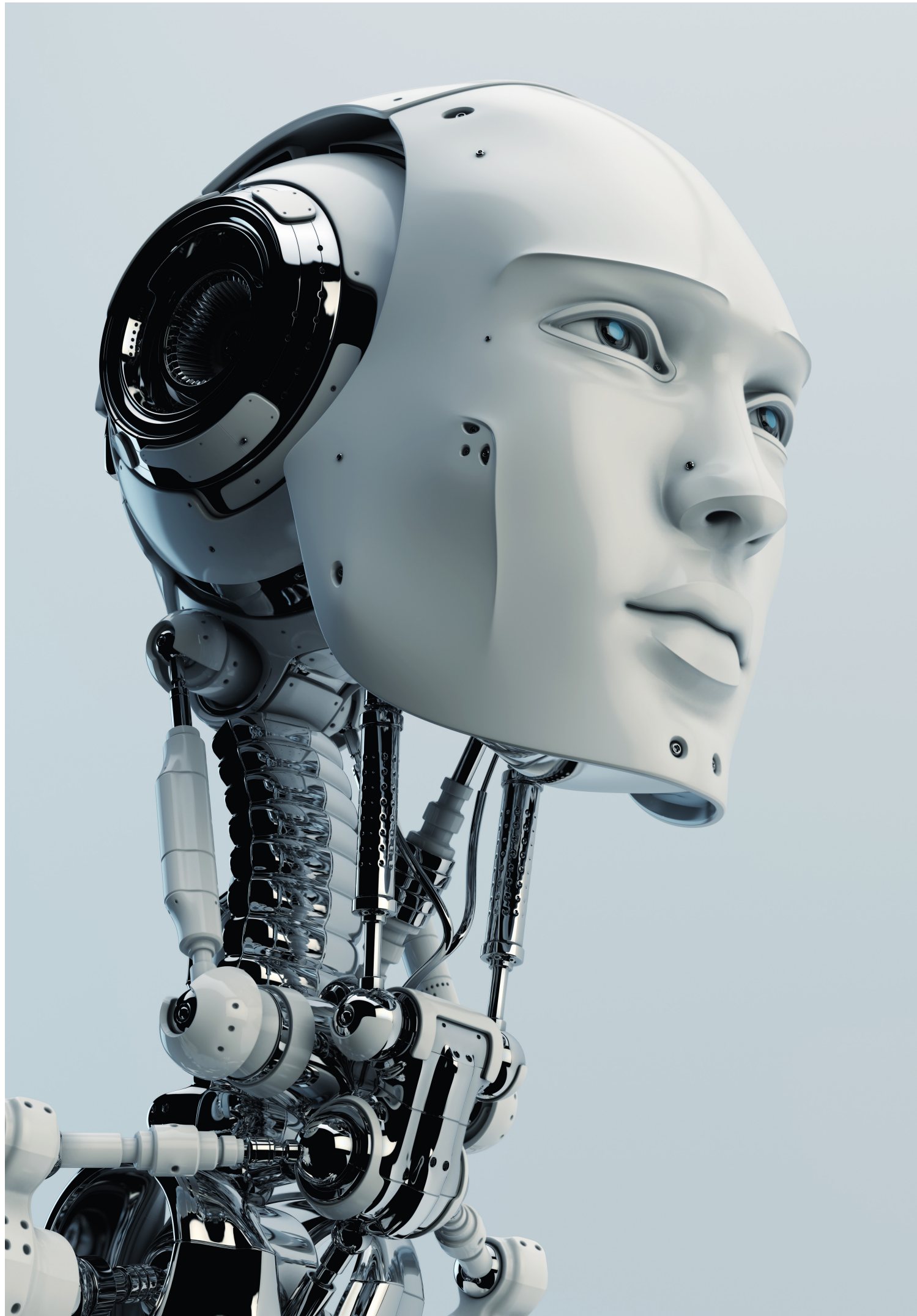




Wat is AI? Wat zijn zelflerende systemen? Wat is Cognitive Analytics? En hoe staan deze termen met elkaar in verhouding? Kunstmatige intelligentie (Artificial Intelligence of AI) lijkt alom aanwezig, maar het blijkt vaak nog onduidelijk wat het vakgebied inhoudt.

Inhoud

Stand van zaken, terminologie, technieken en toepassingen	04
Verschillende AI-technieken: welke zijn er en hoe werken ze?	10
Vijf toepassingen van AI nader bekeken	16
Vijf technologieën die grote stappen zetten in AI	22
De mogelijkheden van AI voor de toekomst	26
Auteurs	31
Bronnen	32



Stand van zaken, terminologie, technieken en toepassingen

Wat is AI? Wat zijn zelflerende systemen? Wat is Cognitive Analytics? En hoe staan deze termen met elkaar in verhouding? Kunstmatige intelligentie (Artificial Intelligence of AI) lijkt alom aanwezig, maar het blijkt vaak nog onduidelijk wat het vakgebied inhoudt. In dit eerste hoofdstuk verschaffen we inzicht in de meest gebruikte terminologie binnen AI.

Verschillende publicaties stellen dat AI weet welke producten we willen kopen, dat het Netflix-series kan creëren, kanker kan genezen en dat het uiteindelijk onze banen overneemt of zelfs [de gehele mensheid wegvaagt](#). Het probleem met – en tegelijkertijd ook de mogelijkheid van – AI is dat diens definitie erg breed is. Iemand uit de jaren '80 zou het navigatiesysteem in onze auto's waarschijnlijk als een vorm van kunstmatige intelligentie beschouwen, terwijl wij dit vandaag de dag niet meer doen. We zien hetzelfde gebeuren met spraak- en beeldherkenning, natuurlijke taalherkenning, game engines en andere technologieën die meer en meer de standaard worden en die worden toegepast in alledaagse toepassingen.

Van datamining naar kunstmatige intelligentie

Aan de andere kant zijn meerdere technologiebedrijven hun reeds bestaande oplossingen aan het aanpassen naar AI om te profiteren van de enorme hype in de markt om zo de aandacht te trekken van media. Tot voor kort zouden zelflerende modellen die de vraag van klanten voorspellen, een model dat al jaren bestaat, "datamining" worden genoemd. Nu herpositioneren bedrijven ditzelfde model als "kunstmatige intelligentie".

Dit leidt tot een grotere verwarring over wat AI nu daadwerkelijk is en te hoge verwachtingen die wellicht niet altijd waar gemaakt kunnen worden.

Kunstmatige intelligentie (AI)

Over het algemeen verwijst AI naar een breed wetenschappelijk domein waarbij niet alleen wordt gekeken naar computerwetenschap, maar ook naar psychologie, filosofie, taalkunde en overige gebieden. AI houdt zich bezig met het leren van vaardigheden aan computers waarvoor normaal gesproken menselijke intelligentie is vereist. Dat gezegd hebbende, er zijn veel standpunten over AI en er bestaan vele definities. Hieronder gaan we verder in op de sommige definities waarbij we de belangrijkste eigenschappen van AI uitlichten.

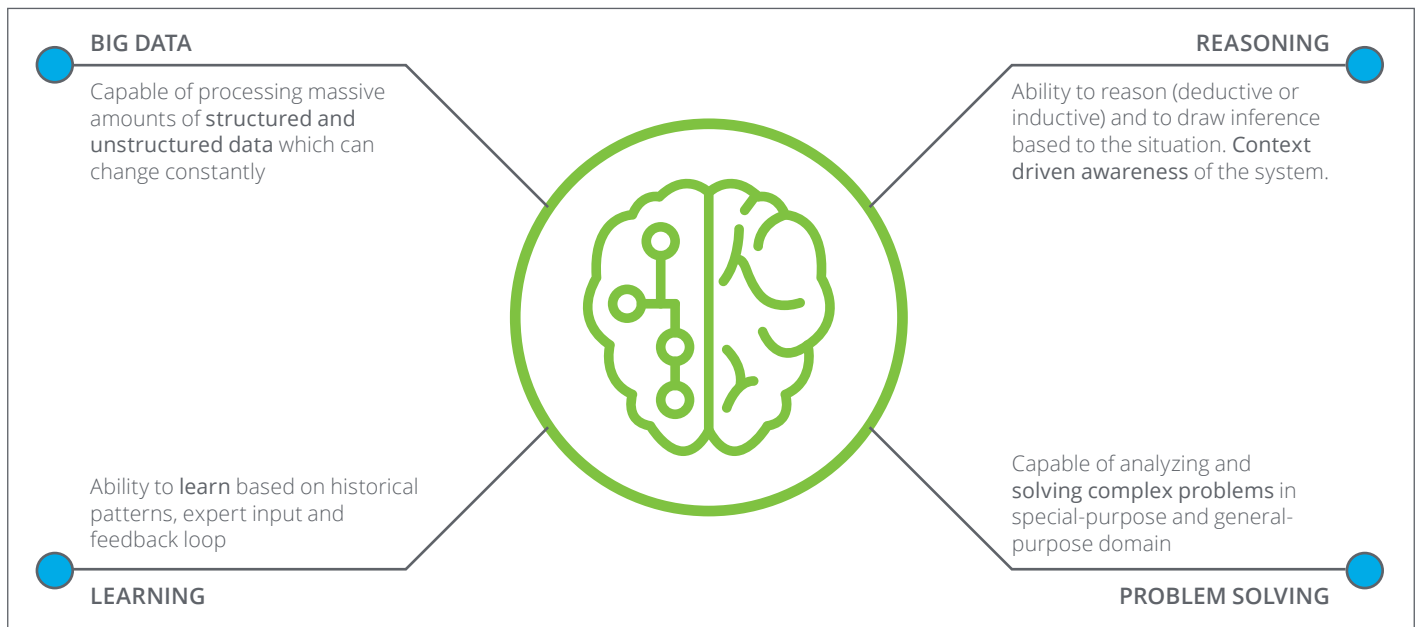
Een aantal algemene definities:

- "Kunstmatige intelligentie is een geautomatiseerd systeem dat gedrag vertoont waarbij men normaal gesproken verwacht dat er intelligentie voor nodig is." ¹
- "Kunstmatige intelligentie is de wetenschap van machines vaardigheden laten uitvoeren waarvoor intelligentie van menselijk niveau vereist is." ²
- De geestelijke vader van AI, Alan Turing, definieert het als volgt:

"AI is de wetenschap en de techniek van het vervaardigen van intelligente machines, voornamelijk intelligente computerprogramma's."

¹ Preparing for the Future of Artificial Intelligence, NSTC, 2016

² Raphael, B. 1976. The thinking computer. San Francisco, CA: W.H. Freeman



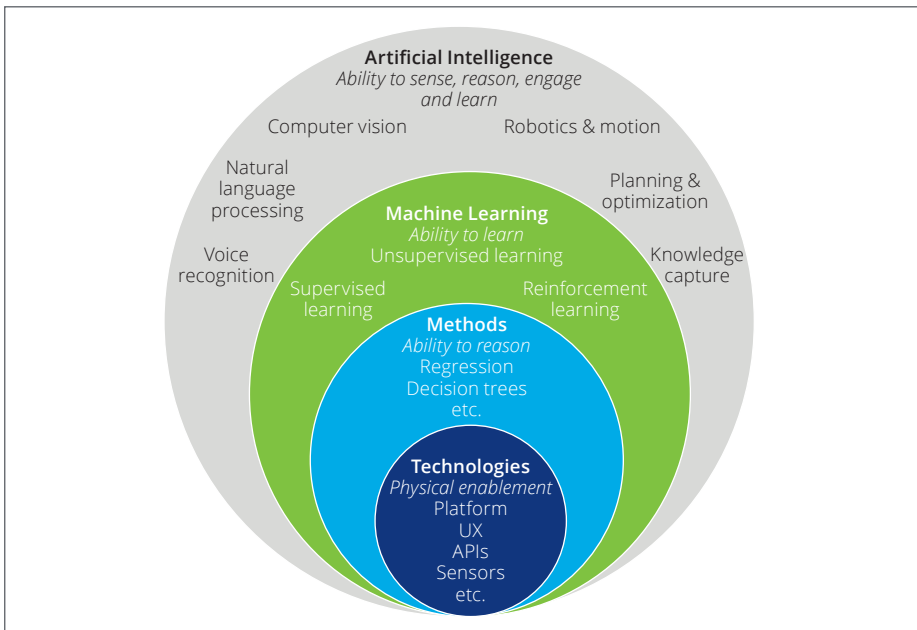
Figuur 1: Beperkte AI versus Algemene AI

Programma's met beperkte AI zijn meestal veel beter in het uitvoeren van de taak waarvoor ze zijn gemaakt dan mensen. Kijk bijvoorbeeld naar gezichtsherkenning, schaakcomputers, berekeningen en vertalingen. De heilige graal van AI is Algemene AI waar één systeem vaardigheden kan leren en vervolgens elk probleem kan oplossen waar het mee te maken krijgt. Dit is precies wat mensen ook doen: we kunnen ons specialiseren in een specifiek onderwerp, van abstracte wiskunde tot psychologie en van sport tot kunst. We kunnen expert in al deze onderwerpen worden.

