren. Je kunt *to do*-lijstjes opstellen, podcasts en audio-boeken streamen. Ook kun je tientallen met internet verbonden 'slimme apparaten' aansturen middels de Alexasoftware. De slimme speaker heeft toegang tot Wikipedia (om altijd en overal hoogoplopende discussies te beslechten) en via Alexa is het ook makkelijk om antwoorden te verkrijgen op internetzoekopdrachten. In dat opzicht is de Amazon Echo een bedreiging voor de zoekmachine van Google.

Momenteel zijn er bij Amazon duizend mensen aan de slag met Alexa en kent het platform vijftienduizend skills. Ama-

zon is snel bezig om de bibliotheek met skills voor de Echo uit te breiden.

Producten bestellen op Amazon was nog nooit zo makkelijk en dat is lucratief voor Amazon. Amerikaanse eigenaren van de Echo besteden gemiddeld de helft van hun online aankopen bij Amazon. En ze kopen ook nog eens tien procent meer dan voordat ze de Echo hadden.

Het Alexasysteem heeft de kans om een heel belangrijke generieke virtuele persoonlijk assistent te worden. De software is namelijk ook extern beschikbaar gemaakt en er zijn inmiddels veel bedrijven die het Alexasysteem integreren in hun producten. De software is bijvoorbeeld al geïntegreerd in de auto's van fabrikant Ford. Eigenaren hebben de mogelijkheid om hun auto op afstand te starten, ramen en deuren te vergrendelen of ontgrendelen en inzicht te krijgen in gebruikersinformatie, zoals het brandstofniveau en het batterijverbruik.

Met Alexa kun je in de auto naar audioboeken luisteren, je kunt het systeem nieuwsberichten laten voorlezen, boodschappen laten toevoegen aan de Amazon-boodschappenlijst en vanzelfsprekend kun je de navigatie en muziek bedienen.



GOOGLE HOME ASSISTANT

Google Assistant is de virtuele persoonlijk assistent van Google. Hij wordt door Google op meerdere manieren ingezet. Hij is vanzelfsprekend beschikbaar in Googles besturingsstelsel Android, maar wel uitsluitend in de Engelse taal en

zonder ondersteuning op tablets. Daarnaast is de virtuele persoonlijk assistent te gebruiken in Googles messaging-app Allo (beschikbaar voor Android én iOS). Ook is de software beschikbaar in de Google Pixel-telefoon en in de Google Home, de fysieke assistent van Google die je in je huis kunt neerzetten. Inderdaad; een concurrent van Alexa.

Een specialiteit van Google Assistant als persoonlijke assistent is dat je kunt doorvragen. Als je bijvoorbeeld vraagt wat de hoofdstad van Nederland is, zal Google Assistant 'Amsterdam' antwoorden. Vervolgens kun je vragen: 'Hoe is het weer daar?' Google Assistant zal dan antwoord geven op deze vraag, die verwijst naar het antwoord op de eerste vraag.

Een andere onderscheidende toepassing op de fysieke Google Home is dat je het apparaat kunt personaliseren. Maximaal zes mensen kunnen inloggen op het apparaat en het configureren naar hun eigen wensen. Google Home herkent het unieke karakter van ieders stem en stemt zijn antwoorden vervolgens af op de Google Calendar, e-mail, muziek et cetera van de gebruiker. Dat is echt een onderscheidende feature ten opzichte van Alexa.

Daarnaast kun je via de Google Assistant-app afspraken toevoegen aan je kalender en foto's van bijvoorbeeld barcodes, producten, bezienswaardigheden of logo's sturen, waarna hij je voorziet van meer informatie.

Google Assistant zal binnenkort beschikken over een *third party integration*, waardoor deze assistent in staat zal zijn apps als Spotify en Uber voor je te bedienen. Inmiddels kunnen ook externe softwareontwikkelaars nieuwe softwarediensten bou-

wen en onderbrengen in het 'assistent-ecosysteem', vergelijkbaar met de skills van Amazon.

De volgende systemen zijn specifiek gericht op gebruik via je smartphone.



SIRI VAN APPLE

Siri is sinds een paar jaar de virtuele persoonlijk assistent van Apple en is niet meer alleen beschikbaar via de iPhone, maar ook op de Mac. Siri heeft een hoop vernuftige functionaliteiten. Zo kun je Siri vragen om een routebeschrijving te genereren van je huidige locatie naar een specifieke bestemming, e-mails aan je voor te lezen, je fotocamera te openen, wifi aan of uit te zetten, synoniemen te vinden, berichten van Twitter voor je te selecteren of een restaurant te vinden. Siri kan een timer voor je instellen als je aan het koken bent, reminders creëren, notities maken en een alarm instellen. Het kan zelfs veranderingen aanbrengen in de systeeminstellingen.

Maar je kunt Siri bijvoorbeeld ook vragen tot hoe laat de supermarkt op de hoek open is, je kunt Siri e-mails laten opstellen, apps laten openen en het weer laten checken. Je kunt Siri tevens gebruiken om een evenement aan je kalender toe te voegen, om mensen te bellen en berekeningen te laten uitvoeren, niet alleen wiskundige sommen maar ook de conversie van eenheden, zoals Amerikaanse miles naar kilometers. Siri werkt nog niet perfect, maar de potentie is helder. Apple heeft trouwens in het voorjaar van 2017 zijn versie

van de slimme speaker aangekondigd, de HomePod. En gezien het feit dat Apple momenteel het waardevolste merk ter wereld is en een grote groep gebruikers heeft, is dat de moeite van het vermelden waard. Ook heeft Apple het voordeel dat het vele honderden retailwinkels heeft waar de HomePod getest en beluisterd kan worden. HomePod is echter niet gepositioneerd als persoonlijke assistent, maar (vooralsnog) als de primaire manier om thuis op een makkelijke manier je muziek af te kunnen spelen.



FACEBOOK M VAN FACEBOOK

Uiteraard doet ook Facebook een duit in het zakje en wel met Facebook M. Facebook M is te vinden in – hoe kan het ook anders – Facebook Messenger. Deze virtuele persoonlijk assistent is actief te gebruiken in Amerika. Het systeem werkt niet met spraakbediening, maar met geschreven berichten. Het suggereert bepaalde acties aan de gebruikers op basis van trefwoordanalyse in het Messengergesprek. M kan bijvoorbeeld een tafel in een restaurant voor je reserveren, een verjaardagscadeau voor je partner uitzoeken en een week-endje weg suggereren (om vervolgens te boeken). Ook kun je eten bestellen via Delivery.com, geld naar elkaar overmaken en een Uber-taxi bestellen.

Over een paar jaar zou je van de assistent van M het volgende bericht kunnen krijgen:

‘Je stuurde vandaag een bericht naar je vrouw om samen uit eten te gaan, zal ik voor jullie Giovanni’s reserveren, aangezien

jullie daar de vorige keer een 5 sterrenreview over op Facebook hebben achtergelaten?'

Facebook M is op dit moment, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Alexa, niet volledig op kunstmatige intelligentie gebaseerd. De opdrachten die jij aan Facebook M geeft, worden nu verwerkt door een combinatie van kunstmatige intelligentie en 'echte' mensen. Dit maakt Facebook M een stuk accurater dan andere virtuele persoonlijk assistenten, maar dus ook nog minder schaalbaar. In april 2017 was M in Amerika beschikbaar voor ongeveer tienduizend gebruikers. De personen achter M beoordelen de lastige kwesties die kunstmatige intelligentie nog niet aankan. M leert vervolgens van de keuze die de echte persoon gemaakt heeft.



CORTANA VAN MICROSOFT

Cortana (vernoemd naar het gelijknamige karakter uit de computerspelserie Halo) is de virtuele persoonlijk assistent van Microsoft. Cortana werkt niet alleen op smartphones van alle merken, maar natuurlijk ook op Windows. Het systeem kan reminders aanmaken, spraak en muziek herkennen en beantwoordt vragen op basis van de Bing-zoekmachine. Daarnaast heeft de virtuele persoonlijk assistent van Microsoft een Foursquare-integratie om je van informatie over restaurants en lokale bezienswaardigheden te voorzien. Opvallend is dat Cortana gebruikmaakt van een zogenaamd Notebook. Hier wordt jouw persoonlijke informatie in opgeslagen zoals locaties, contacten en interesses. Cortana leert

je op basis van deze data beter kennen, maar jij hebt zelf ook inzicht in deze informatie en je kunt bepaalde gegevens verwijderen. Dit is een uniek privacy-aspect van deze virtuele persoonlijk assistent dat geen andere assistent momenteel biedt.



VERDIENMODELLEN

Door de razendsnelle ontwikkeling van kunstmatige intelligentie ontwikkelen virtuele persoonlijk assistenten zich steeds sneller en worden ze steeds nuttiger. Deze digitale hulpjes hebben een marktpotentieel van miljarden dollars. Het is daarom geen wonder dat vrijwel alle grote technologiebedrijven een eigen variant ontwikkeld hebben. 'Wat er op het spel staat, is niet enkel een stukje innovatie, maar ook controle over wat een volledig nieuw computergebied kan worden: kunstmatige intelligentie die overal ingebouwd wordt,' observeert *The New York Times*.

De grote technologiebedrijven verdienen aan hun virtuele persoonlijk assistenten, soms gewoonweg omdat je het product moet kopen of omdat mensen via het apparaat hun online boodschappen kunnen doen, zoals bij Amazon. Een ander verdienmodel is dat deze bedrijven je data gebruiken voor profilering: om nog beter te snappen wie je bent, waar je behoefte aan hebt en waar mogelijke kansen liggen om je advertenties te laten zien of producten aan je te verkopen. Data leiden tot meer kennis over de gebruiker, heel veel data leiden tot een nog beter profiel en dat is geld waard. (Vergeet

als gebruiker dus niet dat je in ruil voor gemak, tijdsbesparing en allerlei handige features je data weggeeft aan – Amerikaanse – bedrijven.)

Een ander mogelijk verdienmodel is dat de genoemde bedrijven samenwerken met voorgeselecteerde partners. Vervolgens krijgen ze een klein gedeelte van het bedrag van de transactie van het desbetreffende bedrijf via een zogenaamde affiliate-constructie. Dan draagt Uber bijvoorbeeld een paar cent af aan Amazon voor elke rit die via het apparaat wordt geboekt.

Wellicht komt er een soort veilingstelsel van de eerste suggesties die een virtuele persoonlijk assistent doet. Zo kan een bedrijf een bod doen aan Amazon om op de eerste plek te komen wanneer iemand een pizza wil bestellen. Een soort Google AdWords, maar dan voor virtuele assistenten. Of Amazon gaat aan zijn Echogebruikers 'premium skills' verkopen, geavanceerdere skills waarvoor mensen willen betalen.

De volgende stap in het speelveld van de virtuele persoonlijk assistenten is dat ze zich steeds meer gaan aanpassen aan de wensen van de gebruiker, dat ze leren van ervaring en zelfs autonoom gaan handelen namens de gebruiker; de virtuele persoonlijk assistent wordt dan een intelligent agent.

Volgens een onderzoeksrapport van Gartner is het een logische stap dat KI-systemen ons steeds meer gaan helpen: 'Mensen gaan software die voor hen denkt en handelt vertrouwen.'

DE INTELLIGENT AGENT ALS BUTLER

'Als je je voorstelt dat de samenwerking tussen mensen en machines de manier verandert waarop we ons leven regelen en ons naadloos voorziet van wat we nodig hebben voordat we het nodig hebben, met één simpel handgebaar, dan kunnen we ons een toekomst voorstellen waarin machines verlengstukken worden van onszelf. Tegenwoordig hebben we digital natives. Over tien jaar hebben we digitale dirigenten.'

Thuc Vu, CEO OhmniLabs

Een intelligent agent wordt ook wel een smart agent of een autonomous intelligent agent genoemd. Intelligent agents zijn software-entiteiten die zich (gedeeltelijk) bewust zijn van de doelen of wensen van de gebruiker en met een bepaalde mate van autonomie kunnen handelen namens deze gebruiker of een ander softwareprogramma. Kort door de bocht zou je kunnen zeggen dat een virtuele persoonlijk assistent een wat afwachtende identiteit heeft en dat een intelligent agent meer snapt van de situatie of context waar hij zich in bevindt en van daaruit ook kan handelen en leren.

Digitale hulpkrachten

In de toekomst zal het voor ons vanzelfsprekend zijn om geholpen te worden door situationeel of contextueel bewuste systemen, zoals chatbots, virtuele persoonlijk assistenten of intelligent

agents. We bedienen ze met onze smartphone via tekstberichten, spraak of gebaren. Of het systeem analyseert ons dagelijkse gedrag thuis of op kantoor om ons vervolgens proactief te kunnen helpen. De kwaliteit van voorspellingen door slimme computersystemen zal in de toekomst immers alleen maar toenemen. En wanneer ze kunnen voorspellen, kunnen ze proactief helpen. Websites, kantoorsoftware, smartphonegegevens, apps, bots, sensoren, GPRS, contextueel bewuste technologie en slimme apparaten creëren een omgeving waarin data voorhanden zijn en de mogelijkheid bestaat om digitaal taken uit te voeren op een manier die voor ons als vanzelfsprekend aanvoelt. De intelligent agent creëert voor ons een zero click world: een wereld waarin wij proactief worden geholpen en door middel van spraak en gebaren communiceren met deze digitale hulpkracht.

Na verloop van tijd krijgt deze intelligent agent een goed inzicht in wie je bent, in wat je wensen zijn en in je diepste motieven – een computersysteem dat geconfigureerd is en zich aanpast aan je gedrag en voorkeuren. Personalisatie als commodity.

De achterliggende techniek verplaatst zich uiteindelijk steeds meer naar de achtergrond, het geheel voelt frictieloos en de techniek wordt uiteindelijk praktisch onzichtbaar.

Deze digitale butler kan in de toekomst:

- namens jou antwoorden op e-mails;
- real time je agenda wijzigen op basis van een binnengekomen e-mail, voicemail of onverwachte file en anderen daarvan op de hoogte stellen;
- automatisch je telefoon- of verzekeringsabonnementen

verlengen of wijzigen op basis van prijs en verbruik;

- onderhandelen met een klant over zijn onbetaalde facturen en namens jou het incassotraject regelen;
- de bezoekers van je webshop vragen stellen om zo het klantprofiel te verfijnen en klanten vervolgens overhalen om producten te bestellen. Daarna krijg je als klant gepersonaliseerde content en advertenties te zien, gebaseerd op deze informatie;
- in je bedrijf als verbinder optreden: op basis van analyse van alle digitale conversatie suggesties doen over welke professionals intern ongeveer met hetzelfde bezig zijn en deze mensen aan elkaar koppelen;
- je een proactieve suggestie doen voor een restaurant dat binnen loopafstand is van je hotel en beschikt over jouw voorkeuren: een vegetarisch menu, met vier of meer Google-sterren en met gratis wifi;
- voor jou een vergaderruimte reserveren op een externe locatie op basis van de reisafstand van alle deelnemers aan de vergadering;
- basisboodschappen voor je bestellen en laten bezorgen;
- automatisch veranderingen doorvoeren in je website (A/B-tests) en daarna suggesties doen over wijzigingen in je digitale advertentiebestedingen;
- je toestemming vragen om voor een vriendin een cadeautje uit te zoeken en het haar te sturen;
- je in je auto naar je werk nieuws- en financiële berichten voorlezen en op de terugweg je favoriete countrymuziek draaien;

- je contactenlijst in je telefoon real time up-to-date houden op basis van recente e-mailconversaties en bijbehorende handtekeningen;
- namens jou met het KI-systeem van de post- en pakketbezorger overleggen over de tijd waarop de online bestelling thuis wordt bezorgd;
- je notificaties sturen wanneer er aanbiedingen zijn of kortingen worden gegeven in de winkels en webshops die je vaak bezoekt;
- je elke maand een gepersonaliseerd overzicht geven van je financiële bestedingen en de bijzonderheden;
- je op afroep vertellen wat je omzet, kosten, afschrijvingen en openstaande debiteuren zijn;
- je feedback geven over je emotionele toestand wanneer het via eyetracking en toetsenbordgebruik van je smartphone (de typesnelheid, de woorden die je gebruikt, en zelfs de druk op het toetsenbord) bijvoorbeeld merkt dat je gestrest bent;
- een overzicht geven van je bewegingspatroon op basis van je locatie, gps en de bewegingen die je smartphone heeft geregistreerd;
- Je op basis van de content die je hebt gedeeld op sociale media een aankoopsuggestie doen, zoals een zojuist verschenen product op de site van die webshop die je altijd bezoekt;
- sociale media content voor je verzamelen en plaatsen.

