

KUNSTMATIG INTELLIGENTE
COMPUTERS HEBBEN STEEDS MEER
MENSELIJKE VAARDIGHEDEN

HOREN, ZIEN EN SPREKEN

Tekst: Hidde Jangerman

Kunstmatige intelligentie heeft een vlucht genomen. Dankzij de techniek 'deep learning' kunnen computers inmiddels taal begrijpen, objecten herkennen en open vragen beantwoorden. En daar houden de mogelijkheden nog lang niet op.

Tijdslijn 1951

Marvin Minsky, beschouwd als de grondlegger van kunstmatige intelligentie, bouwt het eerste zelflerende neurale netwerk.

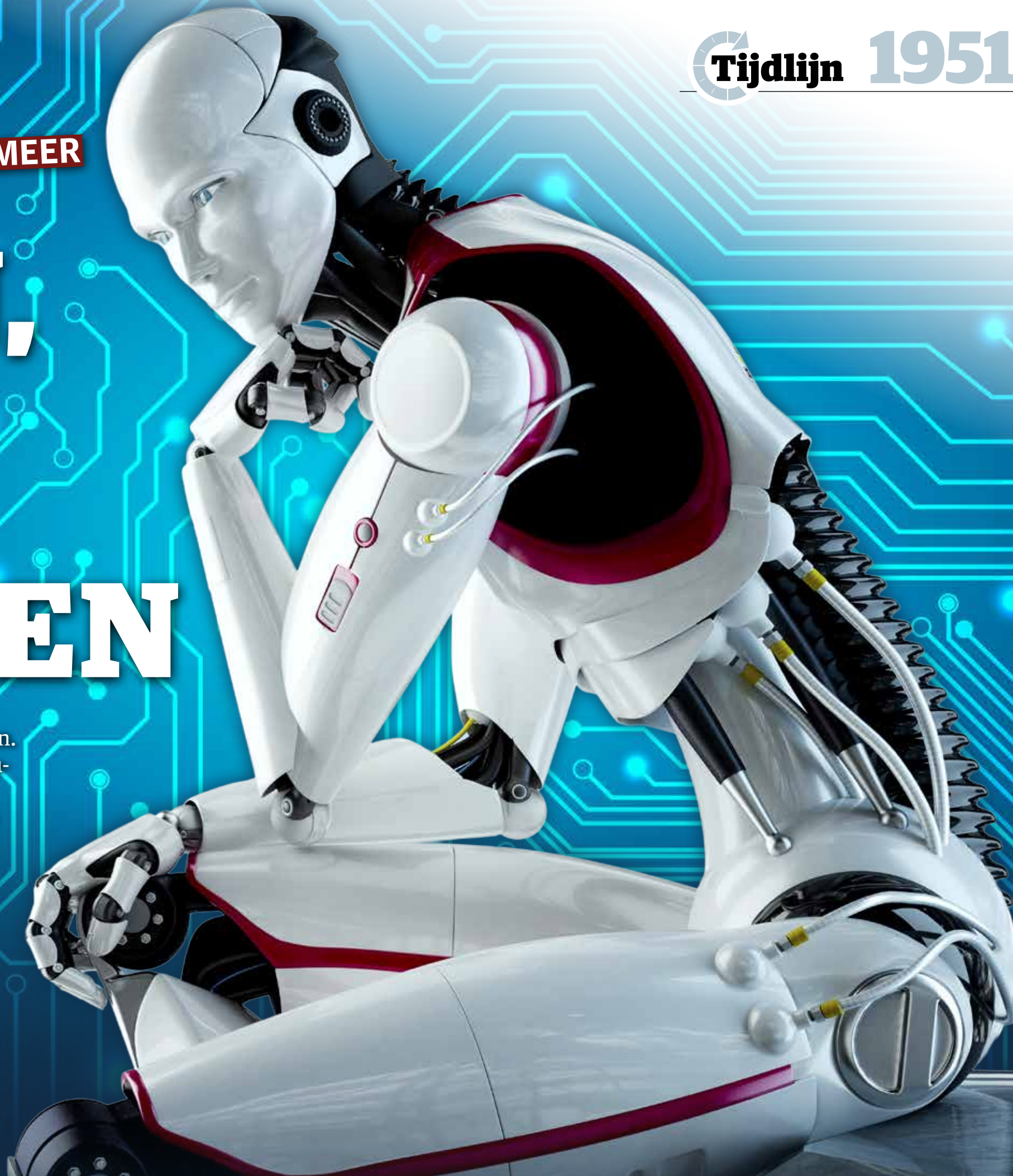
Als je tien jaar geleden had voorspeld dat computers binnen vijf jaar open vragen zouden kunnen beantwoorden op basis van gesproken taal, zou je waarschijnlijk door de meeste wetenschappers zijn uitgelachen. Computers konden misschien goed schaken, navigeren in het verkeer en informatie opzoeken op internet, maar voor complexe taken in de echte wereld werden ze een decennium geleden nog volledig ongeschikt geacht. Zelfrijdende auto's vlogen bijvoorbeeld nog voortdurend over de kop.