Een AI-systeem combineert en gebruikt voornamelijk zelflerende en andere vormen van data-analyse methodes om vaardigheden te kunnen uitvoeren die worden beschouwd als kunstmatige intelligentie.

Een schaakcomputer kan een mens verslaan bij een schaakspel, maar datzelfde computerprogramma kan geen ingewikkeld wiskundig probleem oplossen. Zo is eigenlijk alle huidige AI beperkt: het kan alleen datgene doen waarvoor het is ontworpen. Dit betekent dat voor elk probleem een specifiek algoritme ontworpen moet worden om het probleem op te lossen.

In deze definities verwijst het concept van intelligentie naar een vorm van kennis waarin het vermogen om deze kennis te plannen, redeneren en leren, waarnemen en opbouwen centraal staat en waarin wordt gecommuniceerd in een natuurlijke taal.



Figuur 2

Zelflerende systemen

Bij zelflerende systemen distilleert een computer regelmatigheden [op basis van trainingsdata](#). Als u bijvoorbeeld een algoritme wilt schrijven waarmee spam in e-mails geïdentificeerd kan worden, dan moet u het algoritme trainen door het zoveel mogelijk bloot te stellen aan voorbeelden van e-mails die handmatig gemarkeerd zijn als spam of die juist geen spam bevatten. Het algoritme “leert” om patronen te identificeren, zoals de mate waarin bepaalde woorden gebruikt zijn of de combinatie van woorden. Deze patronen bepalen de kans of een e-mail wel of niet als spam wordt gezien.

Zelflerende systemen kunnen worden toegepast op vele verschillende problemen en datasets. U kunt een algoritme trainen om foto's van katten in fotoverzamelingen te herkennen of om potentiële frauduleuze verzekeringsclaims te identificeren, maar ook om handgeschreven tekst om te zetten in gestructureerde tekst of om spraak

om te zetten naar geschreven tekst, etc.

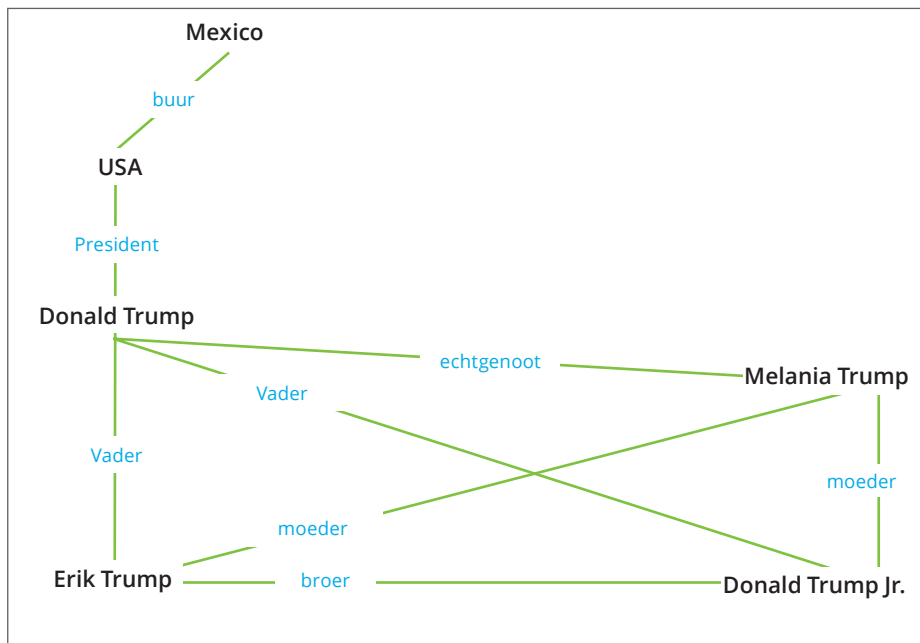
Bij al deze voorbeelden dient u gebruik te maken van gemarkeerde trainingssets. Afhankelijk van de gebruikte techniek kan een algoritme zichzelf verbeteren door het toevoegen van een feedbackloop die laat zien in welke gevallen het algoritme fouten heeft gemaakt.

Het verschil met AI echter is dat een zelflerend algoritme nooit zal begrijpen waarvoor het is gemaakt. Het zal misschien in staat zijn om spam te herkennen, maar het zal nooit weten wat spam is of begrijpen waarom we spam willen identificeren. Bovendien zal het waarschijnlijk niet in staat zijn een nieuw soort spam te herkennen, tenzij het opnieuw door iemand (een mens) wordt getraind. Zelflerende systemen vormen de basis van de meeste AI-systemen, maar waar een zelflerend systeem misschien wel intelligent lijkt, is het, in onze definitie van AI, dat niet.

Cognitive Analytics

Cognitive Analytics is een onderdeel van AI dat zich bezighoudt met cognitief gedrag dat we associëren met “denken”, in tegenstelling tot perceptie en motorische controle. Met het vermogen om te denken kan een entiteit informatie verkrijgen uit observaties, vaardigheden leren en communiceren.

Een cognitief systeem is in staat om informatie te halen uit ongestructureerde gegevens door concepten en relaties in een kennisbasis te zetten. Bijvoorbeeld, in een tekst over Donald Trump kunnen de relaties in Figuur 3 met elkaar in verband worden gebracht door gebruik te maken van natuurlijke taalverwerking. Tachtig procent van alle bedrijfsgegevens is ongestructureerd en de huidige Cognitive Analytics-systemen kunnen al deze gegevens doorzoeken om het antwoord op uw vraag te vinden.



Figuur 3: een kennisbasis verworven uit tekst

Het cognitieve systeem verbetert zijn prestaties op den duur op twee belangrijke manieren. Ten eerste, door interactie met mensen en door gebruik te maken van feedback van de gesprekspartner of door interactie tussen twee mensen te observeren. Ten tweede, door gebruik te maken van alle data in de kennisbank. Nieuwe kennis kan worden verkregen door inferenties.

Een ander belangrijk aspect van Cognitieve Analytics is het vermogen om context te gebruiken. Dankzij het gebruik van context kunnen Cognitieve Analytics-systemen betekenis uit taal afleiden. Een chatbot kan bijvoorbeeld rekening houden met de chatgeschiedenis om af te leiden wie wordt bedoeld met het woord hij:

Voor deze eenvoudige oefening moet het systeem zich bewust zijn van namen die mensen vertegenwoordigen, relaties tussen mensen, geslacht en het gezond verstand om daaruit af te leiden dat Trump naar Donald Trump verwijst. Al deze contextuele informatie is nodig om de juiste conclusies te trekken om beide vragen te beantwoorden.

Omdat cognitieve systemen contextuele informatie kunnen gebruiken, ongestructureerde gegevens kunnen begrijpen en kunnen redeneren over informatie, kunnen ze ook met mensen communiceren. Dit stelt het systeem in staat om te reageren op een vraag in het Engels, waarbij het niet langer een tijdrovend proces is om de vraag om te zetten in een formaat waarmee de computer kan werken. Bijvoorbeeld, een cognitief systeem voor een callcenter kan vragen van klanten over kampeeruitrustingen snel **beantwoorden** door informatie te gebruiken van productomschrijvingen, klantrecensies, verkoopgeschiedenis, actuele blogs en reismagazines.

Cognitieve systemen kunnen communiceren door middel van vele soorten media, waaronder spraak, beeld, video, gebarentaal, grafieken of een combinatie hiervan.

Een voorbeeld van een resultaat van zo'n systeem zijn de rapporten van [DeloitteSmartReports.com](https://www.deloitte.com/us/smartreports). De kunstmatige intelligentie achter deze rapporten maakt het mogelijk om binnen een minuut meer dan 100.000 jaarrapporten te doorzoeken op mogelijke risico's waar bedrijven voor moeten uitkijken.

Gebruiker:	Wie is de echtgenote van Trump?
AI:	Melania Trump.
Gebruiker:	Hoe oud is hij?
AI:	Donald Trump is 71 jaar

Figuur 4: voorbeeld van een gesprek via een cognitief systeem

Robotica

AI is een belangrijke factor in het ontwerpen en het in werking stellen van slimme robots en andere geautomatiseerde procestoepassingen. In zijn eenvoudigste vorm kan een robot een machine zijn die geprogrammeerd is om een eenvoudige taak uit te voeren door stapsgewijze instructies op te volgen. De robot kan een regelgebaseerde machine zijn die het systeem nadrukkelijk vertelt wat er moet worden gedaan als er zich een specifieke situatie voordoet. Een robot in een autofabriek is op een dergelijke manier geprogrammeerd en wordt nauwelijks nog als intelligent beschouwd.

Maar robotica bestaan in een veelvoud van veel meer intelligente vormen, variërend van onbemande autonome voertuigen (UAV's), drones, slimme stofzuigers tot intelligente chatbots en slimme assistenten, enz. Hoe geavanceerd robots zijn wordt duidelijk als we kijken naar robots die zijn ontworpen door [Boston Dynamics](#) en [MIT's Cheetah II](#). Een ander voorbeeld is [Amelia](#): een intelligente assistent met natuurlijke taalverwerkingsmogelijkheden. Een belangrijk aspect bij robotica is dat het hardware (mechanische onderdelen, sensoren, schermen) combineert met intelligente software en gegevens om een taak uit te voeren waarvoor een zekere mate van intelligentie is vereist (bijv. oriëntatie, beweging, interactie, etcetera).

Slimme machines

Het belangrijkste thema achter de term slimme machines is autonomie. Slimme machines zijn systemen die – tot op zekere hoogte – in staat zijn zelf beslissingen te nemen zonder dat er inbreng van mensen voor nodig is. Cognitieve Analytics-systemen kunnen net zoals robots, of elke vorm van AI, slimme machines worden genoemd zolang ze voldoen aan deze regel. In het geval van een robot kan autonomie bestaan uit een vermogen

om te plannen waar de robot naartoe wil gaan, wat hij wil bereiken en hoe obstakels overwonnen kunnen worden. In plaats van door mensen te worden bestuurd of eenvoudigweg instructies op te volgen, zou de robot doelen op een hoger niveau kunnen bereiken, zoals boodschappen doen, gebouwen inspecteren, enzovoort. Dit wordt mogelijk gemaakt door planningsmethoden; zelfbehoudsinstincten die bovenop de vaardigheden komen die reeds vereist zijn voor een normale robot.

In het geval van een cognitief systeem zal de slimme robot proactief proberen nieuwe vaardigheden te leren, meningen te peilen en nieuwe regels van gezond verstand te leren door deel te nemen aan interacties met mensen. Hij zal vragen stellen en de antwoorden online controleren. De robot zal besluitvormers ook actief informeren over veranderingen die het heeft waargenomen. Bijvoorbeeld, als meningen van klanten op social media plotseling veranderen kan de robot zelfs op deze veranderingen reageren. Hij zou bijvoorbeeld met klanten in gesprek kunnen gaan of positieve meningen delen op de socialmediakanalen van het bedrijf.

Aangezien slimme machines zelfstandig en intelligent zijn, kunnen ze misschien met elkaar gaan communiceren. Dit leidt tot multi-agentsystemen die transacties kunnen uitvoeren om hun nut te verhogen. Tijdens het inspecteren van een gebouw kan een robot bijvoorbeeld een drone vragen om het dak van een gebouw te inspecteren. Hier wordt dus de ene gunst voor een andere verleend, zoals het vervoeren van goederen of geld.

Een cognitief systeem dat een slimme machine wordt, kan zich specialiseren in een specifiek onderwerp, waardoor het een deskundige in dat onderwerp wordt. Nu kunnen andere slimme machines het systeem om informatie vragen dat over dat onderwerp gaat en zal het systeem sneller relevante antwoorden kunnen geven dan een algemeen cognitief systeem dat niet gespecialiseerd is. Informatiemakelaars zoals deze systemen verbeteren het algemene nut van het hele netwerk van slimme machines.

Conclusie

De termen zelflerende systemen, cognitieve systemen, robotica en slimme machines worden vaak gebruikt met betrekking tot AI en worden soms zelfs als synoniemen van elkaar gebruikt. AI is een complex interessegebied met vele verschillende vormen. Om deze reden hebben we geprobeerd inzicht te verschaffen in de meest gebruikte terminologie.



Verschillende AI-technieken: welke zijn er en hoe werken ze?

In dit tweede hoofdstuk zullen we de volgende fundamentele AI-technieken gaan bespreken: Heuristics, Support Vector Machines, neurale netwerken, het Markov beslissingsproces en natuurlijke taalverwerking.

Heuristieken

Stel dat we munten hebben van de volgende waardes: 5, 4, 3 en 1 cent. We moeten berekenen hoeveel munten we minimaal nodig hebben om op 7 cent uit te komen. De techniek die we gebruiken om dit probleem op te lossen, noemen we 'Heuristiek'.