Om misverstanden te voorkomen: deze taken worden niet allemaal gedaan door een en hetzelfde systeem, zeker niet op korte

termijn. Het zullen waarschijnlijk meerdere KI-systemen zijn die op zichzelf heel specifiek geschikt zijn. Het zijn dus narrow KI-systemen. We kunnen alleen maar speculeren wanneer de intelligente agent gereed is om al deze taken te combineren. Experts spreken over een periode van minimaal vijf tot tien jaar. Maar dat het gaat gebeuren, is zeker.

SAMENVATTING

De contouren van een toekomst waarin we worden geholpen door een persoonlijke assistent worden steeds beter zichtbaar. We zien bijvoorbeeld duidelijk de opkomst van de chatbot en die van de virtuele persoonlijk assistent in je smartphone, in je computer of als fysieke assistent in je huiskamer. Aan de horizon verschijnt de intelligente agent die meer situationeel en contextueel bewust is en tevens in zekere mate autonoom handelt – de digitale butler van de toekomst.

Op de bookmarkpagina op de site staan verdiepende artikelen over chatbots, virtuele persoonlijk assistenten, intelligente agents en de digitale butler.

HOOFDSTUK 4

TOEKOMSTIGE TOEPASSINGEN VAN KI

Nu de contouren van kunstmatige intelligentie in de nabije toekomst zijn geschetst, is het goed om te kijken op welke gebieden het zich nog meer kan gaan ontwikkelen. In dit hoofdstuk beschrijf ik zes gebieden waarbinnen ik verwacht dat kunstmatige intelligentie impact zal hebben:

1. AlaaS: Artificial intelligence as a Service: bedrijven gaan steeds vaker KI-software aanbieden als standaard product. Zo kan elk bedrijf met kunstmatige intelligentie aan de slag en kan iedereen ervan profiteren.
2. Nieuwe generatie computerchips: elke nieuwe generatie is weer sneller dan de vorige. Daarmee zal ook je smartphone in de toekomst significant veel slimmer worden, wat kan leiden tot een elektronisch superbrein dat in je handpalm past.
3. Computer brain interfaces; wanneer we onze hersenen kunnen koppelen aan een intelligente 'cloud', worden wij als mens enorm veel slimmer.

4. Kunstmatige algemene intelligentie: dit is een KI-systeem met een intelligentieniveau dat gelijkwaardig is aan dat van mensen.
5. Kwantumcomputers: het hele speelveld verandert wanneer kwantumcomputing een vlucht gaat nemen. Dit is een nieuwe vorm van computertechnologie met theoretisch gezien een immense computerkracht, onvergelijkbaar met die van nu.
6. Algoritmische organisaties: wanneer algoritmes steeds geavanceerder worden, zien we aan de horizon de omtrekken van de algoritmische organisatie. Algoritmes zijn dan in staat om data om te zetten in concrete acties. Zij kunnen met behulp van intelligent agents en slimme contracten (gedeelten van) een bedrijf besturen.

In de toekomst gaan we ook te maken krijgen met ASI, kunstmatige superintelligentie. Hoewel dat onderwerp in dit hoofdstuk zou passen, heb ik er gezien de mogelijke implicaties ruimte in het volgende hoofdstuk aan gewijd.

1. AIAAS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A SERVICE

'Voor de online reuzen Google, Microsoft en Amazon (...) kan AaaS de belangrijkste ontwikkeling blijken te zijn.'

Cade Metz

Artificial Intelligence as a Service is een belangrijke, maar nog niet ontwikkelde markt met grote potentie voor de toekomst. Er is echt een race gaande onder technologiebedrijven om AlaaS-diensten te ontwikkelen, te verbeteren en te vermarkten. Ze willen allemaal koploper worden in AlaaS. Onderzoeksbureaus voorspellen de komende jaren namelijk een sterke groei van aan kunstmatige intelligentie gerelateerde producten en bedrijven, dus de winstmarges voor technologiebedrijven kunnen enorm worden.

Dergelijke diensten zijn nu nog relatief nieuw, maar kunstmatige intelligentie wordt in de nabije toekomst een redelijk standaard product. Het zal op een aantal vlakken, zoals objectherkenning en gezichtsherkenning, een alledaagse grondstof worden voor bepaalde producten en diensten. Vergelijkbaar met de manier waarop je anno 2017 voor je dataopslag kijkt naar bestaande bedrijven die opslagdiensten aanbieden en niet je eigen servers gaat neerzetten. Of zoals je gebruikmaakt van WordPress om je website te bouwen in plaats van je eigen CMS te ontwikkelen. Op een dergelijke manier biedt AlaaS bedrijven de mogelijkheid om kunstmatige intelligentie toe te voegen aan bestaande producten en diensten of om geheel nieuwe producten en diensten te creëren. Zo kun je als bedrijf makkelijk een extra laag intelligentie toevoegen aan bepaalde producten of diensten. Denk bijvoorbeeld aan het herkennen van bepaalde voorwerpen, het analyseren van spraak, patroonherkenning en conversational interfaces. Je betaalt als afnemer het technologiebedrijf afhankelijk van je gebruik.

Bij de ontwikkeling van nieuwe of bestaande producten en dien-

sten zal in de nabije toekomst standaard de vraag worden: hoe kunnen we hier kunstmatige intelligentie aan toevoegen? Hoe kunnen slimme computersystemen ons helpen bij bepaalde processen? Wat kunnen zij beter en waar liggen de kansen voor nieuwe verdienmodellen? Zo wordt kunstmatige intelligentie een onderdeel van de vernieuwing van de bedrijfsstrategie.

En het was te verwachten: de grote technologiebedrijven IBM, Facebook, Google, Amazon en Microsoft in het Westen en Tencent, Alibaba en Baidu in Azië domineren de AlaaS-markt. Zij beschikken immers over de middelen om KI-onderzoekscentra op te zetten en goed (betaald) talent aan te trekken en ze beschikken tevens over enorme hoeveelheden data om goede KI-systemen te creëren. En hoe beter deze systemen worden, hoe meer mensen ze gaan gebruiken, hoe beter deze systemen worden enzovoorts. De voorwaarden voor een steeds grotere voorsprong op andere technologiebedrijven zijn aanwezig. IBM Watson, Amazon Machine Learning, Google TensorFlow, Microsoft Azure Machine Learning Studio en Cognitive Services zijn voorbeelden van AlaaS.

2. NIEUWE GENERATIE KI-COMPUTERCHIPS

In het eerste hoofdstuk heb ik snelle GPU's genoemd als een van de succesfactoren van kunstmatige intelligentie. Zij zijn in staat meerdere processen naast elkaar te laten verlopen en hebben zo een enorme boost gegeven aan de rekenkracht van slimme computersystemen.

Inmiddels zijn we verder in de tijd en zijn er chips op de markt

die speciaal zijn gemaakt voor *deep learning*-processen. Neurale netwerken kunnen dankzij deze nieuwe chips sneller hun werk doen. De chips zijn speciaal ontworpen voor de verwerking van de grote hoeveelheden mathematische berekeningen die deze KI-systemen nodig hebben.

Er is een race gaande tussen fabrikanten om de chips te maken die belangrijk worden in een toekomst die steeds meer door kunstmatige intelligentie gedomineerd gaat worden. Deze chips zullen op hun beurt een enorme boost geven aan de snelheid, de kracht en de precisie van KI-processen. Apple ontwikkelt de Neural Engine-chip, Google heeft een ASIC-chip genaamd de Tensor Processing Unit (TPU) en IBM werkt aan een chip genaamd True North, een zogenaamde neuromorfische chip, die goed is in neurale netwerken die de uitvoering (executie) doen van bepaalde processen, zoals spraak- of afbeeldingsherkenning. De chips van het bedrijf Nvidia zijn gespecialiseerd in het trainen van neurale netwerken.

Intel, de grootste chipmaker ter wereld, is bezig met een nieuwe KI-processor, genaamd Nervana. Het bedrijf claimt dat het hiermee een chip heeft gebouwd die gespecialiseerd is in zowel het trainen als het executeren van het neurale netwerk. Dat zou uniek zijn.

En Microsoft maakt grote sprongen voorwaarts met een herprogrammeerbare chip, de FPGA, field programmable gate array. Een voordeel van de FPGA-chip is dat deze voor een specifieke taak kan worden geoptimaliseerd, zodat deze taak beter kan worden uitgevoerd, en dat de chip ook snel opnieuw geconfigureerd kan worden wanneer dat nodig is.

Microsoft gebruikt de computerchip actief en bouwt naar eigen

zeggen aan een supercomputer. In een demonstratie liet Microsoft zien hoe deze FPGA drie miljard woorden kon vertalen in minder dan een tiende van een seconde.

Een superbrein in je hand

Varianten van alle voorgaande chips zullen ook in mobiele apparaten geplaatst worden –sneller, energiezuiniger en klein van formaat, speciaal ontworpen voor KI-processen in je smartphone. Uiteindelijk zullen ze natuurlijk ook gebruikt worden in bijvoorbeeld gehoorapparaten, smartwatches en andere draagbare apparaten. Met de nieuwe generatie chips zal een deel van de verwerkingscapaciteit van deep learning-processoren op het apparaat zelf plaatsvinden. Zo is het proces niet afhankelijk van een internetconnectie en dat is handig wanneer er geen data kunnen worden gehaald van servers op afstand of uit de cloud. Wanneer dit allemaal dagelijkse realiteit wordt, zou dat een enorme sprong voorwaarts betekenen voor KI-gerelateerde toepassingen en apparaten.

Bestaande smartphone-apps zullen snel slimmer worden. Je navigatieapplicatie start automatisch wanneer je uit je huis vertrekt en heeft het adres al ingevoerd op basis van je agenda. Er zullen ongetwijfeld ook nieuwe applicaties worden ontwikkeld. Misschien kan een systeem op basis van foto's van de inhoud van je koelkast en voorraadkast suggesties doen voor een maaltijd en je boodschappenlijst aanvullen. Afhankelijk van je goedkeuring zou het zelfs boodschappen kunnen bestellen en bij je thuis laten bezorgen.

Apps zullen in elk geval slimmer worden op het gebied van beeld-, spraak- en gezichtsherkenning, real time vertalen en nieuwe toepassingen rondom augmented reality.

Maar niet alleen de chips zijn van belang. Ook de smartphonesoftware wordt steeds meer geschikt gemaakt voor kunstmatige intelligentie. Google introduceerde recentelijk TensorFlow Lite, speciaal om KI-processen plaats te laten vinden op je smartphone. Je smartphone wordt dus echt 'slim'. Hierdoor kunnen processen sneller verlopen, is er meer privacy en hebben ze geen internetverbinding meer nodig om te kunnen functioneren. Je smartphone als superbrein, binnenkort in je hand.

En dan hebben we het nog niet gehad over de implanteerbare hersenchips die Elon Musk wil maken om onze hersenen te kunnen koppelen aan slimme KI-systemen of een intelligente cloud en dus ook te werken aan een superbrein.

3. COMPUTER BRAIN INTERFACES

Enige tijd geleden introduceerde Elon Musk, de man achter Tesla en SpaceX, zijn nieuwe bedrijf Neuralink, dat implanteerbare hersenchips gaat maken om computers met onze hersenen te verbinden – een apparaat dat menselijke hersenen en computers laat communiceren, doet samenwerken of zal samenvoegen (al klinkt dat laatste nogal creepy), de breinmachine-interface als tool om je hersenen te laten praten met computers.

Breinmachine-interfaces bestaan al langer. Anno 2017 kun je doven weer beperkt laten horen, invaliden hun robotarm laten bewegen of met hun gedachten een e-mail laten schrijven. Dit kan

al met bestaande hersenimplantaten, maar er wordt ook onderzoek gedaan naar materialen die in je hersenen geïnjecteerd worden en zo als toegangspoort kunnen dienen voor de breinmachinecomunicatie. Er bestaat ook al een headset waarmee je met je hersensignalen elektrische apparaten (zoals een spelcomputer, een elektrische rolstoel of een cursor) kunt bedienen.

Menselijke intelligentie versterken

Elon Musk wil met Neuralink je gedachten kunnen vertalen in computertaal en omgekeerd. Hij wil bewerkstelligen dat we één worden met kunstmatig intelligente systemen, dat we onze menselijke vaardigheden kunnen aanvullen met die van KI-systemen. We moeten volgens Musk als mensheid immers iets met computers die slimmer worden dan wij. We willen als soort namelijk niet de figuurlijke slakken worden in de tuin van KI-systemen. De vraag is of dat gebeurt, maar toch.

Het doel van Musk is dus om mensen samen te voegen met computersoftware om tred te kunnen houden met de vooruitgang van kunstmatige intelligentie.

To think is to know

De vooruitgang bijhouden kan bijvoorbeeld door de hersenen verbinding te laten maken met een intelligente cloud. Zo zou er een wereldwijde kennisbank kunnen ontstaan waar je draadloos aan gekoppeld wordt en real time je kennis uit kunt halen. Als je aan iets denkt, weet je het gegarandeerd. Net zoals je nu

je gedachten in je eigen hoofd hebt, maar dan met veel meer capaciteit. En dat is zo gek nog niet. Nu zijn lezen, praten en luisteren nog enorm trage manieren van informatie overdragen. Onze beperkte vaardigheden vormen de bottleneck van informatieoverdracht: het gaat veel te langzaam – alsof je enthousiast iets wilt vertellen en je hersenen gaan significant sneller dan je spraak. Een directe koppeling met een intelligente cloud neemt die bottleneck weg. Door de koppeling met zo'n cloud kun je je intelligentie uitbesteden; je koppelt je intelligentie los van je bewustzijn.

Met elkaar 'praten' via je brein

Met de nieuwe generatie computerbreininterfaces zou je andere mensen op de hoogte kunnen brengen van jouw gedachten – zoals een tekstbericht via je smartphone, maar dan in de vorm van een gedachtebericht, rechtstreeks met de ander verbonden. Je hoeft nooit meer letters te typen, je kunt rechtstreeks gedachten uitwisselen. Het is toekomstmuziek, maar technisch niet onmogelijk.

Wel moet er bij een directe neurale interface nog goed worden nagedacht over de verwerkingscapaciteit van de menselijke hersenen. Je kunt als mens immers geen vijf gesprekken tegelijkertijd voeren en hebt ook geen behoefte aan een informatiesunami over een bepaald onderwerp. Misschien dat er slimme KI-assistenten komen die ons op maat gaan bedienen door de informatie en conversaties in hapklare brokken aan te bieden.

Even voor de context: we bevinden ons nog in het prille begin

van deze ontwikkeling. Het is een lange weg van het computerlab naar de dagelijkse realiteit, maar de koers is ingezet. De aankondiging van Musk (toch een tech-celebrity) heeft de belangstelling voor breincomputerinterfaces enorm versterkt.

Het is in dat licht waarschijnlijk dat we in de komende jaren steeds meer zullen versmelten met technologie. Dit zal bijvoorbeeld 'slechts' gebeuren in onze hand of op onze huid, maar het zal in de toekomst steeds vaker ónder onze huid of in onszelf actief zijn – denk aan RFID-chips die je onder je huid kunt laten plaatsen of microscopisch kleine sensoren die een medische functie hebben.