IBM was destijds al wel bezig met het ontwikkelen van een computer, Watson genaamd, die vragen kon beantwoorden, maar de resultaten vielen nog tegen. Op de vraag naar een historische Britse auteur uit Stratford-upon-Avon antwoordde Watson niet 'William Shakespeare', maar 'Kreta'. Gevraagd naar de eerste vrouw in de ruimte noemde de computer het stripperso-nage Wonder Woman. Ook was Watson in die beginperiode nog zo traag dat de onderzoekers hun vraag standaard vóór de lunch stelden, zodat ze na het eten het antwoord konden checken.

Tegenwoordig lacht niemand Watson meer uit. In 2011 versloeg de computer de beste menselijke spelers in de mate-loos populaire Amerikaanse kennisquiz *Jeopardy!* In één klap had IBM de uitdagingen van natuurlijke taalverwerking, vraaganalyse en ontologie (een door computers interpreteerbare beschrijving van de werkelijkheid) opgelost. Kunstmatige intelligentie kwam in een stroomversnelling terecht. Een jaar eerder had Google een succesvolle zelfrijdende auto gelanceerd. In 2012 lukte het om computers eenvoudige objecten te laten herkennen, zoals katten en auto's. Twee jaar daarna waren ze op het gebied van gezichtsherkenning, inclusief de emoties die erop te lezen zijn, al bijna even goed als mensen.

Het lachertje van de wetenschap

Het wetenschapsgebied van kunstmatige intelligentie gaat de laatste jaren dus met sprongen vooruit. Als je het de wetenschappers zelf vraagt, werd het ook wel tijd. Lange tijd was *artificial intelligence*, ofwel A.I., een beetje het lachertje van de wetenschap. Computerwetenschappers ploeterden decennialang voort zonder veel vooruitgang te boeken. Er waren successen, zoals de implementatie van industriële robots

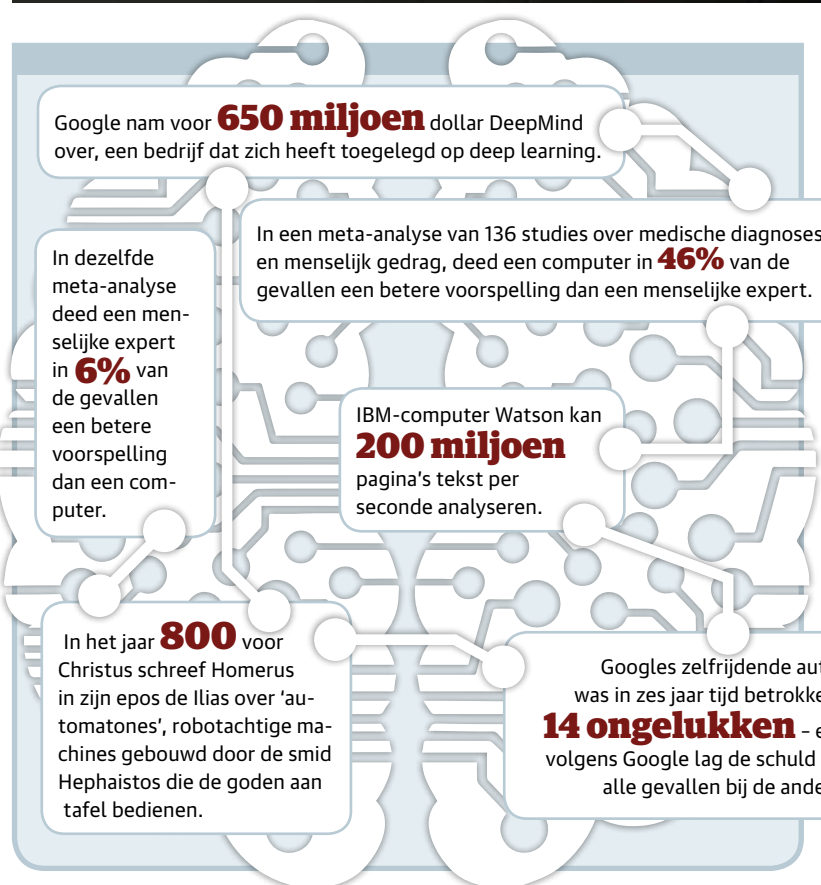


1955

Computergeleerde Arthur Samuel ontwerpt een zelflerend dam-programma dat een geoeefende amateurdammer verslaat.