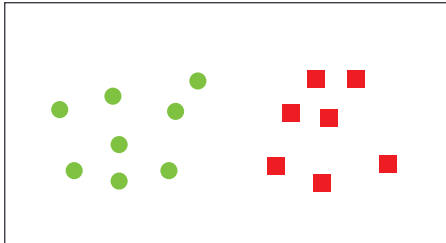
Het Amerikaanse woordenboek Webster [definieert](#) de term 'Heuristiek' als volgt: het betrekken van of als hulpmiddel dienen bij het leren, ontdekken of oplossen van problemen door gebruik te maken van experimentele en voornamelijk proefondervindelijke methoden. In de praktijk betekent dit dat wanneer het te moeilijk wordt om met exacte deterministische methodes de best mogelijke oplossingen te vinden voor problemen, heuristiek als een van de probabilistische methodes de mogelijkheid biedt om een praktische methode toe te passen waarmee een oplossing bij benadering gevonden kan worden. Een oplossing die weliswaar niet noodzakelijk optimaal is, maar die in de juiste richting kan wijzen.

Voor sommige problemen kan toegepaste heuristiek ontworpen worden om een patroon binnen het probleem te vinden. Een voorbeeld van toegepaste heuristiek voor het eerder vermelde probleem is 'hebzuchtige heuristiek' ook wel "greedy heuristic" genoemd. We spreken van hebzuchtige heuristiek als we altijd kiezen

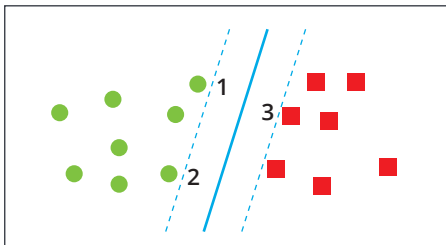
voor de grootst mogelijke denominatie en hiermee doorgaan tot we de gewenste waarde van 7 krijgen. In ons voorbeeld betekent dit dat we beginnen met de munt van 5 cent. Voor de overige twee centen is de grootste denominatie die we kunnen kiezen 1 cent. We komen nu nog 1 cent te kort en om dit op te lossen gebruiken we weer een munt van 1 cent.

De hebzuchtige heuristiek heeft ons een oplossing gegeven van 3 munten (5, 1, 1) om tot de waarde van 7 cent te komen. Er bestaat natuurlijk een betere oplossing waarbij we slechts twee munten gebruiken, namelijk de munten van 3 en 4 cent. De hebzuchtige heuristiek biedt niet de beste oplossing voor dit specifieke probleem, maar in de meeste gevallen zal het resultaat acceptabel zijn.

Behalve toegepaste heuristiek voor specifieke problemen, bestaat er ook algemene heuristiek. Net zoals bij neurale netwerken zijn een aantal voorbeelden van algemene heuristiek gebaseerd op processen in de natuur. Twee voorbeelden van dergelijke algemene heuristiek zijn o.a. [zwermintelligentiesystemen](#) zoals [mierenkolonie-optimalisatie](#) of [genetische algoritmes](#). Het eerste voorbeeld is gebaseerd op hoe eenvoudig mieren samenwerken om samen complexe problemen op te lossen. Het tweede voorbeeld is gebaseerd op het principe waarbij het recht van de sterkste geldt.



Figuur 1



Figuur 3

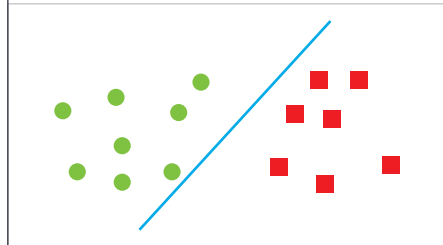
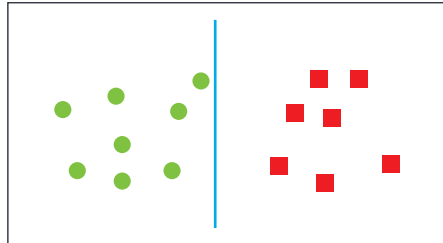
Een typisch probleem waarbij heuristiek wordt toegepast om snel acceptabele oplossingen te vinden is rit- en routeplanning. Hierbij is het doel om routes te vinden voor een of meerdere voertuigen die een aantal locaties bezoeken.

Support Vector Machines

De vraag of een e-mail spam of geen spam is, is een voorbeeld van een classificatieprobleem. In dit soort problemen wil men bepalen of een bepaald datapunt tot een bepaalde klasse behoort of niet. Na eerst een classificatiemodel te trainen op datapunten waarbij de classificatie bekend is (bijvoorbeeld een reeks e-mails die gemarkeerd zijn als spam of die juist geen spam zijn), kunnen we dit model daarna gebruiken om de classificatie van nieuwe, onbekende datapunten te bepalen. Een krachtige techniek voor dit soort problemen heet **Support Vector Machines** (SVM).

De kerngedachte achter SVM is dat je probeert de grenslijn te vinden die de twee klassen scheidt, maar op zo'n manier dat de grenslijn zorgt voor maximale afscheiding tussen deze klassen. Om dit duidelijk te maken gebruiken we de onderstaande eenvoudige gegevens voor ons classificeringsprobleem:

In dit voorbeeld stellen de groene cirkels



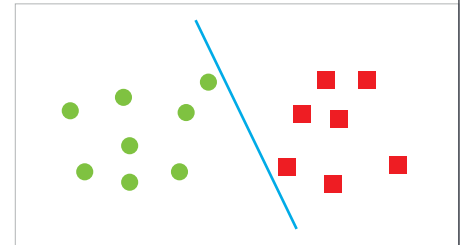
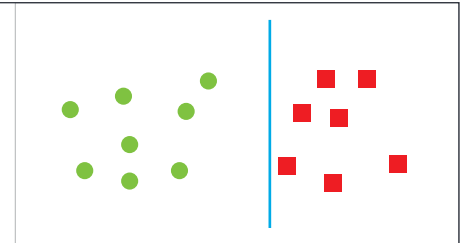
Figuur 2

en de rode vierkanten twee verschillende segmenten voor van het totaal aan klanten (bijvoorbeeld klanten met hoge potentie en klanten met lage potentie), waarbij dit geheel gebaseerd is op allerlei soorten eigenschappen voor iedere klant. Elke lijn die de groene cirkels scheidt van de rode vierkanten wordt beschouwd als een geldige scheidsingslijn voor het classificatieprobleem. Er bestaat een oneindig aantal van dit soort lijnen die getekend kunnen worden. Er worden hieronder vier verschillende voorbeelden getoond:

Zoals eerder werd aangegeven, helpt SVM met het vinden van de scheidsingslijn die de scheiding tussen de twee klassen optimaliseert. In het gegeven voorbeeld kan dit als volgt worden weergegeven:

Zoals eerder werd aangegeven, helpt SVM met het vinden van de scheidsingslijn die de scheiding tussen de twee klassen optimaliseert. In het gegeven voorbeeld kan dit als volgt worden weergegeven:

De twee gestippelde lijnen zijn de twee parallelle scheidsingslijnen waar de grootste ruimte tussen zit. De daadwerkelijke classificeringsscheiding die gebruikt wordt, is de ononderbroken lijn die zich precies in het midden van de twee gestippelde lijnen bevindt.



De naam *Support Vector Machine* is afkomstig van de datapunten die zich precies op een van deze lijnen bevinden. Deze lijnen zijn de *supporting vectors*. In ons voorbeeld waren er drie *supporting vectors*.

Als een van de andere datapunten (d.w.z. datapunten die geen supporting vector zijn) een beetje wordt verschoven, zal dit geen invloed hebben op de gestippelde lijnen. Als echter de positie van een van de *supporting vectors* enigszins wordt veranderd (datapunt 1 wordt bijvoorbeeld een stukje naar links verplaatst), dan zal de positie van de gestippelde scheidsingslijnen veranderen en daarmee ook de positie van de ononderbroken classificatielijne.

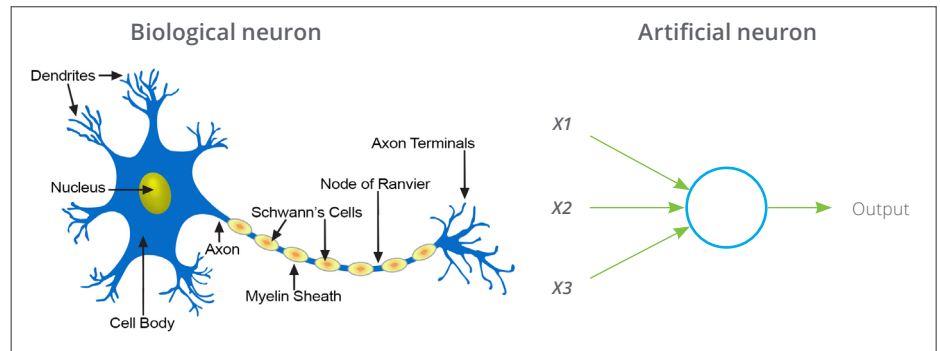
In de werkelijkheid zijn de datapunten niet zo eenvoudig te scheiden als in dit simpele voorbeeld. Normaal gesproken zijn meer dan twee dimensies betrokken bij de analyse. Behalve rechte scheidsingslijnen is SVM in staat om berekeningen uit te voeren die resulteren in niet-lineaire scheidsingslijnen. Hiermee kan SVM ook niet lineaire problemen redelijk goed classificeren.

Classificeringsmodellen van een SVM worden ook gebruikt in beeldherkenning, bijvoorbeeld gezichtsherkenning, of wanneer handgeschreven tekst wordt omgezet in getypte tekst.

Kunstmatige neurale netwerken

Dieren en mensen kunnen (o.a. visuele) informatie uit hun omgeving verwerken en zich aanpassen aan de verandering. Voor dit soort gedrag gebruiken ze hun zenuwstelsel. Het zenuwstelsel van de dieren kan gemodelleerd en nagebootst worden en het zou mogelijk moeten zijn om soortgelijk gedrag na te bootsen of te genereren in kunstmatige systemen. Kunstmatige neurale netwerken (Artificial Neural Networks, ANN) kunnen worden omschreven als verwerkingsapparaten die gebaseerd zijn op de neurale hersenstructuur. Het grootste verschil tussen de twee is dat ANN misschien honderd tot duizend neuronen heeft, terwijl de neurale hersenstructuur van een dier of mens er miljarden heeft.

Het basisprincipe van een neurale structuur is dat elke neuron met een bepaalde sterkte aan andere neuronen verbonden is. Gebaseerd op de inputs die worden genomen van de output van andere neuronen (waarbij ook rekening wordt gehouden met de verbindingskracht), wordt er een output gegenereerd die weer gebruikt kan worden als input door andere neuronen, zie Figuur 4 (links). Dit eenvoudige idee is vertaald naar een kunstmatig neurale netwerk waarbij gebruik wordt gemaakt van gewichten die de sterkte van de verbinding tussen neuronen weergeeft. Bovendien neemt elke neuron de output van de verbonden neuronen als input en gebruiken ze een wiskundige functie om diens output te bepalen. Deze output wordt dan weer gebruikt door andere neuronen.

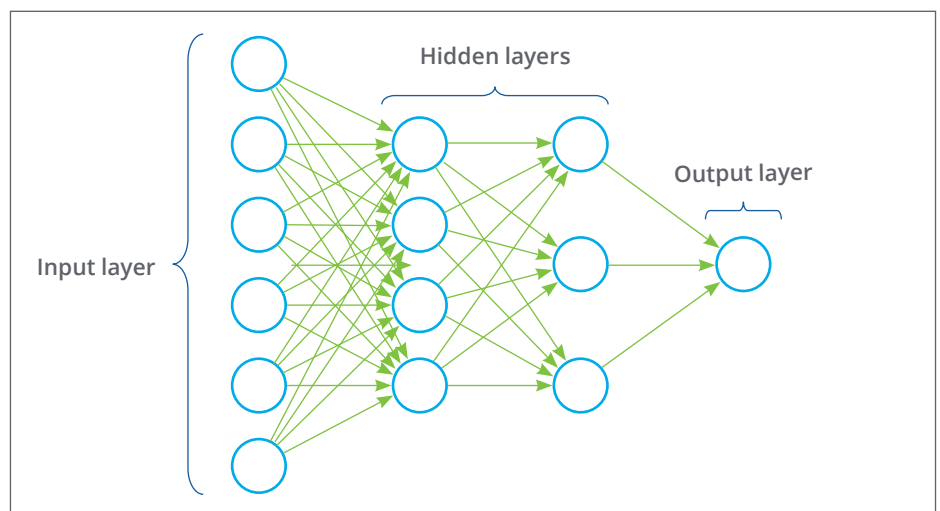


Figuur 4: Grafische representatie van een biologische neuron (links) en een kunstmatige neuron (rechts)

In het biologische brein wordt leren tot stand gebracht door de verbinding tussen verschillende neuronen te versterken of te verzwakken, terwijl in ANN leren tot stand wordt gebracht door het gewicht tussen de neuronen te veranderen. Door het neurale netwerk een groot aantal sets trainingsdata met bekende eigenschappen te geven, kunnen we berekenen wat de beste gewichten zijn tussen de kunstmatige neuronen, zodat het neurale netwerk de eigenschappen optimaal herkent. De neuronen van het ANN kunnen worden gestructureerd in verschillende lagen. Figuur 5 geeft een overzichtelijk schema weer van dit soort lagen. Het netwerk bevat een inputlaag waarin alle

inputs worden ontvangen en verwerkt, en vervolgens omgezet worden naar outputs voor de volgende lagen. De verborgen lagen bevatten een of meerdere lagen van neuronen die elk door inputs en outputs gaan. Uiteindelijk ontvangt de outputlaag de inputs van de laatste verborgen laag en zet de outputlaag de inputs om in de output voor de gebruiker.