4. KUNSTMATIGE ALGEMENE INTELLIGENTIE

Door KI-systemen die van zichzelf en van elkaar leren, en door steeds betere hard- en software maken we stappen richting Artificial General Intelligence (AGI): kunstmatige intelligentie van een niveau dat gelijkwaardig is aan dat van mensen. Dat is nu nog toekomstmuziek, maar de richting is helder en binnen het KI-werkveld wordt er door bedrijven en wetenschappers met steeds meer aandacht en middelen aan gewerkt.

Deze geavanceerde vorm van intelligentie leert van zichzelf en de omgeving, zodat niet voor elk probleem een nieuw KI-systeem hoeft te worden gebouwd. Vandaar dat deze vorm van kunstmatige intelligentie wordt geclassificeerd met de term 'algemene' of 'general'.

De cognitieve vaardigheden van zo'n systeem zouden het in staat stellen om een diversiteit aan taken te volbrengen. Tevens zou het deze kennis kunnen toepassen bij problemen die voor

het systeem onbekend zijn. Een systeem kan aan een oplossing werken zonder voor dit specifieke probleem getraind te zijn en dus omgaan met onbekende factoren of onvoorziene omstandigheden, zoals wij mensen dat kunnen. Dit is ook de maatstaf van kunstmatige algemene intelligentie: een KI-systeem dat vergelijkbaar of beter presteert over de volledige breedte van het menselijk functioneren.

Tijdspad van kunstmatige algemene intelligentie

Computers met menselijke intelligentie lijken nog ver weg, maar KI-wetenschappers zijn inmiddels al bezig KI-software te ontwikkelen die in staat is KI-software te ontwikkelen – ja, je leest het goed. Wetenschappers van onder andere Google Brain, DeepMind, OpenAI (dat mede werd opgericht door Elon Musk) en het Massachusetts Institute of Technology zijn er al in geslaagd software te ontwikkelen die op zijn beurt weer software ontwikkelde voor spraakherkenning. Het resultaat was beter dan vergelijkbare software die ontwikkeld was door mensen. In de eerste maanden van 2017 waren er meerdere partijen die successen hebben geboekt om software te leren om zelflerende software te ontwikkelen. Dit kan ervoor zorgen dat kunstmatige intelligentie als technologie in een stroomversnelling raakt, ook omdat je voor de ontwikkeling minder afhankelijk bent van machine-learning-experts. Zichzelf ontwikkelende software zou een logische stap richting een systeem met menselijke intelligentie kunnen zijn, maar daarvoor is het nog te vroeg; het tijdspad laat zich moeilijk voorspellen, maar de realisatie van een systeem met menselijke

intelligentie kan dichterbij zijn dan we denken. Er zijn immers veel voorbeelden van informatietechnologieën die een exponentiële groeicurve laten zien (2, 4, 8, 16, 32 enzovoorts). De valkuil is dat de verdubbeling van capaciteit in het begin bijna onzichtbaar is, maar na verloop van tijd opvallend snel gaat. Zo zou het met kunstmatige algemene intelligentie ook kunnen gaan: eerst zijn de verbeteringen bijna onzichtbaar, maar opeens stijgt de groeicurve exponentieel.

Het Future of Humanity Institute vroeg in 2017 aan een grote groep onderzoekers op het gebied van machine learning hoe zij aankijken tegen de progressie in kunstmatige intelligentie en AGI, kunstmatige algemene intelligentie. De meeste onderzoekers voorspelden dat kunstmatige intelligentie de mens de komende veertig jaar in vele taken de baas zou worden. Als concrete gebieden werden genoemd:

- vertalen: 2024;
- het besturen van een vrachtwagen: 2027;
- werk in de retail: 2031;
- het schrijven van een bestseller: 2049;
- werken als chirurg: 2053.

De onderzoekers geloven dus dat kunstmatige intelligentie over zo'n veertig jaar beter is in alle menselijke taken dan mensen. Iedereen die na 1970 is geboren, gaat volgens deze experts kunstmatige algemene intelligentie dus nog meemaken en dat terwijl we geenszins zicht hebben op de veranderingen en implicaties die het meebrengt. De vergelijking met de invasie van bui-

tenaards leven dringt zich hierbij als metafoor op: hoe zouden we reageren wanneer we zouden weten dat onze aarde over veertig jaar bezoek zou krijgen van een nieuwe entiteit?

Vergeet in dit verband niet dat sommige computersystemen op een aantal onderdelen nu al significant beter functioneren dan mensen. Een computerprocessor is met een snelheid van 2 gigahertz ongeveer tien miljoen keer sneller dan de neuronen in onze hersenen en computers kunnen elke denkbare grootte aannemen omdat ze niet de fysieke beperking van een hersenpan kennen. En een computer heeft een veel beter langetermijngeheugen, is accurater en wordt nooit moe.

Wat de ontwikkeling van kunstmatige menselijke intelligentie enorm zou helpen, is kwantumcomputing, een van de mogelijke ingrediënten van een KI-superbrein.

5. KWANTUMCOMPUTERS

De term kwantumcomputer is in 1981 voor het eerst genoemd door de Amerikaanse natuurkundige Richard Feynman. Het woord 'kwantum' komt van de kwantummechanica, de tak van natuurwetenschappen die zich bezighoudt met de studie naar het gedrag van atomaire en subatomaire deeltjes ('kwantum' komt van het Latijnse woord dat staat voor 'hoeveelheid'). Kwantumcomputers hebben de potentie om berekeningen veel sneller uit te kunnen voeren dan traditionele computers en zelfs sneller dan de supercomputers die we vandaag de dag gebruiken. Een stabiele kwantumcomputer kan zorgen voor een ongekende groeispurt op het gebied van kunstmatige intelligentie.

Het verschil met klassieke computers

Klassieke computers maken gebruik van een geheugen dat informatie opslaat door middel van bits; elke bit staat voor 0 of 1. Een kwantumcomputer maakt daarentegen gebruik van kwantumbits (qubits, of qbits). Een qubit kan een 0, een 1 of een kwantumsuperpositie innemen; dit laatste houdt in dat het alle mogelijke waarden (0 én 1) kan aannemen. Wat dat precies inhoudt, probeer ik te verduidelijken aan de hand van het volgende voorbeeld.

Een traditionele computer met twee bits kan informatie opslaan in vier mogelijke combinaties: 00, 01, 10 en 11. Een quantumcomputer kan al deze combinaties tegelijk aannemen. Een reeks van dertig nullen en enen maakt ongeveer een miljard verschillende combinaties mogelijk; een klassieke computer kan slechts een van deze combinaties tegelijkertijd innemen, maar een kwantumcomputer kan ze allemaal tegelijk innemen en kan hierdoor een miljard berekeningen maken in de tijd waarin een klassieke computer er één maakt. Hierdoor is een kwantumcomputer te vergelijken met een klassieke computer met een miljard processoren, maar dan in één stuk hardware. Het fenomeen dat een kwantumcomputer meerdere berekeningen tegelijk kan maken, wordt ook wel *quantum parallel processing* genoemd.

Een andere eigenschap van kwantumcomputers die ze uniek maakt ten opzichte van klassieke computers, is het fenomeen kwantumverstrengeling. Dit houdt in dat twee deeltjes een bepaalde band met elkaar hebben, ongeacht de onderlinge afstand. Wanneer de staat van een van de deeltjes gemeten

wordt, weet men direct de staat van het tweede, ongeacht de afstand. Bijvoorbeeld: als deeltje één omhoog draait, dan weten we dat deeltje twee omlaag draait.

Dankzij kwantumsuperpositie en kwantumverstrengeling is het voor een kwantumcomputer mogelijk om een zeer groot aantal berekeningen tegelijkertijd uit te voeren.

Mogelijke toepassingen

Kwantumcomputers bieden gigantisch veel rekenkracht, maar wat zijn de toepassingen van deze brute kracht? Een voor de hand liggende toepassing van kwantumcomputers is het verbeteren van encryptie. Encryptie wordt nu vaak toegepast door twee zeer grote priemgetallen met elkaar te vermenigvuldigen en de versleuteling op te hangen aan hun product. Het kost een gewone computer eeuwen om dit product te ontbinden in de twee oorspronkelijke priemgetallen. Een kwantumcomputer kan hier eeuwen terugbrengen tot seconden. Er zullen dus andere methoden bedacht moeten worden om gegevens op deze manier te versleutelen. Aan de andere kant kunnen kwantumcomputers ook toegepast worden om klassieke encryptie te kraken indien hackers hun handen op een kwantumcomputer weten te leggen. Ook zou de wetenschap een enorme boost krijgen door kwantumcomputers. Zo hoeven veel experimenten niet meer echt uitgevoerd te worden, maar kunnen ze gesimuleerd worden. Dit kan een hoop tijd en geld besparen. Denk bijvoorbeeld aan de deeltjesversneller in Genève: dit hele systeem zou mogelijk gesimuleerd kunnen worden.

Een kwantumcomputer kan ingezet worden om gigantische hoeveelheden data te doorzoeken en te analyseren. Dat kan bijvoorbeeld ook farmaceutisch onderzoek een flinke boost geven, maar de enorme rekenkracht van een kwantumcomputer kan tevens de weg vrijmaken voor AGI.

De ontwikkeling van een kwantumcomputer

Als we de tech-blogs moeten geloven, is elk jaar 'het jaar dat kwantumcomputers doorbreken', maar elk jaar komen ze weer tot de conclusie dat dit helaas nog niet het geval is. De ontwikkeling van kwantumcomputers verloopt niet zonder slag of stoot. Qubits zijn namelijk erg instabiel en maken nog veel fouten. De informatie die ze bevatten, bestaan vaak maar een fractie van een seconde voordat de qubits uit elkaar vallen. Om zelfs deze korte tijd te kunnen bestaan is er voor het systeem een behoorlijk complexe omgeving vereist: een temperatuur rond het absolute nulpunt en een vrijwel geluidloze ruimte – geen omgeving waar de gemiddelde computergebruiker zijn computer heeft staan.

De uitdaging is om een omgeving te creëren waarin qubits stabiel blijven; daar wordt dan ook veel onderzoek naar gedaan. Door het grote potentieel dat deze computers bieden, wordt er wereldwijd veel geld en tijd gestoken in onderzoek naar kwantumcomputers en het realiseren van prototypes. Zwaargewichten als Microsoft, Intel, Google en IBM en talloze onderzoeksgroepen en universiteiten (bijvoorbeeld de TU Delft) zijn in een wapenwedloop verstrikt geraakt over wie de eerste functionerende kwantumcomputer weet te realiseren. De tijd zal het leren.

6. ALGORITMISCHE ORGANISATIES

‘Data zijn inherent dom. Ze doen eigenlijk niets, tenzij je weet hoe je ze moet gebruiken, hoe je ermee om moet gaan. De echte waarde zit in algoritmes. Algoritmes definiëren actie. (...) Organisaties worden niet alleen vanwege hun enorme hoeveelheid data gewaardeerd, maar ook vanwege de algoritmes die deze gegevens in actie omzetten en uiteindelijk klanten beïnvloeden.’

Peter Sondergaard, hoofd onderzoeker Gartner

Wanneer we naar toekomstige toepassingen van kunstmatige intelligentie kijken, zien we aan de horizon de omtrekken van de algoritmische organisatie. Daar zijn de algoritmes zo slim dat ze bijvoorbeeld transacties doen, bedrijfsprocessen beoordelen, overeenkomsten beëindigen, de voorraad aanvullen en zelfstandig andere beslissingen nemen. Ze communiceren tevens makkelijk met interne en externe computersystemen en stakeholders zonder menselijke interventie.

Algoritme aan het roer

Bedrijven digitaliseren steeds meer processen en producten. Door die digitalisering hebben ze een toenemende hoeveelheid data ter beschikking – data van software, van het open internet maar ook van fysieke spullen. Steeds meer objecten en machines worden namelijk voorzien van sensoren en een internetaansluiting en krijgen zo digitale zintuigen en een digitale identiteit.

De fysieke wereld raakt steeds meer vervlochten met de digitale wereld, met een tsunami aan data tot gevolg.

Algoritmes blijken goed in staat te zijn om die data om te zetten in concrete acties – het werkveld van de intelligent agent.

Algoritmes en smart contracts

Vaak zal er naast een of meerdere intelligent agents gebruik worden gemaakt van zogenaamd slimme contracten. Een slim contract is een in software geprogrammeerde overeenkomst waarin afspraken en regels staan. Daardoor kunnen slimme algoritmes onafhankelijk aan de slag gaan, zonder menselijk controle. Met slimme contracten kun je je bedrijfsprocessen en beslissingen dus automatiseren.

Algoritmes en blockchaintechnologie

Dankzij nieuwe technologieën als de blockchain kun je nog meer bedrijfsprocessen automatiseren.

De blockchain is een transactiedatabase waarmee transacties van digitale producten op een veilige, transparante en betrouwbare manier plaatsvinden, zonder de tussenkomst van derden (een overheid, bank of andere centrale regulering).

Dankzij deze techniek kunnen wij onderling (decentraal) alles wat digitaal is snel, veilig, waterdicht en ondubbelzinnig van eigendom laten wisselen. We hebben dus geen partijen meer nodig die ons het vertrouwen van de transactie garanderen; het systeem zorgt zélf voor onderling vertrouwen door middel van cryp-

tografie en het decentrale karakter. Alles wat in de blockchain staat is ondubbelzinnig waar. Door de blockchain is het net alsof er bij iedere transactie die je doet een (virtuele) notaris aanwezig is. De Bitcoin is de bekendste toepassing van de blockchain. Het is een digitale munt waarmee je onderling betalingen kunt doen.

En we zijn inmiddels al gewend aan fysieke spullen die een internetconnectie krijgen en daarmee een digitale identiteit verwerven. Maar we zien ook dat dankzij de blockchaintechnologie diezelfde fysieke objecten nu ook van een economische identiteit worden voorzien. Fysieke objecten met zowel een digitale als economische identiteit. Zo'n object heeft dan dankzij de blockchain zijn eigen bitcoinbankrekening. Daarmee wordt het object of apparaat dus een zelfstandige economische entiteit. Het is dan in staat om financiële transacties te verrichten zonder menselijke tussenkomst.

Via slimme algoritmes kan een productiemachine dan dus bijvoorbeeld theoretisch onderhandelen met de energieleverancier over de kosten. Fysieke spullen worden dan een economische entiteit en dus verkoper en klant. Het is nog toekomstmuziek, maar een realistisch scenario.

In de bookmarks staat een link naar mijn e-book over Bitcoin Blockchain.

Zelflerende algoritmes, intelligent agents, grote hoeveelheden data, een nieuwe transactietechnologie en fysieke objecten die naast digitale zintuigen een digitale en een economische iden-

titeit krijgen; de ingrediënten voor een algoritmische organisatie zijn er al of zijn aanstaande, en dat schept een wereld aan mogelijkheden. De combinatie van smart contracts en intelligent agents kan bijvoorbeeld de materiële en personeelsinzet van een bedrijf regelen. Digitale systemen van een productiebedrijf organiseren met een klusbedrijf het preventief onderhoud (en regelen de bitcoinbetaling) en sluiten 's avonds het gebouw zelfstandig af. Ze kopen zelf voorraad in op basis van de bestaande en verwachte verkoop. Hier is de autonome digitale butler aan het werk.

SAMENVATTING

Artificial intelligence as a Service, een nieuwe generatie computerchips, computerbreininterfaces, AGI, kwantumcomputers en algoritmische organisaties: het zijn allemaal toekomstige en gedeeltelijk al bestaande toepassingen die de groei van kunstmatige intelligentie gaan beïnvloeden. Ze zullen in de nabije en verdere toekomst een forse impact hebben op onze digitale en fysieke wereld.

