

# Inhoud

## Inleiding 9

Hoop of hype? | Waar een wil is, is een tech | Lees en oordeel zelf

## 1. Robotisering 13

Wat is een robot? 15

Waarnemen, plannen en handelen | Moet een robot op een mens lijken?

Wat kunnen robots? 21

RPA: software voor saaie klussen | Stofzuig- en grasmaairobot: hulp in het huishouden | Zelfrijdende auto's: ruim baan voor de autonome wagen |

Drones: van recreatief vliegen tot professioneel gebruik | Robots in fabrieken: van hulpje tot collega | De go-kampioen: oefening baart kunst | WK robotvoetbal

Nemen robots onze banen over? 38

Mensen zijn geen robots | Les van een robot | De robot als rechter |

De robot in de zorg | De robotjournalist | De robot als creatieve professional | Waarom er nog mensen in magazijnen werken |

Mens en robot, de beste collega's?

Robot versus mens 49

Gaan robots de wereld overnemen? | Killerrobots | Hoe veranderen mensen door robots? | Verantwoord omgaan met robots

## 2. Big data 55

Wat is big data? 58

Van small data... | ...naar big data | De uitdagingen bij big data

Wat kun je met big data? 62

In de retail | In de zorg | Bij de overheid | In de sport |

Andere toepassingen

Aan de slag met big data 70

Ik ben geen Amazon, wat nu? | Eerst een strategie | Data verzamelen |

Data analyseren

De schaduwkant van big data 76

Heb je echt niets te verbergen? | Verantwoord omgaan met data

## 3. Kunstmatige intelligentie 83

Wat is kunstmatige intelligentie? 86

Gebruik ik al AI? | Beperkt intelligent of geniaal in alles? |

Het imitatiespel

Algoritmes en machine learning 90

Algoritmes: waarom een computer goed kan puzzelen | Machine learning:  
leren in een complexe wereld

Neurale netwerken en deep learning 94

Neurale netwerken: computers als hersenen | Neurale netwerken en  
beeldherkenning | Deep learning, het echte werk |

Wat kan deep learning?

AI in de praktijk 106

Praten als een mens | Gedrag observeren | Fraude detecteren |

Correcte diagnoses stellen

De toekomst van AI 112

Zelfdenkende computers? | Een computer met vooroordelen |

Verantwoordelijke AI

## 4. Blockchain 119

Wat is blockchain? 122

De oorsprong: bitcoin en blockchain | Andere valuta en nieuwe toepassingen | Een nieuw transactiesysteem | Openbare en besloten blockchain | Vandaag nog aan de slag, of...?

Hoe werkt blockchain? 130

Een keten van blokken | Proof of work | Smart contracts

Blockchain in de praktijk 135

De banken doen mee | Een veilig elektronisch patiëntendossier? | Transport zonder hobbels | Eerlijke handel in concertkaarten | Waar komt dat product vandaan? | Andere toepassingen

Blockchain in de toekomst 143

Problemen en uitdagingen rond blockchain | Hoe nu verder?

## 5. Internet of Things 147

Wat is Internet of Things? 150

Van slimme chipjes tot nog slimmere sensoren | Eindeloos veel dingen

Toepassingen van Internet of Things 154

Efficiënter werken | Slimmer sporten | Een gezondere wereld | Een veiligere omgeving | Een betere ervaring | Meer tevreden klanten | Meer gemak in huis | Smart cities

Hoe werkt IoT? 162

Sensoren en apparaten | Netwerken en technologie | Dataverwerking | Gebruikersinterface | Aan de slag met IoT

IoT, ja of nee? 169

De schaduwkant van IoT | Waar gaat het heen met die dingen?

## **6. Virtual reality en augmented reality** 173

Wat is virtual reality? 178

Brillen en headsets | VR-ruimtes | Hoe werkt VR?

Wat is augmented reality? 183

Telefoons, brillen en headsets | Hoe werkt AR?