Figuur 5 geeft een voorbeeld weer van een netwerk waarin alle neuronen in een laag verbonden zijn met alle neuronen in de volgende laag. Zo'n netwerk wordt *volledig* verbonden genoemd. Afhankelijk van het soort probleem dat je wilt oplossen, zijn er verschillende verbindingspatronen



Figuur 5: Schematische weergave van een verbonden ANN

beschikbaar. Voor beeldherkenning worden normaal gesproken convolutienetwerken (*convolutional networks*) gebruikt, waarin enkel neuronen van één laag verbonden zijn met groepen neuronen in de volgende laag. Voor spraakherkenningsdoeleinden worden normaal gesproken teruggekoppelde netwerken (*recurrent networks*) gebruikt waarin neuronen in een latere laag in een loop terug kunnen gaan naar een eerdere laag.

Markov beslissingsproces

Een Markov beslissingsproces (Markov Decision Process, MDP) is een raamwerk voor besluitvormingsmodellen waar in sommige situaties het resultaat gedeeltelijk wordt gebaseerd op de input van de besluitvormer. Een andere toepassing waar MDP gebruikt wordt is optimale planning. Het fundamentele doel van een MDP is het vinden van een beleid voor de besluitvormer waarin wordt aangegeven in welke toestand welke specifieke actie ondernomen moet worden. Een MDP-model bestaat uit de volgende onderdelen:

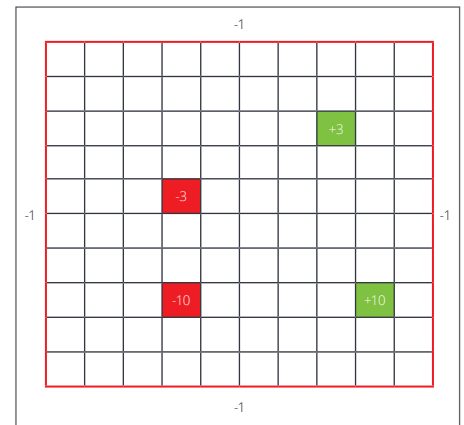
- Een set van mogelijke toestanden: dit kan bijvoorbeeld verwijzen naar een rasterwereld van een robot of de staat waarin een deur verkeerd (open of dicht).
- Een set van mogelijke acties: een vastgestelde set van handelingen die een robot bijvoorbeeld kan nemen, zoals naar het noorden, oosten, zuiden of westen gaan. Of, in het geval van een deur, het open en dicht doen.
- Overgangskans: dit is de waarschijnlijkheid dat de ene toestand naar de andere overgaat. Bijvoorbeeld: wat is de waarschijnlijkheid dat de deur dicht is nadat de handeling van het dichtdoen van de deur is uitgevoerd?
- Beloningen: deze worden direct gebruikt bij de planning. Bijvoorbeeld: een robot kan naar het noorden toe willen gaan om zijn bestemming te bereiken. Het daadwerkelijk naar het noorden gaan zal resulteren in een hogere beloning.

Zodra de MDP vastgesteld is, kan er een beleid worden getraind door gebruik te maken van "waarde-iteratie" of "beleidsiteratie". Deze methoden worden gebruikt om de verwachte beloningen te berekenen voor elk van deze toestanden. Het resulterende beleid levert dan van elke toestand de beste actie die genomen kan worden.

Om een voorbeeld te geven zullen we een raster maken dat een ideale, beperkte wereld voor een robot [voorstelt](#). Dit voorbeeld wordt weergegeven in Figuur 6.

De robot kan van elke positie in het raster (toestand) in vier richtingen bewegen (actie): noord, oost, west en zuid. De waarschijnlijkheid dat de robot naar de gewenste richting gaat is 0,7 en 0,1 als het naar een van de overige drie richtingen gaat. Een beloning van -1 (bijvoorbeeld een strafpunt) wordt gegeven als de robot tegen een muur stoot en als hij niet beweegt. Er zijn tevens bijkomende beloningen en straffen als de robot cellen bereikt die respectievelijk groen en rood gekleurd zijn. Gebaseerd op de waarschijnlijkheid en de beloningen kan er een beleid (functie) gemaakt worden door de oorspronkelijke en laatste toestand te gebruiken.

Een ander voorbeeld waarin gebruik wordt gemaakt van MDP is het probleem van voorraadplanning – een voorraadbeheerder of manager moet bepalen hoeveel eenheden elke week besteld moeten worden. De voorraadplanning kan gemodelleerd worden als een MDP, waar de toestanden beschouwd kunnen worden als een positieve inventaris en tekorten. Mogelijke acties zijn bijvoorbeeld het bestellen van nieuwe eenheden of het verwerken van de achterstand voor de aankomende week. Beloningen – of in dit geval, kosten – zijn normaal gesproken bestelkosten voor eenheden en inventariskosten.



Figuur 6: Voorbeeld – rasterwereld van een robot

Natuurlijke taalverwerking

Natural Language Processing ofwel NLP wordt gebruikt om te verwijzen naar alle technieken die te maken hebben met natuurlijke taalverwerking; van spraakherkenning tot taalgeneratie, waarbij elk van deze onderdelen een andere techniek vereist. Een aantal van de belangrijke technieken zullen hieronder uitgelegd worden, bijvoorbeeld Part-of-Speech tagging, Named Entity Recognition en Parsing.

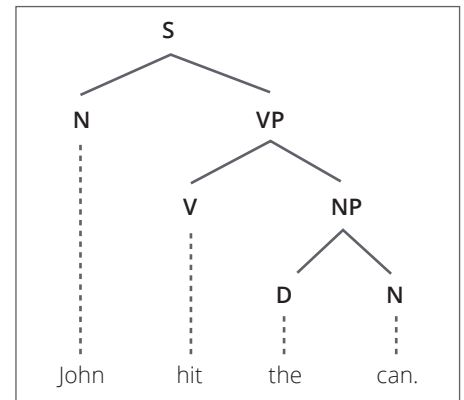
Laten we de volgende zin eens nader bekijken: 'John hit the can' (Jan aait de hond). Een van de eerste stappen van NLP is lexicale analyse, waarbij gebruikt wordt gemaakt van Part-of-Speech (PoS) tagging. Met deze techniek wordt elk woord gemarkeerd om een overeenkomst te vinden met een categorie woorden die vergelijkbare grammaticale eigenschappen hebben. Hierbij wordt uitgegaan van de relatie van dat woord met aansluitende en gerelateerde woorden. Niet alleen woorden worden gemarkeerd, maar ook alinea's en zinnen.

Part-of-Speech tagging wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met statistische modellen die leiden tot probabilistische resultaten in plaats van deterministische “wat-als”-regels en wordt daarom gebruikt voor het verwerken van onbekende tekst. Ook kunnen deze statistische modellen omgaan met de mogelijkheid dat er in plaats van slechts één antwoord meerdere antwoorden mogelijk zijn; een techniek die vaak gebruikt wordt voor het markeren is het Hidden Markov-model (HMM).

Een HMM is vergelijkbaar met het Markov beslissingsproces, waar elke toestand een gedeelte is van de uiting en de uitkomst van het proces de woorden in de zin zijn. Een HMM ‘herinnert zich’ de volgorde van de woorden die vooraf gingen. Hierdoor kunnen zij beter inschatten welk deel van de uiting (Part-Of-Speech) een woord is. In het eerder genoemde voorbeeld is het waarschijnlijker dat het woord “dog” in “hit the can” een zelfstandig naamwoord is dan een werkwoord. Het eindresultaat is dat de woorden als volgt gemarkeerd zijn: ‘John’ als zelfstandig naamwoord (Engels: noun, N), ‘hit’ als werkwoord (Engels: verb, V), ‘the’ als determinator (Engels: determiner, D) en ‘can’ tevens als zelfstandig naamwoord (N).

Named Entity Recognition of NER is vergelijkbaar met POS-tagging, maar in plaats van het markeren van woorden met de functie die zij innemen in een zin (POS), worden de woorden gemarkeerd met het soort entiteit dat zij voorstellen. Deze entiteiten kunnen bijvoorbeeld personen, bedrijven, tijd of locatie zijn. Maar ook meer gespecialiseerde entiteiten zoals gen of proteïne. Hoewel een HMM ook gebruikt kan worden voor NER is de aangewezen techniek voor NER een Recurrent Neural Network (RNN). Een RNN is een van de type neurale netwerken zoals al eerder besproken werd, maar dit netwerk neemt sequenties als input (een aantal woorden in een zin of complete zinnen) en herinnert zich de output van de [vorige zin](#). In de zin ‘John hit the can’ zal RNN het woord John herkennen als de entiteit ‘persoon’.

Een laatste techniek om te bespreken is *Parsing* (syntactische analyse) – het analyseren van de grammatica en de manier waarop de woorden worden geordend zodat de relaties tussen woorden duidelijk zijn. De *Part-of-Speech-tag* van de lexicale analyse wordt gebruikt en daarna ingedeeld in kleinere gedeeltes die dan weer gecombineerd kunnen worden met andere zinnen of woorden om een iets langere zin te maken. Dit wordt herhaald totdat het doel is bereikt: elk woord in de zin is gebruikt. De regels over hoe de woorden kunnen worden ingedeeld noemt men grammatica en kan er als volgt uitzien: $D+N=NP$ waar D voor determinator staat en N voor zelfstandig naamwoord. Samen wordt het beschouwd als een naamwoordgroep. Het uiteindelijke resultaat wordt weergegeven in onderstaande figuur.

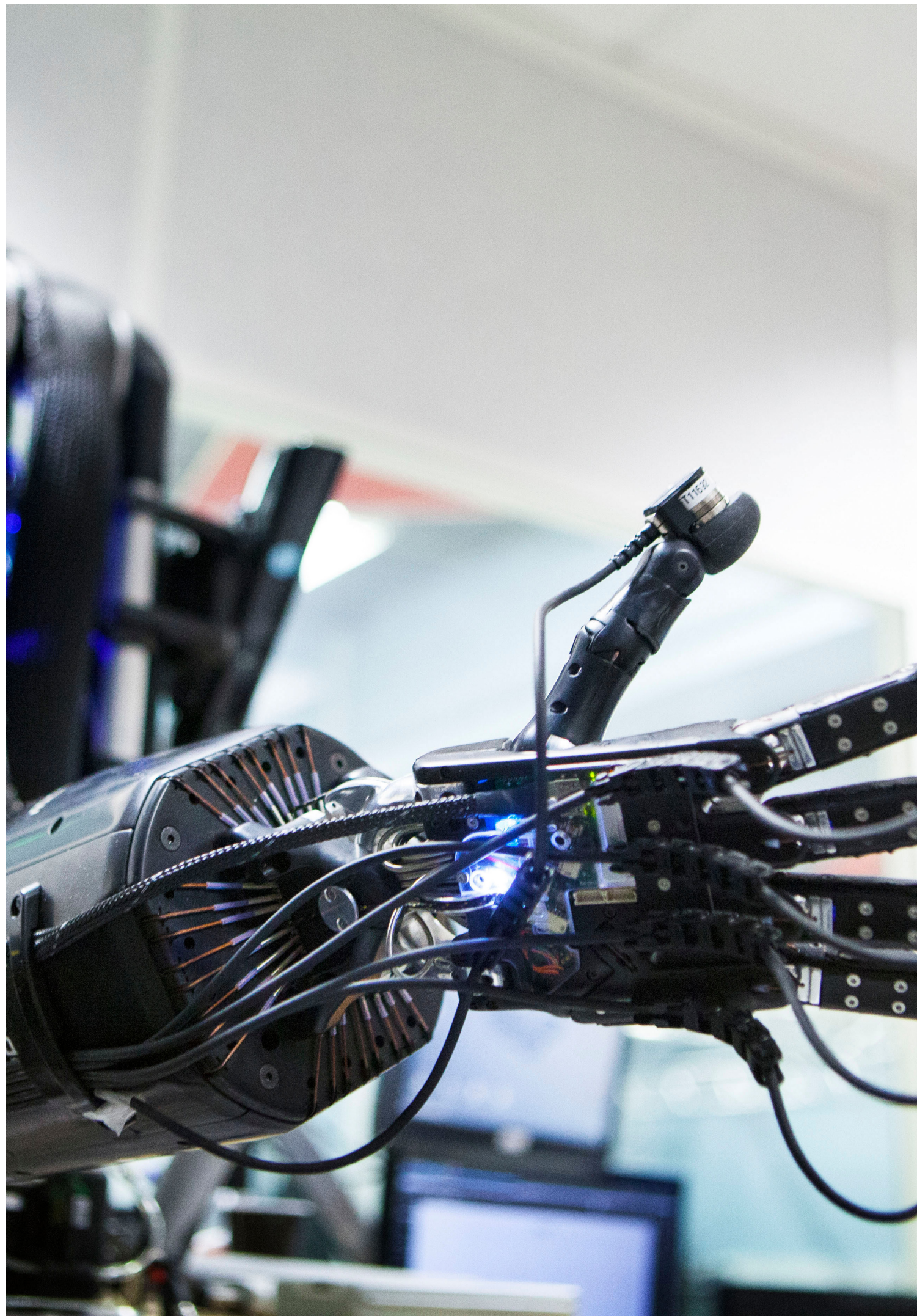


Figuur 7

Bovenstaande toepassingen zijn geen toekomstmuziek. Een combinatie daarvan wordt reeds gebruikt binnen de [zes AI-projecten van Deloitte](#), waaronder de automatisch gegenereerde Risk- en Strategierapporten van [DeloitteSmartReports.com](#). AI wordt tevens gebruikt om de kwetsbaarheden binnen digitale omgevingen bloot te leggen middels de [Security Quickscan](#), die binnen een minuut een volledig beeld van de veiligheid van je website geeft.