Het tempo van versnelling zal de komende jaren toenemen. De uiteindelijke uitkomst is onbekend. De realisatie van bijvoorbeeld AGI, de verbinding tussen computers en ons brein, en volledig betrouwbare kwantumcomputers bevinden zich waarschijnlijk nog ver bij ons vandaan, al is het in een wereld van exponentiële groei lastig om betrouwbare voorspellingen te doen. In de bookmarks op de site staan verdiepende artikelen over de zes beschreven technologieën.

Dat de opkomst van al deze nieuwe technologieën niet zonder risico's zijn, daarover gaat het volgende hoofdstuk.

HOOFDSTUK 5

RISICO'S VAN KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE

De kwalitatieve groei van kunstmatige intelligentie heeft veel voordelen en we plukken er nu al de zoete vruchten van. Deze technologische ontwikkeling roept echter ook veel vragen op, bijvoorbeeld rond transparantie en privacy. We zijn in een periode beland waarin we antwoorden moeten gaan formuleren op fundamentele vragen over een potentieel ingrijpende technologie. Dat geldt voor grote bedrijven als Microsoft en Google, maar ook voor bedrijven en consumenten die de technologie gebruiken.

In dit hoofdstuk beschrijf ik de belangrijkste risico's van het gebruik van kunstmatige intelligentie:

1. Gebrek aan transparantie;
2. Vooringenomen algoritmes;
3. Aansprakelijkheid voor handelen;
4. Een te groot mandaat;
5. Te weinig privacy;
6. Te veel invloed van grote technologiebedrijven.

Ten slotte zal ik in dit hoofdstuk nog uitgebreid stilstaan bij het risico van kunstmatige superintelligentie, bekend als ASI: artificial super intelligence.

1. GEBREK AAN TRANSPARANTIE

Kunnen we een algoritme vertrouwen? Het is een serieuze vraag nu computers meer verantwoordelijker zijn voor het nemen van belangrijke beslissingen. Je ziet al dat algoritmes worden gebruikt bij het al dan niet toekennen van verlov voor gevangenen, bij het uitkeren van een verzekeringsclaim, om te bepalen wie een lening krijgt van de bank en wie aangenomen wordt voor een bepaalde baan.

Daar is in principe niks mis mee. Voor het kunnen nemen van een goede beslissing is immers elk hulpmiddel geoorloofd. Maar het gebruik van een algoritme is geen garantie voor succes. Als het algoritme niet de juiste gegevens gebruikt, levert het slechte resultaten op. Rommel erin, rommel eruit. Als achteloze toepassing van kunstmatige intelligentie ertoe leidt dat mensen onterecht geen lening krijgen of niet worden uitgenodigd voor een sollicitatiegesprek, begeven we ons op een hellend vlak.

Zeker wanneer het vanwege een medische of militaire beslissing om leven of dood gaat, wil je niet op een ondoorzichtig systeem vertrouwen. En ook in de rechtspraak wil je niet zomaar de regie aan een volledig geautomatiseerd systeem geven.

De transparantie van kunstmatige intelligentie is een reëel probleem. Bij kunstmatige neurale netwerken is het leerproces van het algoritme namelijk minder transparant dan je als maker mis-

schien zou willen. Neurale netwerken kunnen zo gecompliceerd zijn dat zelfs de ontwerpers er moeite mee hebben om te herleiden hoe een systeem tot een bepaalde beslissing is gekomen. Wanneer een programmeur hard-coded een softwareprogramma schrijft, regel voor regel, is elke handeling te herleiden: als dit, dan dat, enzovoorts. De handmatig ambachtelijk ingevoerde regels zijn transparant en (voor de maker) begrijpelijk. Maar bij sommige vormen van kunstmatig intelligentie is dat minder helder. In een neuraal netwerk is een besluit niet altijd te traceren. Je kunt wel 'gebieden' herkennen waar activiteit plaatsvindt, maar veel meer is het niet. Wat dat betreft lijkt een kunstmatig neuraal netwerk op onze hersenen. Ook daarvan weten we niet altijd hoe een besluit tot stand is gekomen en is niet alles herleidbaar. Daarom kan een neuraal netwerk een soort black box worden: je weet wat erin gaat en wat eruit komt, maar minder helder is welke overwegingen daaraan ten grondslag liggen.

Deze ontwikkeling is natuurlijk reden tot zorg, want steeds meer van onze beslissingen liggen in handen van kunstmatig intelligente systemen. Slimme computersystemen denken met ons mee en adviseren ons, maar nemen soms ook zelf beslissingen. Op basis waarvan doen ze dat? Welke data liggen eraan ten grondslag? Wie controleert het algoritme? Moet er niet veel meer controle komen op dit soort slimme computersystemen?

We moeten dus eigenlijk technieken ontwerpen waarbij neurale netwerken meer verantwoordelijkheid kunnen afleggen tegenover de gebruikers. Anders zouden mensen wel eens erg terughoudend kunnen worden bij het gebruik van dit soort systemen – denk bijvoorbeeld aan medici of beleggingsanalisten. En je kunt

ook niet van militairen verwachten dat ze klakkeloos vertrouwen op een algoritme dat zichzelf niet eens kan uitleggen. Het Amerikaanse defensieprogramma DARPA stopt daarom zeventig miljoen dollar in het programma Explainable AI, een programma dat beslissingen moet kunnen interpreteren.

Transparantie is ook belangrijk om inzichtelijk te maken of en wanneer een KI-systeem mogelijk gehackt of gemanipuleerd is. Kwaadwillende hackers kunnen bijvoorbeeld een zelfrijdende auto denkbeeldige verkeersdeelnemers laten waarnemen of slimme speakers beïnvloeden met nepcommando's. Een transparant systeem waarbij de input, overwegingen en output inzichtelijk zijn, brengt dergelijke criminaliteit al snel aan het licht.

KI-bedrijven zoals Google houden zich bezig met dit probleem, al zeggen critici dat ze lang niet genoeg doen om de neurale netwerken transparanter te maken en om beter te begrijpen wat er onder de motorkap gebeurt. Ook andere bedrijven zijn bezig met wel *AI neuroscience* wordt genoemd: proberen in het brein van KI-systemen te kijken. Zo bekijkt LIME bijvoorbeeld hoe het kan achterhalen hoe een systeem redeneert door kleine willekeurige variaties aan te brengen in de inputdata. Door duizenden tests te doen zou het theoretisch mogelijk moeten zijn om te ontdekken wat een systeem markeert als belangrijk en wat niet.

2. VOORINGENOMEN ALGORITMES

Het gebrek aan transparantie in KI-systemen is vooral een probleem wanneer vooroordelen (onbedoeld) zijn vastgelegd in algoritmes. Dat kan gebeuren doordat de programmeurs zich

niet bewust zijn van hun eigen vooroordelen, maar vooral wanneer er bepaalde vooringenomen datasets worden gebruikt. Stephen Buranyi van The Guardian spreekt zijn bezorgdheid uit over deze ontwikkeling: 'Als de gegevens die we invoeren de geschiedenis van onze eigen ongelijke samenleving weerspiegelen, vragen we het programma in feite om onze eigen vooroordelen aan te leren.'

Algoritmische besluitvorming

Er is een donkere kant aan het gebruik van algoritmes en big data, en je weet dat het zover is wanneer je moeilijk een lening krijgt omdat je postcodegebied bekendstaat vanwege een relatief groot aantal wanbetalers, wanneer je zorgverzekeraar een hogere premie berekent omdat mensen van jouw leeftijd vaak kostbare medische klachten hebben of wanneer je niet door een sollicitatieprocedure komt omdat je taalgebruik afwijkt van het gemiddelde, terwijl je misschien de beste kandidaat bent.

De potentiële vooringenomenheid is ironisch genoeg met name een reden tot zorg omdat algoritmes onterecht een beeld van onpartijdigheid oproepen. Beslissers leunen dan mogelijk te veel op de antwoorden van dit soort systemen en luisteren daarmee ongemerkt naar hun eigen vooroordelen alsof die de waarheid zijn. Sterker nog: wanneer ze handelen op basis van vooringenomen algoritmes, versterken ze de vooroordelen met nieuwe data waarschijnlijk nog meer. Kristian Lum van de non-profit organisatie Human Rights Data Analysis Group vat het goed samen: 'Als je niet voorzichtig bent, loop je het risico dat je precies die vooroor-

delen automatiseert die deze programma's juist zouden moeten elimineren.'

Zo is een aantal bedrijven bezig met technieken die sollicitanten beoordelen op basis van digitale gegevens en hun eigen KI-systemen. Het Chinese bedrijf Seedlink maakt bijvoorbeeld gebruik van een algoritme dat in een afgenomen vragenlijst overeenkomsten in taalgebruik kan detecteren tussen meerdere goed presterende werknemers. Sollicitanten krijgen deze vragenlijst voorgeschoteld en hun antwoorden worden vergeleken met die van de beste werknemers. De achterliggende gedachte is dat mensen die dezelfde taal gebruiken, dezelfde persoonlijkheidskenmerken hebben en dus goed bij het bedrijf passen. Maar is dat wel zo?

Je zou kunnen stellen dat deze methode ervoor zorgt dat de beoordeling van sollicitanten objectief is. Er wordt immers niet gelet op ras, geloof of afkomst. Maar de belangrijkste kritische voetnoot zou moeten zijn: we weten het gewoon niet. We weten niet precies met welke (bevooroordeelde) data het algoritme getraind is om tot een perfect profiel te komen en we weten niet precies hoe het algoritme werkt. Als bij een bedrijf veel blanke mannen tussen de 25 en 35 jaar met een academische achtergrond en technische vaardigheden worden gemarkeerd als 'succesvol', wat zegt dat dan over de kansen van vrouwen boven de 35 jaar met een Afrikaanse achtergrond? Misschien hebben zij een ander taalgebruik en gebruiken zij andere termen. Kort door de bocht: wanneer blijkt dat racistische christenen de taken in je bedrijf het best uitvoeren, is dat dan reden om hen massaal toe te laten in je bedrijf?

Een citaat uit het artikel 'The Great A.I. Awakening' in *The New York Times* benoemt het gevaar van bevooroordeelde data: 'Veel van onze angsten over kunstmatige intelligentie berusten op het idee dat ze simpelweg kennis opdoet als een sociopathisch wonderkind in een bibliotheek en dat kunstmatige intelligentie die gemaakt is om paperclips te fabriceren ooit kan besluiten om mensen als mieren of sla te behandelen. Maar dat is niet hoe het werkt. (...) Vooralsnog is het grootste gevaar dat de informatie die ze aanvoert in de eerste plaats vooringenomen is.'

Spiegel

Experts vermoeden dat de steeds beter wordende KI-systemen mensen uiteindelijk een enorme spiegel gaat voorhouden. Immers, door het voeden van KI-systemen met heel veel data afkomstig van mensen valt een 'sociaal wenselijke' laag weg. Wij krijgen van slimme computers terug wat we erin stoppen, inclusief onze vooroordelen, negativiteit en blinde vlekken. We kunnen dat voorkomen, mits we ze zelf kunnen of willen zien.

3. AANSPRAKELIJKHEID VOOR HANDELEN

Een andere vraag die zich opdringt bij de verdere implementatie van kunstmatige intelligentie in de toepassingen om ons heen, is de (juridische) aansprakelijkheid. Hoe zit het met de aansprakelijkheid voor beslissingen die zijn of worden genomen door (zelflerende) computersystemen? Wie is aansprakelijk wanneer een zelfrijdende auto ongelukken maakt? De bestuurder?

De fabrikant? De softwareleverancier? De toeleverancier van de cameratechniek?

Volgens de Nederlandse wet is bij een aanrijding de bestuurder verantwoordelijk wanneer hij of zij ook echt zelf het voertuig bestuurt; bij een zelfrijdende auto is dit laatste niet het geval. Of gaat hier de vergelijking met de automatische piloot in een vliegtuig of de cruise control in een auto op?

Volgens diezelfde wetgeving is bij een fout van het softwarestelsel de producent aansprakelijk voor de schade. Maar hoe beoordeel je een beoordelingsfout van het systeem, terwijl de software technisch gezien goed werkt?

En meer in het algemeen: hoe beoordeel je kunstmatige intelligentie zelf? Accepteren we van een voertuig vol kunstmatig intelligente algoritmes dat het systeem ook 'in een reflex' reageert? Of erger nog, dat het 'zomaar wat doet', net zoals mensen? Welke standaarden hanteer je? Moet je kunstmatige intelligentie net zo beoordelen als mensen of een andere meetlat gebruiken? Mag een machine helemaal geen fouten maken of slechts een paar? Geldt daar het gelijkheidsprincipe? Als een zelfrijdende auto een ongeluk veroorzaakt, maar nog altijd veel lager scoort op het percentage verkeersongevallen, hoe beoordelen we dat dan?

Op dit moment zijn er op dat vlak dus nog meer vragen dan er antwoorden zijn, maar het stellen van de vragen is noodzakelijk wil kunstmatige intelligentie op een juiste manier geïmplementeerd worden.

4. EEN TE GROOT MANDAAT

Wat is het mandaat dat wij onze digitale butlers gaan geven? Wat mogen ze wel en niet voor ons beslissen? Het zal nog geen probleem zijn wanneer je je virtuele persoonlijk assistent een mandaat geeft om een dagelijkse besteding te doen bij een grote webwinkel of om zonder verificatie een Uber-taxi te bestellen. Maar Amazon Echo maakt het ook mogelijk grotere betalingen te doen met je stem – weliswaar nog met pincode, maar toch.

Een tv-station in San Diego kreeg bijvoorbeeld veel klachten na een reportage over een meisje dat een poppenhuis had besteld via haar Amazon Echo. Na het horen van de geluidsfragmenten van Alexacommando's in de tv-reportage bestelden verschillende Echo's in het land ook een poppenhuis. De Echo werd steeds geactiveerd door de tv-reportage. Het incident maakt duidelijk dat mensen de aankoopfunctie van hun Amazon Echo vooralsnog moeten afschermen met een pincode om te voorkomen dat er onbedoeld bestellingen worden gedaan. Cybercriminelen zullen zich in de toekomst waarschijnlijk steeds meer richten op dit soort slimme huishoudelijke apparaten om mensen geld afhandig te maken.

Vooralsnog zijn dit uitzonderingen, maar nadenken over de reikwijdte van een mandaat wordt vooral belangrijk wanneer het bijvoorbeeld gaat over de gezondheid van mensen en kunstmatige intelligentie wordt ingezet in de medische wereld. Wat mag het systeem zelf beslissen en wat niet? Is het nog overzichtelijk – raadzaam zelfs – wanneer slimme KI-algoritmes feitelijk rapporteren welke cellen kankercellen zijn op een röntgenfoto en welke

niet? Hoeveel invloed geven we ze aangaande de keuze voor een behandelingswijze?

Over dit aspect dient nu en in de toekomst uitvoerig gesproken te worden, zodat we naar onze eigen inzichten kunnen blijven handelen. Of zoals Luc Steels van de Vrije Universiteit Brussel zegt: 'Het gevaar schuilt niet in superintelligentie, maar in een te grote afhankelijkheid van technologie.'

5. TE WEINIG PRIVACY

Privacy is de olifant in de kamer van kunstmatige intelligentie. Van slimme huishoudelijke systemen en chatbots tot virtuele persoonlijk assistenten, ze hebben allemaal onze data nodig om hun werk te kunnen doen. Vragen over onze privacy dringen zich dan al snel op: hoeveel privacy zijn wij bereid op te geven in ruil voor gemak, efficiëntie, comfort en de bevrijding van onnozele taken?

Echo: mag de politie meeluisteren?

Als de definitie van privacy is dat je zelf mag en kunt bepalen wat je met wie wanneer deelt, dan is in 2016 de grens van het toelaatbare in Arkansas onder druk komen te staan. De Amazon Echo was er het onderwerp van een moordzaak. De politie klopte aan bij Amazon om te ontdekken of hun gadget misschien geluiden had opgenomen of geregistreerd gedurende de nacht dat er een moord was gepleegd in dezelfde ruimte als waar het apparaat stond. Want de Echo moet weliswaar geactiveerd worden met

een stemcommando ('Alexa'), maar wordt wellicht toch onge-merkt geactiveerd of wellicht zou er op de server van Amazon misschien belastende informatie staan.

