

ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE

De belangrijkste technologische doorbraak van de afgelopen tien jaar is zonder twijfel artificiële intelligentie, ook wel kunstmatige intelligentie genoemd. Dit is hét modewoord bij strategieafdelingen van grote en kleine bedrijven over de hele wereld. Maar ook bij overheden en publieke organisaties zijn de verwachtingen rond artificiële intelligentie hooggespannen, niet alleen om de potentie van de technologie maar ook vanwege de gigantische economische en geopolitieke impact ervan. Gaat AI, zoals we de techniek kunnen afkorten, de wereld net zo veranderen als vuur en elektriciteit? Of misschien zelfs de mensheid volledig domineren?

Het gaat hier niet om toekomstmuziek. AI is al volop aanwezig in onze dagelijkse levens en zal elk jaar aan kracht en relevantie toenemen. Ik onderscheid drie categorieën van toepassingen van AI.

Er is allereerst de *alledaagse* AI die we zowel bewust als onbewust steeds opnieuw gebruiken. Zo is Google Search

in feite één grote AI-machine waar de wereld dagelijks miljarden keren gebruik van maakt, die zelf door die continue stroom aan zoekopdrachten steeds meer kennis opdoet over de gebruikers en de wereld zelf – bijvoorbeeld doordat mensen zoeken naar afbeeldingen van ‘Sinterklaas’ en dan een foto van Sinterklaas en niet van de Kerstman aanklikken. Dankzij alledaagse AI is overigens een groot probleem uit het recente verleden zo goed als uitgebannen: spamfilters zijn dankzij deze technologie tegenwoordig zeer effectief in het weren van ongewenste mail.

Een andere zeer populaire toepassing is het taggen van foto’s op Facebook. De automatische gezichtsherkenning is zeer accuraat en dit is te danken aan AI. Andere voorbeelden zijn het opsporen van fraude met creditcards, aanbevelingen op Netflix en Spotify, automatische controles van je paspoort op vliegvelden, livevertalingen via apps en Google Translate en ‘chatbots’ op websites om klanten volautomatisch te helpen met het beantwoorden van vragen. Met AI is het tegenwoordig mogelijk om plastic bommen te detecteren in bagage, die door standaard metaaldetectoren niet opgemerkt kunnen worden. Verder zijn sommige smartphones tegenwoordig uitgerust met een camera zonder normale lens; AI berekent op basis van lichtinval in de lens wat voor beeld moet worden opgebouwd.

Verder omarmen consumenten massaal *smart speakers* als de Amazon Echo en de Apple Homepod, waarvan jaarlijks inmiddels tientallen miljoenen exemplaren over de toonbank gaan. Met name in de Verenigde Staten zijn deze

intelligente speakers extreem populair. Zij maken het mogelijk om heel eenvoudig met gesproken taal instructies aan computers te geven, of vragen te stellen en bestellingen te plaatsen.

Op professioneel niveau passen bedrijven AI toe om tot besparingen en automatisering van dagelijkse operaties te komen en de supply chain te optimaliseren. In sommige organisaties kan één ingenieur tienduizenden computers tegelijk aansturen. Met AI worden daarnaast diagnoses en second opinions van ziektes gesteld, en rechters in de Verenigde Staten kijken naar de computer om het profiel en de kans op recidive van een verdachte in te schatten. Alibaba weet dankzij AI precies wat consumenten de komende dagen en weken gaan bestellen, dus die kan de goederen al naar lokale distributiepunten brengen *nog voordat* de bestelling daadwerkelijk plaatsvindt. Ook bestaan inmiddels softwareprogramma's die volledig automatisch leesbare artikelen schrijven over bijvoorbeeld sportwedstrijden en jaarverslagen van bedrijven. Diverse media gebruiken deze software al, maar houden dit angstvallig geheim.