Conclusie

De technieken die gebruikt worden binnen het domein van kunstmatige intelligentie zijn eigenlijk enkel geavanceerde vormen van statistische en wiskundige modellen. Als al deze modellen slim in elkaar gezet worden, kunnen ze ons de tools aanbieden om taken te berekenen die we voorheen zouden beschouwen als enkel weggelegd voor mensen.



Vijf toepassingen van AI nader bekeken

In dit derde hoofdstuk lichten we vijf toepassingen van AI nader toe, namelijk beeldherkenning, spraakherkenning, automatische vertaling, Q&A (vraag & antwoord) en games.

In ons [eerste blog](#) legden we de meest gebruikte definities van AI uit. In onze [tweede blog](#) bespraken we een aantal fundamentele AI-technieken.

De toegenomen nauwkeurigheid, beschikbaarheid en het gemak waarmee methodes van kunstmatige intelligentie geïmplementeerd kunnen worden, creëren mogelijkheden voor bedrijven om deze methodes [toe te passen in hun bedrijf](#). Verzekeringsmaatschappijen kunnen AI bijvoorbeeld gebruiken om claims van hun klanten te lezen, begrijpen of de claim moeilijk of eenvoudig is en suggesties ontvangen over de manier waarop de claim afgehandeld kan worden. De werknemer hoeft deze suggestie dan alleen nog maar te controleren voordat deze in werking gesteld kan worden. Hierdoor kunnen bedrijven veel tijd besparen en de kwaliteit van het werk verhogen.

Dit is slechts één voorbeeld. In de rest van dit artikel zullen we vijf toepassingen bespreken die in de komende jaren grote ontwikkelingen zullen doormaken:

- Beeldherkenning
- Spraakherkenning
- Vertaling
- Q&A
- Games

Deze ontwikkelingen zullen toepassingen goedkoper en nauwkeuriger maken, waardoor de drempel voor bedrijven om deze toepassingen te gebruiken kleiner wordt.

1. Beeldherkenning

Het herkennen van beelden is voor de meesten van ons een eenvoudige taak. We hebben er geen moeite mee om een auto van een tijger te onderscheiden of dat een auto nog steeds een auto is als je hem bekijkt vanuit een ander perspectief. Deze vaardigheid is een stuk moeilijker voor computers, maar recente ontwikkelingen op het gebied van nauwkeurigheid in beeldherkenning hebben geleid tot interessante toepassingen. Omdat verschillende leveranciers zoals Google en IBM hun voorgeprogrammeerde algoritmen als open source aanbieden en softwarebibliotheken zoals [Tensorflow](#) het mogelijk maken om eigen algoritmes te maken, is visuele herkenning een stuk toegankelijker geworden.

Bekende toepassingen van beeldherkenning zijn de [Google Shopper](#), een app die via je camera de verkoopplaats van een object weergeeft, of de gezichtsherkenningssoftware waar beveiligingscamera's van gebruikmaken. Dergelijke toepassingen gebruiken beeldherkenning al dagelijks, maar er zijn de laatste jaren veel ontwikkelingen op andere gebieden.

IBM Watson, het AI platform dat het spel [Jeopardy](#) won van mensen, heeft zijn beeldherkenningsvaardigheden ontwikkeld op geneeskundig gebied.

IBM Research heeft gewerkt aan [deep learning technieken voor computervisie](#) die gebruikt kunnen worden om huidziekten zoals melanoom te herkennen. IBM Watson creëerde een geheel aan methodes die huidlaesies kunnen segmenteren en heeft tevens methodes ontwikkeld die het gebied en het omringende weefsel kunnen detecteren op melanoom. Deze methodes testten ze op een grote dataset die publiekelijk toegankelijk is en waarvan de bevindingen worden besproken in een [voordruk van dit artikel](#). De visie van IBM is dat op een bepaald punt medisch personeel een afbeelding van huidafwijkingen naar Watson kan sturen zoals ook bloedmonsters naar het laboratorium worden verstuurd.

Beeldherkenning kennen we hoofdzakelijk van beveiligingscamera's, maar deze toepassing wordt ook ontwikkeld op andere gebieden. Een enquête uit 2015 die werd afgenomen door Computer Services Corporation onder 150 leidinggevenden in de detailhandel in het Verenigd Koninkrijk, suggereert dat 25% van alle Britse winkels gezichtsherkenningssoftware gebruikt. Deze software wordt gebruikt voor beveiliging, maar ook om klanten te volgen. Zo kan men het effect van productdisplays op het gedrag van klanten observeren of kijken naar de stroom van klanten in de winkel. Dit is een bekend concept in webshops waar A/B-testen worden gebruikt om te zien welke websitedisplays de meeste winst opleveren. Dit voorbeeld

suggereert echter dat gezichtsherkenning gebruikt kan worden om deze testen rechtstreeks in een winkel uit te voeren. Verschillende softwarebedrijven - jven bieden gezichtsherkenningssoftware aan detailhandelaren aan (enkele voorbeelden zijn [ScienceSoft](#) en [FaceFirst](#)). Deze bedrijven passen specifieke algoritmen toe die gezichtsherkenningspunten gebruiken om gezichten te herkennen en onderscheiden. Deze algoritmen kunnen worden opgeslagen en op een later tijdstip aan elkaar worden gekoppeld om de klantervaring te verbeteren en een persoonlijke service aan te bieden.

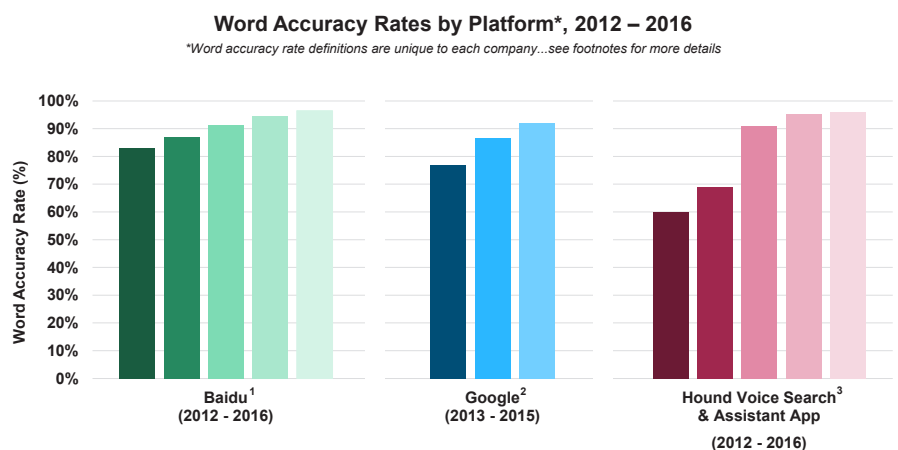
2. Spraakherkenning

Spraakherkenning is een toepassing van AI die spraak herkent en gesproken woorden in getypte tekst kan omzetten. Deze techniek wordt bijna nooit individueel

gebruikt, maar hoofdzakelijk als toevoeging aan chatbots, virtuele agenten en mobiele toepassingen. Bekende voorbeelden zijn Siri van Apple, Google Home en Alexa van Amazon. De beginselen van spraakherkenning vonden al in 1952 plaats met '[Audrey](#)'. Audrey kon cijfers herkennen die door één stem werden uitgesproken. Dit is erg indrukwekkend als je bedenkt waar computers destijds toe in staat waren. Vandaag de dag hebben we toepassingen op onze telefoon en in onze auto die kunnen reageren op onze stem..

Niet alleen de hoeveelheid toepassingen met spraakherkenningsvermogen is gestegen, ook de nauwkeurigheid van het omzetten van gesproken tekst naar geschreven tekst is de laatste jaren significant verbeterd volgens het [KPCB](#).

Voice Word Accuracy Rates Improving Rapidly... +90% Accuracy for Major Platforms



Figuur 1

Een van de zakelijke toepassingen waar veel vooruitgang is geboekt, is het gebruik van [spraakherkenning in de gezondheidszorg](#). Veel artsen werken met een elektronisch patiëntendossier (EPD) om patiëntinformatie vast te leggen, hoewel men zegt dat dit consulten vertraagt en de patiënt beperkt wordt in het doen van zijn of haar verhaal. Door gebruik te maken van spraakherkenning kan patiëntdocumentatie worden vastgelegd op een flexibele en snelle manier, zodat de arts meer tijd kan besteden aan de patiënt. Deze oplossing wordt al aangeboden door verschillende leveranciers zoals [Nuance](#) en [M*Modal](#).

De snelle verbeteringen die worden doorgevoerd bij spraakherkenning bieden veel mogelijkheden voor de nabije toekomst. Dat al onze software en hardware wordt uitgerust met spraakherkenning kan misschien al sneller gebeuren dan vele mensen denken.

3. Vertaling

Automatische vertaling is een ander onderwerp dat grote zakelijke gevolgen heeft. Dit onderwerp kan worden gedefinieerd als het proces waarbij tekst in de ene taal door middel van software wordt omgezet naar een andere taal. Traditioneel gezien werden teksten vertaald door elk woord te vervangen met het best mogelijke equivalent in de andere taal. Deze methode werkt redelijk goed voor losse woorden, maar dit proces is al moeilijker te handhaven voor een groep woorden of zinnen, omdat de relaties tussen woorden belangrijk zijn voor de betekenis van een zin. Deze nuances kunnen niet worden vastgelegd wanneer elk woord afzonderlijk wordt geanalyseerd.

Deep learning heeft een grote impact gehad op de kwaliteit van machinevertalingen door het paradigma volledig te verschuiven. In plaats van te werken met regelgebaseerde methodes die aangestuurd worden door menselijke beslissingen, zijn vertalingen die tot stand komen door middel van een neurale netwerk grotendeels gebaseerd op wiskunde. Bij relatieve algemene teksten komen GNMT-systemen (Google Neural Machine Translation) in de buurt van de kwaliteit van menselijke vertalingen. Een experiment liet zelfs zien dat wanneer u een tekst vertaalt van het Engels naar het Koreaans en vervolgens van het Engels naar het Japans, het model ook redelijkerwijs in staat is om van het Koreaans naar het Japans te vertalen zonder dat er een training aan voorafging die aandacht schonk aan het formele verband tussen de twee talen. [Eén artikel](#) stelde zelfs de volgende vraag: "hebben computers hun eigen interne taal uitgevonden?"

De impact van kwaliteitsvertalingen in een globale economie zijn enorm. Voorheen werden zakelijke vertalingen voornamelijk gedaan in Europese talen, maar er is een groeiende vraag naar Chinese, Japanse en Koreaanse vertalers. Een eenvoudig voorbeeld hiervan is Uber die onderzocht of automatische vertaling plaats kon vinden tussen een toerist die gebruik wilt maken van de Uber-diensten in zijn vakantieland en de Uber-chauffeur die alleen in zijn eigen taal kan communiceren.

4. Vraag-antwoordsystemen

Q&A-agenten of chatbots zijn een ander voorbeeld waarbij AI wordt toegepast op taal. Wanneer er wordt gesproken over de mogelijkheid van het voeren van gesprekken, wordt er onderscheid gemaakt in het domein en de manier waarop een antwoord van de agent wordt gegenereerd. Een chatbot kan gericht zijn op het beantwoorden van vragen in een open of gesloten domein. Wanneer een chatbot werkzaam is in een open domein is het in staat om algemene vragen te beantwoorden die over elk soort onderwerp kunnen gaan (bijvoorbeeld [cleverbot](#)). Dit is over het algemeen moeilijker dan een gesloten domein dat zich richt op een beperkt aantal onderwerpen. Gesloten domeinen zijn echter uitermate geschikt als zakelijke toepassing, zoals het beantwoorden van vragen bij helpdesks. Een aantal jaren geleden vond er een doorbraak plaats in de interesse van vraag-antwoordsystemen toen IBM Watson menselijke tegenstanders versloeg in het spel Jeopardy, een bekend Amerikaans quizprogramma. Google was verantwoordelijk voor een andere, meer recente doorbraak toen zij erin slaagden chatbots een korttermijngeheugen te geven. Hierdoor kunnen chatbots gesprekken uit het echte leven realistischer nabootsen, door het verband te leggen met iets dat een paar zinnen eerder is gezegd.