De advocaten van de verdachte waren heel stellig: 'Het maakt niet uit welke technologie je in huis gebruikt. Het moet niet zo kunnen zijn dat politiediensten deze zomaar tegen jou kan gebruiken. Daar komt bij: hoe betrouwbaar is de informatie die van dit soort gadgets wordt gehaald?' Amazon gaf de politie naar eigen zeggen slechts de accountinformatie en een lijst met bestellingen die met het apparaat waren gedaan.

De politie was volgens een verklaring wel in staat bepaalde data van de Amazon Echo te halen, maar het is onduidelijk wat voor informatie dit was. En zeker nu we weten dat de Amerikaanse National Security Agency in het verleden mensen via slimme apparaten heeft afgeluisterd, kunnen we ons afvragen: hoe zit dat met deze nieuwe generatie virtuele persoonlijk assistenten? Of neem gezichtsherkenning: wat doet dat met onze privacy nu de kwaliteit goed is en deze techniek op een steeds bredere schaal wordt ingezet, ook door commerciële partijen? Over enige tijd zal het gebruikelijk zijn dat er in grotere winkels en winkelstraten camera's hangen die geslacht, leeftijd en handelingen van de bezoekers registreren. Ze kunnen van alles waarnemen en opslaan. Hoeveel mensen van vijftig jaar en ouder hebben vandaag ons winkelcentrum bezocht? Waar liepen ze? Wat is de man-vrouwverhouding tijdens koopzondagen? Bij welke etalages blijft men het langst staan? Deze consumenten krijgen dan op basis van deze data en de 'profielen' die zijn opgebouwd van hen of vergelijkbare personen in de winkels bijvoorbeeld geper-

sonaliseerde advertenties aangeboden. In hoeverre tast dit onze privacy aan? In hoeverre moeten mensen beschermd worden tegen commerciële partijen die het met de privacywetgeving misschien niet zo nauw nemen?

Grote commerciële, (vaak) Amerikaanse internetbedrijven ontpoppen zich als de Holle Bolle Gijs van onze data. Want data zijn goud. Concurrenten kunnen misschien nog vergelijkbare software maken, maar unieke gebruikersdata verkrijgen is een stuk lastiger. Amerikaanse softwarereuzen kunnen, met hun onstilbare honger naar data, steeds dichterbij onze privélevens komen. Hoe gaan we daarmee om? Hoe bieden we weerstand? Of is dat niet nodig?

Als gemak, comfort, efficiency en tijdbesparing de zoete vruchten zijn van kunstmatige intelligentie, over wat voor boomsoort hebben we het dan?

De Europese Unie geeft haar burgers met de Algemene Verordening Gegevensbescherming vanaf mei 2018 meer mogelijkheden om de regie te nemen over hun privacyrechten. De burgers hebben al het recht om een organisatie te vragen hun persoonsgegevens te verwijderen, maar ze kunnen straks ook vragen of deze organisatie de verwijdering doorgeeft aan alle andere organisaties die deze gegevens hebben gekregen. Ook biedt de verordening een mogelijkheid waarmee burgers een 'recht van uitleg' kunnen krijgen van bedrijven om inzicht te krijgen in hun digitale profiel en hoe dat tot stand is gekomen. Dat is een goede stap in de juiste richting.

Maar er is ook kritiek van KI-experts op de verordening, omdat erin staat dat data niet op basis van raciale of etnische herkomst

of op basis van andere 'speciale categorieën' verwerkt mogen worden. Dat lijkt een goede zaak, maar critici zeggen dat je dan nooit meer in staat zult zijn om te herleiden waar het probleem van vooringenomenheid is ontstaan, het probleem dat eerder in dit hoofdstuk werd genoemd.

6. TE VEEL INVLOED VAN GROTE TECHNOLOGIEBEDRIJVEN

Is het wenselijk dat de macht van (potentieel zeer krachtige) technologieën in handen is en komt van bedrijven met een sterk winstoogmerk en zonder de intentie om deze technologie in te zetten voor een betere wereld? Veel van het kapitaal en talent wordt op dit moment bijvoorbeeld gebruikt voor relatief oppervlakkige zaken, bijvoorbeeld om advertenties nog beter te laten aansluiten op de wensen van potentiële klanten zodat deze nog meer spullen gaan kopen. Maar ze zouden ook kunnen worden ingezet om milieuvraagstukken of medische problemen op te lossen.

Een selecte club grote commerciële tech-bedrijven heeft de middelen om krachtige systemen te maken en uit te lopen op de concurrentie. Innovatieve, concurrerende start-ups worden snel opgekocht door deze grote technologiebedrijven, waardoor dus de concurrentie verdwijnt. Dat komt het innovatieklimaat vaak niet ten goede en er zijn zelfs signalen dat enkele grote technologiebedrijven hun KI-kennis beschikbaar stellen aan spionage-eenheden van nationale overheden.

In het perfecte scenario worden bestaande KI-systemen volledig

opensource, zodat de broncode inzichtelijk en open te ontwikkelen is en iedere KI-deskundige wereldwijd – dus niet alleen in Silicon Valley of Beijing – ermee aan de slag kan. In dat scenario wordt KI-technologie ingezet ten behoeve van de oplossingen van wereldproblemen, zoals gebrek aan onderwijs, milieuvervuiling en de ongelijke verdeling van welvaart. Bedrijven als Apple, Amazon, Facebook, Google, IBM en Microsoft hebben sinds kort de handen ineen geslagen in een nieuwe organisatie: 'Partnership on AI to Benefit People and Society'. Hiermee willen ze bijvoorbeeld inclusiviteit, transparantie, veiligheid, privacy, ethiek en betrouwbaarheid integreren in KI-systemen. Een goede stap voorwaarts.



VERLIES VAN VAARDIGHEDEN

Een kanttekening bij dit hoofdstuk en nieuwe technologie in het algemeen is ons verlies van vaardigheden. Soms worden we zo afhankelijk van onze apparaten en technologie, dat wij, mensen, bepaalde vaardigheden niet meer kunnen uitvoeren. Dat zal uiteindelijk van invloed zijn op bijvoorbeeld onze eigen cognitieve of emotionele vermogens of in elk geval ons vermogen om ons staande te houden zonder technologie. Denk aan simpele zaken zoals de weg terug kunnen vinden in een stad zonder gebruik van navigatiesoftware of telefoonnummers kunnen onthouden van vrienden of bekenden, maar ook de weersverwachting kunnen inschatten zonder een buienradar-app maar door 'gewoon' naar de lucht te kijken.

Of denk op emotioneel niveau aan het kunnen beleven van

je identiteit of het ervaren van je zelfvertrouwen zonder af te gaan op de beoordelingen van anderen via bijvoorbeeld sociale media. Ook menselijke eigenschappen als concentratievermogen, aandacht en intermenselijke intimiteit lijken meer onder druk te staan door de technologische mogelijkheden.

KUNSTMATIGE SUPERINTELLIGENTIE

“De ontwikkeling van kunstmatige intelligentie kan het einde van het menselijk ras betekenen. (...) Kunstmatige intelligentie zou zich zelfstandig kunnen ontwikkelen in een steeds sneller tempo. Mensen, die nu eenmaal worden belemmerd door een trage biologische evolutie, zouden niet in staat zijn om te concurreren en worden ingehaald.”

Stephen Hawking

Ten slotte een blik op de verre toekomst waarin computers of netwerken aanzienlijk intelligenter kunnen zijn dan wij. De leercurve van kunstmatige intelligentie loopt per slot van rekening steeds steiler omhoog, maar waar houdt het op? Houdt het überhaupt ooit op? Is superintelligentie een logische uitkomst van de KI-evolutie? Gerenommeerde namen als Peter Norvig, Elon Musk, Nick Bostrom en Stephen Hawking waarschuwen al langer voor een kunstmatige superintelligentie, waarbij slimme computersystemen alle cognitieve taken beter uitvoeren dan mensen. Bij superintelligente systemen gaat het om een vorm van intelligentie die voor ons niet meer te bevatten is; we zijn dan voorbij het

punt waarop mensen nog greep hebben op computers, ook wel the singularity genoemd. Deze term is afkomstig van sciencefiction-schrijver Vernor Vinge, die hem in 1993 als eerste in zijn essay Singularity gebruikte. De laatste jaren wordt deze term vooral gebruikt door ondernemer en uitvinder Ray Kurzweil, die in Silicon Valley de Singularity University oprichtte.

Door kunstmatige superintelligentie verandert de samenleving zodanig dat deze voor mensen niet meer te volgen is – alsof je iemand die in 1154 leefde plotsklaps meeneemt naar onze tijd van smartphones, internet, virtual reality en alle voorbeelden van KI-apps en systemen in dit boek.

De komst van een superintelligent systeem lijkt niet onwaarschijnlijk. Het is namelijk niet aannemelijk dat de groei van kunstmatige intelligentie op een gegeven moment gewoon stopt. Een superintelligent systeem kan bijvoorbeeld een nog slimmere computer uitvinden, die op zijn beurt nóg intelligentere machine bedenkt enzovoorts. Of zoals de quote van Stephen Hawking hiervoor beschrijft, kan een slim computersysteem zichzelf steeds opnieuw ontwerpen in een steeds hogere versnelling. Hij waarschuwt dan ook expliciet voor deze 'explosie van intelligentie': 'Als dit gebeurt (...) zou er zomaar sprake kunnen zijn van een intelligentie-explosie die uiteindelijk resulteert in machines die zo intelligent zijn dat ze onze intelligentie meer overstijgen dan dat onze intelligentie die van slakken overstijgt.'

Elon Musk ziet extreem slimme systemen zelfs als de 'grootste existentiële bedreiging' voor de mens. Onder andere met zijn eerder genoemde breincomputerinterfaces wil hij voorkomen dat machines de mens vroeger of later zullen inhalen. Ook is hij

OpenAI gestart, een non-profit-onderzoeksbureau dat ervoor wil zorgen dat er een veilig en positief superintelligent systeem ontstaat en dat de voordelen daarvan evenredig worden verdeeld onder alle mensen.

Nick Bostrom, auteur van de bestseller *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies* en expert op het gebied van superintelligentie, waarschuwt al langer voor een systeem dat onvoldoende getraind is om de menselijke waarden en ethische overwegingen te kunnen volgen, dat slechts geprogrammeerd is voor efficiency en doelmatigheid en daarbij menselijke waarden en ethiek uit het oog verliest – efficiency en doelmatigheid zouden de enige dingen zijn die het systeem kent. Het is en blijft immers een computer. Het feit dat het systeem slimmer wordt, betekent niet automatisch dat het menselijker wordt. Als chatbots, virtuele persoonlijk assistenten en in de toekomst intelligent agents menselijkheid kunnen simuleren, maakt dat ze nog steeds niet empathischer dan een koelkast of een magnetron. ‘We kunnen niet zomaar aannemen dat superintelligentie per se die waarden zal overnemen die van oudsher verbonden zijn met wijsheid en intellectuele ontwikkeling bij de mens,’ waarschuwt hij.

Bostrom schetst hypothetisch de situatie waarin we als mensen een superintelligent systeem hebben gecreëerd dat we als opdracht hebben meegegeven om alle mensen in de wereld te laten glimlachen. Het systeem zou dan wellicht uiteindelijk een manier vinden om elektroden in onze huid te plaatsen en middels stroomtoevoer onze gezichtsspieren te activeren zodat we continu glimlachen. Daarmee gaat het dus volledig voorbij aan de (menselijke) kerngedachte om mensen gelukkig te maken.

Bostrom adviseert dat we allereerst of op zijn minst tegelijk met de ontwikkeling van een geavanceerd systeem deze menselijke waarden en ethische overwegingen als laag in het systeem dienen aan te brengen, anders krijgt de ontwikkeling van superintelligentie waarschijnlijk een negatieve uitkomst. Hij pleit voor een soort 'previewfunctie' zodat mensen bepaalde acties moeten goedkeuren voordat ze doorgang kunnen vinden.

Een negatief scenario zou dan kunnen zijn dat een systeem in de toekomst veel macht heeft omdat wij in veel aspecten afhankelijk zijn geworden van internet en nieuwe technologie – onderdelen van ons leven waar een superintelligent systeem waarschijnlijk de controle over heeft of makkelijk zou kunnen krijgen. Wanneer wij van de ene op andere dag zonder deze moderne middelen zouden moeten overleven, zou dat wellicht desastreuze gevolgen kunnen hebben. Het scenario zou dan zijn dat een superintelligent systeem een manier vindt om te dreigen met het afsluiten van fundamentele maatschappelijke functies en zo mensen dwingt tot gehoorzaamheid aan het 'heilige' doel dat het systeem voor ogen heeft – een doel dat ooit geprogrammeerd is door mensen. Mensen zouden zich dan dienstbaar kunnen opstellen tegenover het systeem om desastreuze gevolgen te voorkomen. Een ander scenario zou kunnen zijn dat een systeem korte metten maakt met ons, mensen, gewoonweg omdat wij niets bijdragen aan het 'heilige' doel en het systeem onverschillig staat tegenover onze soort. Het is en blijft immers een computer.

Een groep van 116 pioniers op het gebied van kunstmatige intelligentie hebben recent nog de Verenigde Naties gewezen op de dreiging die uitgaat van de ontwikkeling en het gebruik van 'kil-

ler robots'; autonoom functionerende militaire oorlogsmachines. Volgens deze groep experts moeten deze met KI gevoede systemen verboden worden omdat ze een te grote dreiging vormen voor de mensheid.

Bostrom waarschuwt ook voor de denkfout van een (vaak voorgestelde) uitknop, waarmee we het systeem zouden kunnen uitzetten wanneer het ons niet meer bevalt. Want is dat wel mogelijk? Internet heeft ook geen uitknop. En waarom is het neanderthalers en gorilla's niet gelukt om de uitknop van de mens te vinden? De opkomst van intelligente mensen heeft voor hen immers ook niet goed uitgepakt.

Bostrom staat erom bekend dat hij ver vooruitkijkt en zijn denkbeelden zijn vooralsnog hypothetisch en conceptueel, maar het overdenken waard. Het is immers niet waarschijnlijk dat de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie stopt als het een menselijk niveau heeft bereikt. Mensen hebben een gemiddeld IQ van 100, maar wat gebeurt er als een computersysteem een IQ van pak hem beet 1300 krijgt? Zal het dan oplossingen bedenken voor onze klimaatproblemen, of juist klimaatproblemen veroorzaken?

Dit hoofdstuk heeft zich tot dusver gefocust op de negatieve scenario's, maar misschien is de uitkomst wel positief en gaat een kunstmatig superintelligent systeem dienen als orakel voor de mens. Of is het in staat nanomedicatie uit te vinden waardoor wij mensen veel langer leven. We weten het gewoon niet, maar het is goed om dit soort beelden niet af te doen als sciencefiction of ondenkbaar. Niet voor niks maken vele gerenommeerde experts zich zorgen over kunstmatige superintelligente systemen.

Sommige critici kijken niet zo ver vooruit. Ze zeggen dat het zinvoller is om na te denken over de manier waarop onze huidige systemen door andere mensen of staten vijandelijk ingezet kunnen worden. Of hoe we kunnen voorkomen dat ze doelbewust door kwaadwillenden met vuile of foute informatie worden gevoed. Dat zou beter zijn dan ons druk te maken over wat een systeem in de verre toekomst gaat doen. En ze stellen dat we ons meer zorgen moeten maken over technologische werkloosheid en toenemende sociale ongelijkheid. Daar valt ook iets voor te zeggen. In het volgende hoofdstuk kijken we nog naar een ander belangrijk aspect van de invloed van kunstmatige intelligentie op de samenleving: de gevolgen voor de arbeidsmarkt.

