

# Artificial Intelligence in de zorg

**begrippen, praktijkvoorbeelden en vraagstukken**

15 januari 2019



# Artificial Intelligence in de zorg

**begrippen, praktijkvoorbeelden en vraagstukken**

15 januari 2019

**Auteur**

Frauke Wouda  
Henk Hutink

**Redacteur**

Jacqueline Nell

**Reviewers**

Maikel Maasackers en Martijn van Grieken (Gimix)  
Feikje Hielkema en Aisha Sie (Nictiz)  
Laura Weijenberg (Ministerie van VWS)





# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>1      <b>Geschiedenis van AI</b></b>	<b>8</b>
<b>2      <b>Definities en toepassingen</b></b>	<b>9</b>
2.1    AI in relatie tot menselijke intelligentie	9
2.1.1    Smalle of zwakke AI (Artificial Narrow Intelligence: ANI)	9
2.1.2    Brede of sterke AI (Artificial General Intelligence: AGI)	10
2.1.3    Superintelligentie (Artificial Super Intelligence: ASI)	11
2.2    AI op basis van de huidige technieken en toepassingen	11
2.2.1    Machine learning	12
2.2.2    Natural Language Processing	14
2.2.3    Expert systems	15
2.2.4    Speech	15
2.2.5    Vision	15
2.2.6    Planning	16
2.2.7    Robotica	16
<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>17</b>
<b>Meer informatie</b>	<b>18</b>
<b>Referenties</b>	<b>19</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>20</b>
Bijlage 1 Geschiedenis van AI	20



## Samenvatting

*Artificial intelligence* (AI) als onderzoeksgebied is reeds gestart in de jaren '50. AI is de afgelopen jaren sterk aangetrokken door nieuwe technieken zoals *deep learning*, zo ook binnen de gezondheidszorg. Het aantal medische toepassingen stijgt gestaag, maar vooralsnog is er geen AI ontwikkeld die op alle fronten het menselijk brein evenaart. Bijna alle huidige toepassingen vallen onder de zogeheten *artificial narrow intelligence*: intelligente computersystemen die één specifieke taak in de zorg uitvoeren, soms zelfs al beter dan de arts.

De huidige toepassingen in de zorg zijn met name op het gebied van medische beeldvorming. Hierbij wordt veelal gebruikt gemaakt van *machine learning*, in het bijzonder *deep learning*. Een techniek waarbij op basis van grote hoeveelheden data patronen kunnen worden herkend. Deze geautomatiseerde processen dragen bij aan betere en efficiëntere zorgverlening mits de data correct zijn.

AI is een veelbelovende ontwikkeling, maar om AI veilig en verantwoord op grote schaal in de zorg toe te kunnen passen, moet een aantal vraagstukken opgelost worden.



# Inleiding

Wat is *artificial intelligence* (AI) precies? Een ogenschijnlijk simpele vraag, maar moeilijk te beantwoorden. Velen hebben het reeds geprobeerd, maar een eenduidig antwoord is er niet. Er worden verschillende indelingen gehanteerd en er is overlap tussen de vele termen. Een belangrijk eerste onderscheid is tussen:

- de klassieke vorm van AI: nabootsen van menselijke intelligentie op basis van met name logica;
- de AI waar tegenwoordig de focus op ligt: met gebruik van grote hoeveelheden data.

Een veelgebruikte algemene benadering van de huidige AI is dan ook “een onderdeel van de computerwetenschappen met als doel om op basis van grote hoeveelheden data computers intelligent gedrag te laten vertonen”. Dit rapport behandelt de laatste vorm.

AI is geen doel op zich, maar een techniek om bijvoorbeeld processen te verbeteren en nieuwe verbanden te leggen. Aangezien binnen de gezondheidszorg een enorme hoeveelheid aan data wordt gegenereerd, leent deze sector zich bij uitstek voor het inzetten van AI. Sterker nog, de hoeveelheid aan data in de gezondheidszorg zal alleen maar sneller toenemen. Hiermee is ook deels de vraag ‘waarom nu?’ beantwoord. Deze toename aan data is één van de grootste redenen waarom AI de afgelopen jaren zo in opkomst is. In navolging op ‘big data’ is AI nodig om deze ook te kunnen analyseren. Binnen de gezondheidszorg is er te veel data om met reguliere technieken bruikbare informatie hier uit te halen. AI kan de zorgverlener helpen bij het stellen van diagnoses en het opstellen van een behandelplan.

Er is nog een andere grote reden voor de huidige populariteit van AI in de zorg: de computerkracht. Waar in het verleden de computerkracht nog een beperkende factor was voor het creëren van AI, lijkt deze langzamerhand de verdere ontwikkeling niet meer in de weg te staan. De computerkracht verdubbelt elke twee jaar en stijgt hiermee exponentieel, ook wel bekend als de wet van Moore. Het einde van deze verdubbeling lijkt vooralsnog niet in zicht. Daarnaast zijn er meer en verbeterde algoritmen.

Radiologie loopt voorop wat gebruik van AI betreft. De beroepsgroep voor de radiologie brengt vanaf begin 2019 een apart tijdschrift over AI uit en specifieke onderzoekscentra voor AI worden opgericht. De komende drie jaar verhoogt de Europese Commissie de investeringen in dit onderzoeksgebied met 70%. Om iedereen in Nederland kennis te laten maken met AI en de impact hiervan is in december 2018 is een nationale AI-cursus gelanceerd door Nederlandse experts en hoogleraren op dit gebied.

De technologie lijkt klaar voor een groot aantal toepassingen, de investeringen nemen wereldwijd toe, maar is de rest van de maatschappij, en dus ook de gezondheidszorg, klaar voor de snel veranderende technologieën? Een eerste stap hierin is het begrijpen van AI. Dit rapport geeft een inkijk in de ontstaanshistorie van AI, beschrijft veel gebruikte termen in relatie tot de huidige toepassingen in de praktijk en sluit af met nieuwe vraagstukken in de zorg.

## Wat is het doel van dit rapport?

Dit rapport geeft inzicht in een eerste verkenning van de basisbegrippen van AI, ook bekend als Kunstmatige Intelligentie (KI). De ontwikkelingen op dit gebied gaan razendsnel, maar tegelijkertijd staat deze technologie nog in haar kinderschoenen. Verschillende begrippen zullen worden beschreven en verrijkt met voorbeelden uit de zorgsector. De informatie in dit rapport is gebaseerd op literatuuronderzoek en gesprekken met AI-experts.

## Voor wie is het rapport bedoeld?

Wilt u kennismaken van de basisbegrippen van AI en de relatie leggen met de zorgsector? Wij helpen u hier graag bij. Dit artikel is geschreven voor iedereen die de eerste stap neemt om te ontdekken wat AI is.