Het vermogen van machines om de intentie (of het doel) van een vraag te herkennen en deze te beantwoorden op verschillende manieren, is iets wat we vaker zien in vele zakelijke toepassingen. Nadat de intentie is afgeleid uit het bevel van de gebruiker wordt het gekoppeld aan een specifieke vervolgactie. Deze actie kan variëren van het stellen van een vervolgvraag tot het verzamelen van informatie op het internet. Op het gebied van klantenservice worden chatbots al snel de norm. Een voorbeeld hiervan is [Amelia van IPsoft](#). Standaard zoekopdrachten worden al automatisch afgehandeld, terwijl de moeilijkere opdrachten doorgestuurd worden naar mensen. Vraag-antwoordsystemen hebben ook al hun [intrede gedaan op rechtsgebied](#). Advocaten kunnen vragen over juridische zaken in natuurlijke taal stellen aan een intelligente assistent. De assistent kan deze vragen vervolgens beantwoorden door de juiste passage over te nemen uit kwalitatief hoogstaande juridische documentatie

5. Games/Solver

Een van de meest spannende toepassingen van AI vindt plaats in het spelen van games. Om een spel goed te kunnen spelen, moet je niet alleen weten wat de regels zijn, maar ook rekening houden met de stappen die je tegenstander kan zetten. Tot slot moet je een zorgvuldige beslissing nemen welke zet je de hoogste kans geeft om te winnen. Als computers spellen net zo goed kunnen spelen als mensen, zijn er geen redenen om aan te nemen dat zij geen andere moeilijke vaardigheden kunnen leren die mensen uitvoeren tijdens hun dagelijkse werkzaamheden.

Onlangs werd er een belangrijke stap voorwaarts gezet op het gebied van games toen de wereldkampioen Go voor [het eerst](#) verslagen werd door een computer. Go is een spel dat niet door middel van brute force berekend kan worden, aangezien het aantal mogelijke zetten hoger is dan het aantal sterren in het universum. De beste Go-spelers ter wereld vertrouwen voor een groot deel op hun intuïtie bij het maken van hun beste zetten. [AlphaGo](#) van Google (Go-software gebaseerd op een neurale netwerk) heeft echter geleerd hoe het als een van de beste menselijke spelers moet spelen door miljoenen menselijke spellen te bestuderen. Het werd vervolgens zelfs nog sterker door miljoenen keren tegen een andere versie van zichzelf te spelen, waardoor het uiteindelijk in staat was om de wereldkampioen te verslaan. Hetzelfde [platform](#) leerde zichzelf binnen 24 uur beter te schaken dan de beste schaakcomputer tot nu toe. Als computers mensen kunnen verslaan in de meest ingewikkelde spellen van vandaag de dag, waar houden de mogelijkheden voor AI dan op?

Een groot voordeel dat mensen nog altijd hebben ten opzichte van computers, is dat we onze kennis en training die we hebben opgedaan in het ene gebied, kunnen toepassen op een nieuwe taak of gebied. Goede Go-spelers kunnen bijvoorbeeld hun manier van denken gebruiken om dagelijkse problemen op te lossen die zij tegenkomen op hun werk. AlphaGo kan dit niet doen: het is enkel goed in het spelen van Go, meer niet. Onlangs werd er echter een eerste stap genomen om dit probleem te verhelpen: neurale netwerken kunnen nu de belangrijkste kennis van het ene

spel onthouden en tegelijkertijd een nieuw spel leren (koppeling). Google Deepmind [schreef](#) een nieuw algoritme waardoor een neurale netwerk in staat was tien Atari games tegelijkertijd te leren en deze games op menselijk niveau te spelen.

Zodra dit gebied meer ontwikkeld is, kunnen computers een reeks aan moeilijke vaardigheden uitvoeren die momenteel alleen nog door mensen gedaan kunnen worden. Google gebruikt het om de [energiekosten te verlagen](#) van een van hun grote datacenters. De kunstmatige intelligentie beheert meer dan 120 variabelen in de datacenters van Google, zoals ramen, ventilatoren en koelsystemen. Hierdoor wordt het energiegebruik geoptimaliseerd en wordt tegelijkertijd de computerprestaties op peil gehouden. Deze optimalisatie verlaagt over een periode van meerdere jaren de energiekosten van Google met mogelijk honderden miljoenen. Een andere toepassing ligt in de gezondheidszorg: [een app van Deepmind bespaart verplegers meer dan twee uur per dag door een waarschuwing te geven over aankomend acuut leverfalen](#). Dit zijn twee toepassingen, maar aangezien dit een nieuw ontwikkeld gebied is, bestaat er een groot potentieel voor meer. Denk bijvoorbeeld aan het voorspellen van aandelenprijzen en het optimaliseren van de layout van distributiecenters. De grens wordt vastgesteld door onze verbeelding en beschikbare data.

We hebben een aantal toepassingen van AI besproken die de komende jaren geavanceerder zullen worden en die wij waarschijnlijk steeds vaker zullen gebruiken in ons dagelijks leven. In de reeks AI-blogs hebben we geprobeerd de toepassingen van AI, waarmee iedereen ooit te maken, nader toe te lichten en hebben we een aantal voorbeelden gegeven waar deze toepassingen misschien tot zullen leiden in de nabije toekomst. In het volgende blog gaan we het hebben over vijf trends die grote sprongen hebben gemaakt bij het toepassen van AI.



Vijf technologieën die grote stappen zetten in AI

We gaan verder in op een aantal bredere technologie-ontwikkelingen die grote stappen zetten in het toepassen van AI, waaronder trends of groeifactoren die AI dichterbij mensen en organisaties brengt.

Ontwikkelingen in AI staan niet op zichzelf. De technologische ontwikkelingen hebben grote invloed op de mate waarin AI toegepast kan worden. De technologie maakt AI toegankelijker en hiermee verhoogt het ook de vraag naar AI.

1. Cloud

Een van de eerste trends die de snelle groei van AI mogelijk maakt is 'cloud computing'. Zoals al is uitgelegd in ons [vorige artikel](#) zijn AI-technieken gebaseerd op complexe wiskundige modellen en hebben ze grote hoeveelheden trainingsdata (voorbeelden) nodig om hun intelligente vaardigheden te leren. Het bouwen, verbeteren en uitvoeren van AI-toepassingen vergt daarom enorm veel rekenkracht. Cloud-technologie kan ervoor zorgen dat dit in een flexibele en schaalbare omgeving uitgevoerd kan worden op een relatief betaalbare manier waarvoor geen enorme initiële investeringen nodig zijn.

De IT-infrastructuur van grote ondernemingen is vaak te complex en te inflexibel om op en binnen bedrijfsplatforms te experimenteren met AI-toepassingen. Met AI-clouddiensten zoals Amazon AWS AI, Microsoft Cortana, IBM Cloud/Watson, Google Cloud Machine Learning en HPE HavenOnDemand kun je snel toepassingen bouwen en uitvoeren. Dit zijn slechts voorbeelden en met cloudoplossingen zoals 'Analytics as A Service'(AaaS), kunnen organisaties experimenteren met AI en intelligente

toepassingen bouwen zonder de bestaande IT-infrastructuur aan te tasten.

2. Big Data

Op de tweede plek van toepassingen die het versnellen van AI mogelijk maken, staat big data. Of beter gezegd: grote, snelle en/of **ongestructureerde data**. Hierbij kun je denken aan alle informatie die afkomstig is van beelden, tekst, sensorgegevens of andere data die gegenereerd wordt door bijvoorbeeld mobiele apparaten. Momenteel bestaat 80 procent van alle bedrijfsgegevens uit ongestructureerde data die veel sneller in omvang toeneemt dan gestructureerde data. De laatste jaren is technologie die deze data kan vastleggen, opslaan en verwerken op grote schaal beschikbaar geworden. Veel bedrijven hebben daarom geïnvesteerd in het bouwen van 'Data Lake'-platforms om hun big data te beheren.

De mogelijkheden en toepassingen van deze ongestructureerde data is enorm en toch zijn veel toepassingen nog onaangeroerd. AI-technieken maken het mogelijk om ongestructureerde data te verwerken en te analyseren waardoor bedrijven waardevolle inzichten kunnen krijgen en hun besluitvormingsprocessen kunnen verbeteren. Het kan mogelijk patronen en complexe relaties vinden door te schakelen tussen miljarden observaties. Bijvoorbeeld bij het evalueren van verzekeringsclaims kunnen intelligente

AI-toepassingen automatisch natuurlijke taal van teksten begrijpen en afbeeldingen zoals foto's analyseren (e.g. denk aan schade aan jouw auto bijvoorbeeld dat automatisch door AI-systemen herkend wordt). Door deze technieken te gebruiken kunnen AI-toepassingen fraude mogelijk eerder ontdekken, de kwaliteit en consistentie van de claimbeoordeling verbeteren en het afhandelproces van claims bijvoorbeeld efficiënter maken. Dit is slechts een van de vele voorbeelden waarvoor AI gebruikt kan worden.

Terwijl AI aan de ene kant de oplossing is om grote hoeveelheden ongestructureerde data te analyseren, heeft AI big data ook nodig om 'intelligent' te worden. Zoals al in ons vorige artikel en aan het begin van dit artikel werd vermeld, moeten AI-toepassingen met veel voorbeelden getraind worden. Je kunt dit beschouwen als een persoonlijke ontwikkeling: gedurende je leven leer je van ervaringen (door voorbeelden uit je omgeving) die je in staat stellen bepaalde taken uit te voeren en jezelf te verbeteren waardoor je meer kennis opdoet. Dit kan worden verbeeld door een voorbeeld van 'Fleet Learning' van Tesla waar alle data van Tesla voortdurend wordt gedeeld met het centrale datasysteem, zoals kaartgegevens: waar wordt met de auto gereden, op welk tijdstip en met welke snelheid? Zodra een aanzienlijk aantal auto's een gewijzigde toestand doorgeeft (veroorzaakt door bijvoorbeeld slechte wegomstandigheden, wegwerkzaamheden, etc.) wordt het systeem geüpdated, zodat andere auto's kunnen leren zich voor te bereiden op de gewijzigde omstandigheden.

Om deze reden is de relatie tussen AI en big data tweeledig: big data is een vereiste voor AI en AI is de oplossing om ongestructureerde data te verwerken en er inzichten uit af te leiden.

3. API's

Misschien wel de meest eenvoudige manier om intelligente toepassingen te bouwen is door applicatieprogramma-interfaces (API's) te gebruiken. Een API is een stukje 'out of the box' functionaliteit dat kan worden aangeroepen vanuit een ander programma of andere app. Als jouw app bijvoorbeeld gezichtsherkenning vereist, kun je een API aanroepen in plaats van zelf een gezichtsherkenning algoritme te ontwikkelen. Veel grote technologiebedrijven bieden API's aan op het gebied van computervisie (beeldherkenning), spraakherkenning en natuurlijke taalverwerking (natural language processing, NLP) of andere cognitieve domeinen op de cloud platforms.

Intelligente API's zijn voorgetrainde en voorgeconfigureerde modellen die gemaakt zijn voor een bepaalde taak en dienen als toegangspoorten tot AI-toepassingen. Dit kan worden weergegeven met de [Visual Recognition](#) API van IBM bijvoorbeeld. Wanneer deze API wordt aangeroepen en een afbeelding van een auto ontvangt, zal de API de auto herkennen en misschien ook andere voorwerpen die op de afbeelding staan. De herkende voorwerpen worden met een zekere mate van betrouwbaarheid weergegeven en gedeeld met de gebruiker.

Bovendien hoeven API's niet als op zichzelf staande diensten gebruikt te worden. Ze kunnen dienen als bouwstenen voor gecombineerde intelligente toepassingen. Bijvoorbeeld: als je een toepassing wilt ontwikkelen waarbij gesproken tekst wordt vertaald, heb je een API nodig die spraak kan omzetten naar tekst, een API die tekst kan omzetten naar spraak en een API voor vertaling. Dankzij deze modulaire eigenschap zijn API's erg geschikt voor een breed scala aan AI-toepassingen. De snelste en meest eenvoudige manier om een AI-toepassing te bouwen en integreren is door cognitieve API's te gebruiken.