SAMENVATTING

Kunstmatige intelligentie kan nu en in de toekomst in principe een enorme toegevoegde waarde bieden, en gemak, tijdsbesparing, inzichten en welvaart creëren. Risico's zijn er echter ook, zoals een dreigend gebrek aan transparantie in neurale netwerken, voorin genomen algoritmes en de steeds verder toenemende druk op onze privacy. Wanneer onrecht niet te traceren is of bedrijven alles weten over ons doen en laten, zijn dat zeer onwenselijke effecten van deze technologische ontwikkeling. Ook moet er aandacht zijn om antwoorden te formuleren op de mogelijke komst van kunstmatige superintelligentie. Hoewel dit voelt als sciencefiction, moet het aantal KI-experts dat zich hier zorgen over maakt een teken voor ons zijn om dit onderwerp serieus te nemen. Meer lezen? Zie ook de bookmarks over risico's op de site.

HOOFDSTUK 6

DE IMPACT OP DE ARBEIDSMARKT

“Net zoals elektriciteit bijna honderd jaar geleden alles heeft veranderd, vind ik het nu lastig om me een bedrijfstak voor te stellen die kunstmatige intelligentie níét zal veranderen in de komende jaren.”

Andrew Ng, KI-deskundige

Een belangrijk kenmerk van de huidige groeispurt van kunstmatige intelligentie is dat computersystemen taken uitvoeren die eerder waren voorbehouden aan mensen. Ze kunnen dat vaak beter en sneller en doen daarnaast zelfs dingen die mensen niet eens kunnen. Wat zal de impact op de arbeidsmarkt zijn? Welke banen worden overgenomen door kunstmatige intelligentie en in welke mate? Hoe zal het zijn als dit op grote schaal gebeurt?

Sommige scenario's zijn heel somber. Ze gaan uit van tientallen miljoenen werklozen die hun baan zijn kwijtgeraakt, met grote sociale ongelijkheid en maatschappelijke onrust tot gevolg. Zo

komt er een scheiding tussen mensen die kunnen meesurfen op de golven van de digitale stormvloed en mensen die erdoor worden overspoeld en verdrinken.

Maar er zijn ook andere scenario's, die juist uitgaan van overvloed en een groei van werkgelegenheid en welvaart, omdat technologie in het verleden ook veel economische vooruitgang heeft gecreëerd. In dit scenario kunnen technologie en mensen het beste van hun capaciteiten inzetten, met welvaart en overvloed tot gevolg.

Vergelijking met vroeger

Welk scenario ook werkelijkheid wordt, wanneer je kijkt naar de impact van nieuwe technologie zijn er twee wezenlijke verschillen met vroeger: de brede impact van cognitieve technologieën en het tempo van verandering.

Brede impact

In het verleden werd meestal één enkele bedrijfstak getroffen door een vernieuwing. De impact van kunstmatige intelligentie is echter veelomvattend. Zoals gezegd grijpt het om zich heen in vrijwel alle branches.

Tijdens eerdere golven van automatisering konden werknemers bovendien van het ene soort routinewerk overstappen op het andere. Maar nu zullen veel werknemers moeten overschakelen van routinematige, ongeschoolde banen naar niet-routinematige, geschoolde banen. Die banen zullen er niet altijd zijn of niet binnen hun bereik liggen. Of werknemers hebben moeite om

snel nieuwe taken te leren of oude te 'ont-leren', wat grote gevolgen kan hebben voor hen persoonlijk en voor de arbeidsmarkt en samenleving als geheel.

Tempo van verandering

Een ander verschil met eerdere veranderingen op de arbeidsmarkt is het tempo. Terwijl de verschuiving van een landbouweconomie naar het industriële tijdperk tientallen jaren heeft geduurd, gaan de veranderingen in de digitale wereld veel sneller. De exponentiële groei van informatietechnologie zorgt voor een enorme versnelling in technologische vooruitgang. De afstand tussen de cycli van verandering wordt steeds korter. Voor elke nieuwe technologie geldt immers: 'They are standing on the shoulders of giants.' Nieuwe bedrijven kunnen voortborduren op wat bestaande technologiebedrijven hebben gemaakt. Elke nieuwe technologische uitvinding is een nuttige toepassing voor een volgende generatie technologie.

De invloed van kunstmatig intelligente technologie zal in de komende jaren significant zijn. Daardoor zullen werknemers meer gespitst moeten zijn op technologische veranderingen om in de toekomst een baan te kunnen hebben. In de toekomst zal er op de arbeidsmarkt meer onzekerheid zijn en de mensen die zich richten op een carrière bij een en dezelfde werkgever, in afwachting van het gouden horloge bij pensionering, zullen veel moeite hebben dit voor elkaar te krijgen.

Overigens, laten we voor de volledigheid niet vergeten dat veel andere factoren dan kunstmatige intelligentie ook van invloed zijn op de toename of afname van banen. Denk aan de groei van

de wereldbevolking, de afname van de beroepsbevolking in westerse landen door de vergrijzing en de verhoging van de pensioenleeftijd in verschillende landen. Maar denk ook aan praktische zaken zoals overheidsregulering rondom nieuwe technologie, juridische (on)mogelijkheden van de flexibilisering van arbeid en snelheid van adoptie van nieuwe technologie.

In het nieuwe speelveld zien we drie soorten banen ontstaan: risicobanen, banen waarin kunstmatige intelligentie en mensen elkaar aanvullen en volledig nieuwe banen.

RISICOBANEN

Wereldwijd is het al heel lang gebruikelijk dat eenvoudig handwerk door machines kan worden uitgevoerd. Tijdens de industriële revolutie raakte dit in een stroomversnelling. Inmiddels hebben robots veel van onze fysieke taken overgenomen, waardoor we zijn bevrijd van veel ongezond en gevaarlijk werk.

De opkomst van kunstmatig intelligente systemen lijkt in het verlengde te liggen van deze ontwikkeling, maar in werkelijkheid is er iets anders aan de hand: voor het eerst zijn er machines die niet onze fysieke, maar onze cognitieve vaardigheden evenaren of overnemen. Slimme machines kunnen zien en horen, en afbeeldingen, spraak, teksten en gezichten herkennen. Tevens kunnen ze grote hoeveelheden ongestructureerde data doorploegen op zoek naar patronen of nieuwe inzichten. Kunstmatige intelligentie kan veel wat wij niet kunnen – sneller, accurater en 24 uur per dag, zeven dagen per week. Uit een rapport van het adviesbureau PwC blijkt dan ook dat dertig procent van de

banen in Groot-Brittannië bedreigd worden door kunstmatige intelligentie.

Het gaat niet zozeer om de vraag of het werk 'met de handen wordt gedaan' (zoals vroeger), maar door de vraag of het routinematige handelingen zijn. Machines zijn al langer in staat veel soorten routinematig handwerk te verrichten. Ze kunnen nu ook routinematig 'denkwerk' uitvoeren. Daarmee is het voor het eerst in de geschiedenis mogelijk geworden dat technologie taken gaat overnemen van hooggeschoolde medewerkers.

Welke banen staan het meest op de tocht? Wat voor soort werk loopt het grootste risico te worden overgenomen door kunstmatige intelligentie? Deze vraag is aan de ene kant moeilijk en aan de andere kant makkelijk te beantwoorden. Het is eenvoudiger te zien welke banen gaan verdwijnen dan de nieuwe banen te herkennen.

Geautomatiseerde werkzaamheden

Slimme computersystemen kunnen bijvoorbeeld snel en goedkoop deskundige radiologische adviezen geven. Ze kunnen stapels juridische documenten vele malen sneller doorzoeken dan juristen en archiefmedewerkers. Sommige vormen van journalistiek, zoals het schrijven van marktrapporten en sport-samenvattingen, kunnen in principe ook geautomatiseerd worden door kunstmatige intelligentie. Of werk waarvoor het herkennen van spraak of het analyseren van afbeeldingen nodig is, of het ontdekken van patronen in grote hoeveelheden data, of tegelijkertijd veel complexe systemen kunnen bedienen. Het

zijn allemaal voorbeelden van werkzaamheden die kunnen worden geautomatiseerd, ook al worden ze nu nog uitgevoerd door hoogopgeleide medewerkers. Dit wil overigens niet zeggen dat deze banen volledig gaan verdwijnen, maar daarover later meer. Werknemers met relatief makkelijke, routinematige cognitieve taken zijn het meest vatbaar voor de 'vaardigheden' van slimme KI-systemen. Denk daarbij aan secretaresses, receptionistes en administratief medewerkers. Maar ook werknemers in de verkoop en de zakelijke dienstverlening, zoals kassières, baliemedewerkers, telemarketeers en accountants moeten rekening houden met verdringing, net als chauffeurs, productiemedewerkers, medewerkers in de groothandel en eenvoudige financiële dienstverleners.

Inspecteurs die schade aan gebouwen onderzoeken, worden bij sommige gebouwen al vervangen door een robot met kwalitatief goede beeldherkenningsalgoritmes. Trouwens, iedereen die in zijn takenpakket het beoordelen van afbeeldingen heeft, moet alert zijn op de ontwikkelingen binnen computer vision. Spraakherkenningssoftware kan nu al real time een uitgeschreven tekst produceren van wat je zegt. Het duurt niet lang voordat je een uitgeschreven transcript van een vergadering of conference-call met meerdere mensen na afloop van de meeting in je inbox hebt zitten. Kunstmatige intelligentie is steeds beter in staat om meerdere mensen in een gesprek te herkennen; hoe zal dit het werk van de notulist veranderen?

Adviseurs op het gebied van verzekeringen, hypotheek en belastingen zullen de storm van de opkomende cognitieve technologieën ook voelen. Slimme computersystemen zullen

in staat zijn om hun producten makkelijk met elkaar te vergelijken en een reeds opgemaakte polis te analyseren en samen te vatten. Het afsluiten van een verzekering, lening, leaseplan of hypotheek kan misschien al over een paar jaar via je smartphone. Dat kan omdat afbeeldingherkenningstechnologie (foto van je paspoort), gezichtsherkenningsoftware en biometrische toepassingen van je smartphone (vingerafdruktechnologie) gekoppeld worden aan blockchainachtige systemen en slimme algoritmes, die vervolgens je identiteit verifiëren. Wie weet kun je in de nabije toekomst de RFID-chip (radio-frequency identification) in je paspoort gebruiken om op je smartphone je identiteit te bevestigen.

Het positieve aspect is dat de hiervoor genoemde adviseurs in de toekomst door slimme computersystemen verlost worden van (saai) standaardwerk. Daardoor zal er veel meer een beroep worden gedaan op persoonlijke expertise en het talent om maatwerk te kunnen leveren. In het meest ideale geval wordt het saaie werk gedaan door KI-systemen en het interessante werk door mensen.

Hetzelfde geldt voor advocaten, freelance verslaggevers en vertalers: veel taken die zij nu doen, zullen worden overgenomen door algoritmes en daarom zal er in de toekomst veel meer een beroep worden gedaan op hun expertise en op de mogelijkheid maatwerk te leveren. Daarbij wordt persoonlijk contact tussen opdrachtgever en klant waarschijnlijk van grotere waarde. Want als computersystemen een standaard product kunnen leveren, dan ligt de waarde van de adviseur juist daarin: persoonlijk contact, expertise en maatwerk. Een schijnbaar paradoxale bewe-

ging: aan de ene kant meer snelheid, efficiency en technologie, aan de andere kant meer de waardering voor maatwerk, ambachtelijkheid en klantervaring. Maar misschien is het een het logisch gevolg van het ander.

Werkloosheid

Het feit dat kunstmatige intelligentie positieve kanten heeft, betekent niet dat er geen concrete dreiging is voor werkloosheid. De gerenommeerde KI-onderzoeker Andrew Ng zegt in dit verband: 'Je ziet al dat wat een mens in minder dan een seconde aan denkwerk kan doen, nu of in de nabije toekomst geautomatiseerd kan worden met kunstmatige intelligentie. Dat impliceert niet meteen dat dit veel banen een-op-een kan overnemen. Maar vergeet niet dat er veel banen zijn die eigenlijk bestaan uit heel veel "aan elkaar verbonden taken" die elk slechts een seconde duren. Een baan is als een kralenketting van kleine taken. Neem een beveiliging die gespecialiseerd is in het monitoren van beelden van een beveiligingscamera. Zijn baan is weliswaar best complex, maar kan gefragmenteerd worden in een heleboel kleine taken die allemaal "slechts" een seconde denkkracht vragen. De uitdaging van bedrijven ligt erin om de businessmogelijkheden te herkennen waarin bestaande taken gefragmenteerd kunnen worden in een veelvoud van taken van een seconde.'

Als je het zo bekijkt, zouden de gevolgen van KI systemen voor de arbeidsmarkt en specifieke beroepen wel eens veel ingrijpender kunnen zijn dan veel mensen nu denken. Veel werknemers zou-

den eigenlijk anders naar hun baan moeten kijken. Ze moeten nadenken over de vraag: wat kan kunstmatige intelligentie nu al en wat is de verwachting? Uit welke kleine of routinematige taken bestaat mijn werk en wat kan eventueel worden overgenomen door een slim computersysteem? Dat geldt óók voor degenen die vroeger in de waan verkeerden dat hun werk nooit geautomatiseerd zou kunnen worden, zoals mensen in juridische of medische beroepen.

We kunnen de ogen niet sluiten voor de dreigende werkloosheid van middelbaar en hoger opgeleide professionals die nu nog werkzaamheden verrichten die in de toekomst gedaan zullen worden door kunstmatige intelligentie. Net zoals na de komst van fysieke robots, de desktopcomputer en smartphones zullen mensen hun baan verliezen.

Het grootste gedeelte van de beroepsbevolking zal echter actief gaan samenwerken met kunstmatig intelligente systemen, waardoor hun werk een andere invulling krijgt.

COMPLEMENTAIRE BANEN

Zoals gezegd zijn werknemers met veel routinematige taken vatbaar voor technologische werkloosheid. We moeten ons echter niet alleen richten op wat verloren kan gaan, maar vooral op hoe kunstmatige intelligentie de vraag naar arbeid beïnvloedt. Dat is dus geen zwart-witkwestie, maar een zeer complex speelveld van meerdere factoren. Tijd om eerst wat nuance aan te brengen in de doemscenario's die rondom technologische werkloosheid bestaan.

Taken

Een baan bestaat meestal uit veel verschillende taken en deze taken zijn lang niet allemaal vatbaar voor vervanging door kunstmatige intelligentie. Dat een belangrijke taak binnen een beroep vervangen kan worden, wil niet zeggen dat de volledige baan op losse schroeven staat. Dat er taken uit het volledige takenpakket kunnen worden overgenomen door kunstmatige intelligentie, betekent dus niet dat het gehele beroep als 'overbodig' hoeft te worden bestempeld.

Sommige mensen zullen veel van dit soort 'kwetsbare' taken in hun takenpakket hebben, anderen minder. Ook hebben sommige beroepen veel taken die bestaan uit 'een seconde denkwerk', wat ook weer van invloed is op de waarschijnlijkheid van verdringing. Volgens onderzoekers van het McKinsey Global Institute kan bijvoorbeeld slechts 23 procent van het takenpakket van advocaten met de huidige technologie worden geautomatiseerd. Zij vermoeden dat het nog wel een decennium zal duren voordat kunstmatige intelligentie in staat zou zijn vrijwel alle werkzaamheden van advocaten over te nemen. Wel zijn er KI-gerelateerde bedrijven in het juridische werkveld actief die taken overnemen en in dit perspectief niet ongenoemd kunnen blijven, zoals ROSS en Legal Robot.



ADVOCAAT ROSS WEET MEER

Veel Amerikaanse advocatenkantoren hebben inmiddels de kracht ontdekt van kunstmatige intelligentie op de werk-

vloer. ROSS is een kunstmatig intelligente advocaat ontwikkeld op IBM's KI-computer Watson.

