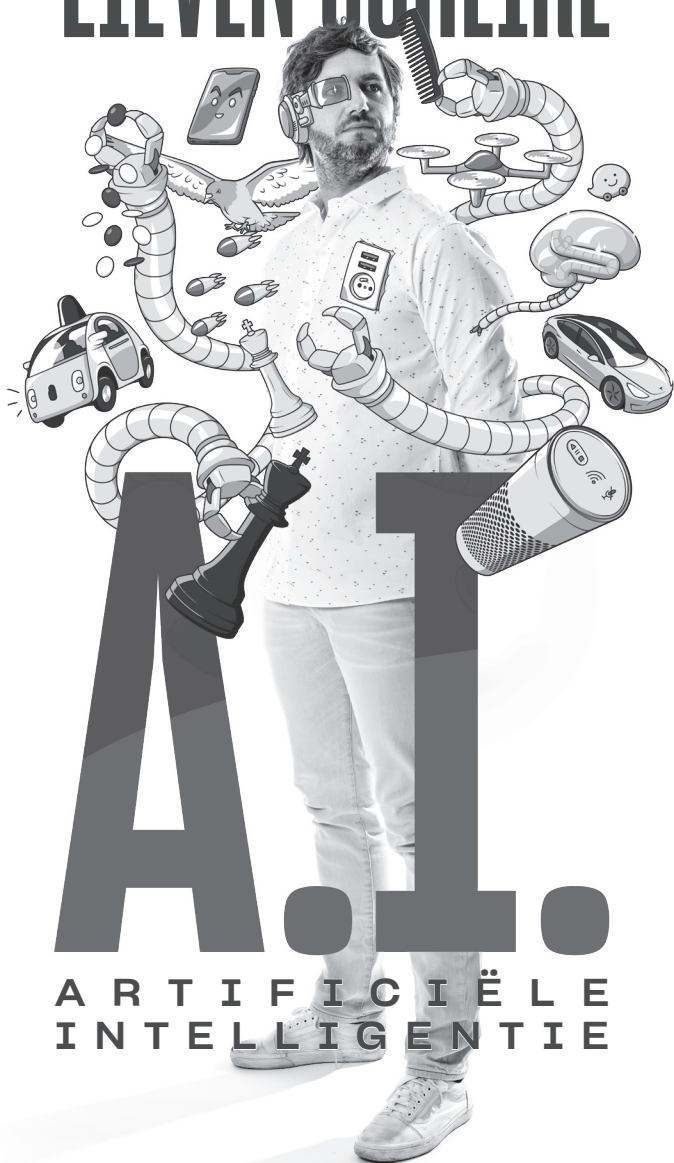


**ARTIFICIËLE
INTELLIGENTIE**

LIEVEN SCHEIRE



AI.

ARTIFICIËLE
INTELLIGENTIE

INHOUD

KORT WOORDJE VOORAF	7
1. WAT IS AI NU EIGENLIJK?	9
2. AI IN JE BROEKZAK	15
3. ALL YOUR FACE ARE BELONG TO US	30
4. EEN NETWERK VAN NEURONEN	42
5. A DEEPER DIVE	53
6. BLACK BOX	72
7. ZELF EEN AI TRAINEN	77
8. VAN PATRONEN HERKENNEN NAAR PATRONEN GENEREREN	90
9. MAAK DAT DE CHAT WIJS	114
10. DEEPMIND	158
11. WAAR BLIJVEN DE ROBOTS?	190
12. ONZE TOEKOMST MET AI	200

KORT WOORDJE VOORAF

Je moet wel gek zijn om op dit moment een boek te schrijven over AI. De ontwikkelingen volgen elkaar zo snel op dat het letterlijk verouderd zal zijn nog voor de inkt van het drukproces droog is. Waarom doe ik het dan toch? Tja. Laat ons vooral de mogelijkheid openhouden dat ik inderdaad gek ben – ik ben getest, maar heb de uitslag nog niet. Daarnaast is artificiële intelligentie gewoon het boeiendste en *hotste* onderwerp in de technologie van dit moment. De kranten staan er vol mee, bijna elk bedrijfsevent gaat erover, politici piekeren erover (of doen dat niet en zullen over enkele jaren wensen dat ze dat wel hadden gedaan) en ook persoonlijk maakt het bij veel mensen emoties los, gaande van fascinatie tot bezorgdheid.

Daarom dus dit boek. Het is bedoeld als toegankelijke introductie voor iedereen die meer wil weten over deze wonderlijke nieuwe vorm van software. Ik leg uit hoe AI eigenlijk werkt, wat het momenteel kan, en wat het waarschijnlijk in de nabije toekomst zal kunnen.

Het boek is gebaseerd op de voorstelling *Artificiële Intelligentie* waarmee ik van 2022 tot 2024 langs Belgische en Nederlandse podia trok.

Er staan veel uitweidingen en extra info in, en er zitten stukjes in de theatershow die niet in het boek staan, maar het grootste deel overlapt tussen de twee.