1956

Tijdens de Dartmouth Conference van topwetenschappers in de VS wordt voor het eerst de term artificial intelligence gebruikt.



Computers worden steeds beter in het herkennen van gezichten en emoties. Critici zijn bang dat het grootschalig gebruik van gezichtsherkenning, bijvoorbeeld door adverteerders en overheden, onze privacy verder zal aantasten.

» begin jaren tachtig of de schaak-computer van IBM die in 1997 wereldkampioen Garri Kasparov versloeg, maar over het algemeen vielen de resultaten tegen. Pas sinds een jaar of zes lijkt de bom echt gebarsten en beginnen wetenschap, bedrijfsleven en consumenten daar de vruchten van te plukken. Smartphones kunnen in toenemend tempo steeds meer. Robots worden socialer en gebruikersvriendelijker en worden ingezet in de zorg, als persoonlijke assistent in bankfilialen of om afval op te ruimen. Er zijn zelfs al robots die college hebben gegeven aan de universiteit. In auto's worden steeds meer A.I.-snufjes geïnstalleerd, zoals een gaspedaal dat gaat trillen zodra je te dicht op je voorganger zit of een automatisch remsysteem dat voetgangers herkent. En recent op de markt gekomen: een slimme thermostaat die zelf de temperatuur in huis aanpast op basis van jouw gedrag. Volgens de Amerikaanse economen Andrew McAfee en Erik Brynjolfsson staan we aan de vooravond van wat ze in hun gelijknamige boek 'het tweede machinetijdperk' noemen. Na de

1961

De eerste industriële robot wordt geïntroduceerd in de Amerikaanse auto-industrie om gloeiendhete auto-onderdelen van de lopende band te pakken.

1982

Na een periode van stilstand investeert Japan grootschalig in kunstmatige intelligentie, wat andere landen inspireert en het veld doet herleven.



SETH WENIG/AP/WIDE WORLD



In 2011 versloeg het computerprogramma Watson de beste spelers in de Amerikaanse kennisquiz Jeopardy!. Het betekende een doorbraak voor kunstmatige intelligentie.

‘Streamer 3 regels’

binnen het A.I. vakgebied: *deep learning*. Dit is een methode van complexe patroonherkenning, waarbij computers worden ‘getraind’ met behulp van duizenden foto's, woorden, teksten en video's. Uit die informatiebrij leren ze patronen herkennen en brengen zo stukje bij beetje de wereld in kaart. Het deep-learning-algoritme heeft computers in staat gesteld om menselijke taal te begrijpen, objecten te herkennen en foto's en video's te analyseren. Kortom, het heeft computers leren horen, zien en spreken. Dankzij deep learning kunnen we vandaag de dag tegen onze smartphones praten en zijn

tallose start-ups overal ter wereld bezig met nieuwe intelligente toepassingen waarbij computers ons steeds meer reken-, denk- en doewerk uit handen nemen. Deep learning is losjes gebaseerd op de werking van ons brein, waar hersencellen zintuiglijke informatie uit de buitenwereld omzetten in betekenis. In de computer wordt dit mechanisme nagebootst via zogenaamde neurale netwerken. Net als in onze hersenen, waar het licht dat uit de buitenwereld op ons netvlies valt in beelden wordt vertaald, wordt zo'n netwerk gevoed met ruwe data, zoals de





STAN HONDWAPFANP

» pixels die samen een foto vormen. De digitale zenuwcellen van het neurale netwerk zetten deze data vervolgens om in meer betekenisvolle informatie, die bij elke stap genuanceerder wordt. Om bij ons fotovoorgebeeld te blijven: uit de brij van pixels filtert het neurale netwerk eerst de contouren van de objecten. Een paar rondes later kan het die objecten identificeren: dit is een stoel, dit is een persoon, dit is een taart. Ten slotte probeert het systeem te achterhalen hoe alles zich tot elkaar verhoudt. Onder de foto produceert de computer dan de zin: ‘Een meisje eet taart op een stoel’.

“Om een intelligente machine te bouwen, moet die een heleboel kennis opdoen over de wereld om zich heen”, zegt Yoshua Bengio, hoogleraar computerwetenschap aan de Universiteit van Montreal en een van de toonaangevende experts op het gebied van deep learning. “Decennialang hebben wetenschappers dat geprobeerd via het opstellen van standaarden en regels, zoals welke configuratie van pixels een stoel voorstelt”, vertelt Bengio via Skype. “Dat bleek niet goed te werken. Wat wel werkt, is de machine laten ontdekken wat een stoel is door hem duizenden voorbeelden te laten zien.”