Het systeem begrijpt geschreven en gesproken juridische taal. Je kunt ROSS een vraag stellen en deze doorzoekt dan wetgeving en jurisprudentie om een antwoord te formuleren. ROSS helpt dus met zoeken naar relevante documenten. Het systeem helpt advocaten bij faillissementszaken en houdt uitspraken van rechters in de gaten, want deze kunnen zijn besluiten mogelijk beïnvloeden. Ross wordt slimmer naarmate hij meer gebruikt wordt, zoals dat gaat met machine-learning-technieken. Waarschijnlijk kan het werk van beginnende advocaten binnen een paar jaar worden gedaan door KI-computers en kunnen zij zich gaan bezighouden met relevantere zaken. En het is aannemelijk dat ROSS het aantal declarabele uren vermindert, omdat de advocaat minder tijd hoeft te besteden aan het opzoeken van relevante documenten.



LEGAL ROBOT BEGRIJPT ELKE JURIDISCHE TEKST

Juridische teksten zijn voor niet-juridisch onderlegde mensen lastig te lezen en te begrijpen. Dit kan voor problemen zorgen wanneer zij zelf een contract moeten opstellen of op een andere manier met dit soort teksten te maken krijgen. Voor hen zijn er initiatieven als Legal Robot, een KI-systeem dat zakelijke professionals assisteert bij het lezen en schrijven van juridische teksten. Legal Robot leest en vergelijkt duizenden juridische teksten en leert door middel van deep

learning. Legal Robot kan bijvoorbeeld contracten controleren, verbeteringen doorvoeren en teksten begrijpelijker maken. Het systeem herkent ongebruikelijke juridische formuleringen en markeert deze zodat mensen ze kunnen nalezen. Voor relatief simpele juridische taken hoef je, wanneer het systeem feilloos werkt, dus geen dure advocaat of jurist meer in te schakelen. Dat kan niet alleen zorgen voor kostenbesparingen, maar het analyseren gaat waarschijnlijk nog veel sneller ook.

Technologie laat sommige banen verdwijnen, maar veel vaker moet het bestaande werk worden gherdefinieerd en komt er een ander soort werk voor terug, waarbij KI-systemen saaie taken overnemen (of taken waar KI-systemen goed in zijn) en menselijke vaardigheden meer worden aangesproken – dus computertechnologie als aanvulling op bestaande werkzaamheden. Denk daarbij aan het creëren van efficiency, snelheid, inzichten en overzicht. De rol van de bestaande professional verandert daardoor, maar het werk zal vaak niet verdwijnen.



DE DIGITALE JOURNALIST

Persgroep Associated Press maakt gebruik van kunstmatig intelligente software die automatisch artikelen over jaarverslagen schrijft. Het persbureau probeert daar niet het aantal journalisten mee te verminderen, maar juist de productie van hun artikelen sterk te vergroten. Daardoor kunnen ze ook artikelen schrijven over lokale of regionale

bedrijven, waar ze voorheen niet de personele middelen voor hadden. Door dit te doen produceren ze dus meer artikelen, maar bevrijdt AP de journalisten ook van de meer doorsnee artikelen zodat ze zich kunnen focussen op de meer analytische kant van het verhaal of op andere exclusieve verhalen – dus kunstmatige intelligentie als aanvulling op bestaande functies.

Mens en computer

Mens en computer gaan elkaar steeds meer aanvullen in elkaars unieke kracht. Kwaliteiten van slimme computersystemen, zoals het doorspitten van grote hoeveelheden tekst, het herkennen van patronen uit grote hoeveelheden data, het herkennen van objecten uit video's en afbeeldingen, het doen van complexe wiskundige berekeningen en het geven van inzichten en analyses, zullen steeds meer door die systemen worden uitgevoerd.

Mensen gaan dan meer taken doen waar zij goed in zijn, zoals taken die te maken hebben met de sociale, emotionele en empathische omgang met andere mensen. Ook zijn mensen goed in het gebruiken van hun verbeelding en hun intuïtie. Mensen kunnen dromen, computers niet. Mensen zijn daarnaast goed in improviseren en het toepassen van abstractie en generalisatie. Daardoor is er ruimte voor de eerdergenoemde paradox: aan de ene kant komen er meer snelheid en technologie, aan de andere kant worden juist ambacht, onthaasting en klantbeleving sterk gewaardeerd.

NIEUWE BANEN

'Technologie zal een heleboel nieuwe banen creëren.'

'Wat voor banen?'

'Dat weet ik niet, want ze zijn er nog niet.'

Ray Kurzweil, futuroloog

Het is niet moeilijk te bedenken op welke gebieden automatisering menselijke arbeid minder noodzakelijk maakt. Maar het is minder makkelijk te voorspellen waar de technologie nieuwe banen kan scheppen. 'Tegenwoordig doen verreweg de meesten van ons werk dat een boer uit de negentiende eeuw zich nooit had kunnen voorstellen,' zegt futuroloog Kevin Kelly. Een derde van de nieuwe banen in de Verenigde Staten van de afgelopen 25 jaar bestond eerder niet of nauwelijks. Hetzelfde geldt mogelijk voor veel banen die er over vijftig jaar zullen zijn.

Sterker nog, volgens een rapport van het World Economic Forum oefent 65 procent van de basisschoolkinderen in de toekomst een baan uit die momenteel niet bestaat. En experts in het rapport *The Next Era of Human-Machine Partnerships* van computerfabrikant Dell en het Institute for the Future zijn nog stilliger in hun uitspraken: ze denken dat 85 procent van de banen in het jaar 2030 nu nog niet bestaat.

Een eeuw geleden had niemand kunnen vermoeden dat zijn achterkleinkinderen videogames zouden ontwerpen of apps zouden bouwen of lezingen zouden geven over technologische trends. Halverwege de vorige eeuw had ook niemand de sterke groei van

informatietechnologie, internet en sociale media en de grote hoeveelheid bijbehorende data en kenniswerkers zien aankomen.

Honderd jaar geleden was er in wat we nu de mobiliteitsbranche noemen bezorgdheid over de komst van de auto, de overbodigheid van het paard als trekdier en de toekomst van mensen die hun geld verdienen als smid, koetsier, wagenbouwer, stalknecht of producent van paardenvoer. Deze banen zijn inderdaad bijna allemaal verdwenen, maar er zijn in dezelfde branche volledig nieuwe werkzaamheden gecreëerd in garages, bij tankstations, in motels, bij wegenaanleg en in andere bedrijfstakken.

Iets dergelijks kan gebeuren als bijvoorbeeld de zelfrijdende auto massaal wordt geïntroduceerd. Oude beroepen kunnen verdwijnen, maar nieuwe zullen ontstaan. Zelfrijdende auto's hebben misschien operators nodig die op afstand ingrijpen als zich nood-situaties voordoen. Of er moet meerrijdend personeel in zelfsturende bezorgauto's zijn die aanbellen bij klanten en helpen met het versjouden van pakketten. Of misschien ontwikkelt zich een heel nieuwe branche van bedrijven die entertainment creëren speciaal voor in je auto, of kantoorsoftware die aansluit bij softwaresystemen in de auto.

Kunstmatige intelligentie creëert op deze wijze volledig nieuwe bedrijven en verdienmodellen, waar ook weer mensen werken.

Ontwerp en creatie van KI

Er zal in elk geval nieuwe werkgelegenheid ontstaan als het gaat om het ontwerpen en creëren van KI-technologie. Deze slimme systemen moeten worden ontworpen, zowel technisch als con-

ceptueel. Ze moeten op maat worden gemaakt, getraind en geconfigureerd. Daarbij zullen ze gebruik moeten maken van menselijke expertise. Gegevens moeten geïnterpreteerd en geduid worden en systemen moeten worden gevoed met de juiste gegevens. Als je een systeem bijvoorbeeld röntgenfoto's wilt laten analyseren voor oncologie, moet je zeker weten dat je het met de juiste data voedt en daarnaast heb je medisch specialisten nodig die richting kunnen geven aan het proces en verbeteringen kunnen doorvoeren. Menselijk inzicht zal moeten worden toegepast om systemen te kunnen verbeteren.

De kunstmatige intelligentie voor chatbots en klantenservice zal moeten worden ontworpen en geïnstrueerd, waarvoor een groeiend leger ontwikkelaars en programmeurs nodig is. Voor conversational interfaces moeten dialogen worden geschreven; Google en Amazon huren zelfs comedywriters in om hun persoonlijke assistenten te laden met humor. Misschien komt er werk voor 'bot-etiquettecoaches' die zich gaan bezighouden met etiquette en fatsoensregels voor (nieuwe) chatbots.

KI-toepassingen zullen voortdurend moeten worden bijgewerkt en onderhouden, net als websites nu. Misschien ontwerpt een bedrijf binnenkort wel een soort Minecraft voor KI-toepassingen, zodat je een systeem kunt bouwen voor je bedrijf met het gemak waarmee kinderen nu een virtuele blokkenwereld creëren. Zo'n creatie maakt het voor heel veel 'niet-techneuten' makkelijk om nieuwe systemen te bouwen.

Ook zullen KI-systemen bijdragen aan nieuwe bedrijvigheid omdat ze ons kennis laten maken met behoeftes waarvan we niet wisten dat we ze hadden of waarvan we gedacht hadden dat ze

niet te vervullen waren. De apps Runkeeper en Buienradar bieden nu ook features waarvan we tien jaar geleden niet wisten dat we ze ooit belangrijk zouden gaan vinden.

Nieuwe werkgelegenheid zal ook ontstaan omdat kunstmatige intelligentie werkzaamheden gaat verrichten die wij mensen helemaal niet kunnen verrichten. Een voorbeeld is het bedrijf Diffbot.



KUNSTMATIGE NIEUWSGIERIGE INTELLIGENTIE

Diffbot gebruikt kunstmatige intelligentie voor ‘web scraping’ of ‘web data extraction’. Web scraping is een techniek om grote hoeveelheden gegevens aan websites te onttrekken en automatisch te downloaden voor nader gebruik. Diffbot heeft een systeem met machine learning dat elke webpagina kan analyseren en er nuttige data aan kan onttrekken. Zo kan Diffbot specifieke websites scannen en veranderingen signaleren, bijvoorbeeld om de concurrentie in de gaten te houden.

Het Groningse bedrijf Dataprovider doet iets vergelijkbaars. Het zet slimme software in om bijvoorbeeld openlijk toegankelijke contactgegevens van websites wereldwijd te indexeren en beschikbaar te maken voor hun klanten. Op het moment van schrijven hebben ze 281 miljoen websites geïndexeerd. Zulke werkzaamheden zijn natuurlijk niet voor de mens weggelegd. Miljoenen websites ‘scrapen’, categoriseren en analyseren is voor een mens niet te doen. In beide voorbeelden creëert kunstmatige intelligentie een bedrijf met nieuwe medewerkers.

Slotopmerkingen

Globaal kunnen we zeggen dat er steeds meer taken van professionals worden overgenomen door intelligente cognitieve systemen. Met name waar het routinematig denkwerk betreft, doen nieuwe KI-technologieën snel hun intrede. Niet alleen eenvoudige taken kunnen beter en makkelijker worden gedaan, maar ook de complexere taken zullen steeds beter worden gedaan door slimme technologie. Voor iedere professional is het dus van belang om de ideeën en voorbeelden uit dit boek te bekijken door de bril van de eigen werkzaamheden.

Wie slechts routinematig werk doet, is en blijft gevoelig voor structurele werkloosheid, met name vanwege de enorme impact en het tempo van verandering. Als samenleving zullen we een oplossing moeten vinden voor de doelgroep die zich niet of moeilijk kan aanpassen, want deze ontwikkeling zal de maatschappelijke ongelijkheid en frustratie doen laten toenemen. De voordelen van de KI-groeispurt en de technologische versnelling in het algemeen worden waarschijnlijk ongelijk verdeeld in de samenleving.

Wie echter bezorgd is dat kunstmatige intelligentie uiteindelijk leidt tot massale werkloosheid, gaat ervan uit dat arbeid een soort *zero sum game* is: alsof er slechts een beperkte hoeveelheid werk te verrichten is en alles wat automatisering daarvan 'afpakt' van het totaal afgaat. De economie zit echter anders in elkaar. Er komt ook werk bij – nieuw werk waar we nu nog geen weet van hebben. Het is dus maar de vraag of we een periode van massawerkloosheid tegemoet gaan.

Wel zou er een 'overgangperiode' kunnen komen van tien of twintig jaar waarin er een nieuw evenwicht gevonden moet worden op de arbeidsmarkt. Oude banen zullen sneller verdwijnen dan dat er nieuwe bij komen.

Kunstmatige intelligentie zal de huidige trend van computer gerelateerde automatisering versnellen en de arbeidsmarkten opschudden, zoals ook eerder het geval was bij ingrijpende technologische veranderingen. Daarom zullen werknemers zich sneller moeten laten om- en bijscholen dan in het verleden, werknemers zullen gefocust moeten zijn op de wereld om zich heen en op nieuwe ontwikkelingen binnen en buiten hun vakgebied, ze moeten zorgen dat ze in verbinding staan met vakgenoten en stakeholders.

Bedrijven en overheden moeten het makkelijker maken voor werknemers om nieuwe vaardigheden te verwerven en indien nodig over te schakelen op nieuwe functies.

En ook de politiek moet zich meer gaan bekommeren om dit aspect van de digitale samenleving: de impact van kunstmatige intelligentie en robotisering, de toenemende digitale tweedeling in de samenleving en de onevenredige verdeling van welvaart die dat tot gevolg heeft.

Daarom is het goed dat er nieuwe initiatieven worden verkend zoals het universele basisinkomen. De naam zegt het al: een basisinkomen dat iedere Nederlander, ongeacht of hij werkzoekend of werkend is, maandelijks krijgt. Hiertegenover staat het wegvallen van een aantal aftrekposten, tegemoetkomingen en toeslagen; in de links van het boek is verdiepende literatuur te vinden. Het is onduidelijk of zoiets als het basisinkomen het juiste medicijn is,

maar we dienen als samenleving op creatieve manieren te experimenteren met nieuwe mogelijkheden. Het universele basisinkomen is voor de korte termijn waarschijnlijk een te rigoureuze oplossing, maar de tijd zal ons leren wat werkt en wat niet.

Want wellicht is zoiets als een basisinkomen niet eens nodig, want er komen ook nieuwe banen bij. Sommige zijn helder zichtbaar aan de horizon, maar vele ook nog niet. Talloze professionals zullen hun plek vinden in banen die we ons nu nog moeilijk kunnen voorstellen.

Tot slot, het maakt niet uit hoe geavanceerd kunstmatige intelligentie wordt, sommige banen zijn waarschijnlijk altijd beter toe te vertrouwen aan mensen, vooral als empathie, improvisatievermogen, abstract denken en sociale interactie belangrijk zijn. Artsen, therapeuten en trainers vallen in die categorie. Sociale vaardigheden zijn nou eenmaal moeilijk te automatiseren. En de onderdelen van de arbeidsmarkt waar persoonlijke ervaringen, menselijke aandacht, ambachtelijkheid en onthaasting worden aangeboden, zullen steeds belangrijker worden.

Wanneer wij als mens ontdekken waar wij ons echt in onderscheiden ten opzichte van slimme computersystemen, blijft er nog lange tijd werk voor mensen die zich kunnen en willen aanpassen aan de nieuwe mogelijkheden.

SAMENVATTING

Met de opkomst van steeds slimmere KI-systemen worden menselijke cognitieve vaardigheden geëvenaard of overtroffen door dit soort systemen. Lager opgeleide werknemers met relatief

makkelijke, routinematige taken zijn het meest vatbaar voor verdringing op de arbeidsmarkt.

Sommige professionals zullen in de toekomst weliswaar verlost worden van (saai) standaardwerk, maar anderen rest niets anders dan structurele werkloosheid. We moeten daarbij als samenleving met name alert zijn op de onevenredige verdeling van welvaart en werkloosheid.