Naast alledaagse AI komen we in het nieuws een tweede vorm van kunstmatige intelligentie tegen, die ik de *excentrieke* AI noem. Het gaat hier om AI met een meer demonstratief en niet direct nuttig karakter. De bekendste voorbeelden zijn spelletjes, waarbij menselijk vernuft en soms duizenden jaren aan menselijke ervaring in één keer van tafel worden geveegd. Natuurlijk is het bekendste voorbeeld dat van de schaakcomputer Deep Blue die in 1996 wereldkampioen

Garry Kasparov versloeg. Recenter – en schokkender – is de vernederende nederlaag die AlphaGo in 2016 aan de wereldtop van Go (een spel dat eindeloos meer mogelijkheden dan schaken bevat) toebracht. Een jaar later vernietigde AlphaZero de resultaten van zijn voorganger door zonder enige hulp van mensen – en in enkele uren – de regels, trucs en tactieken van Go maar ook van schaken en Shōgi te leren. De machine deed dat door duizenden spelletjes tegen zichzelf te spelen, vrij van elke kennis dan ook van het spel, volledig ongeprogrammeerd. In het begin was hij daar vreselijk slecht in, maar binnen *vier uur* kon AlphaZero schaken op een mondiaal topniveau. ‘Over vijf jaar hebben we de middelen om binnen zijn zwarte doos te kijken en te begrijpen hoe hij werkt,’ stelt Demis Hassabis, de ontwerper van AlphaZero.

Vergelijkbare software, wederom van Google, leerde compleet uit zichzelf allerlei oude Atari-spelletjes, zoals Breakout, Pong en natuurlijk Pac-Man. Een in Amerikaanse context schokkende doorbraak was het winnen van de tv-spelshow *Jeopardy!* door ‘Watson’ van IBM, waarbij kandidaten allerlei dubbelzinnige raadsels en vraagstukken moesten oplossen. Dit voorbeeld wordt in vrijwel alle Engelstalige boeken over AI steevast aangehaald. Net zoals het feit dat de winnaar van *Jeopardy!* tegenwoordig in de cloud leeft en zich daar (met succes) specialiseert in de gezondheidszorg.*

* In juli 2018 werd bekend dat het Watson-systeem in de analyse van kanker niet feilloos is. Er kwamen bij een onderzoek, onveilige en incorrecte behandelingsaanbevelingen uit.

De *excentrieke* vorm van AI, vinden we in allerlei domeinen terug, zoals bijvoorbeeld bij het vervalsen van nieuws. Met vrij simpele AI-software kun je tegenwoordig beroemde politici als Barack Obama letterlijk woorden in de mond leggen – en kijkers zullen zonder voorkennis geen idee hebben dat hij die woorden in werkelijkheid nooit gezegd heeft. Beeldmanipulatie is een kolfje naar de hand voor het bedrijf NVIDIA, bekend als uitvinder van de GPU (de processor voor het verwerken van grafische beelden). Deze manipulatie komt ook in minder kwaadaardige vormen terug: zo kun je zwart-witbeelden heel makkelijk op een realistische manier inkleuren, of een foto die overdag is gemaakt in een nachtfoto veranderen.

Het beeld wordt wat eclectisch, maar er zijn nog tal van andere toepassingen van excentrieke AI. Zo zijn de eerste concerten al uitgevoerd die geheel en al door computers zijn geschreven, overigens met goede kritieken tot gevolg. Je kunt AI trouwens ook inzetten om handgeschreven tekst te maken. Met AI kunnen onderzoekers verder chemische experimenten virtueel uitvoeren, een beetje zoals windtunnels tegenwoordig ruim baan aan de computer hebben gegeven. Kleren kunnen automatisch instructies doorgeven aan de wasmachine, hoe ze behandeld willen worden. Met petjes vol elektroden op je hoofd kan AI een visualisatie van je gedachten maken en ook lezen wat je werkelijk denkt (dit zullen veiligheidsdiensten en dictaturen heel prettig nieuws vinden). Een andere applicatie kan de ziekte van Parkinson met drie minuten opname van je gezicht herkennen.

Er zijn trouwens al systemen waarmee een profielschets kan worden gemaakt op basis van enkele milliseconden van een opgenomen stem. Onderzoekers kunnen met zo'n klein brokje informatie voorspellingen doen over de lengte, het gewicht, het gezicht en de leeftijd van de spreker, maar ook zijn/haar sociaal-economische achtergrond, inkomen en mentale gesteldheid. Het systeem kan ook raden hoe groot de kamer is waarin de audio is opgenomen, of er ramen zijn en waar de muren uit bestaan. In de toekomst is het mogelijk om met de informatie zelfs een driedimensionaal beeld van de verdachte te maken.