Mensenlevens op het spel

Ondanks de snelle vooruitgang van de laatste jaren zijn er nog een hoop problemen op te lossen, zegt Bengio. Een van de uitdagingen is de computer in zijn leerproces onafhankelijker te maken van de mens. “Nu moeten we de computer steeds vertellen ‘dit is een kat’ of ‘dit is een hond’. Dat werkt goed, maar het is niet de manier waarop wij

▲

Schaakgrootmeester Garry Kasparov tijdens zijn laatste partij tegen IBMs schaakcomputer Deep Blue in 1997, die hij al na 19 zetten zou verliezen. Een historische zege voor de wereld van kunstmatige intelligentie, na decennia van gekwakkel.

leren. Wij hebben als kind misschien vaak, maar zeker niet de hele tijd iemand naast ons zitten die ons vertelt wat wat is en of we het goed doen of niet. En al helemaal niet als volwassene. We weten nog niet goed hoe we computers op zo’n autonome manier kunnen laten leren.”

Dat computers steeds beter worden in het duiden van de wereld om hen heen,

Singulariteit en de Matrix

Het moment waarop machines intelligenter worden dan mensen komt eraan, denken veel A.I.-deskundigen. Of... heeft het al plaatsgevonden?

In het artikel ‘Wat als... robots intelligenter worden dan mensen’ in KIJK 9/2015 kon je je al even verplaatsen in een tijd waarin machines ons qua intelligentie voorbijstreven. Met de grote sprongen die kunstmatige intelligentie heeft gemaakt, is het volgens de meeste wetenschappers slechts een kwestie van tijd voordat we dit kantelpunt bereiken. Nu zijn machines alleen op deelgebieden zoals patroonherkenning en geheugen superieur, maar leggen ze het op het vlak van sociale vaardighe-

den en creativiteit nog tegen ons af. Volgens een recente rondvraag geloven de meeste A.I.-deskundigen echter dat er een kans is van 50 procent dat computers ons rond 2040 op alle gebieden van intelligentie zullen hebben geëvenaard. Moeten we ons daar zorgen om maken?

Bekrompen en onorigineel

Het punt waarop machines even intelligent zullen zijn als mensen wordt ‘singulariteit’ genoemd, een

1986

De Duitse wetenschapper Ernst Dickmanns ontwikkelt de eerste robotauto, die op lege wegen een snelheid haalt van 90 km/uur.

1997

Een schaakcomputer van IBM verslaat wereldkampioen Garri Kasparov, een prestatie die wordt beschouwd als een doorbraak in kunstmatige intelligentie.



heeft ook een keerzijde. Zo wordt het overheden nog makkelijker gemaakt om hun burgers in de gaten te houden. En adverteerders kunnen nog gericht spam op potentiële kopers loslaten. Als de computer uit je vakantiekiekjes op Facebook kan afleiden welk merk badkleding je draagt, kun je bij je eerstvolgende internetbezoek worden bestookt met advertenties voor zwembroeken

▲

Een schrikbeeld van kunstmatige intelligentie: autonome drones die zelf hun doelwit uitkiezen en uitschakelen. Er zijn onderzoekers die vinden dat dit bij voorbaat verboden moet zijn.

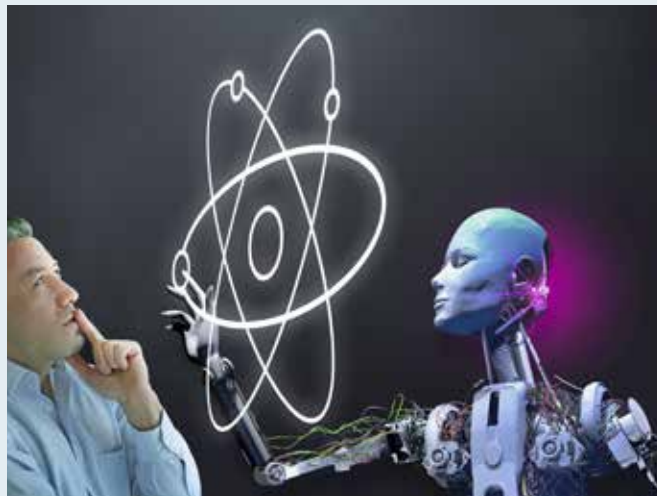
van dat merk. Bengio is daar ook niet gelukkig mee, maar hij is nog veel bezorgder over de mogelijke militaire toepassingen van kunstmatige intelligentie. “De technologie is niet ver verwijderd van het maken van *killer drones*. Dan beslissen computers dus over mensenlevens. Ik denk dat het hard nodig is om wetten te maken die dit verbieden, net zoals we

dat hebben gedaan met kernwapens.” (Zie ook kader ‘Pas op voor deze wapens’ bij het artikel ‘Jan Soldaat wordt robogeek’ in KIJK 2/2016.)