Toepassingen van VR en AR 188

Alsof je in het stadion zit | Verhalen vertellen | Dingen uitleggen |

Virtueel een echte reis boeken | Trauma's overwinnen en operaties

oefenen | Je merk op de kaart zetten | Aan de slag met VR en AR

Gaan we allemaal virtueel? 193

Uitdagingen bij VR en AR | Virtueel wordt realiteit

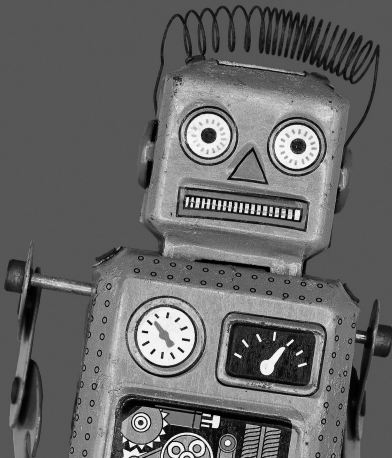
## **Bronnen en leestips** 199

## **Register** 201

## Hoofdstuk 1

# Robotisering

Daar komen de robots!



We fantaseren al sinds de oudheid over robots. Toch duurde het tot halverwege de vorige eeuw voordat de eerste robots hun intrede deden. Sindsdien kent de belangstelling voor robots pieken en dalen, want de hoge verwachtingen werden lang niet altijd waargemaakt. Nu staan robots opnieuw volop in de schijnwerpers. Inmiddels draaien ze mee in fabrieken, stofzuigen ze de vloer, voeren ze eenvoudige gesprekken en brengen ze ons van A naar B.

Opnieuw zijn de verwachtingen hoog, maar er zijn ook zorgen. Gaan robots onze banen inpikken? Of erger nog, hebben we de killerrobots die we zelf ontwikkelen straks niet meer in de hand en vernietigen ze ons?

Ook na zeventig jaar ontwikkeling zijn robots nog een mysterie voor ons. Hoe kan het dat een robot de schaakkampioen verslaat, maar het nog steeds niet goed voor elkaar krijgt het juiste artikel uit het schap te halen?

Een hotel in Japan hield begin 2019 een wel heel opmerkelijke ontslagronde. De receptionist werd naar huis gestuurd omdat hij de vluchttijden van het nabijgelegen vliegveld niet wist. Twee medewerkers die er niet in slaagden de koffers van hotelgasten netjes naar hun kamer te brengen, werden op non-actief gesteld. Daarnaast moest nog een flink aantal personeelsleden vertrekken omdat ze niet in staat waren simpele vragen van klanten te beantwoorden. Het opmerkelijke? De ontslagen personeelsleden werden vervangen door ... mensen. Het hotel kwam erachter dat robots toch nog niet de ideale werknemers waren. Ze konden bepaalde hotelkamers niet vinden, hadden moeite met bagage-afhandeling als het sneeuwde en het antwoord op vragen van gasten konden ze alleen reproduceren als die op een bepaalde manier waren geformuleerd.

Het klinkt als de omgekeerde wereld: robots vervangen door mensen. Want de robots gingen óns toch vervangen? In ieder geval voor een gedeelte? De werkelijkheid blijkt best ingewikkeld. Robots kunnen steeds meer, maar nog lang niet alles en we overschatten ze misschien wel.

---

## **Wat is een robot?**

Met dank aan talloze sciencefictionfilms en -series hebben de meeste mensen een tamelijk eenzijdig beeld van robots. Een robot is daarin bijna altijd een figuurtje van blik dat op een mens lijkt. Hij beweegt zich op een wat houtherige manier voort en praat met een metaalachtige stem. Een enkele keer is het juist het andere uiterste: een volkomen abstract vormgegeven ding dat uit zichzelf allerlei gevaarlijke handelingen uitvoert, zoals de fictieve AI-computer HAL 9000 uit Stanley Kubricks meesterwerk *2001: A Space Odyssey*.

# De robotparade

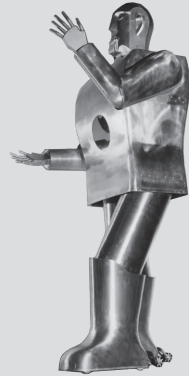
Maak kennis met een paar echte robots.

**Elektro.** Tijdens de wereldtentoonstelling in New York in 1939 wordt deze twee meter hoge robot gepresenteerd. Elektro de 'Moto-Man' kon lopen, zevenhonderd woorden spreken, sigaretten roken en ballonnen opblazen! Een jaar later kreeg hij gezelschap van robothond Sparko.