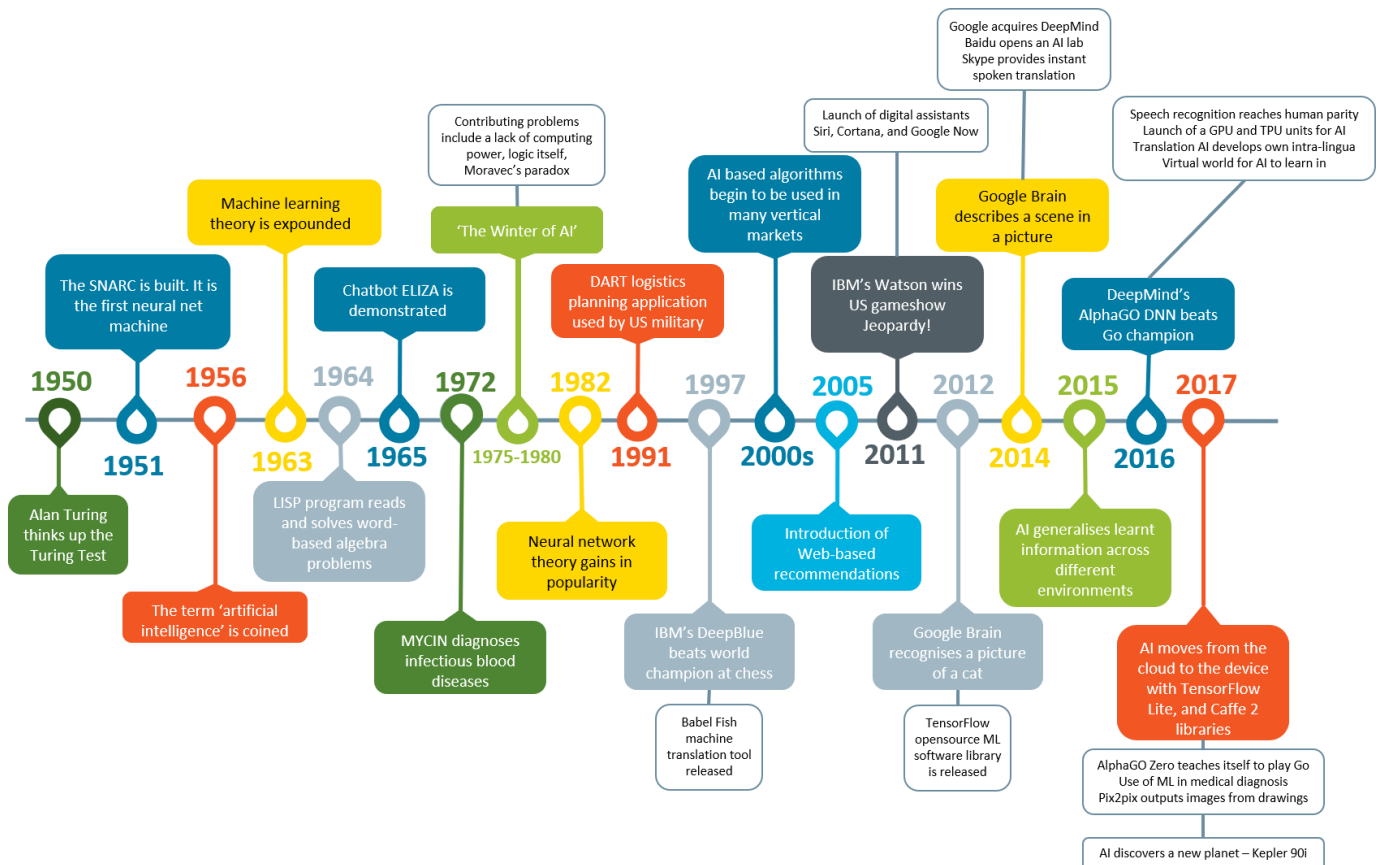


# 1 Geschiedenis van AI

In tegenstelling tot wat velen denken is *artificial intelligence* (AI) niet nieuw. Het onderzoeksgebied niet en de term ook niet. Decennialang wordt er nagedacht over het creëren van robots en computers die kunnen 'denken' als mensen.

Het zal niet onopgemerkt zijn gebleven dat er de afgelopen jaren een opleving is ontstaan wat betreft de ontwikkelingen rond AI op veel verschillende gebieden, zo ook binnen de gezondheidszorg. Dit is het gevolg van toename van data, verbeterde algoritmen, snellere processoren en het makkelijker worden van programmeren [7].

Figuur 1 geeft een aantal belangrijke hoogtepunten van de historie van AI weer. Een meer uitgebreide beschrijving van de geschiedenis is opgenomen in bijlage 1. De huidige stand van zaken wat betreft de toepassingen van AI in de zorg wordt in het volgende hoofdstuk uitgelicht.



Figuur 1 De geschiedenis van AI. (Bron: [io](#))





## 2 Definities en toepassingen

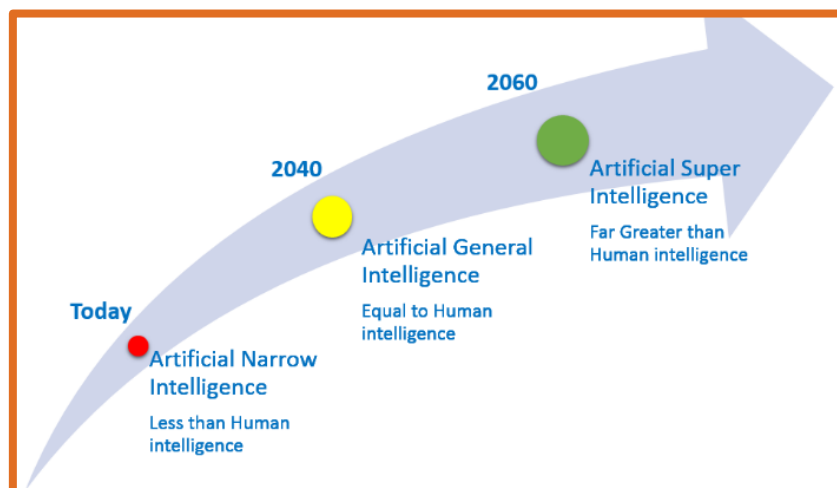
Definities van AI zijn niet eenduidig beschreven en ook niet in één zin uit te leggen. Om een beeld te krijgen van wat AI is, worden twee indelingen vanuit verschillende perspectieven beschreven:

- een grove indeling van AI in relatie tot menselijke intelligentie;
- een indeling op basis van de huidige technieken en toepassingen inclusief voorbeelden uit de hedendaagse praktijk.