Beter dan Google

Gelukkig overheersen vooralsnog de rooskleurige toepassingen van deep learning. Met misschien wel als mooiste voorbeeld de al genoemde Watson-computer van IBM, de eerste niet-menselijke winnaar van de quiz *Jeopardy!* Al snel na het televisiedebuut van Watson stonden universiteiten, bedrijven en zorginstellingen bij IBM op de stoep om een graantje van de veelbelovende technologie mee te pikken. Vandaag de dag wordt Watson onder meer gebruikt bij kankeronderzoek om oncologen te assisteren bij het stellen van diagnoses. Watson analyseert een patiëntendossier en vergelijkt de informatie met zijn eigen database van duizenden pagina’s medische literatuur, die voortdurend wordt geüpdatet. Binnen enkele minuten produceert de computer een lijst van mogelijke behandelingsmethoden, toegespitst op het individu. De arts kan hier vervolgens een keuze uit maken.

“Watson is een beslissingsondersteunend systeem”, zegt IBM ingenieur Gerard Smit in zijn Amsterdamse kantoor. “Hij begrijpt open vragen en op basis van hypothesen zoekt hij daar de antwoorden bij.” Smit noemt Watson expliciet geen zoekmachine. Toch dringt de vergelijking met Google zich op. In een artikel in het Amerikaanse technologietijdschrift *Wired* werd al geopperd dat Watson Google



term afkomstig van de Amerikaanse uitvinder en computerwetenschapper Ray Kurzweil die er vele boeken over schreef. Hoewel Kurzweil ook gevaren ziet, beschouwt hij singulariteit als een positief scenario. “De toekomstige machines zullen nog menselijker zijn dan mensen van nu”, schrijft hij. “Als dat een paradoxale bewering lijkt, besef dan dat veel menselijke gedachten bekrompen en onorigineel zijn.” Machines zullen de fijnzinnige kwaliteiten van het menselijke denken in veel hogere mate tot uitdrukking brengen, denkt Kurzweil.

Onderbuikgevoel

Sommigen gaan nog een stap verder. Volgens de Zweedse filosoof Nick Bostrom is de kans aanwezig dat de singulariteit al heeft plaatsgevonden, maar bij een andere beschaving ergens in een ander

universum. Met hun geavanceerde technologie zou deze beschaving een computersimulatie kunnen maken bevolkt met bewuste en denkende wezens. Als je dat gedachte-experiment doortrekt, kan het dus zo zijn dat wij in zo’n computersimulatie leven. En wat wij beschouwen als God, niemand anders is dan de slimme softwareontwikkelaar aan de andere kant van de Matrix. Zelf schat Bostrom de kans dat dit ook echt zo is in op 20 procent, volgens hem louter gebaseerd op een onderbuikgevoel. Maar ook al heeft hij gelijk, dan is het nog geen reden om ongerust te worden, stelt Bostrom. “De veranderingen in ons geloofssysteem zouden subtiel zijn”, schrijft hij. “Als het goed wordt begrepen, zou het niet tot paniek hoeven leiden of tot een compleet ander toekomstbeeld.”



2007

Stanford-hoogleraar Fei-Fei Li lanceert ImageNet, een doorbraak in objectherkenning waarbij algoritmes via duizenden afbeeldingen worden getraind in patroonherkenning.

‘Streamer 3 regels’

» weleens van de troon zou kunnen stoten. Want waar Google slechts informatie ophaalt op basis van zoekwoorden, analyseert Watson de vraag achter de zoekwoorden. Niet alleen kan hij die vraag beter beantwoorden, maar Watson kan op basis van een dialoog met de gebruiker ook nieuwe verbanden leggen. ‘Google can retrieve, but Watson can create’, schreef *Wired*. Ook op gebied van misdaadbestrijding, onderwijs en rechtspraak wordt Watson al ingezet. Zo is het voor Watson een fluitje van een cent om duizenden pagina’s jurisprudentie door te werken; een klus waar een advocaat weken mee zoekt is. En de lijst gebruikers blijft groeien. Smit: “We werken ook samen met een Europese oliemaatschappij. Via Watson kunnen ze allerlei informatie over bodemgesteldheid, weersgesteld-

heid en seismologische informatie met elkaar combineren. Zo kunnen ze op de vierkante centimeter bepalen hoe groot een olievoorraad is en of een proefboring zinvol is of niet.”