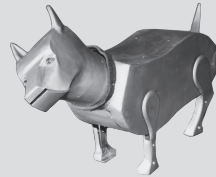
**Shakey.** De eerste mobiele robot die commando's kon analyseren en in kleine taken opdelen. Bouwjaar 1969.

**Aibo.** Sony introduceerde de robothond in 1999. Aibo kan leren, mensen vermaken en met ze communiceren. De nieuwste versie verscheen in 2018.

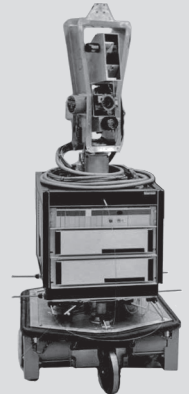
**ASIMO.** De humanoïde robot van Honda (eerste versie in 2000). De nieuwste generatie heeft handen met vijf vingers en sensoren die kracht en gewicht meten.



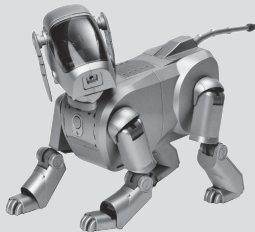
*Elektro, de Moto-Man*



*Sparko, de robothond*



*Shakey, AI Center Stanford*



*De eerste Aibo uit 1999*



*ASIMO, de robot van Honda*



## Opzij Sherlock, hier komt Watson!

Kan een computer een televisiequiz winnen? Je bent geneigd om te denken dat dat niet zo'n probleem is, zolang zijn geheugen maar genoeg vragen en bijbehorende antwoorden bevat.

Toch was het een hele mijlpaal toen IBM's supercomputer Watson (het project dat volgde op Deep Blue) in 2011 de twee beste spelers in de populaire Amerikaanse tv-programma *Jeopardy!* wist te kloppen. Dit spelletje werkt dan ook net even anders: de deelnemers krijgen het antwoord en moeten hierbij de juiste vraag bedenken. Daarvoor zijn begrip voor context en gevoel voor ironie onontbeerlijk.

IBM heeft meer ambities met de supercomputer dan alleen tv-spelletjes spelen. Watson – genoemd naar IBM-oprichter Thomas J. Watson – kan een gesproken vraag interpreteren en binnen enkele seconden beantwoorden door te zoeken in een enorme verzameling van naslagwerken, tijdschriften, artikelen en websites. Watson zóekt niet alleen, hij gebruikt machine learning, statistische analyse en computerlinguïstiek en geeft alleen antwoorden die betrouwbaar genoeg zijn. Sinds 2013 stelt IBM ontwikkelaars in staat toepassingen te programmeren die gebruikmaken van het Watson-platform. Inmiddels wordt hij onder meer ingezet als dokter, als weerman en als klasse-assistent.

die vraag. Dat resulteerde in 1950 in de uitwerking van het imitatiespel, later bekend geworden als *de turingtest*. Bij de turingtest voert een proefpersoon met twee deelnemers een gesprek (een chatgesprek, zouden we nu zeggen) via de computer. De ene deelnemer is een mens, de andere

een computer. De computer slaagt voor de turingtest als de proefpersoon niet kan vaststellen of hij met een mens of met een computer chatte.

Volgens Turing was er sprake van intelligent gedrag wanneer een computer of een machine intelligent gedrag van mensen imiteerde. De vraag is natuurlijk of het nabootsen van intelligent gedrag, al is het perfect, wil zeggen dat het computerprogramma dat het gedrag nabootst ook echt intelligent is.

---

## Algoritmes en machine learning

De computer die denkt, redeneert en handelt als een mens is dus nog een brug te ver en volgens sommigen zal hij er nooit komen. Wat we nu aan kunstmatige intelligentie kennen, is vooral gebaseerd op wat we algoritmes en machine learning noemen.

### Algoritmes: waarom een computer goed kan puzzelen

Sinds Facebook onze dagelijkse belevingswereld is binnengestapt, kent bijna iedereen het woord *algoritme* wel. Algoritmes die bepalen wat jij als gebruiker te zien krijgt (en wat niet). Ook de manier waarop zoekresultaten worden gepresenteerd en de aanbevelingen van video- en muziekdiensten en online winkels (als je dít leuk vindt, vind je dát waarschijnlijk ook leuk), worden met behulp van algoritmes samengesteld.