### 2.1 AI in relatie tot menselijke intelligentie

AI gebaseerd op de capaciteiten van de intelligentie valt grofweg in drie hoofdcategorieën in te delen [8]. Dit betreft:

1. Smalle of zwakke AI (Artificial Narrow Intelligence: ANI)
2. Brede of sterke AI (Artificial General Intelligence: AGI)
3. Superintelligentie (Artificial Super Intelligence: ASI)



Figuur 2. Roadmap AI. (Bron: [IEEE](#))

Aan de hand van deze indeling geeft figuur 2 de roadmap weer. Het gaat hier om de chronologie waarin de ontwikkelingen elkaar opvolgen, niet zozeer om de jaartallen. Deze laten zich moeilijk voorspellen.

#### 2.1.1 Smalle of zwakke AI (Artificial Narrow Intelligence: ANI)

Met name op het gebied van medische beeldvorming zijn er al meerdere toepassingen van deze vorm van AI ontwikkeld en geïmplementeerd. Voorbeelden hiervan zijn:

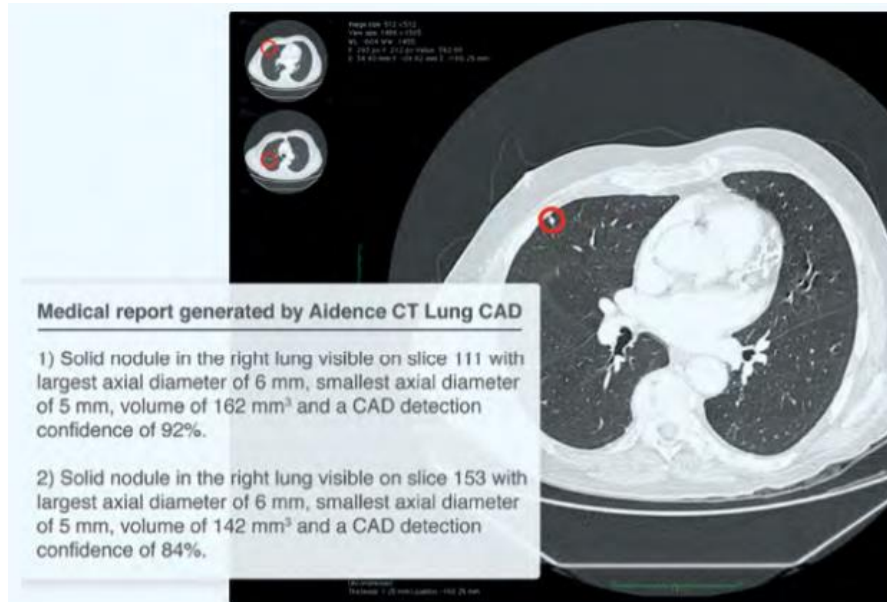
- vroege detectie van dementie;
- voorspellen van longkanker;
- voorspellen van de uitkomsten van een patiënt op de *intensive care*;
- detectie van afwijkende cellen bij pathologie;
- herkennen van dermatologische afwijkingen.

Dit is slechts een selectie van de mogelijke toepassingen van zwakke AI (ANI). Typerend voor ANI is dat het gespecialiseerd is op één specifiek gebied. Vraag je de computer iets anders te doen dan bijvoorbeeld het



opsporen van een specifieke longafwijking, dan zal deze dit niet kunnen. Hoe het opsporen van een longafwijking er uit ziet, is te zien in figuur 3.

Deze toepassingen worden nog niet op grote schaal toegepast. De potentie is echter groot, omdat AI op dit niveau de kwaliteit van zorg verhoogt en tijdswinst oplevert voor de zorgverlener en de patiënt.

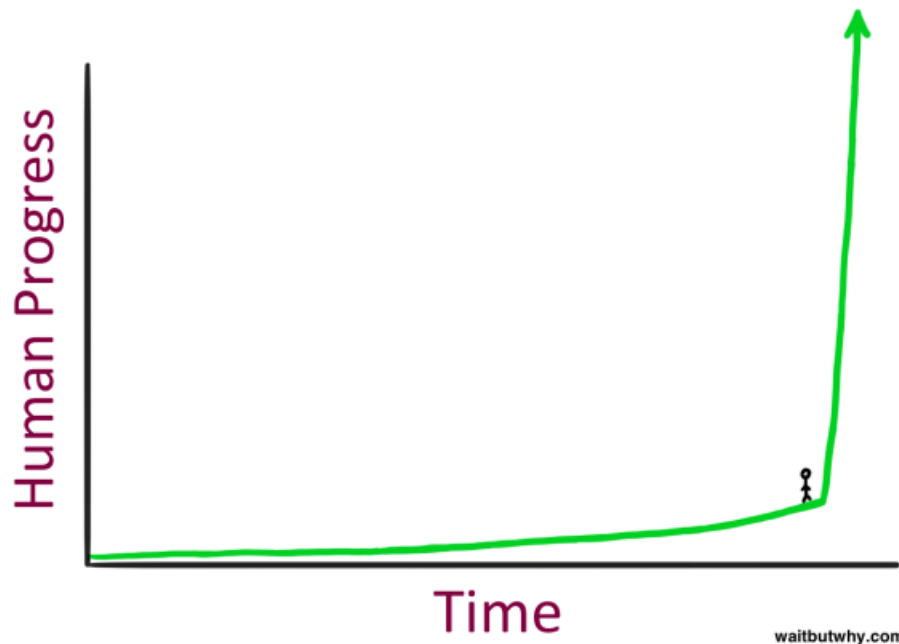


Figuur 3. Gebruik van AI voor het opsporen van longafwijkingen (Bron: [NVVR](#))

### 2.1.2 Brede of sterke AI (Artificial General Intelligence: AGI)

Een stap verder dan deze zwakke AI is een intelligentie met veel meer capaciteiten: sterke AI. Dit zijn systemen die onder andere om kunnen gaan met onverwachte situaties en abstract kunnen denken. Deze intelligentie zouden wij mensen beschouwen als menselijke intelligentie [9].