Vervangen door robots

Intussen is de techniek achter Watson razendsnel geëvolueerd. In 2011 had Watson slechts één vaardigheid, namelijk het beantwoorden van open vragen. Tegenwoordig heeft hij er 28. Zo kan hij gezichten herkennen, gesprekken voeren, vertalen en zelfs persoonlijkheidskenmerken en trends analyseren. En dat is nog maar het begin, want komend jaar groeit zijn skillset uit tot vijftig. Volgens Gerard Smit is computervisie de meest veelbelovende innovatie. “Watson kon eerst alleen maar teksten doorgronden. Maar we wilden hem ook

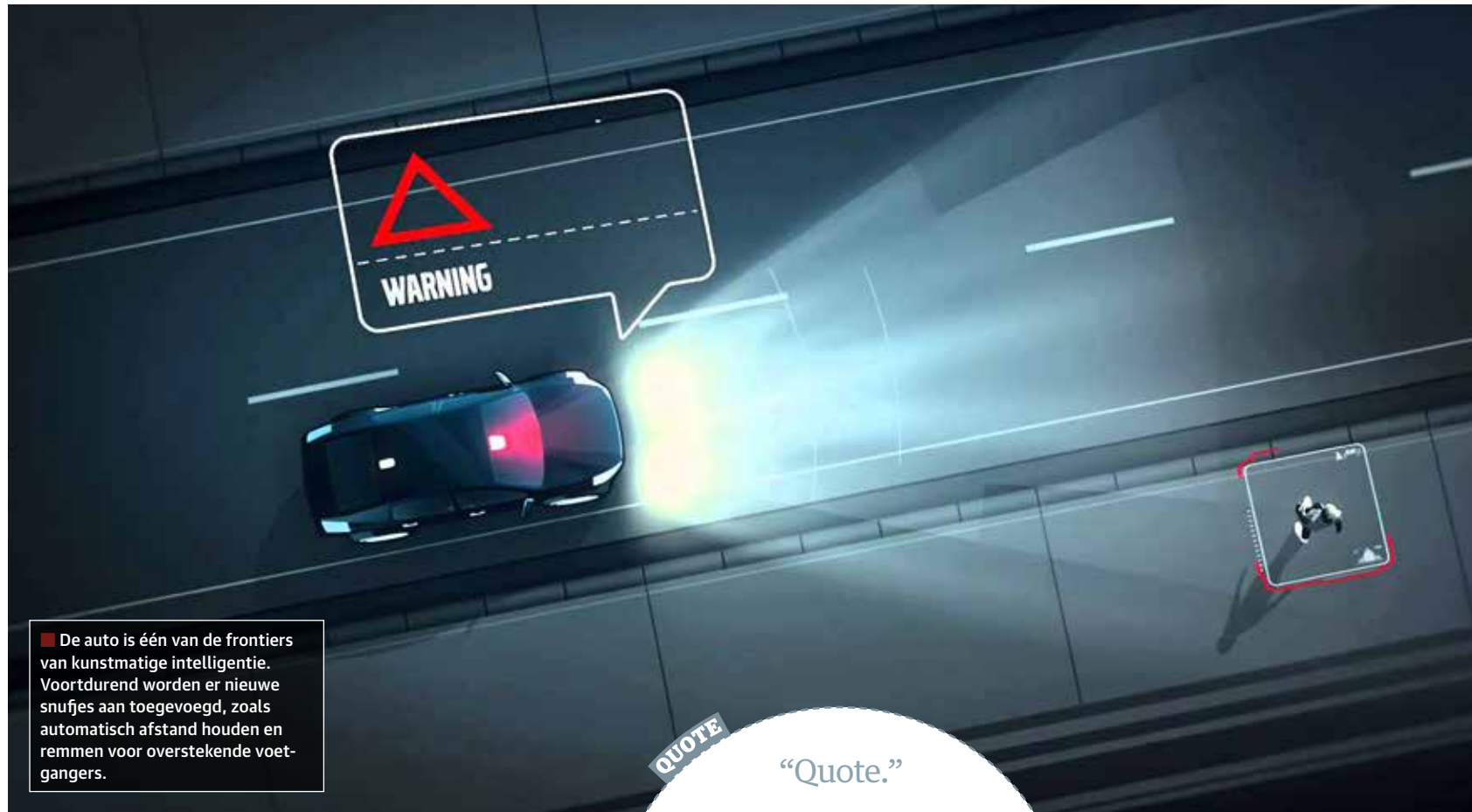


Op het gebied van sociaal gedrag leggen robots het nog af tegen mensen. Onderzoekers overal ter wereld zijn hard bezig om dat gat te dichten, zoals met deze robot die handjes kan schudden en emoties kan tonen.

laten ‘zien’, zodat hij videobeelden en foto’s kan herkennen. We zijn bezig om Watson te voeden met duizenden scans en röntgenfoto’s om hem te leren afwijkingen te herkennen. Als radiologen tweehonderd foto’s hebben gezien, worden ze moe en gaan ze dingen missen. Watson kan er honderden miljoenen per dag op pixelniveau doorgronden, waardoor de kwaliteit van de analyse veel beter zal worden. Straks kun je met je smartphone een foto van je moeder-vlek maken en Watson vragen of het een melanoom is.” Volgens Smit zal Watson de menselijke arts echter nooit vervangen. “Je moet Watson zien als een assistent. Uiteindelijk blijft de mens eindverantwoordelijk. Onze invalshoek is niet om de mens te vervangen, maar om mens en machine bij elkaar te brengen.” Het is wel een angst die bij veel mensen leeft: zal de oprukkende technologie en de steeds intelligentere machines op den duur niet onze banen overbodig maken? Want waarom zou je nog een taxichauffeur bellen als een zelfrijdende auto je even snel, maar veel goedkoper van A naar B kan brengen?