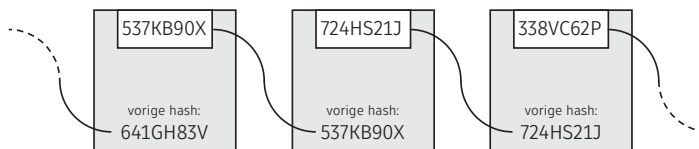
Een algoritme is simpelweg een reeks instructies die moet worden uitgevoerd om iets te bereiken. Niet alleen de Facebooks en Netflixen van deze wereld gebruiken algoritmes, we doen zelf de hele dag niets anders. Een boterham smeren, de auto wassen, spaghetti alla carbonara maken...

Na deze flinke koersdaling kwam de bitcoin in wat rustiger vaarwater terecht. Veel mensen hebben besloten de bitcoins die ze in bezit hadden te houden in de hoop dat de waarde weer gaat stijgen of dat het een stabiele valuta wordt om daadwerkelijk mee te betalen.

Een betaalsysteem dat buiten de reguliere kanalen om gaat, heeft altijd aantrekkingskracht op criminelen. De verkoop van illegale drugs op de online zwarte markt Silk Road (dat bitcoin als betaalmiddel hanteerde) heeft het vertrouwen in de bitcoin en de blockchain in het algemeen geen goed gedaan. Ook het faillissement van bitcoinhandelsplaatsen is slecht geweest voor het vertrouwen.

Ondanks de koersschommelingen wordt de bitcoin nog altijd gezien als een bruikbaar alternatief voor het huidige monetaire systeem. Of uiteindelijk de bitcoin overleeft of een van de varianten, zoals ether, ripple of nog iets heel anders, zullen we moeten afwachten.

De naam ‘blockchain’ is te verklaren omdat alle transacties als ‘blokjes’ tot een ‘ketting’ (chain) aaneengeregen worden. Elk blokje heeft een unieke versleutelde code, de *hash*, en elk nieuw blokje verwijst naar de hash van het vorige blokje. Later meer hierover.



*Alle blokjes zijn aan elkaar gekoppeld door hashes.*

- EHBO-kistjes die bijhouden wanneer ze moeten worden bijgevuld, verband en pleisters met sensoren die het genezingsproces van een wond kunnen monitoren, slimme pillen die zelf bijhouden of de patiënt ze heeft ingenomen en die informatie doorgeven aan een sensor op het lichaam.
- Pillendoosjes die waarschuwen wanneer een medicijn moet worden ingenomen. Ze openen een vakje met de juiste dosis en geven familie of verzorgers een seintje na inname.



*Medicijndispenser Pillo geeft de juiste dosis af en bestelt zelf medicijnen bij.  
bron: Pillo Health Inc.*

Doordat IoT een rol kan spelen bij preventie, monitoring en eerste hulp, zou het aantal fysieke bezoeken aan de dokter aanzienlijk beperkt kunnen worden. In het ziekenhuis kunnen artsen de gezondheid van verschillende patiënten tegelijk 24 uur per dag in de gaten houden en als het nodig is adequaat ingrijpen.

## Een veiligere omgeving

Een wereld zonder misdaad, ziektes en ongevallen is een utopie. Met slimme technologie hopen organisatoren van evenementen en autoriteiten de wereld op zijn minst iets veiliger te maken.

- **Crowd control.** Tijdens festivals en andere evenementen wordt sensortechnologie steeds vaker ingezet. Bijvoorbeeld om beweging, energie, trillingen en geluid te meten. Door te bekijken waar zich de meeste smartphones bevinden, is makkelijk te zien waar de meeste bezoekers zich op het terrein ophouden. Iets wat horecaondernemers ook leuk vinden om te weten. Ook de aggregaten zijn in de gaten te houden.

# De geschiedenis van VR en AR

**1881.** Het reusachtige schilderij Panorama Mesdag geeft de bezoeker een virtuele ervaring van een strand. Dit is met wat fantasie te zien als de basis van 360-graden-video, een onderdeel van VR dat nu veel wordt toegepast.

**1962.** Filmmaker Morton Heilig introduceert een prototype van de Sensorama. Dit is een mechanisch apparaat dat de kijker 3D-beeld toont en ook het gehoor en zelfs de reuk en de tastzin bedient. Het wordt beschouwd als een van de eerste VR-ervaringen.