Al sinds de jaren '40 worden er uitspraken gedaan over het bereiken van AGI. Tot op heden is dit alleen gelukt in beperkte domeinen, zoals taal of het herkennen van objecten. Ondanks dat de uitspraken te optimistisch zijn gebleken, betekent dit niet dat het bereiken hiervan onmogelijk is. De reden van de langzamere ontwikkeling is dat het bouwen van intelligente machines moeilijker bleek dan de pioniers aanvankelijk dachten. De huidige computersystemen zijn nog ver onderschikt aan de algehele intelligentie van mensen. Uit recentere onderzoeken, zij het met een zeer klein onderzoeksaantal, blijkt dat wetenschappers nog in de 21<sup>e</sup> eeuw deze zogeheten *human-level machine intelligence* verwachten. Een deel vindt zelfs 2050 een reële mogelijkheid. Er zijn echter ook velen die niet geloven dat humane intelligentie ooit bereikt zal worden. Mocht het tóch zover komen dat dit niveau wordt bereikt, dan zou het zomaar kunnen dat er een explosie aan AI ontstaat, die zich in een razendsnel tempo evolueert tot superintelligente machines [5]. Figuur 4 illustreert deze theorie met de huidige positie van de mens.



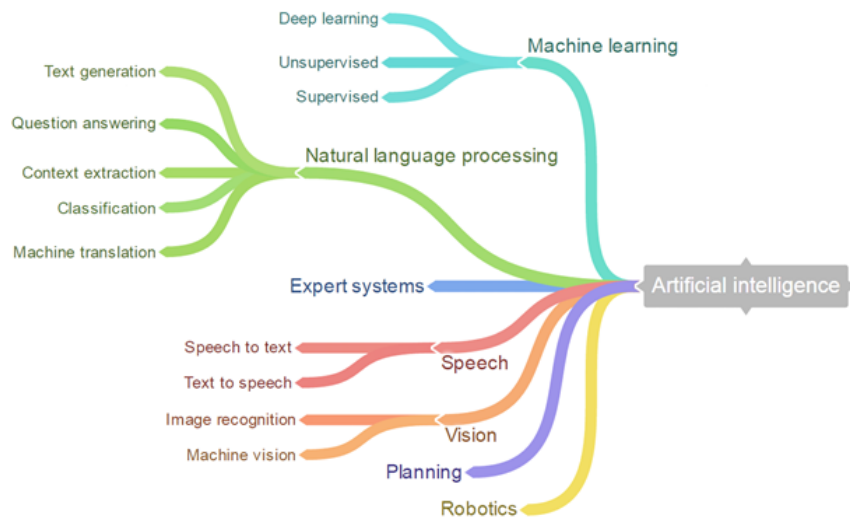
Figuur 4. Positie van de mens in de tijd ten aanzien van technologische ontwikkelingen (Bron: [Wait but why](http://waitbutwhy.com))

### 2.1.3 Superintelligentie (Artificial Super Intelligence: ASI)

Als er eenmaal computers met algehele humane intelligentie bereikt is, bestaat er een kans op snelle opvolging door superintelligentie: een intellect dat vele malen beter presteert dan de beste menselijke brein op alle cognitieve domeinen [5]. Of dit ooit zal worden bereikt en zo ja, hoe de wereld er dan uit zou zien, is volstrekt onbekend. Het enige dat met zekerheid kan worden gesteld is dat het ontstaan van superintelligentie een gigantische impact op de samenleving zal hebben; van het oplossen van alle wereldproblemen tot aanzienlijk minder positieve scenario's. Dit is echter nog verre van realiteit en zal derhalve verder buiten beschouwing worden gelaten [11].

## 2.2 AI op basis van de huidige technieken en toepassingen

Naast de grove indeling in paragraaf 2.1 wordt er ook een specifiekere indeling gehanteerd: op basis van de huidige technieken en toepassingen. In onderstaande figuur is deze veel gehanteerde indeling zichtbaar. De meeste begrippen worden onder de afbeelding nader toegelicht.

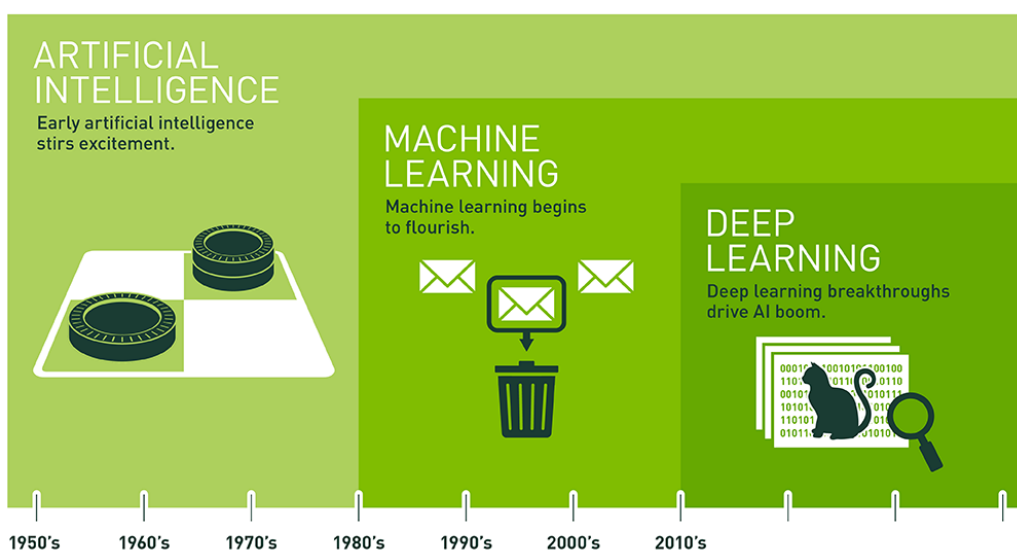


Figuur 5. Benaderingen van AI. (afbeelding door [Francesco Marconi](#))

### 2.2.1 Machine learning

Dit onderdeel van AI geeft systemen de mogelijkheid om te leren en zichzelf te verbeteren aan de hand van eerdere ervaringen, zonder dat ze daarvoor expliciet geprogrammeerd zijn. *Machine learning* leert van zijn eigen uitkomsten en wordt beter naarmate het meer input van data krijgt. Deze systemen worden gevoed met veel data, waarbij het zeer belangrijk is dat de kwaliteit van deze data goed is. Op basis hiervan stelt de computer een set van regels of instructies op, die een computer toe kan passen op nieuwe situaties: een algoritme. Is de kwaliteit van de data slecht, dan zal het algoritme minder goede uitkomsten hebben [10].

De huidige toepassingen in de zorg vallen vrijwel allemaal onder deze vorm van AI. Er bestaan meerdere soorten *machine learning*, elk met een eigen mechanisme en een ander toepassingsdoel. In figuur 6 is te zien hoe de veelgebruikte termen *artificial intelligence*, *machine learning* en *deep learning* zich tot elkaar verhouden, uitgezet tegen de tijd. Een aantal veelgebruikte soorten, waaronder ook *deep learning*, wordt hieronder toegelicht en verduidelijkt met een praktijkvoorbeeld.



Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

Figuur 6. Het ontstaan van nieuwe technieken binnen de AI. (Bron: [Nvidia](#))



## Supervised learning

Deze vorm van *machine learning* maakt gebruik van gelabelde data. Met andere woorden, de computer wordt getraind met data, bijvoorbeeld beelden van huidafwijkingen. Deze data krijgen een label, bijvoorbeeld een SNOMED<sup>1</sup>-code, van de desbetreffende huidafwijking. Indien deze gelabelde beelden maar vaak genoeg worden aangeboden aan de computer, leert het dit type huidafwijking herkennen op beelden die nog niet eerder aan de computer zijn aangeboden. Specifiek voor deze manier van leren is dat het juiste antwoord reeds bekend is; de arts heeft de data gelabeld en de computer kan zijn voorspelde uitkomst controleren met de gelabelde uitkomst. Hierdoor leert de computer en stelt zijn eigen regels bij [11].

## Unsupervised learning

In tegenstelling tot *supervised learning* is bij *unsupervised learning* niet het doel om uitkomsten te voorspellen, maar om nieuwe groepen en patronen te herkennen (clusters). De data zijn niet vooraf gelabeld, geclassificeerd of gecategoriseerd. Deze manier van *machine learning* wordt in de praktijk gebruikt om grote hoeveelheden data te groeperen of om in de data nieuwe patronen te herkennen, die mensen niet eerder hebben herkend. Dit brengt ook direct een moeilijkheid met zich mee: inherent aan het feit dat de uitkomsten op voorhand niet bekend waren, kan zeer moeilijk gecontroleerd worden of de uitkomsten van de computer correct zijn [11].

Deze techniek heeft in de zorg veel toepassingsmogelijkheden. Zo loopt er een onderzoek bij Parkinson-patiënten. Waarom reageren bepaalde patiënten op een specifieke therapie en andere patiënten niet? Indien nieuwe verbanden of patronen worden gevonden, kan de patiënt een behandeling op maat krijgen.

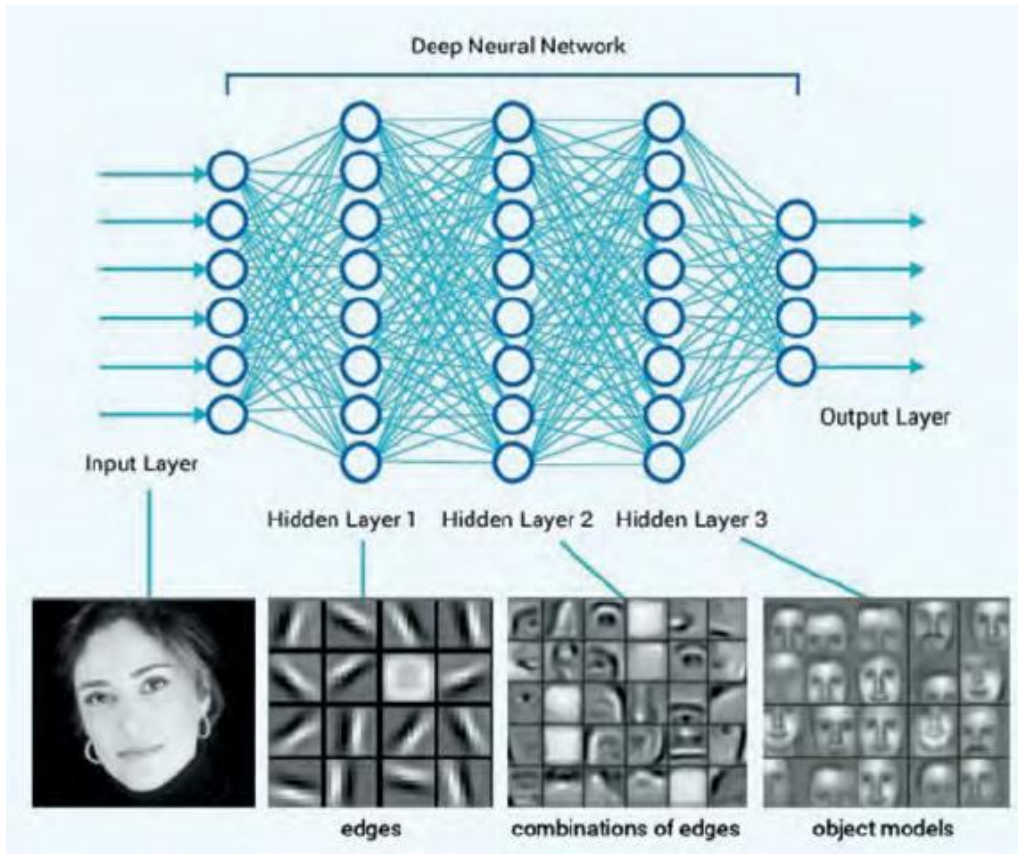
## Deep learning

Een andere relatief nieuwe en veelvoorkomende vorm van *machine learning* is *deep learning*. *Deep learning* is de reden voor de vele huidige doorbraken op het gebied van AI. Deze techniek maakt gebruik van een neurale netwerk met meerdere lagen van zogeheten 'neuronen'. Hoe meer lagen, hoe complexer de vraagstukken zijn die het neurale netwerk op kan lossen. Hoe zo'n neurale netwerk er uit ziet, wordt schematisch weergegeven in figuur 7. Deze neuronen verwijzen naar de menselijke neuronen waarop ons zenuwstelsel is gebaseerd. De techniek achter *deep learning* wordt daarom ook wel vergeleken met het leren van een menselijk brein, maar evenaart deze bij lange na nog niet. Door de meerdere lagen is deze manier van leren geschikt om zeer gedetailleerde patronen te herkennen, zoals specifieke afwijkingen op een CT-scan [12].

De nieuwe toepassingen van AI binnen de gezondheidszorg zijn grotendeels gebaseerd op deze manier van leren. Vele (honderd)duizenden beelden worden gelabeld aangeboden aan de computer, totdat deze een algoritme heeft gevormd waarop de computer zelfstandig nieuw aangeboden beelden als zodanig kan herkennen. *Deep learning* maakt gebruik van *supervised learning*.

---

<sup>1</sup> SNOMED CT is een internationaal, medisch terminologiestelsel en bevat een grote verzameling medische termen met hun synoniemen. De termen worden in de directe patiëntenzorg gebruikt voor de vastlegging van klachten, symptomen, omstandigheden, ziekteprocessen, interventies, diagnoses, resultaten en besluitvorming. Zie ook [www.nictiz.nl](http://www.nictiz.nl)



Figuur 7. Schematische weergave van de meerdere lagen neuronen bij een diep neurale netwerk voor gezichtsherkenning. (Bron: [NVVR](#))

## 2.2.2 Natural Language Processing

*Natural Language Processing* (NLP) is een gebied waarbij AI, computerwetenschappen en linguïstiek samen komen. Het doel van NLP is om computers de werkelijke betekenis van menselijke taal te laten verwerken of 'begrijpen', zodat ze opdrachten uit kunnen voeren en vragen kunnen beantwoorden. Een bekend voorbeeld hiervan is Siri. Tegenwoordig wordt er veel gebruik gemaakt van *deep learning* om NLP mogelijk te maken [13].