2009

Google ontwikkelt een volledig zelfrijdende auto die in het verkeer kan navigeren zonder ongelukken te veroorzaken.



QUOTE

“Quote.”

Xxxxxxx.
Bron: Xxxxx

Wetenschappers van de Universiteit van Oxford publiceerden vorig jaar een studie waarin ze stelden dat een derde van alle banen in de komende twintig jaar het risico loopt om vervangen te worden door robots. Afgelopen november organiseerde NRC een congres over de impact van robotisering op de samenleving, waar wetenschappers en politici zich over dit vraagstuk bogen. Ook Gerard Smit was er als panellid aanwezig. Zoals veel A.I.-wetenschappers maakt hij zich niet zoveel zorgen over dreigende massawerkloosheid. “Ik

2011

IBM-computer Watson verslaat de beste menselijke spelers in de Amerikaanse kennisquiz Jeopardy!, wat wordt beschouwd als een doorbraak in computerintelligentie

5 techgiganten duiken op A.I.

1 Facebook: in 2013 besloot Facebook-oprichter Mark Zuckerberg te investeren in kunstmatige intelligentie met een onderzoeksgroep geleid door topwetenschappers in het veld. Facebook richt zich met name op gezichtsherkenning, computervisie en natuurlijke taalverwerking.



2 Google: naast het verbeteren van zijn eigen search-algoritme en het ontwikkelen van zelfrijdende auto's, focust Google zich op machinelere. Via hun open source platform kan iedereen meewerken aan onderwerpen als taalbegrip en objectherkenning.



3 Apple: op het mondiale A.I.-bal schittert 's werelds grootste techbedrijf door afwezigheid. In tegenstelling tot de concurrentie heeft Apple nul academische studies over kunstmatige intelligentie geproduceerd en nauwelijks baanbrekende toepassingen gemaakt.



4 Microsoft: net als de concullega's zet ook Microsoft groot in op machinelere, onder meer door het ontwikkelen van een virtuele secretaresse. Ook Microsoft heeft een open source platform gelanceerd waar iedereen kan meedoen.



5 IBM: kunstmatige intelligentie zit al sinds de jaren vijftig in het DNA van IBM. Met meer dan 500 A.I.-patenten en Watson als poster child van het succes zijn ze van alle techbedrijven het verst.



2014

Een nieuwe mijlpaal in deep learning: computers geven eenvoudige, concrete beschrijvingen van willekeurige foto's.



» juiste omstandigheden weer kan afspelen. Als je een tekst vertaalt met deep learning, zoals bij Google Translate, ga je bepaalde tekstpatronen in een brontaal associëren met een ander stukje tekst in de doeltaal. Vaak komt dat mooi overeen. Dan heb je geluk en heb je een goede vertaling. Maar evengoed kan het iets verkeerts teruggeven, omdat er geen echt begrip is van de situatie.” Als voorbeeld geeft Steels de zin ‘*this girl is pretty*’, wat door een computer werd vertaald als ‘dit meisje is vrij’, aangezien *pretty* ook ‘vrij’ kan betekenen (bijvoorbeeld in *pretty good*). Volgens Steels leidt een te grote focus op patroonherkenning tot gevaarlijke eenvormigheid. “Nu duwt een zoekmachine mensen allemaal in dezelfde richting. Maar als iedereen op dezelfde manier denkt, kunnen we onze problemen niet oplossen.”

Wat is intelligentie?

Steels is op zoek naar een vorm van intelligentie waar machines hun omgeving op een dieper niveau begrijpen dan via het verbinden van patronen. Hij doet dat door robots een eigen taal

te laten creëren, want taal is volgens de Vlaamse hoogleraar de sleutel tot echte machine-intelligentie. “Pas als robots hun eigen taal ontwikkelen, kunnen ze taal echt begrijpen zoals wij dat doen. Dan is taal via betekenis verankerd in de wereld.” Zo laat Steels zijn robots taalspelletjes met elkaar spelen. De ene robot wijst een object aan of voert een handeling uit en geeft daar vervolgens een zelfverzonnen woord voor. De andere robot



Tegenwoordig kan Watson veel meer dan alleen quizvragen beantwoorden. Het programma wordt onder meer gebruikt bij kankeronderzoek, misdadbestrijding en in de rechtspraak.

observeert het object of de handeling en neemt het woord ervoor over. “In onze experimenten beginnen de robots zonder enige taal of voorkennis. Enkele uren later is er een gemeenschappelijke taal ontstaan met grammaticale constructies en een woordenschat van honderden woorden. Je kunt ze in een ruimte zetten met allerlei kamers en deuren en samen leren ze dan hoe de structuur van die kamer is en hoe ze bij bepaalde objecten kunnen komen.”