*De Sensorama.  
bron: Wikipedia, CC*

**1968.** Ivan Sutherland lanceert de eerste VR-headset. Deze headset toont uiterst eenvoudige beelden en is zo zwaar dat hij aan het plafond moet worden opgehangen. De bijnaam 'Zwaard van Damocles' is dan ook erg toepasselijk.

**1979.** Eric Howlett ontwikkelt het optische systeem LEEP (Large Expanse, Extra Perspective). Het creëert een stereoscopisch beeld waarbij de gebruikers een gevoel van diepte kunnen ervaren.

**1990.** Tom Caudell, onderzoeker bij Boeing, introduceert de term augmented reality.

**1991.** Sega ontwikkelt een VR-headset voor speelhallen.

**1991.** Virtuality is het eerste VR-gamesysteem. Prijs: 37.000 dollar.

**1992.** In het lab van de US Air Force ontwikkelt Louis Rosenberg de militaire AR-toepassing Virtual Fixtures.

**1995.** Nintendo lanceert de 3D-bril Virtual Boy (verscheen nooit in Europa).

Pas rond 2010 ontstaat er opnieuw op grote schaal belangstelling voor VR. Zowel zakelijk als voor consumenten worden allerlei toepassingen ontwikkeld. Van een virtuele achtbaanrit tot een virtuele wandeling op de maan en van allerlei games tot therapieën waarbij een patiënt een traumatische ervaring opnieuw kan beleven.

## Brillen en headsets

Je kunt de VR-wereld ervaren met een speciale VR-bril of VR-headset. Een doorbraak in VR-headsets ontstond in 2012 toen de eerste Oculus Rift werd gepresenteerd als project op de crowdfundingssite Kickstarter. De belangstelling was groot en in 2014 kocht Facebook het bedrijf achter deze headset. Al snel volgden andere fabrikanten, zoals HTC met de Vive, Samsung met de Gear VR en Sony met de Playstation VR.

Er zijn verschillende manieren om VR te beleven. We spreken hier voor het gemak over brillen, maar de meeste brillen zijn complete headsets, met luidsprekers, sensoren en soms bedieningselementen zoals knoppen en bijbehorende joysticks. Ze worden ook wel *head mounted displays* (HMD) genoemd.

- **Via de smartphone.** Er zijn heel eenvoudige VR-brilletjes waar je een mobiele telefoon in kunt klikken en met speciale VR-apps een beperkte virtualrealityervaring kunt krijgen. Deze zijn geïnspireerd op de Cardboard, een kartonnen brilletje dat Google in 2014 introduceerde. Een



Man test de eerste Oculus Rift.  
bron: Wikipedia/Sergey Galyonkin,  
CreativeCommons, bijgesneden

## Hoe werkt VR?

Het visuele aspect is het belangrijkste van VR. Hoe kun je iemand laten geloven dat hij zich in een compleet andere 3D-wereld bevindt? VR doet dat door stereoscopie te gebruiken. Daarbij worden beelden van een scène aan ieder oog uit een iets andere hoek getoond. Onze hersenen voegen die twee beelden samen, waardoor een gebruiker diepte waarneemt.

Om het beeld zo levensecht mogelijk te maken, moeten er voldoende beelden per seconde worden getoond. Je hebt dan ook hardware nodig die een flink aantal frames per seconde kan weergeven. De snelheid waarmee het beeld wordt ververst, de *refresh rate*, wordt in hertz uitgedrukt. Beide zijn van belang. Koppel je een VR-bril met een hoge refresh rate aan

### Film in 360 graden

Met een VR-headset kun je films bekijken met een volledig 360-graden-beeld. Daardoor lijkt het alsof je zelf in het landschap staat of loopt. Wanneer de opnames met een stereoscopische camera zijn gemaakt, zie je bovendien diepte, wat de ervaring nog levensechter maakt.

Dankzij deze mogelijkheid kunnen filmmakers op een heel andere manier een verhaal vertellen. Zo is het mogelijk iemand te laten rondlopen op een festivalterrein, op de maan of in een vluchtelingenkamp. Google Expeditions biedt virtuele rondleidingen waarmee je de hele wereld kunt verkennen met een VR-headset. Ook op YouTube kun je een groot aantal panoramavideo's bekijken. Niet iedereen ziet 360-gradenfilm als VR, omdat het niet interactief is. Toch is het wel degelijk onderdeel van de VR-ervaring.