

# Machine intelligence

-

October 5, 2018

Kunnen we een machine maken die alle problemen oplossen die mensen ook oplossen met hun intelligentie? Dit is de vraag die veel psychologen, informatici en filosofen bezighoudt. Computers worden steeds complexer en er komen steeds meer robots die ons kunnen helpen met alledaagse dingen. Onder deze robots zijn ook de zogenaamde ‘gezelschapsrobots’, deze robots helpen anderen door een praatje met ze te maken, of zelfs makkelijke spellen met ze te spelen. Deze robots hebben dus een soort intelligentie, anders zouden ze nooit met ons kunnen communiceren. Is dit ook de intelligentie die bij ons aanwezig is? Of kunnen we dit soort intelligentie beter vergelijken met de intelligentie van een dier? We stellen de hoofdvraag dus als volgt op:

*Is de intelligentie van een machine hetzelfde als de intelligentie van een mens?*

## Computer intelligentie

Om te bepalen of intelligentie van een computersysteem hetzelfde is als dat van een mens moeten we eerst weten of we überhaupt een machine intelligent kunnen maken. Om dat te bepalen moeten we één vraag beantwoorden:

*Is het mogelijk om een machine te creëren die alle problemen die een mens op kan lossen, ook op kan lossen?*

We moeten dus uitzoeken of een brein gesimuleerd kan worden door een computer. Volgens Hubert Dreyfus, een professor filosofie aan de Universiteit van California, is dit wel degelijk mogelijk. Zijn woorden luiden:

*“If the nervous system obeys the laws of physics and chemistry, which we have every reason to suppose it does, then .... we ... ought to be able to reproduce the behavior of the nervous system with some physical device”.*

Een test naar het simuleren van een menselijk brein is al gedaan in Japan. Een Japanse supercomputer deed veertig minuten over het uitrekenen van één procent van ons menselijk brein in één seconde. De computer die ze hebben gebruikt is de op vier na meest krachtige computer in de wereld met meer dan een miljoen gigabyte aan RAM en meer dan 700.000 processor kernen.

Het uitrekenen van een menselijk brein kan dus wél, alleen we hebben nog niet genoeg rekenkracht om real-time berekeningen te maken. Volgens de wet van Moore zouden we in de toekomst dus genoeg rekenkracht moeten hebben om deze intensieve berekeningen te kunnen doen. Schattingen zijn gemaakt dat we in 2029 genoeg rekenkracht hebben om een volledige simulatie van het menselijk brein te doen.

# Intelligentie

Wat is intelligentie? Intelligentie heeft veel verschillende betekenissen, bijvoorbeeld het kunnen begrijpen van dingen, of het hebben van bewustzijn. Wat meer gegeneraliseerd zouden we kunnen zeggen dat intelligentie betekend dat je informatie kan begrijpen en verwerken. Als we deze definitie zouden aannemen dan is een computer een perfect voorbeeld van een intelligent iets. Het ligt alleen iets gecompliceerder. Meestal wordt onder intelligentie namelijk verstaan dat iets bewust is van zichzelf.

*"Ik weet dat ik intelligent ben, omdat ik weet dat ik niets weet". - Socrates*

*"The true sign of intelligence is not knowledge but imagination". - Einstein*

De twintigste eeuw heeft drie theorieën over intelligentie met zich meegebracht. De eerste is voorgesteld door Charles Spearman in 1904. Hij stelt dat er meerdere types intelligentie zijn, maar dat ze allemaal verbonden zijn. Zijn argument was dat als iemand een aantal vragen van een IQ test goed maakt, dat het dan erg aannemelijk is dat de andere vragen van de IQ test ook goed gemaakt worden. Dit geldt ook andersom. Spearman zei dat er een intelligentie factor genaamd *g* (general intelligence) opgesteld kon worden die de algemene intelligentie van iemand kan meten.

De tweede theorie komt van psycholoog Howard Gardner. Volgens Gardner betekend intelligentie de bekwaamheid om te leren om problemen op te lossen. Dit kan volgens Gardner op verschillende manieren. Hierdoor zou iemand dus beter kunnen presteren op emotionele intelligentie dan op analytische intelligentie. Gardner stelt dat er negen écht verschillende intelligentie categorieën zijn en dat als je bijvoorbeeld laag scoort op een IQ test, dat je dan maar op drie van deze gebieden laag gescoord hebt en dus intelligenter kan zijn op de andere zes gebieden.