Een van de zakelijke toepassingen die veel terrein heeft gewonnen, is het gebruik van [spraakherkenning in de gezondheidszorg](#). Veel artsen werken met een elektronisch patiëntendossier (EPD) om patiëntinformatie vast te leggen waarbij een van de uitdagingen is dat het vullen van EPD's veel tijd kost en vertragend kan werken. Door gebruik te maken van spraakherkenning kan patiëntdocumentatie worden vastgelegd op een flexibele en snelle manier, zodat de arts meer tijd kan besteden aan de patiënt. Deze oplossing wordt al aangeboden door verschillende leveranciers zoals [Nuance](#) en [M*Modal](#).

De snelle verbeteringen die worden doorgevoerd bij spraakherkenning bieden veel mogelijkheden voor de nabije toekomst. De situatie dat software en hardware worden uitgerust met spraakherkenning kan wellicht sneller gebeuren dan men denkt.

4. Open source

Hoewel API's een geweldige manier zijn om AI-toepassingen te ontwikkelen, zijn ze zeer specifiek gericht op het verwezenlijken van een bepaalde taak. Wanneer je een machine learning-taak moet uitvoeren die niet beschikbaar is via een API kun je zelf een API bouwen. Hiervoor moet je beschikken over de vereiste domein- en programmeerkennis, data en algoritmes.

Vandaag de dag zijn er steeds meer AI-algoritmes beschikbaar als open source. Dit betekent dat ze publiekelijk toegankelijk zijn en vaak geen licentiekosten met zich meebrengen. Een gevolg hiervan is dat ontwikkelaars van AI-toepassingen kunnen vertrouwen op de kennis en het eerdere werk van een grote gebruikersgroep. Deze trend vormt daarmee de vierde versnellingsfactor van het toepassen van AI. Een voorbeeld van open source AI-software is [TensorFlow](#) van Google. TensorFlow is een open source zelflerende softwarebibliotheek met veel verschillende algoritmes en raamwerken.

Een simpele vergelijking tussen een API en het onderliggende open source framework kan worden weergegeven in het volgende voorbeeld. Met de Speech API van Google kun je toepassingen ontwikkelen die audio van de gebruiker ontvangen en dit omzetten naar platte tekst. Om dit voor elkaar te krijgen gebruikt de API van Google technieken zoals deep learning en is hij getraind door miljoenen voorbeelden. Daarnaast heeft Google ook de broncode voor het (deep learning) neurale netwerk publiekelijk toegankelijk gemaakt. Maar met enkel de broncode kan audio niet worden omgezet naar tekst. Het model dient getraind te worden met veel voorbeelden, maar kan, afhankelijk van de behoeften van de gebruiker, zeer specifiek ingesteld worden.

Een laatste opmerking over open source is dat AI-toepassingen ook een combinatie van API's en open source technologieën kunnen gebruiken om snel toepassingen te bouwen die bestaan uit meerdere vooraf geconfigureerde modules. Hierdoor versnelt het ontwikkelingsproces en wordt het beste van beide werelden gebruikt. Alles samen genomen zullen open source AI-technologieën de gebruikersgroep en de reeks usecases voor AI vergroten en concurrentie teweegbrengen tussen grote commerciële AI-leveranciers. Tegelijkertijd verpakken enkele grote leveranciers open source AI-code in een commerciële toepassing en voegen daar onder meer support, onderhoud en training aan toe.

5. IoT en standaardisatie

De laatste belangrijke versnellingsfactor voor AI is het Internet of Things (IoT). Hiermee worden alle (mobiele) apparaten of sensoren bedoeld die verbonden zijn met het internet en met elkaar. AI deze apparaten samen genereren een enorme hoeveelheid semigestructureerde data die de AI-toepassingen kan 'voeden' en verbeteren. Een aantal voorbeelden hiervan zijn: zelfrijdende auto's, woningen met [slimme thermostaten](#), slimme pacemakers die realtime inzichten van de patiënt doorsturen naar de arts of [een parkeergarage die je auto kan herkennen](#) en jou toegang biedt.

Naar gelang steeds meer en meer apparaten verbonden zijn met het internet, is er een standaardisatie van gegevensstromen, data formaten en – diensten nodig, zodat deze apparaten goed op elkaar kunnen reageren. [Standaardisatie in IoT is nog steeds in ontwikkeling](#). Twee belangrijke bouwstenen voor standaardisatie op het gebied van AI zijn het JSON-dataformaat en de REST-principes voor [API's](#).

[JSON \(JavaScript Object Notation\)](#) is een dataformaat dat gemakkelijk te schrijven en te begrijpen is voor ontwikkelaars en die eenvoudig te genereren en te verwerken is voor computers. REST staat voor Representational State Transfer en is een softwarearchitectuur/-benadering voor webdiensten die een eenvoudige evolutie van door API-aangedreven diensten mogelijk maakt.

Nu er steeds meer data wordt gegenereerd door IoT-apparaten en de ontwikkeling en integratie eenvoudiger is geworden dankzij gestandaardiseerde formaten, komen er steeds meer AI-oplossingen op de markt die gebaseerd zijn op deze standaarden.

Recente technologische trends zijn de drijfveer achter de brede toepassing van AI. Met de cloud als platform en API's als bouwstenen voor intelligente toepassingen, wordt AI toegankelijk voor meer mensen en organisaties dan ooit tevoren. De toename van gestructureerde en vooral ongestructureerde data creëert mogelijkheden voor AI-technologieën die steeds intelligenter kunnen worden en hiermee de organisaties een concurrerend voordeel kunnen geven als zij op de juiste wijze toegepast worden. Bovendien kunnen open source AI-technologieën op maat gemaakte AI-oplossingen snel ontwikkelen door voorgebouwde modules en de kennis van het publiek te gebruiken. Ten slotte zal IoT de standaardisatie verder aansturen waardoor nog meer data beschikbaar wordt en apparaten beter met elkaar worden geïntegreerd.

Wij geloven dat door de recente technologische trends die in dit artikel beschreven staan, de tijd aangebroken is voor de organisaties om AI voorbij de experimentele fase te trekken en gericht te investeren in volwaardige AI oplossingen.



De mogelijkheden van AI voor de toekomst

Kunstmatige intelligentie (AI) wordt beschouwd als een van de meest disruptieve technologieën die invloed heeft op het dagelijks leven en het bedrijfsleven. Onderzoekers en deskundigen uit de praktijk vergelijken de opkomst van AI met de industriële revolutie [uit de vorige eeuw](#). AI bestaat uit een aantal technologieën die de huidige manier van zakendoen drastisch zal veranderen. Steeds meer taken zullen geautomatiseerd worden, maar de grootste impact komt van vernieuwde en nieuwe bedrijfsmodellen en de opkomst van intelligente diensten die voorheen nog niet bestonden.

We sluiten onze reeks artikelen over AI af met deze editie die vijf voorbeelden uitlicht van zakelijke kansen die mogelijk worden gemaakt door AI, met als doel een discussie teweeg te brengen rond vragen zoals: Welke deuren gaan er open als ik AI in mijn bedrijf toepas? Welke waarde kan AI leveren? Hoe kunnen we de waarde van AI bepalen? We weten dat de invloed van AI op verschillende manieren uitgedrukt kan worden, zoals bijvoorbeeld weergegeven in de onderstaande tabel:

Waarde	Voorbeeld
Kostenverlaging	Hoog niveau van intelligente automatisering in callcenters voor verzekeringsmaatschappijen
Optimale service-efficiëntie	Efficiëntie in de gezondheidszorg door contactmomenten tussen klanten en huisartsen te verminderen (door slimme chatbots te implementeren die triage uitvoeren en algemene vragen beantwoorden)
Nieuwe geldstromen	Cross- en upsell van producten in e-commerce via intelligente adviesystemen en personalisatie
Verhogen klanttevredenheid	Nieuwe diensten zoals supermarkten die gezondheidsadvies verstrekken aan klanten

We bekijken enkele voorbeelden uit verschillende industrieën en onderzoeken de aard van AI in deze voorbeelden.

Toepassing 1: AI in diagnose en behandeling van ziekten

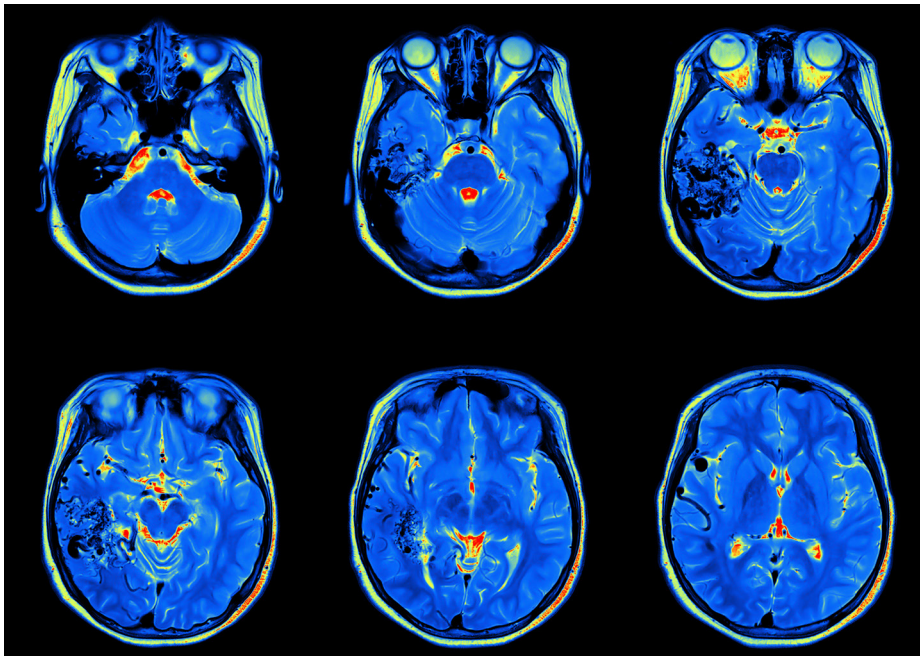
Kostenverlaging door AI lijkt een belangrijke drijfveer om de toenemende kosten in de gezondheidszorg tegen te gaan. De mogelijkheid om de effectiviteit van de zorg significant te verbeteren door bijvoorbeeld diagnose en behandelplannen te maken waarbij gebruik wordt gemaakt van AI is echter veel groter.

De mogelijkheden variëren van het ontwikkelen van geneesmiddelen tot het stellen van diagnoses en het opstellen van persoonlijke behandelplannen (bijna tot op DNA-niveau van een individueel patiënt).

Infervision gebruikt bijvoorbeeld deep learning technieken op patiëntgegevens die afkomstig zijn van röntgenstraling,

CT-scans, MRI-scans, tekstbeschrijvingen van symptomen en diagnostische rapporten om [automatische diagnostische adviezen tot stand te brengen](#). Meerdere ziekenhuizen in China werken al met dit adviesstelsel waardoor (long)kanker in een vroeg stadium vastgesteld kan worden.

Nog een voorbeeld van het gebruik van deep learning is het classificeren van huidkanker. Onderzoekers hebben reeds een systeem ontwikkeld dat huidkanker kan classificeren en dat [qua precisie vergeleken kan worden met die van ervaren dermatologen](#). Door deze AI technologie beschikbaar te stellen via mobiele apparaten kan dermatologische zorg voor meer mensen dan ooit beschikbaar worden.



Toepassing 2: AI in modeontwerp en interactie met klanten

Niet het eerste onderwerp waarbij je denkt aan AI, maar men verwacht dat AI technologie ook de mode-industrie zal beïnvloeden. Een disruptieve mogelijkheid op de lange termijn wordt mogelijk gemaakt door GANS: Generative Adversarial Networks. Het algoritme gebruikt twee neurale netwerken: een generator en een discriminator. De logica achter GAN is dat de generator beelden genereert die voor de discriminator echt lijken (door gebruik te maken van een iteratieve benadering). De gegenereerde beelden lijken zo op elkaar voor de trainingsset dat deze er meteen bij zouden passen. Door deze techniek te gebruiken kan een GAN zich voordoen als een echte modeontwerper door nieuwe kleding te ontwerpen die dezelfde stijl heeft als de stijl waarop het getraind is. Het Amazon team Lab126 is al begonnen met [het testen van de mogelijkheden binnen dit domein](#). Voor dit specifieke voorbeeld kan wat de waarde betreft een grotere klanttevredenheid en zelfs een concurrerend voordeel worden verkregen.

Er zijn ook andere voorbeelden. Chatbots die aangedreven worden door AI en die uitgerust zijn met natuurlijke taalverwerking en beeldherkenningsvaardigheden kunnen contact hebben met klanten op een intuïtieve manier en productadvies geven. Stel je voor dat je een foto maakt van je T-shirt en dit deelt met de chatbot die vervolgens advies geeft welke nieuwe trendy sneakers goed bij je outfit passen.