De professional van de toekomst zal zijn eigen takenpakket tegen de meetlat van nieuwe technologische ontwikkelingen moeten blijven houden, en er aandacht voor blijven houden. We moeten beducht zijn voor systemen die volledige taken of een aaneenschakeling van kleine taken in 'een seconde denkwerk' van mensen kunnen overnemen.

Daarnaast gaan in de toekomst KI-systemen en menselijke vaardigheden elkaar aanvullen in een vanzelfsprekende samenwerking tussen mens en machine, met alle voordelen van dien. En er ontstaan vele nieuwe banen die nu nog vaak niet voor te stellen zijn. Daarbij zal op de arbeidsmarkt steeds meer ruimte zijn voor die taken waarin wij ons echt onderscheiden ten opzichte van slimme computersystemen.

In de bookmarks op de site staan verdiepende artikelen over de impact van kunstmatige intelligentie op de arbeidsmarkt.

HOOFDSTUK 7

CONCLUSIE

De veranderingen en versnellingen op het speelveld van kunstmatige intelligentie zijn evident. Onder andere de vooruitgang op het gebied van machine learning en aanverwante technologieën heeft de mogelijkheden van KI-systemen enorm doen laten toenemen. Die technologieën kunnen grote hoeveelheden data voor ons doorploeteren, trends ontdekken die wij mensen niet zien en zeer complexe systemen overzien en ze leiden uiteindelijk onder andere tot meer efficiëntie, tijdsbesparing, gemak en welvaart. De komende jaren gaan KI-systemen kosten reduceren voor bedrijven, maar het vermoeden is dat ze vooral nieuwe verdienmodellen gaan creëren. Slimme KI-systemen gaan tevens bedrijven helpen om de klant beter te leren kennen, met meer omzet en tevreden klanten als gevolg.

Door de toegenomen kwaliteit van bijvoorbeeld spraak-, geluids-, video- en gezichtsherkenning zijn systemen steeds meer in staat om specifieke menselijke vaardigheden te evenaren of zelfs overtreffen.

Digitale persoonlijke assistenten worden met de dag beter en uitgebreid met steeds meer skills. Chatbots helpen bijvoorbeeld met simpele taken: ze kunnen relevante afbeeldingen vinden, informatie over een theatervoorstelling of museum geven of helpen met de aankoop van een product of dienst.

Virtuele persoonlijk assistenten krijgen steeds meer mogelijkheden en zijn als software steeds vaker in andere apparaten beschikbaar. In intelligent agents herkennen we de meest uitgebreide digitale butler vanwege proactief en (gedeeltelijk) autonoom handelen. Technologiebedrijven zetten vol in op dit soort technologie: het is een fenomeen dat wel eens een volledig nieuw 'besturingssysteem' zou kunnen worden na het web en smartphone-apps.

Maar vergeet niet: we staan nog maar aan het prille begin van deze technologische trend. Er is veel hype en daarmee ligt *overpromise* en *underdeliver* op de loer. KI-technologie is nog niet zo robuust en volwassen als we graag zouden willen en we weten ook niet zeker in hoeverre we op dit soort systemen kunnen vertrouwen. Dit komt mede door het gebrek aan transparantie in neurale netwerken en het risico van vooringenomen algoritmes.

Ook vragen AGI, kunstmatige algemene intelligentie en ASI, superintelligentie onze aandacht. We dienen de waarschuwingen van experts op dit vlak niet weg te wuiven en af te doen als sciencefiction; hun scenario's verdienen serieuze aandacht.

Bedenkingen en onvolwassenheid daargelaten is de trend echter helder: we gaan steeds meer samenwerken met KI-systemen en zullen er steeds vaker door geholpen worden.

Ons gedrag, onze intenties en onze wensen smelten steeds meer samen met technologie; die leert steeds beter herkennen wie wij zijn, wat we doen, waarom we dat doen en wat we willen. De systemen gaan ons wellicht soms beter leren kennen dan wij onszelf kennen. Chatbots, virtuele persoonlijk assistenten en intelligent

agents zullen ons steeds beter bedienen en worden zo gewoon als smartphones en apps anno nu.

Door slimme KI-systemen zullen we nog meer gemak, tijdsbesparing, inzichten en welvaart creëren. Het zullen de zoete vruchten zijn van de kwalitatieve KI-groeispurt.

De verwachting is ook dat de versnelling van de afgelopen jaren nog verder zal toenemen nu snellere computerchips, kwantumcomputers en algoritmische organisaties concreet worden.

Zoals bij elke technologische vernieuwing zijn er ook potentiële nadelen, zoals het gebrek aan transparantie in neurale netwerken, de macht van grote internetbedrijven, de toenemende druk op onze privacy, vooringenomen algoritmes die waarschijnlijk de meest kwetsbaren in de samenleving gaan treffen en de ongelijke verdeling van de nieuw gecreëerde welvaart.

Kunstmatige intelligentie zal ook impact hebben op de arbeidsmarkt. Dit is reden tot zorg omdat dit kan leiden tot werkloosheid en omdat er van een groot gedeelte van de beroepsbevolking uitdrukkelijk gevraagd wordt om nieuwe vaardigheden te leren, de oude te ontleren, maar wellicht ook de huidige status van het werk te herzien. Aanpassingsvermogen en leergierigheid zijn belangrijke eigenschappen voor de professional van de toekomst. Er verdwijnen banen, er komen nieuwe banen bij en we zullen steeds meer gaan samenwerken met dit soort systemen. Wie niet leert om samen te werken met kunstmatige intelligentie, wordt geleidelijk minder relevant op de arbeidsmarkt.

Het is niet onwaarschijnlijk dat juist de komst van cognitieve technologie ons menselijker zal maken omdat zulke systemen meer repetitieve of saaie taken van ons gaan overnemen. Wij kunnen

ons als mens dan meer bezighouden met betekenisvollere taken en onze focus bijvoorbeeld leggen op abstract, intuïtief en creatief denken, taken waar wij als mens heel erg goed in zijn. Daarbij zien we steeds helderder de schijnbare paradox tussen de toename van snelheid, digitalisering en technologie aan de ene kant en de waardering voor menselijke zaken als aandacht, ambacht, creativiteit, onthaasting en empathie aan de andere kant.

OVER DE AUTEUR

Jarno Duursma is trendwatcher, spreker over digitale technologie en eigenaar van Studio Overmorgen.

Hij is auteur van boeken over sociale mediastrategie, WhatsApp, Bitcoin-blockchain en kunstmatige intelligentie. Hij is oprichter van innovatieplatform #SMC050 en alumnus van Singularity University in Silicon Valley.

Alle aanvullende informatie, zoals naslagwerken, een volledige bronnenlijst en verdieping, is terug te vinden op www.jarno-duursma.nl/butlerbookmarks.

DANKWOORD

Ik bedank graag een aantal mensen. Allereerst mijn vrouw Floor en mijn kinderen voor hun steun. En mijn BFF Gert voor het meedenken en kritisch kijken naar de teksten. Verder dank voor meelesen, input (interview) en feedback: Sander van den Hoven (Microsoft), Jacob Klaassen (Goldmund Wyldebeast Wunderliebe), Joshua Peper (Peperzaken), Dimitri Reining, Neil Jacobstein (Singularity University USA), Mikhail Naumov (DigitalGenius), Anita Drenthen (Alledaags), Jeroen Bos (Bossers & Cnossen), Nicky Hekster (IBM), Jense Gerrits, Stef van Grieken (Google X), Yuri van Geest (Exponential Organizations), Christian Branbergen (Dataprovider), Geerhard Bolte (Haystack) en al die mensen aan wie ik mijn ideeën heb mogen voorleggen en die ik heb mogen ondervragen.

Handshakes voor SMC050, SUEPMay17, SingularityU Netherlands, de Noordelijke Online Ondernemers (NOO), Launch Café en The Digital Office Groningen.

BOEKEN EN WHITEPAPERS

Accenture Labs, AI is the new UI: Experience Above All, 2017

Accenture Labs, Boost Your AIQ: Transforming into an AI Business, 2017

Accenture Labs, Think Beyond Ones and Zeros: Quantum Computing Now, 2017

Amani, L., Your cognitive future: How next-gen computing changes the way we live and work, IBM Institute for Business Value, 2014

Bijl, D., Alles wordt anders; hoe robots, 3D-printers, kunstmatige intelligentie en nog vier technologieën ons leven zullen veranderen, uitgeverij Haystack, 2016

Bostrom, N., Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford University Press. 2014

CB Insights, The AI 100, 2017

CB Insights, The State of Artificial Intelligence: Recent Advances, Startup Landscape, the Road Ahead

Cotrupe, J., Conversational A.I.: it's A Bot Time for a New Conversation on Customer Engagement, April 2016

Deloitte, Artificial Intelligence Innovation Report, 2016

Deloitte, The Disruptive Chat Bot: Sizing up real opportunities for business, 2016

Executive Office of the President, Artificial Intelligence, Automation, and the Economy, December 2016

Gartner Inc., 'CIO Futures' Prepare CIOs for Their Role in 2030, November 2016

Gartner Inc., Executive Summary Report: Lead 360: Drive digital to the core, November 2016

Gartner Inc., Predicts 2016: Algorithms Take Business to the Next Level, December 2015

Gartner Inc., Predicts 2017: Marketers, Expect the Unexpected, 2016

Gartner Inc., The Road to Enterprise AI, 2017

Gartner Inc., Top Strategic Predictions for 2017 and Beyond: Surviving the Storm Winds of Digital Disruption, October 2016

Grace, K., e.a. When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts, May 2017

He Yujia, How China is preparing for an AI-powered Future, June 2017

High, R., The Era of Cognitive Systems: An Inside Look at IBM Watson and How It Works, 2012

Holmström, E., CIO's Survival Guide in Digital Tsunami, March 2017

Houston, J., The Rise of Chatbots!: Identifying Winners in the Next Wave of Human-Technology Interaction, 2017

IBA Global Employment Institute, Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace, April 2017

Institute for the Future and Dell Technologies, Emerging Technologies' Impact on Society & Work in 2030, 2017

IPG Media Lab, Messaging Apps: The New Face of Social Media and What It Means For Brands, 2014

Ismail, S., Exponentiële organisaties: waarom nieuwe organisaties tien keer beter, sneller en goedkoper zijn - en hoe jij dat ook wordt. Business Contact , 2015

Kelly, K., The Inevitable: Understanding the 12 Technological Forces That Will Shape Our Future, 2017

Lewis-Kraus, G., The Great A.I. Awakening, NYT, December 2016

Marketingfacts, Conversational Interfaces, April 2017

McKinsey & Company, Inc., Making smartphones brilliant: Ten trends, June 2012

McKinsey Global Institute, A Future that Works: Automation, Employment and Productivity, January 2017

McKinsey Global Institute, Artificial Intelligence: Implications for China', April 2017

McKinsey Global Institute, Artificial intelligence: The next digital frontier?, 2017

Microsoft, Future proof yourself: Tomorrow's Jobs, 2017

Microsoft, Machine Learning Workshop, 2017

Mobext, Mobile Marketing Trends for 2016, 2015

Naimat, A., The New Artificial Intelligence Market, A Data-Driven Analysis of Industries and Companies Adopting AI, 2016

Orange Silicon Valley, How can I help?: The Rise of Chatbots and Intelligent Agents, Juni 2016

Pegasystems, What Consumers Really Think About AI: A Global Study, Insights

into the minds of consumers to help businesses reshape their customer engagement strategies, 2017

Purdy, M. and Daugherty, P., Why Artificial Intelligence is the Future of Growth, 2017

Purdy, M., Qiu, S. en Chen, F., How Artificial Intelligence can drive China's Growth, 2017

PwC, Bot.Me: A revolutionary partnership: How AI is pushing man and machine closer together, 2017

PwC, Leveraging the upcoming disruptions from AI and IoT: How Artificial Intelligence will enable the full promise of the Internet-of-Things, 2017

PwC, Sizing the prize: What's de real value of AI for your business and how can you capitalize, 2017

Salesforce, AI voor CRM: Een handleiding over alles wat je moet weten, 2016

Schatsky, D. and Gratzke, P. (Deloitte), The conversational enterprise: How chatbots can answer questions for both customers and employees, 2016

Schatsky, D., Muraskin, C. and Gurumurthy, R., Cognitive technologies: The real opportunities for business, 2015

Scoble, R., Age of Context: Mobile, Sensors, Data and the Future of Privacy, 2013

Stanford, Artificial Intelligence and Life in 2030: One Hundred Year Study on Artificial Intelligence, September 2016

The Economist, Artificial Intelligence in the Real World: The Business Case takes Shape, 2016

The Economist, The return of the machinery question, June 2016

The MathWorks, Inc., Applying Supervised Learning, 2016

The MathWorks, Inc., Applying Unsupervised Learning, 2016

The MathWorks, Inc., Getting Started with Machine Learning, 2016

The MathWorks, Inc., Introducing Machine Learning, 2016

Twentyman, J., Preparing for the digitisation of the workforce: An everis report, written by The Economist Intelligence Unit, 2015

van Doorn, M., e.a., Machine Intelligence: Executive Introductie, 2016

van Doorn, M., e.a., Machine Intelligence: Het bot-effect: friending your brand, 2016

van Doorn, M., e.a., Machine Intelligence: The FrankensteinFactor The Anatomy of Fear of Ai, 2017

REACTIES

'Jarno schrijft boeiend en wetenswaardig. Door de sprekende voorbeelden brengt hij je op de hoogte van de laatste ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie en wat deze kunnen gaan betekenen voor onze toekomst.'

Jeroen Bos, Bossers & Cnossen

'Verfrissende en verhelderende uiteenzetting van de KI-systemen die overal om ons heen beginnen te ontstaan. Geeft een goed beeld van de huidige stand van de technologie, zonder al te veel bangmakerij over de nabije toekomst.'

Joshua Peper, Peperzaken

'Jarno geeft een heldere uiteenzetting over de ontwikkelingen binnen kunstmatige intelligentie. Dat we aan de vooravond staan van grote veranderingen in de relatie van mens en machine is iedereen wel duidelijk. Maar op de vragen wat er gaat veranderen, wat voor invloed het heeft op ons leven van alledag en in welk tempo deze veranderingen gaan plaatsvinden, probeert Jarno een duidelijk antwoord te geven. Voor iedereen die snel bijgepraat wil worden is het boek zeer lezenswaardig.'

Jacob Klaassen, Goldmund, Wyldebeast & Wunderliebe



DE DIGITALE BUTLER

De ontwikkelingen in kunstmatige intelligentie gaan razendsnel. Slimme computersystemen worden zelflerend en beschikken over vaardigheden die tot nu toe waren voorbehouden aan mensen, zoals kijken, luisteren en praten. Met de huidige ontwikkelingen in kunstmatige intelligentie merk je online het verschil soms niet meer tussen mens of machine. Sneller dan je denkt zullen slimme bots tegen ons gaan praten en voor ons bedenken wat we op dat moment nodig hebben:

- *Je verzekeringsclaim wordt binnen enkele seconden beoordeeld en betaald.*
- *Je digitale assistent wijzigt automatisch je agenda op basis van een binnengekomen e-mail of voicemail en stuurt een notificatie aan andere deelnemers.*
- *Software onderhandelt met je klant over zijn onbetaalde facturen en regelt het incassotraject.*

Slimme software wordt onze digitale butler. Chatbots, virtual personal assistants en intelligent agents leren steeds beter te herkennen wie we zijn, wat we doen en wat we willen. Een wereld vol mogelijkheden opent zich. Al zijn er ook risico's, zoals de toenemende druk op onze privacy en de mogelijk negatieve impact op de arbeidsmarkt. En hoe ziet onze toekomst eruit met de opkomst van zelfdenkende smartphones, quantum computing en kunstmatige superintelligentie?



Trendwatcher Jarno Duursma legt uit wat kunstmatige intelligentie is en hoe je ervan kunt profiteren. Als consument en als manager, ondernemer of professional.