De derde theorie komt van Robert Sternberg, die intelligentie ook opdeelt in subcategorieën. Hij stelt dat er drie categorieën zijn in de intelligentie, namelijk analytische intelligentie, creatieve intelligentie en praktische intelligentie. Volgens Sternberg zijn de eerste twee theorieën over intelligentie te veel gebaseerd op IQ testen en neemt zijn theorie over intelligentie meer afstand van dit soort testen.

De theorie van Gardner levert vragen op, er zijn namelijk niet veel empirische aanknop punten voor zijn theorie over intelligentie. Er is veel bewijs beschikbaar over de correlatie tussen verschillende vormen van intelligentie en volgens de theorie van Gardner zou dit niet het geval moeten zijn. Er is ook kritiek op het feit dat Gardner het woord intelligentie eigenlijk door de war haalt met het Engelse woord *ability* (ofwel bekwaamheid). Een derde kritiekpunt is dat Gardner eigenlijk helemaal geen bewijs heeft gegeven voor zijn theorie.

Bewijs van de *g*-factor kan worden geleverd door statistiek. Er zijn namelijk veel correlaties tussen IQ tests en het inkomen van iemand. Deze correlatie is het best te zien bij de middengroepen van de bevolking. Er is alleen ook bewijs dat creativiteit bijvoorbeeld helemaal losstaat van logisch nadenken en dat creativiteit niet in een IQ test gemeten kan worden. Dit zou dus betekenen dat intelligentie dan misschien toch op te delen is in een aantal gebieden en de theorie van Sternberg het meest voor de hand ligt. De theorie van Sternberg is gebaseerd op iemands bekwaamheid om dingen te bereiken in zijn leven. Het staat dus los van IQ testen of de *g*-factor, volgens Sternberg is IQ namelijk veel nauwer dan zijn theorie. Om deze reden nemen we aan dat de theorie van Sternberg het beste werkt bij het testen van meerdere vormen van intelligentie.

## Kunstmatige intelligentie

Omdat het zo moeilijk is om te definiëren wat intelligentie nou precies inhoud, is het ook niet erg makkelijk om te beschrijven wat kunstmatige intelligentie nou precies is. Zo werd een tijd geleden het aanleren van schaken aan een computer als intelligentie gezien alleen later bleek dat dit gedaan werd door heel veel potjes schaak van oude wereldkampioenen in de computer te stoppen en de computer te laten berekenen wat zijn beste stap was op basis van al deze oude potjes. Dit is een hele normale methode om computers conclusies te laten trekken over bepaalde situaties. Vaak wordt een computer heel veel informatie gevoerd. Als de computer later zelf moet beslissen wat de beste reactie is op een bepaalde situatie kijkt de computer uit al zijn gevoerde informatie wat hij het beste kan doen.

Een goed voorbeeld hiervan is het maken van een programma dat automatisch Super Mario Bros levels haalt. Super Mario Bros is een spel waarbij de speler de rechterkant van een 2D wereld moet bereiken en op zijn pad allemaal vijanden en obstakels tegenkomt. Een neurale netwerk kan worden gemaakt door de computer zonder informatie in de wereld wordt gezet. We moeten de computer alleen een aantal aanwijzingen geven over wanneer hij nou iets goed doet. Omdat het in Super Mario Bros de bedoeling is de rechterkant van een level te bereiken kunnen we de computer zeggen dat hij het beter doet als hij steeds verder naar rechts komt in het level. Hierop kan de computer dan bepalen wat de beste keuze is.

Als we de simulatie starten dan zullen we zien dat, in het begin, de computer erg langzaam probeert naar links en naar rechts te lopen. Later (na een aantal “generaties”) zullen we zien dat de computer steeds verder aan de rechterkant van de spelwereld komt. Dit doet de computer door twee factoren, de eerste factor is alle vorige simulaties, de computer houdt dus rekening met wat hij heeft gedaan in alle vorige keren. De tweede factor is een logisch gevolg factor, naar mate de computer namelijk verder in het spel zit (en dus langer bezig is) gaat het neurale netwerk zelf logische conclusies trekken over bepaalde gebeurtenissen. Als het neurale netwerk namelijk veel muren tegen is gekomen waarvoor hij moest springen dan zal het neurale netwerk zelf conclusies trekken over de eerstvolgende muur die hij tegenkomt en zal hij automatisch gaan springen.