Ook deze vorm van AI wordt in toenemende mate toegepast in de medische praktijk, bijvoorbeeld in de spreekkamer van het LUMC. De computer zet het gesprek tussen arts en patiënt om in een tekstuele dialoog. De computer analyseert met NLP en extraheert specifieke klinische gegevens zoals de klachten van de patiënt en de lokalisatie hiervan. Dit betekent minder registratielast voor de arts en meer aandacht voor de patiënt. Een gestandaardiseerd EPD met zorginformatiebouwenstenen<sup>2</sup> en gecodeerde tekst met een terminologiestelsel als SNOMED verhogen nog meer het gebruiksgemak.

<sup>2</sup> Een zorginformatiebouwsteen (zib) is een informatiemodel bestaande uit één of meer gegevenselementen die als geheel een relevant zorginhoudelijk concept beschrijven. Het doel van de zorginformatiebouwenstenen is precies te specificeren welke terminologie gebruikt kan worden zonder dat hierin al keuzes voor een technische standaard, referentiemodel of platform worden gemaakt. Zie ook [www.nictiz.nl](http://www.nictiz.nl)



Hoewel er momenteel al veel mogelijk is met NLP, hebben computers vooralsnog niet dezelfde mate van begrip van menselijke taal als mensen zelf. Eén van de euvels is het feit dat computers menselijke taal te letterlijk opvatten: ze snappen geen sarcasme, beeldspraak of andere manieren van taalgebruik dat niet letterlijk te nemen is [14].

### 2.2.3 Expert systems

*Expert systems*, kennissystemen of expertsystemen, zijn technieken van AI die gebaseerd zijn op logica ofwel redenering [15]. Het simuleert het denkproces van een menselijke expert om complexe problemen binnen een specifiek domein op te lossen en dient daarom ook wel als beslissingsondersteuning. In tegenstelling tot *machine learning* wordt er geen gebruik gemaakt van een zelflerend algoritme, maar van een algoritme op basis van reeds bekende expertise. Het voordeel van het gebruik van een expertstelsel is dat deze in tegenstelling tot de mens niet vermoeid raakt, een veel grotere hoeveelheid aan data kan structureren en sneller tot een oplossing komt [16]. In de medische praktijk wordt deze techniek gebruikt bij bijvoorbeeld huisartsen en verpleegkundigen. Voor de huisartsen is NHGdoc ontwikkeld. NHGdoc is een beslissingsondersteunend instrument dat gebaseerd is op de veelgebruikte NHG-standaarden. Het ondersteunt de huisarts bij het geven van advies dat is afgestemd op de individuele patiënt [17]. Voor verpleegkundigen is een pilot beslissingsondersteuning gestart, een programma van onder andere V&VN en Nictiz, waarbij een beslissingsboom ondersteunt bij het beoordelen van wonden [19]. Beide programma's hebben de potentie om de kwaliteit van zorg te verbeteren.

Technieken als *machine learning*, NLP en expertsystemen kunnen worden gebruikt voor toepassingen zoals speech, *vision*, planning en robotica.

### 2.2.4 Speech

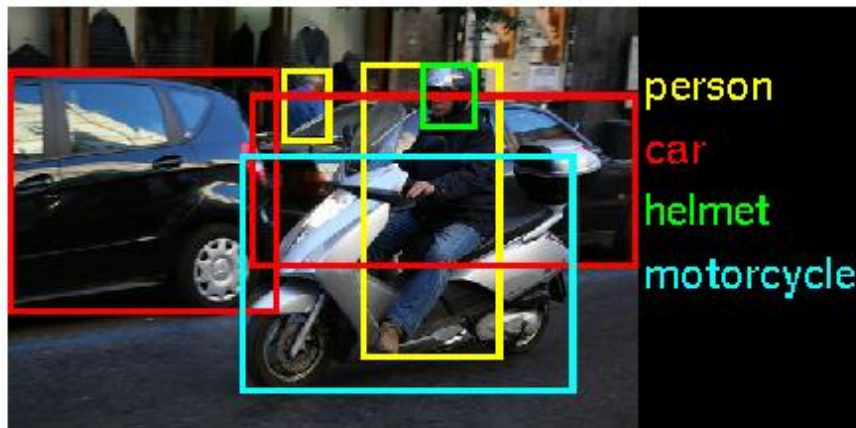
De eerste doorbraak van *deep learning* was op het gebied van speech ofwel spraaktechnologie [13]. In tegenstelling tot NLP is er bij speech geen sprake van daadwerkelijk begrip of analyse van de taal. Het wordt omgezet in een andere vorm van taal, zonder te begrijpen wat het betekent. De twee vormen hiervan zijn *speech to text* en *text to speech*. In het eerste geval wordt gesproken taal omgezet in tekst (zie het voorbeeld hierboven bij gebruik van NLP in de spreekkamer). Bij *text to speech* wordt geschreven tekst omgezet in gesproken tekst. Spraakcomputers bevatten deze techniek en veel ALS-patiënten met een spraakprobleem maken hiervan gebruik.

### 2.2.5 Vision

*Vision*, ook wel beeldherkenning, zorgde in 2012 tijdens de ImageNet-competitie voor de tweede doorbraak van *deep learning*. *Vision* is een techniek waarbij de computer objecten bekijkt en classificeert in verschillende categorieën.[13] Radiologen, dermatologen en pathologen gebruiken *vision* om specifieke afwijkingen in medische beelden te herkennen. Inmiddels is deze *deep learning* techniek zo ver gevorderd dat ze beter afwijkingen kunnen detecteren dan medisch specialisten [15].

Een voorbeeld van wat een computer zoal kan herkennen wordt weergegeven in figuur 8.





Figuur 8. Herkenning van objecten met 'vision'. (Bron: [ImageNet](#))

### 2.2.6 Planning

Met AI kunnen patronen worden ontdekt in grote hoeveelheden data. Ook patronen die wij als mensen nog niet eerder hebben ontdekt, zoals welke patiënten het meeste risico lopen. Deze patiënten moeten prioriteit krijgen voor diagnostiek of behandeling. Op de *intensive care* (IC) wordt *planning* reeds gebruikt: verschillende parameters van de patiënt worden gemeten en op basis hiervan kunnen voorspellingen worden gedaan over de toestand van de patiënt. Wat is de kans op heropname bijvoorbeeld? Met *planning* kan de bezetting van de bedden op de IC optimaal worden geregeld.