Het meest excentrieke voorbeeld van AI vind ik zonder meer dat van de presentatie van Google Duplex in 2018. Deze nieuwe dienst lost een probleem op waar we eigenlijk nooit bijilstaan. Zeg nu zelf, is het niet bijzonder vervelend dat we de kapper of een restaurant steeds moeten bellen voor een afspraak? Kunnen we dat soort geneuzel niet beter overlaten aan onze digitale assistent? Daarom heeft Google een stemcomputer ontworpen die uit zichzelf dit soort telefoontjes kan plegen. En dit is geen krakende monotone of overdreven melodische stem die de kapper aan de lijn krijgt; nee, het is echt (bijna) iemand die 'eh' zegt. In de presentatie van de CEO van Google, Sundar Pichai, krijgen we daadwerkelijk twee telefoontjes te horen en het is angstwekkend realistisch – de computerstem dan.

Een vriend die in de technologiesector werkt, vroeg zich na afloop van de presentatie af waarom we dit soort toepas-

singen van AI nodig hebben. Ik ben het met hem eens. Maar het doel van bedrijven als Google is dat we uiteindelijk de agenda helemaal aan de computer en AI kunnen overlaten. En daar horen telefoontjes bij. Zodat die computer (of het nu een smartphone of een smart speaker is) de volledige controle over je leven heeft. En jij niet meer hoeft na te denken of het nu gaat om de afspraak bij de tandarts, het verwisselen van de winterbanden of het sturen van bloemen naar je moeder op Moederdag. Dit is een ontwikkeling waar bedrijven heilig in geloven.

En dan is er nog de derde en laatste categorie, de toekomstmuziek die ik *extreme* AI noem. Er doen allerlei futuristische scenario's de ronde over AI die de wereld overneemt, maar ik beperk me tot de toepassingen die naar mijn mening de komende tien jaar het commerciële daglicht zullen zien. Zo zullen veel fabrieken volledig geautomatiseerd worden met slechts een handvol ingenieurs die het fabricageproces volgen. Miljoenen zelfrijdende auto's zullen hun intrede doen op de weg en langzamerhand de huidige auto-standaarden vervangen. We krijgen virtuele artsen die een betere diagnose dan de huisarts om de hoek kunnen stellen – en tegen lagere kosten. Ziekten worden voorspelbaar, en patiënten krijgen persoonlijke medicatie. Nutsbedrijven als energie- en telecomleveranciers schakelen over op volledig automatische, gedecentraliseerde grids waar je met je zonnepanelen en elektrische auto direct op kunt aansluiten.

Met AI kan de mensheid mogelijk nog grotere stappen zetten. Computers kunnen zelfbewust worden wat eindigt

met de ‘singulariteit’, waarover later meer. AI kan ons immuunsysteem leren om kankercellen direct aan te vallen en kwantumcomputers kunnen raadsels als donkere energie en donkere materie oplossen, maar zij zullen eveneens alle boodschappen en systemen beveiligd met cryptografie kraken. Tot die tijd zullen wereldwijde AI-systemen, net zoals in de film, in staat zijn om elke stap van elk mens op aarde 24 uur per dag te volgen.

Cambrische explosie

Binnenkort kunnen we dus artificiële intelligentie gebruiken op dezelfde manier als kraanwater, gas of elektriciteit. Bijna alles wat we in het normale en professionele leven om ons heen hebben en gebruiken, zal er door worden aangeraakt of indirect beïnvloed. We kunnen spreken van een Cambrische explosie van AI, waarbij de grenzen van het computerleven drastisch worden opgerekt en uitgebreid – en dat allemaal in een mum van tijd. Rond de laatste eeuwwisseling was dat beeld nog heel anders. Pc’s verstonden ons niet als we tegen ze praatten, zelfrijdende auto’s werden als volstrekt onmogelijk beschouwd en mobiele telefoons werden uitsluitend gebruikt om mee te bellen en te sms’en.

Waarom is AI nu wel enorm succesvol?

Volgens Kevin Kelly, schrijver van *The Inevitable* en oprichter van *Wired*, zijn er drie doorbraken waardoor AI haar langverwachte opkomst heeft kunnen waarmaken. Ten eerste zijn computers in korte tijd extreem krachtig en goedkoop geworden, dankzij de wet van Moore. AI-onderzoekers hebben daarbij de GPU als een extreem nuttig hulpmiddel gevonden omdat zo'n processor op een andere en betere manier informatie voor AI verwerkt dan een normale processor. En de wet van Moore gaat voorlopig door: deze stelt dat het aantal transistors in een geïntegreerde schakeling elke twee jaar verdubbelt. Dus computerkracht neemt alleen maar toe, tot duizelingwekkende hoogtes: GPU's kunnen inmiddels 1,5 miljard berekeningen per 0,0001 seconden doen.