Welk van deze twee factoren is dan intelligent? Of zijn ze dat beiden? We zouden kunnen zeggen dat het logisch redeneren in ieder geval meer intelligent is dan het conclusies trekken uit oudere informatie. We kunnen een onderscheid maken tussen deze twee vormen. Sterke en zwakke kunstmatige intelligentie.

Onder sterke kunstmatige intelligentie verstaan we computers die kunnen redeneren en problemen oplossen en die, volgens sommigen, misschien zelfbewustzijn zouden hebben. Onder de sterke kunstmatige intelligentie vallen twee subcategorieën namelijk mens-gelijke kunstmatige intelligentie en niet-mens-gelijke kunstmatige intelligentie. Het verschil tussen deze twee is dat we de mens-gelijke kunstmatige intelligentie kunnen vergelijken met onze eigen intelligentie. De niet-mens-gelijke intelligentie zou een ander soort intelligentie ontwikkelen die helemaal losstaat van onze kijk op intelligentie.

De zwakke kunstmatige intelligentie is een vorm van kunstmatige intelligentie waarbij computers complex gedrag vertonen dat lijkt op intelligent gedrag. Onder dit gedrag vallen bijvoorbeeld zoekalgoritmen.

Dit onderscheid is niet geheel terecht, we kunnen namelijk stellen dat de zwakke en de sterke kunstmatige intelligentie twee uitersten zijn op een intelligentie schaal net als dat dieren minder intelligent zijn dan mensen. Deze vergelijking kan worden gemaakt met computers omdat de intelligentie die de mens nu heeft ook niet zomaar is gekomen, dat is met de duizenden jaren in ons geëvolueerd en zouden we dus ook kunnen indelen op een schaal. Op deze manier zouden we kunnen zeggen dat de mens die duizenden jaren geleden heeft geleefd ook intelligent was alleen

lager op de intelligentie schaal stond. Deze theorie correspondeert met de theorie van Sternberg, als we de mens van duizenden jaren geleden zouden testen met een intelligentie test dan zou de gemiddelde score op bijvoorbeeld creativiteit waarschijnlijk lager zijn dan nu.

Als we een computer zouden testen op de theorie van Sternberg zouden we er achter komen dat een computer een andere verhouding de drie intelligentie vormen heeft, zo is een computer waarschijnlijk veel minder creatief dan dat een mens is maar kan een computer wel goed analytisch werken. We kunnen hieruit concluderen dat een computer wel degelijk intelligent is alleen op andere vlakken dan dat een mens is.

## Vergelijken

We hebben gezien dat intelligentie in te delen is op een zogenoemde intelligentieschaal. De vraag is nu of er één intelligentieschaal is of dat er eigenlijk meerdere vormen van intelligentieschalen zijn. Kunnen we menselijke intelligentie vergelijken met de intelligentie van een computer? Zoals hierboven al is beschreven kan een sterke kunstmatige intelligentie opgedeeld worden in een mens-gelijk intelligentie gedeelte en een niet-mens-gelijk intelligentie gedeelte. Dit mens-gelijke gedeelte zou volgens de definitie vergelijkbaar moeten zijn aan de menselijke intelligentie. Het is alleen lastig om te zeggen of het denken van een machine nou gelijk is aan het denken van een mens. We hebben namelijk nog geen machine kunnen maken die net als ons denkt, we hebben alleen computersystemen kunnen maken die ons imiteren.

Als we nog wat verder kijken naar de verschillen tussen computers en ons zien we dat veel dingen die computers goed kunnen, wij eigenlijk heel slecht kunnen, en andersom. Neem bijvoorbeeld rekenen, een computer is duizenden keren sneller dan dat een mens is. Een ander voorbeeld is het maken van een gedicht, een computer is hier veel slechter in dan een mens. We kunnen dus stellen dat een computer en een mens op een heel andere manier nadenken. Hierdoor kunnen we computers dus niet vergelijken met mensen.

Een voorbeeld wat dit standpunt versterkt is dat mensen vaak twijfelen of ze iets wel of niet moeten doen. Een computer doet dat niet want alles wat in een computer gebeurt is een logisch gevolg van eerdere oorzaken. Een mens kan dit niet want een mens handelt niet alleen op logica maar ook op emotie. Neurowetenschapper Antonio Damasio heeft dit onderzocht en heeft geconcludeerd dat de meeste beslissingen die mensen maken gebaseerd zijn op emoties. Hij had een testgroep van mensen waarbij het deel van de hersenen die emoties regelt ontbrak. Hij constateerde dat ze eigenlijk nauwelijks beslissingen konden maken, zelfs kiezen wat ze gingen eten ging heel moeilijk. Ze konden beschrijven wat ze zouden doen in logische termen maar ze vonden het erg lastig om de voor- en nadelen tegen elkaar af te wegen.