### 2.2.7 Robotica

Dit is het domein dat zich bezighoudt met het creëren van intelligente en efficiënte robots. Bij de robotica komt alles van AI samen: spraak, zicht, bewegingen, redentatie, planning en meer [15]. Een toepassing is de zorgrobot, die ouderen aanzet tot beweging en jongeren met autisme kan helpen met sociale interactie. Een andere toepassing is de robot-rollator. Deze rollator bevat sensoren en camera's om valpartijen te voorkomen en pratend aanwijzingen te geven. Daarnaast kan de robot geprogrammeerd worden met fysiotherapie-oefeningen [18]. In figuur 9 is zowel een voorbeeld van een zorgrobot bij ouderen als de robot-rollator te zien. Brede inzetbaarheid van dit soort robotica heeft consequenties voor de zorg: ontlasting van zorgverlener, ontlasting van mantelzorg en positieve uitwerking op de algehele gesteldheid van de patiënt.



Figuur 9. Zorgrobot Zora activeert ouderen (Bron: [Jessazh](#)) en robot-rollator Lea (Bron: [Robots.nu](#))





## Conclusies en aanbevelingen

Alle kennis om tot dit rapport te komen is vergaard uit literatuur, gepubliceerde onderzoeken en gesprekken met verschillende experts op het gebied van AI. Een eenduidige definiëring van AI is er niet, maar met een indeling op basis van de relatie tot menselijke intelligentie en een indeling op basis van de huidige technieken kan er meer grip op AI verworven worden.

AI is een veelbelovende ontwikkeling, maar om AI veilig en verantwoord op grote schaal in de zorg toe te kunnen passen, moet een aantal vraagstukken opgelost worden. De belangrijkste vraagstukken zijn:

- Standaardisatie: om de bruikbare uitkomsten met AI te genereren, moeten gestandaardiseerde data gebruikt worden zoals:
  - labelen van oogfoto's met SNOMED-codes
  - standaardiseren van EPD's met zorginformatiebouwblokken, zodat het makkelijker wordt om bijvoorbeeld eerder genoemde NLP in de spreekkamer toe te passen
  - standaardiseren van patiëntvragenlijsten.

Valt dit binnen afzienbare tijd te realiseren?

- Data: de kwantiteit en de kwaliteit van medische data schieten tekort. Idealiter wordt er méér en efficiënter gestandaardiseerde data verzameld. Eenmalige registratie en meervoudig gebruik door registratie aan de bron<sup>3</sup> kan hierbij helpen. Voldoende kwantiteit en kwaliteit van data is onontbeerlijk voor betrouwbaar gebruik van AI en dus voor betrouwbare zorg, maar hoe bereiken we dat?
- Controleerbaarheid: *machine learning* kan bij uitstek goed omgaan met subjectieve of *gebiaste* uitkomsten, maar de toetsing hiervan moet objectief zijn. Naast het betrouwbaar ontwikkelen van AI moet AI ook betrouwbaar blijven. Maar wie controleert de uitkomsten? Hoe is een computer tot een diagnose- of behandeladvies gekomen? Transparantie van de systemen is hierbij belangrijk, maar dit is moeilijk te bewerkstelligen.
- Ethisch: wie is er eindverantwoordelijk voor een besluit wanneer een algoritme het niet bij het juiste eind heeft? Mag je als arts het behandeladvies van een computer (deels) negeren? Is het vastleggen waarom je hiervan afwijkt voldoende? Met gebruik van AI bestaat kan een opticien detectie van oogafwijkingen detecteren. Mag de opticien dan ook direct naar een specialist doorverwijzen zonder tussenkomst van de huisarts? Hoe voorkomen we dat een ICT-leverancier een monopoliepositie verkrijgt op het ontwikkelen van algoritmes en daarmee een afhankelijkheidspositie voor de zorgverlener creëert?

Bovenstaande vraagstukken zijn ingewikkeld en tijdrovend. Het feit dat deze vraagstukken tijdrovend zijn, brengt echter weer een eigen vraagstuk met zich mee; hoe zorgt Nederland ervoor niet nog verder achterop te raken ten opzichte van andere landen zoals Frankrijk, de VS en China?

Deze vragen geven aanleiding tot nader onderzoek naar hoe de implementatie van AI in de zorg in Nederland in juiste banen kan worden geleid. AI is een nationaal vraagstuk en relevant voor alle domeinen binnen de zorg. Komende maanden zal het onderzoek naar deze vragen worden voortgezet, uitgediept en waar mogelijk beantwoord.

---

<sup>3</sup> Het gedachtegoed van registratie aan de bron is eenduidige en eenmalige registratie van zorginformatie. Door hergebruik van deze registratie stijgt de kwaliteit van de zorg, vooral van de overdracht. Wetenschappelijk onderzoek en het aanleveren aan kwaliteitsregisters wordt hierdoor eenvoudiger. Zie ook [www.nictiz.nl](http://www.nictiz.nl) of [www.registratieaandebron.nl](http://www.registratieaandebron.nl)



## Meer informatie

Wilt u meer informatie over AI in de zorg, neem dan contact op met de auteurs via het algemene telefoonnummer van Nictiz 070 - 317 3450 of via hun email: [wouda@nictiz.nl](mailto:wouda@nictiz.nl) en [hutink@nictiz.nl](mailto:hutink@nictiz.nl).

### Over de auteurs

Drs. Frauke Wouda is arts en heeft praktijkervaring opgedaan als basisarts bij de afdeling chirurgie en als medisch adviseur binnen het sociaal domein. Frauke houdt zich bezig met AI en uitkomstgerichte zorg.

Drs. Henk Hutink, MBA-Health, is manager advies en strategisch adviseur voor sectorale zorg-ICT vraagstukken. Henk houdt zich bezig met strategische innovatie, landelijke verandertrajecten en disruptieve ontwikkelingen.