Daarnaast zit de bigdatarevolutie in een stroomversnelling. Sinds 2013 hoor ik bij lezingen stevast dat negentig procent van de data de afgelopen twee jaar is gecreëerd – dat cijfer komt van IBM en heeft inmiddels zijn waarde wel verloren. De beschikbare data neemt niettemin nog steeds elk jaar flink toe, met name door het massale gebruik van smartphones (en gebruik van bijkomende apps) alsmede door de enorme uitbreiding van het 'Internet of Things' met goedkope sensoren die continu data genereren. En op internet zelf worden ook gigantische hoeveelheden data aangemaakt; van Wikipedia tot uploads op YouTube, van cookies tot zoekopdrachten. In 2018 zitten we op ongeveer

2,5 miljard gigabyte aan nieuwe data per dag. In totaal heeft de wereld in 2019 zo'n 44 zettabytes aan digitale data (dat is 44.000.000.000.000.000.000 bytes om precies te zijn).

Als artificiële intelligentie een ruimteschip is, vormt big data de brandstof. Hoe meer data, hoe sneller het schip gaat. Mede daardoor verloopt de ontwikkeling van AI in China sneller dan in andere delen van de wereld, omdat persoonlijke data daar nauwelijks worden beschermd en de overheid actief gebruikmaakt van de mogelijkheden om burgers nauwgezet in de gaten te houden via digitale middelen. Met 800 miljoen Chinezen die zeer actief zijn op internet en op hun smartphone, is dat een ware schatkist aan datacollecties.

Bigdatasets zijn dankzij internet en hyperconnectiviteit wereldwijd razendsnel te raadplegen. Datacentra en cloudoplossingen zorgen ervoor dat computers en smartphones zeer gemakkelijk kunnen inloggen in de cloud en vervolgens alle data – inclusief software – kunnen verkrijgen die zij nodig hebben.

De derde reden waarom AI doorbreekt zijn verbeterde algoritmes: simpel gezegd de instructies voor computers hoe om te gaan met input (data) en met welk doel. Die algoritmes hebben een paar cruciale veranderingen doorgevoerd waardoor ze veel flexibeler en intuïtief van aard zijn geworden. Niet langer schrijven algoritmes strikt voor wat de voorwaarden zijn om een doel te bereiken, ook laten ze het aan de computer over om spelenderwijs tot dat doel te komen. Deze techniek heet machinaal leren; de onderlig-

gende technieken van machinaal leren (die in de AI-wereld nu het focuspunt vormen) zijn *deep learning* en *reinforcement learning*. Computers nemen informatie op, zoals neurale netwerken in onze hersenen dat doen: door paadjes aan te leggen tussen zenuwcellen. Hoe vaker een pad wordt gebruikt of bevestigd, hoe dieper dat pad in de hersenen/computer wordt gegroefd, waarmee informatie wordt opgeslagen. (Daarom kost studeren ook zoveel energie, het is een bijna fysieke activiteit.)

Deep learning is in 2006 uitgevonden en maakt gebruik van een lagensysteem waarmee informatie via een soort hiërarchie wordt verwerkt. Vanwege de complexiteit zijn GPU's veel beter geschikt voor deze verwerking dan CPU's. Machines kunnen zo kennis opdoen zonder tot in detail te worden geprogrammeerd – zie verdere uitleg in het kader. Computers komen dus zonder tussenkomst van mensen tot een conclusie, een voorspelling, om precies te zijn. *Waar-schijnlijk* is object X vergelijkbaar met object Y.

Krachtige computers, big data en machinaal leren zijn de drie grote aanjagers van de huidige AI-revolutie. AI is daardoor op veel terreinen de mens al de baas. Maar dat betekent niet dat computers bewust of intelligent zijn. Ze hebben geen subjectieve ervaring en ze hebben op dit moment nog helemaal geen *algemene* artificiële intelligentie. Eigenlijk zijn AI-systemen echte nerds die extreem goed in één onderwerp zijn maar voor de rest totaal niet inzetbaar voor andere onderwerpen. Je kunt een schaakcomputer niet in een auto inbouwen om die zelf te laten rijden.