Een ander argument is dat menselijk handelen eigenlijk heel erg gebaseerd is op herinneringen. Als iemand jou uitlegt hoe het is om buiten in een storm te lopen dan kun je daar waarschijnlijk heel goed voorstellen omdat je het al een keer hebt meegemaakt. Aan de andere kant, als iemand al zijn hele leven blind is geweest dan kun je hem wel gaan uitleggen hoe rood er uit ziet maar zal hij dat nooit begrijpen omdat kleur een gevoel is en geen logisch iets. Licht is iets wat door je hersenen omgezet wordt tot een gevoel, het is dus niet wat het echt is maar hoe het voelt. Anders dan een mens heeft een computer nooit ervaringen of sensatie gevoeld. Alles wat een computer weet is logica en informatie zonder ervaringen of herinneringen. Een computer kan iets zeggen over een bepaald onderwerp maar weet nooit meer dan de informatie over dat bepaalde onderwerp. De enige manier waarop we computers dingen kunnen laten doen die op menselijk gedrag lijken is als we een simulatie maken.

## De Turing test

Alan Turing heeft in 1936 de Turing test beschreven, dit is een experiment om licht te werpen op de vraag of een machine menselijke intelligentie kan vertonen. Turing heeft een imitatiespel opgezet om te testen of een computer zich voor kan doen als een mens. Het imitatiespel gaat zo: Een man en vrouw chatten met een ondervrager, de ondervrager moet er achter komen wie de man en wie de vrouw is. Na één keer proberen wordt de man vervangen door een computer, de Turing test slaagt als het voor de ondervrager niet gemakkelijker wordt om de bedrieger te ontmaskeren.

De Turing test heeft voor veel commentaar gezorgd. De Turing test kan namelijk gemakkelijk omzeild worden door een programma te maken wat niet echt intelligent is maar net doet alsof het dat is. Het kwam er uiteindelijk op neer dat een computerprogramma zo in elkaar gezet kan worden dat het programma niet intelligent is maar eigenlijk probeert de ondervrager te foppen. Zo werd de test eigenlijk een test over hoe goed een computer een mens kan nadoen maar niet of een computer eigenlijk intelligentie vertoont.

## Bewustzijn

De verschillen tussen menselijke intelligentie en computer intelligentie zijn te groot om te kunnen vergelijken tussen beiden. We zouden dus eigenlijk niet moeten kijken naar hoe we een computer net zo intelligent kunnen maken als een mens omdat dit niet kan. Een mens heeft herinneringen, ervaringen en emoties, iets wat een computer nooit zou kunnen hebben. Hierdoor kan een mens eigenlijk nooit zo denken als een computer doet en andersom. De theorie van Sternberg bevestigt dit punt, een computer kan in verschillende gebieden intelligenter of minder intelligent zijn dan een mens en we zouden ze dus niet zomaar met elkaar kunnen vergelijken.

Er is alleen één onderwerp nog niet aan het licht gekomen en dat is bewustzijn, het is wel zo dat computers op andere vlakken intelligenter zijn dan mensen alleen kunnen ze op deze andere vlakken ook een bewustzijn hebben?

Een bewustzijn is volgens sommige mensen een graad van complexiteit, als we maar lang genoeg wachten en computers steeds complexer maken en meer rekenkracht geven dan zou er op een gegeven moment een punt komen dat een computer een bewustzijn ontwikkeld. Dit zou zomaar het geval kunnen zijn, want kleine niet zo complexe dingen kunnen al snel uitgroeien tot complexe dingen zoals wij zijn. Wij zijn het levende bewijs daarvan, wij zijn opgebouwd uit moleculen, dingen die op zichzelf geen bewustzijn hebben. Als we een niveau hoger gaan kijken dan zien we dat virussen ook geen bewustzijn hebben. Wij zijn alleen directe afstammelingen van chimpansees, vissen en zelf-delende macromoleculen.