Blufgids

Algoritme: serie instructies waarmee een computer berekeningen uitvoert om patronen te kunnen herkennen in grote hoeveelheden data.
Expertstelsel: een kunstmatig intelligent systeem – zoals Watson van IBM – dat op basis van voorgeprogrammeerde kennis gegevens analyseert, verrijkt en adviezen kan geven.
Machinelereen: het vermogen van kunstmatig intelligente systemen om te handelen zonder programmeerinstructies en hun functies al doende te optimaliseren.

Natuurlijke taalverwerking: het vermogen van computers om menselijke taal te begrijpen, zowel in tekst als gesproken woord.
Neuraal netwerk: een computersysteem van processors gebaseerd op de werking van het brein, dat informatie genereert uit data en zo in staat is te leren.
Singulariteit: al dan niet fictief omslagpunt in de toekomst waarop machines op elk gebied intelligenter zijn dan mensen.
Turingtest: test bedacht door de beroemde wiskundige Alan Turing om te onderzoeken hoe goed machines menselijk gedrag kunnen imiteren.

2015

Tesla-directeur Elon Musk, Linked-In oprichter Reid Hoffman en Reddit-financier Sam Altman investeren een miljard dollar in open-source-onderzoek naar A.I.



ISTOCK/GETTY IMAGES



Met dank kunstmatige intelligentie kan onze smartphone gesproken instructies begrijpen. En waarschijnlijk zal het niet lang meer duren voordat de smartphone ook kan terugpraten.

Volgens Steels lijkt dit veel meer op de manier waarop wij als mensen de wereld leren begrijpen. “Kinderen leren spontaan via hun interactie met de wereld en met andere kinderen. Een kind kan een woord oppikken wanneer hij het één keer hoort in een goede voorbeeldsituatie. Dat zijn dingen waar wij ook naar zoeken.” Voor zijn onderzoek haalt de Vlaming veel inspiratie uit de biologie, waar men allang tot het inzicht gekomen dat variatie essentieel is om evolutie mogelijk te maken. “In onze experimenten met taal gebruiken we die ideeën. We proberen een cultureel evolutieproces op gang te krijgen, waarbij de robots de principes van variatie en selectie gebruiken om taal en actieplannen te maken.” Steels gelooft dat robots op den duur

werkelijk creatief kunnen worden en tot nieuwe kennis kunnen komen. Hij vindt dat je pas dan van echte intelligentie mag spreken. “Om problemen op te lossen moet je niet kijken naar wat er in het verleden is gebeurd en vervolgens de meest voorkomende vorm toepassen op het nieuwe probleem. Dat is wat deep learning doet. Mensen doen dat natuurlijk ook, maar wij hebben óók de capaciteit om nieuwe concepten te bedenken om de wereld beter te begrijpen. Daar moet de A.I. zich op gaan richten.” ■

■ Volgens onderzoek van de universiteit van Oxford worden veel van onze banen bedreigd door de oprukkende kunstmatige intelligentie. Andere wetenschappers uit het veld geloven dat er minstens zoveel banen voor in de plaats komen.

ISTOCK/GETTY IMAGES

Bottomline

- 1 Na decennia van geploeter is kunstmatige intelligentie eindelijk doorgebroken en vergemakkelijkt het ons leven.
- 2 Die doorbraak is vooral te danken aan het deep-learning-algoritme, waarmee computers hebben leren zien, horen en spreken.
- 3 Volgens critici is dat echter nog geen echte intelligentie en moet de A.I. zich op andere manieren verder ontwikkelen.



Hidde Tangerman is journalist. Voor dit artikel sprak hij met hoogleraar informatica prof. dr. Yoshua Bengio (Universiteit van Montreal), *chief intelligence officer* drs. ing. Gerard Smit van IBM en hoogleraar informatica prof. dr. Luc Steels (Vrije Universiteit Brussel). Verder raadpleegde hij de volgende literatuur: Erik Brynjolfsson en Andrew McAfee: *Het tweede machinetijdperk*, Lannoo (2014) | Nick Bostrom: *Are you living in a computer simulation?*, Philosophical Quarterly (2003)

Kijk voor links naar meer informatie op www.kijkmagazine.nl/artikel/kunstmatige-intelligentie