Toepassing 3: AI in cybercrime and fraudedetectie

De impact van cybercrime op bedrijven is enorm. Naast de immateriële schade (bijvoorbeeld reputatieschade), kunnen kosten flink oplopen voor een bedrijf. Volgens een schatting van Forbes zullen de globale kosten van cybercrime oplopen tot 6 biljoen in 2021. Een groot deel van deze kosten wordt veroorzaakt door creditcardfraude en hoewel technieken voor het opsporen van fraude al jaren bestaan, zijn deze nog steeds niet goed genoeg om fraude effectief te voorkomen. Nieuwe AI-technieken, zoals recurrente neurale netwerken (Recurrent Neural Networks, RNN) die voorheen niet beschikbaar waren, kunnen de oplossing zijn om fraude in vroegere stadions op te sporen (8). Detectiesystemen voor fraude die uitgerust zijn met getrainde RNN kunnen snel duizenden transacties scannen en hierover voorspellingen doen of ze classificeren in groepen (bijvoorbeeld van hoog naar laag frauderisico). Dit soort systemen kunnen helpen tijd te besparen door te letten op zaken waarbij een grote kans op fraude bestaat. Hierbij moet men wel oppassen: als je gebruik maakt van deze algoritmes is een degelijk governance een vereiste om de output in de gaten te houden en mogelijke vertekeningen (bias) zoveel mogelijk te beperken. Het is alom bekend dat het voorgetrainde karakter van de algoritmes kan leiden tot bias wat voor een serieuze tekortkoming in het systeem kan zorgen.

Identificeren van criminele activiteiten
Met de recente lancering van de nieuwe iPhone X, kunnen veel mensen over de hele wereld gebruik maken van gezichtsherkenning. In de komende jaren zullen iPhone-gebruikers hun iPhone



Figuur 1: Targeted Advertising Demo

kunnen vergrendelen door in de camera aan de voorkant van de telefoon te kijken. Maar de authenticatie van persoonlijke content is niet de enige toepassing van gezichtsherkenning. Overheden en veiligheidsdiensten gebruiken gezichtsherkenning om criminelen op te sporen. Onlangs had de politie in China 25 gezochte criminelen gearresteerd op een Chinees bierfestival door gebruik te maken van [foto's die genomen werden bij de ingang](#). Niet alleen gezichtsherkenning kan helpen bij het opsporen van criminelen, emotieanalyse kan hierbij extra waarde toevoegen. NTChLab heeft een software ontwikkeld, die al in gebruik is genomen, die kan herkennen of iemand gestrest of boos is. Deze software kan bijvoorbeeld gebruikt worden in een supermarkt [om verdachte situaties beter in de gaten te houden](#).

Toepassing 4: AI in gepersonaliseerde advertenties

Stel je voor dat je een winkel binnenloopt en je favoriete merk of product is diezelfde dag afgeprijsd. Dit kan toeval en je geluksdag zijn, maar het is een voordeel voor de winkeleigenaar, omdat je meer geneigd bent het product te kopen. Dit is allemaal mogelijk dankzij technieken zoals gezichtsherkenning. Een gepersonaliseerde advertentietoepassing zoals deze,

is getraind met vele voorbeelden, mensenkennis en koopgedrag. Het resultaat is een intelligente toepassing die het type klanten, hun emoties en mogelijke aankoopvoorkeuren kan herkennen. Gepersonaliseerde reclame is een bewezen methode om meer inkomsten te werven. Omdat deze technieken al beschikbaar zijn, kunnen ze op korte termijn veel waarde opleveren.

De grootste online supermarkt van Engeland, Ocado, is een echte pionier als het gaat om het toepassen van AI-technologie in het doen van dagelijkse boodschappen. Met een geavanceerd roboticasysteem en een autonoom bezorgsysteem, heeft Ocado onlangs een nieuwe Amazon-functionaliteit gelanceerd: spraakbesturing. Klanten die beschikken over een Amazon Echo (Alexa) kunnen simpelweg artikelen opnoemen die zij willen kopen, waarop Alexa deze artikelen toevoegt aan een al bestaand boodschappenlijstje. Hoewel deze functionaliteit al op de markt is, is de toegevoegde waarde van belang voor de toekomst. Nu moet een boodschappenlijstje nog handmatig worden aangemaakt en luistert Echo alleen naar volledige gescripte zinnen. Een zin zoals 'Hé Echo, we hebben geen melk meer!' lijkt nog lang niet in zicht.

Toepassing 5: AI in logistiek en tijdige levering

Met de enorme groei van e-commerce en online shopping is een van de grootste uitdagingen voor e-commerce en de vele logistieke bedrijven om de verzendkosten in “the last mile” te verminderen en tegelijkertijd kwaliteit en service op peil te houden. Een aantal van de meest innovatieve bedrijven maken met het gebruik van AI een paradigmaverschuiving door. Zelfrijdende auto's die gebruikt worden voor autonome bezorging zijn niet nieuw en [worden serieus ingezet](#). Er zijn ook meer praktische gebieden waarbij AI een essentiële rol speelt in de logistiek. Je kunt hierbij denken aan tijdige levering, planning en tijdsinschatting. Deze gebieden worden gebruikt in de track & trace-systemen van logistieke bedrijven. Een goed voorbeeld van hoe AI gebruikt wordt, is een algoritme dat ontworpen is door Deloitte Nederland en waarmee bezorgmomenten voorspelt kunnen worden. Dit model is in staat om toekomstige bezorgingen te voorspellen gebaseerd op de schema's van bezorgtrajecten. Deze schema's zijn gevonden met AI-technieken. Aantoonbare kostenverlaging en een aanzienlijke verbeterde klanttevredenheid zijn hiervan de resultaten.

We hebben een aantal toepassingen van AI besproken en kunnen concluderen dat er een enorme mogelijkheid is voor bedrijven om verbeteringen door te voeren, efficiënter te worden en nieuwe bedrijfsmodellen op te zetten door de kracht van AI te gebruiken.

AI is en zal altijd een dynamisch en breed gebied blijven waarbij verschillende vakgebieden samenkomen, van computerwetenschap tot wiskunde en van neurowetenschappen tot filosofie en zelfs biologie. We hopen dat de onderwerpen in onze vijfdelige AI-reeks je geholpen hebben op een praktischere manier een end-to-end overzicht van AI te krijgen.

Auteurs



Stefan van Duin

Director

Tel: + 31 88 288 4754

Mobile: + 31 61 234 4457

Email: SVanDuin@deloitte.nl

Stefan van Duin is Director bij Deloitte Consulting en leidt het Data Analytics team, een team van 100 professionals gespecialiseerd in Big Data, Data Visualisatie, Machine Learning en AI. Stefan is er van overtuigd dat steeds meer bedrijven data analyse tot de kerncompetenties gaan rekenen, om betere producten of diensten te ontwikkelen, nieuwe business modellen of een persoonlijker klantervaring te bieden. Hij heeft er zijn missie van gemaakt deze bedrijven te helpen op die reis.



Naser Bakhshi

Senior Manager

Tel: + 31 88 288 3874

Mobile: +31 61 201 1665

Email: NBakhshi@deloitte.nl

Naser Bakhshi is Senior Manager Advanced Analytics. Zijn primaire focus ligt bij kunstmatige intelligentie en Machine Learning, waarbij hij oplossingen maakt voor het monitoren, voorspellen en optimaliseren van processen. Daarnaast heeft Naser veel ervaring met het opstellen van analytics strategien, business cases, roadmaps en implementaties van Center of Excellences. De combinatie van harde analytische vaardigheden met een sterk gevoel voor organisatieverandering maken Naser de geschikte consultant om organisaties te helpen om analytics toe te passen in de bedrijfsvoering.

Co-auteurs

Hoofdstuk 2: Titus Sloet tot Everlo & Hicham el Bouazzaoui.

Hoofdstuk 3 : Carmen Wolvius en Sjors Broersen

Hoofdstuk 4 : Johan van der Veen en Thomas Heeneman

Hoofdstuk 5: Joanne Lijbers, Carmen Wolvius en Hicham El Bouazzaoui.

Bronnen

Hoofdstuk 1:

1. <https://www.gartner.com/document/3380751/>
2. <http://www.bbc.com/news/technology-37713629>
<https://futureoflife.org/ai-open-letter/>
3. Preparing for the Future of Artificial Intelligence, NSTC, 2016
4. 6. Raphael, B. 1976. The thinking computer. San Francisco, CA: W.H. Freeman
5. <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/node1.html>
6. Stephen Lucci, 2016, Artificial intelligence in the 21st century : a living introduction
7. Deloitte, Cognitive analytics™ The three-minute guide
8. <http://www.bostondynamics.com/>
9. <https://biomimetics.mit.edu/research/dynamic-locomotion-mit-cheetah-2>
10. <http://www.ipsoft.com/amelia/>

Hoofdstuk 2:

1. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/heuristic>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Ant_colony_optimization_algorithms
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Support_vector_machine
5. <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap1.html>
6. <https://www.cs.rice.edu/~vardi/dag01/givan1.pdf>
7. http://artint.info/html/ArtInt_224.html
8. More on RNN: <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>

Hoofdstuk 3:

1. www.deloittesmartreports.com
2. <https://www.tensorflow.org/>
3. <https://google-shopper.en.softonic.com/android>
4. <https://www.techrepublic.com/article/ibm-watson-the-inside-story-of-how-the-jeopardy-winning-supercomputer-was-born-and-what-it-wants-to-do-next/>
5. <https://www.ibm.com/blogs/research/2016/11/identifying-skin-cancer-computer-vision/>
6. <https://arxiv.org/abs/1610.04662>
7. <https://www.scnsoft.com/case-studies/facial-recognition-for-retail>
8. <https://www.facefirst.com/industry/retail-face-recognition/>
9. https://www.pcworld.com/article/243060/speech_recognition_through_the_decades_how_we_ended_up_with_siri.html
10. https://www.slideshare.net/kleinerperkins/2016-internet-trends-report/119-KPCB_INTERNET_TRENDS_2016_PAGE119Voice
11. <http://www.healthcareitnews.com/news/speech-recognition-proving-its-worth>
12. <https://www.nuance.com/healthcare/physician-and-clinical-speech/dragon-medical.html>
13. <https://mmodal.com/speech-solutions/>
14. <https://techcrunch.com/2016/11/22/googles-ai-translation-tool-seems-to-have-invented-its-own-secret-internal-language/>
15. <http://www.cleverbot.com/>
16. <https://www.ipsoft.com/amelia>
17. <https://www.ibm.com/blogs/watson/2016/01/ross-and-watson-tackle-the-law/>
18. https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo_versus_Lee_Sedol
19. <https://deepmind.com/blog/innovations-alphago/>
20. <https://arxiv.org/abs/1712.01815>
21. <http://www.telegraph.co.uk/technology/2017/03/15/googles-deepmind-ai-learns-like-human-overcome-catastrophic/>
22. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-07-19/google-cuts-its-giant-electricity-bill-with-deepmind-powered-ai>
23. <http://www.wired.co.uk/article/deepmind-nhs-streams-deal>

Hoofdstuk 4:

1. <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/tech-trends/2017/dark-data-analyzing-unstructured-data.html>
2. <http://gas2.org/2017/02/14/fleet-learning-capacity-key-teslas-lead-self-driving-race/>
3. <https://www.ibm.com/watson/services/visual-recognition/>
4. <http://www.healthcareitnews.com/news/speech-recognition-proving-its-worth>
5. <https://www.nuance.com/healthcare/physician-and-clinical-speech/dragon-medical.html>
6. <https://mmodal.com/speech-solutions/>
7. <https://www.tensorflow.org/>
8. <https://www.techemergence.com/artificial-intelligence-plus-the-internet-of-things-iot-3-examples-worth-learning-from/>
9. <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>
10. <https://innovation-in-manufacturing.deloitte.com/2016/12/28/2016-a-year-of-advancing-internet-of-things-iot-applications/>
11. <https://openconnectivity.org/>
12. <http://www.json.org/>

Hoofdstuk 5:

1. <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2017/05/16/see-how-artificial-intelligence-can-improve-medical-diagnosis-and-healthcare/#68a5ef462239>
2. <http://www.nature.com/nature/journal/v542/n7639/full/nature21056.html?foxtrotcallback=true>
3. https://www.technologyreview.com/s/608668/amazon-has-developed-an-ai-fashion-designer/?utm_content=buffer4008a&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer
4. http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4851564/Facial-recognition-detects-criminals-beer-festival.html?ITO=1490&ns_mchannel=rss&ns_campaign=1490
5. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4494994/New-technology-reads-emotions-potential-terrorists.html>
6. <https://www.engadget.com/2017/06/29/cargopod-ocado-oxbotica-driverless-delivery-van/>



Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL"), its global network of member firms, and their related entities. DTTL (also referred to as "Deloitte Global") and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL does not provide services to clients. Please see www.deloitte.nl/about to learn more.

Deloitte is a leading global provider of audit and assurance, consulting, financial advisory, risk advisory, tax and related services. Our network of member firms in more than 150 countries serves four out of five Fortune Global 500® companies. Learn how Deloitte's approximately 264,000 people make an impact that matters at www.deloitte.nl.

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or their related entities (collectively, the "Deloitte network") is, by means of this communication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser. No entity in the Deloitte network shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this communication.