We kunnen dus concluderen dat bewustzijn kan ontstaan uit niet zo complex gedrag en dat bewustzijn dus eigenlijk iets is wat op een gegeven moment bij een complex iets ontstaat. Een computer kan dus wel degelijk een bewustzijn krijgen zolang het maar complex genoeg gedrag vertoont. Dit is nu nog niet zo maar later, als computers nog sneller worden zou dit zeker het geval kunnen worden, wij hebben er inmiddels ook tweehonderdduizend jaar over gedaan.

## Gevolgen

Een machine die bewust is van zichzelf brengt consequenties met zich mee, heeft een robot met een bewustzijn net zoveel rechten als een mens? Waarschijnlijk wel, er van uitgaande dat robots er zijn om ons leven makkelijker te maken, zou een robot met een bewustzijn dus vergelijkbaar kunnen zijn aan een slaaf uit de 19e eeuw. In dit opzicht zouden we dus kunnen stellen dat een robot dezelfde rechten moeten zouden krijgen als een mens.

Een ander gevolg, of eerder doemscenario, zou kunnen zijn dat een robot met een bewustzijn concludeert hij eigenlijk beter af is zonder mensen om zich heen en zal proberen alle mensen uit te roeien. De vraag is of dat ook echt zal gebeuren. Organismen zijn namelijk geboren met als doel zo veel mogelijk van zichzelf te maken (dus te reproduceren), robots zijn geen organismen en zouden dus dit doel niet bij zich dragen. Het zou voor robots dus niet logisch zijn om zichzelf te willen verspreiden en vermeerderen, tenzij we dat programmeren in de robots.

Nog een ander gevolg is dat robots op den duur onze banen gaan overnemen omdat robots goedkoper, sneller en langer kunnen werken. Hierdoor zouden dus veel mensen moeten omscholen of thuis op de bank blijven zitten. Is dit wel iets wat we willen? Hoe gaat de toekomst er uit zien zonder werk? Een nieuw economisch model is nodig om deze nieuwe werkelijkheid te kunnen opbouwen. We zouden een werkelijkheid moeten maken waarin vrije tijd een mogelijkheid wordt om bij te dragen aan de maatschappij door middel van bijvoorbeeld vrijwilligerswerk. Er blijven namelijk altijd klusjes over die we zelf kunnen doen. Dat moet ook zo blijven want de consequenties van een wereld zonder werk zijn groot. Elke dag niks doen wordt namelijk al snel saai en een grote groep mensen zou depressief kunnen worden. Er zijn ook voordelen aan een wereld met weinig werk, de hoeveelheid mensen die overwerkt zijn zou namelijk afnemen. Ook zou de kloof tussen rijk en arm erg kunnen afnemen door het nieuwe economische model.

## Conclusie

De verschillen tussen menselijke intelligentie en computer intelligentie zijn te groot om te kunnen vergelijken tussen beiden. We zouden dus eigenlijk niet moeten kijken naar hoe we een computer net zo intelligent kunnen maken als een mens omdat dit niet kan. Een mens heeft herinneringen, ervaringen en emoties, iets wat een computer nooit zou kunnen hebben. Hierdoor kan een mens eigenlijk nooit zo denken als een computer doet en andersom. De theorie van Sternberg bevestigt dit punt, een computer kan in verschillende gebieden intelligenter of minder intelligent zijn dan een mens en we zouden ze dus niet zomaar met elkaar kunnen vergelijken. Wat we wel kunnen zeggen is dat een mens op bepaalde vlakken beter is dan een computer en andersom. De intelligentie van een computer is dus niet hetzelfde als dat van een mens maar anders.

We kunnen ook beredeneren dat bewustzijn iets is wat een complex wezen heeft. Een computer zou dus ook bewustzijn kunnen krijgen. Hier is echter nog geen bewijs voor dus om met honderd procent zekerheid te kunnen zeggen dat een computer echt bewust kan worden moet de tijd uitwijzen.

## References

- [1] Wikipedia, Philosophy of artificial intelligence
- [2] Wikipedia, Hubert Dreyfus
- [3] Wikipedia, Wet van Moore
- [4] Max Miller, What is intelligence?
- [5] Kendra Cherry, How to understand general intelligence
- [6] Wikipedia, Meervoudige intelligentie
- [7] Robert J. Sternberg, Augmented theory of successful intelligence
- [8] Robert J. Sternberg - YouTube, Successful intelligence
- [9] Peter Ellerton, What does it mean to think and could a machine ever do it?

- [10] Jim Camp, The neuroscience behind decision making
- [11] Max Miller, Can computers be conscious?
- [12] Rich Cook, Will computers become self aware?