## Referenties

- [1] B. Copeland, „Alan Turing,” [Online]. Available: <https://www.britannica.com/biography/Alan-Turing>.
- [2] N. J. Nilsson, *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*, 2009.
- [3] S. Russell en P. Norvig, *Artificial Intelligence; a modern approach*, 1995.
- [4] J. Pearl en D. Mackenzie, *The Book of Why; the new science of cause and effect*, 2018.
- [5] N. Bostrom, *Superintelligence: paths, dangers, strategies*, 2016.
- [6] A. Turing, „Computing machinery and intelligence,” *Mind* 49, pp. 433-460, 1950.
- [7] N. Hekster, *Kunstmatige Intelligentie; technologie, algoritmen, modellen*, 2018.
- [8] Tim Urban, „The AI Revolution: The Road to Superintelligence,” 2015.
- [9] J. Duursma, „De digitale butler,” 2017.
- [10] Tim Urban, „The AI Revolution: Our Immortality or Extinction,” 2015.
- [11] S. A. Bini, „Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Cognitive Computing; what do these terms mean and how will they impact healthcare?,” *Journal of arthroplasty*, pp. 2358-2361, 2018.
- [12] R. C. Deo, „Machine Learning in Medicine,” *Circulation*, pp. 1920-1930, 2015.
- [13] [Online]. Available: <https://www.tottadatalab.nl/2017/12/06/wat-is-deep-learning/>.
- [14] „Natural Language Processing with Deep Learning,” 2017. [Online]. Available: [https://www.youtube.com/watch?v=OQQ-W\\_63UgQ&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=OQQ-W_63UgQ&feature=youtu.be).
- [15] G. Seif, „An easy introduction to Natural Language Processing,” oktober 2018. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/an-easy-introduction-to-natural-language-processing-b1e2801291c1>.
- [16] M. Welling, *Over leven met kunstmatige intelligentie*, 2018.
- [17] S. Gupta, „Fundamentals and Characteristics of an Expert System,” *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, pp. 110-113, 2013.
- [18] „NHG,” [Online]. Available: <https://www.nhg.org/themas/artikelen/nhgdoc-beslisondersteunend-expertsysteem-uw-his>. [Geopend december 2018].
- [19] „Ruim baan voor de zorgrobots (en, verrassing, ze zien er helemaal niet uit als robots),” *De Volkskrant*, 29 juni 2018.
- [20] „IEEE,” 2018. [Online]. Available: <http://sites.ieee.org/futuredirections/2018/01/21/computers-keep-getting-better-than-us/>.



## Bijlage 1 Geschiedenis van AI

Het proberen ontwikkelen van AI is allesbehalve nieuw. Alan Turing, een Britse wiskundige, computerwetenschapper, filosoof en codekraker tijdens de Tweede Wereldoorlog, is één van de pioniers op het gebied van AI. Hij publiceerde reeds in 1950 het artikel genaamd 'Computing machinery and intelligence', waarin hij de vraag stelt of machines intelligent gedrag kunnen vertonen. Om deze vraag te beantwoorden introduceert hij 'the imitation game', tot op heden nog steeds bekend als de Turingtest. De Turingtest is een experiment waarbij een opstelling wordt beschreven van een proefpersoon die via een computer twee verschillende gesprekken voert. Het ene gesprek is daadwerkelijk met een mens, het andere gesprek is met een computer. De computer slaagt voor de Turingtest wanneer de proefpersoon op basis van het chatgesprek geen onderscheid kan maken tussen mens en computer. Dit impliceert dat de betreffende machine intelligent gedrag vertoont. Het idee achter de test is intelligent gedrag van machines aantonen: AI. Turing was met zijn denkwijze zijn tijd ver vooruit en een belangrijke grondlegger van AI [1].

Enkele jaren later, in 1955, deed de term 'artificial intelligence' zijn intrede in een onderzoeksvorstel van John McCarthy, eveneens pionier op het gebied AI. Naar aanleiding van dit voorstel vond in de zomer van 1956 het zes weken durende Dartmouth Summer Research Project plaats, waar wetenschappers op dit gebied met elkaar in gesprek zijn gegaan. Sindsdien wordt AI als officieel onderzoeksveld beschouwd [2].

In de jaren daarna bleek AI een groot succes; er werden grote technologische ontwikkelingen geboekt voor die tijd. Dit staat bij onderzoekers ook wel te boek als het 'Look, Ma, no hands'-tijdperk. John McCarthy bleef een grote naam op het gebied van AI en ontwikkelde in 1958 'Lisp', de op één na oudste programmeertaal [3].

In 1966 ontwikkelde Joseph Weizenbaum ELIZA, een chatbot die een cliëntgerichte psychotherapeut simuleert. Het was het eerste programma dat menselijke taal kon nabootsen. Tot grote verbazing van Weizenbaum zelf waren er mensen die een gesprek met de chatbot als menselijk ervoeren, en deed hiermee onbedoeld een gooi tot slagen van de Turingtest. ELIZA is nooit daadwerkelijk geslaagd voor de test, aangezien het gedurende het gesprek al snel duidelijk werd dat de antwoorden niet van een persoon kwamen [2].

Een gesprek met chatbot ELIZA is nog steeds mogelijk. (<https://www.masswerk.at/elizabot/>)

Na de snelle progressie in de eerste jaren na het introduceren van AI als onderzoeksgebied, volgden in de jaren '70 een periode van langzamere progressie met minder investeringen en meer sceptici, de zogeheten 'AI winter'. Dit is voornamelijk het gevolg van het besef dat de ontwikkelingen moeizamer gingen dan aanvankelijk gedacht en door gebrek aan transparantie. Het nadeel van gebrek aan transparantie is dat als het niet duidelijk is hoe een systeem tot een bepaalde uitkomst komt, het maken van aanpassingen om wél tot goede uitkomsten te komen moeilijk is [4].

Een nieuwe opleving van enthousiasme voor AI volgde in de jaren '80 door grote commerciële projecten. Een tien-jaren plan, genaamd de 'Fifth Generation Computer Systems', werd aangekondigd. Dit had als doel om computers menselijke taal te laten begrijpen, te laten redeneren en menselijke wensen te laten aanvoelen. Dit project heeft echter zijn verwachtingen geenszins waar kunnen maken [3] [2]. Een tweede 'AI winter' volgde, die tot in de jaren '90 duurde. Hierna groeide het optimisme weer, met name door nieuwe populaire technieken, zoals neurale netwerken en genetische algoritmen [5].

*"I believe that in about fifty years' time it will be possible, to programme computers [...] to make them play the imitation game so well that an average interrogator will not have more than 70 per cent chance of making the right identification after five minutes of questioning" [6].*

Turing bleek te optimistisch. De afgelopen 20 jaar zijn er echter wél grote doorbraken geweest op het gebied van spelcomputers. In 1997 werd de wereldkampioen schaken Garry Kasparov als eerste verslagen door een



computer, IBM's 'Deep Blue'. In 2016 volgde een baanbrekende overwinning van de computer AlphaGo op de sterkste menselijke Go-speler Lee Sedol [4].

**Nictiz**

Postbus 19121  
2500 CC Den Haag  
Oude Middenweg 55  
2491 AC Den Haag

070-3173450  
info@nictiz.nl  
www.nictiz.nl

Nictiz  Betere gezondheid  
door betere informatie