Voor je het vraagt: nee, geen enkel stuk van dit boek is geschreven door ChatGPT. Dat had misschien wel gekund, maar ik vind het leuker om dit soort teksten zelf te formuleren. En misschien nog een reden: alles wat je zelf schrijft en formuleert, zal waarschijnlijk trainingsdata worden en invloed hebben op de AI-taalmodellen van morgen. Alles wat je vandaag laat schrijven door ChatGPT is gebaseerd op vroegere teksten waar het mee getraind is. Misschien ben ik dan liever trainingsdatagenerator. Of dat een ideologische of filosofische gedachte is, of gewoon ijdelheid, daar ben ik zelf nog niet uit.

Dan rest mij alleen nog deze disclaimer voor we er eindelijk aan kunnen beginnen: ik gebruik soms uitdrukkingen als ‘de computer verzint’, ‘de computer denkt dat’, ‘de computer probeert’... Voor de duidelijkheid: dat is beeldspraak. De computer verzint, probeert of denkt niet zoals wij, maar rekent alleen getalletjes om tot andere getalletjes.

Ik schreef de laatste zinnen aan dit boek op zondag 15 oktober 2023. Gezien de razendsnelle ontwikkelingen in de AI lijkt het me geen overbodige luxe om dat expliciet te vermelden.

Bon, genoeg gedisclaimd, *on y va!*

1.

WAT IS AI NU EIGENLIJK?

‘Artificiële intelligentie.’ Vaak stellen mensen zich er waanzinnige dingen bij voor. Zijn dat computers die kunnen nadenken en redeneren zoals wij? Zijn het computers met een bewustzijn? Gaan deze systemen een eigen wil krijgen en de wereld overnemen? Laat ik je geruststellen: dat is AI allemaal niet. Laat mij de term ‘artificiële intelligentie’ eerst even stevig met de voetjes op de grond zetten. Ben je er klaar voor? Daar gaan we:

**ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE
IS NIET MEER DAN EEN NIEUW SOORT
SOFTWARE DIE GOED IS
IN PATROONHERKENNING.***

* Voor de puristen: eigenlijk moet hier staan ‘*deep learning*’ is gewoon nieuwe software die goed is in patroonherkenning. Voor het verschil tussen de termen ‘artificiële intelligentie’, ‘*machine learning*’ en ‘*deep learning*’ kan je terecht in de terminologielijst op p. 219.

Zo, dat viel mee, toch? Een nieuw soort software die goed is in patroonherkenning. Dat zijn taken zoals gezichten herkennen, objecten op foto's herkennen, een stem herkennen, gedragspatronen analyseren enzovoort.

De voorbije decennia hebben we met computerprogramma's enorm veel dingen geautomatiseerd. Maar de klassieke software die we daarvoor gebruiken, de zogenaamde '*rule-based software*', is notoir slecht in patroonherkenning. Voor een programmeur is het heel eenvoudig om software te schrijven die razendsnel telt hoe vaak de letter 'd' voorkomt in een tekst van 1000 bladzijden. Zo'n gerichte opdracht is gemakkelijk uit te voeren voor de klassieke software. Maar het was onmogelijk om een computerprogramma te schrijven dat kan herkennen of er een vogel op een foto staat of niet.

Enfin, dat wás heel moeilijk, want sinds de komst van AI is ook dat kinderspel. Hier is een voorbeeldje van *rule-based software*:

```
sum = 0

for i in range(5):
    age = int(input("Enter the age of person (i + 1): "))
    sum += age

average_age = sum / 5

print("The average age of the five persons is:
{average_age}")
```

Dit is een computerprogrammaatje dat aan vijf mensen hun leeftijd vraagt en dan de gemiddelde leeftijd berekent. Ook als je deze programmeertaal (Python) niet kent, kan je de structuur van dit programma wel ontrafelen. De computer vraagt vijf keer een leeftijd, telt al die getallen op, deelt de som door vijf, en toont dan de gemiddelde leeftijd op het scherm.

Zelfs als je niet kan programmeren, kan je die regels bedenken en omschrijven. Programmeurs noemen dat ‘pseudocode’. Het zijn de logische stappen van het computerprogramma, maar dan in mensentaal in plaats van in programmeertaal:

- Vraag de leeftijden van de vijf personen.
- Tel die leeftijden samen.
- Deel de som door vijf: $GEMIDDELDE = SOM/5$.
- Toon op scherm ‘De gemiddelde leeftijd van deze groep is: ’
+ GEMIDDELDE

Zo lijkt programmeren best eenvoudig. Maar probeer nu eens om met dit soort software aan patroonherkenning te doen. Welke pseudocode zou je verzinnen om te zien of er een hond of een kat op een afbeelding staat? Zoeken naar een bepaalde kleur heeft geen zin, want honden en katten kunnen allerlei kleuren hebben. Je kan niet schrijven ‘zoek de neus en de oren’, want een neus en oren zijn patronen die de software niet zal herkennen. Wat nog net zou lukken, is iets als ‘zoek twee gelijkaardige donkere vlekken naast elkaar’, en dan hopen dat de computer op de ogen uitkomt. Maar als er maar één oog op de foto staat, loopt ook dat mis.

Wat is dus het gevolg? De voorbije tientallen jaren hebben we zowat de volledige wereld geautomatiseerd, behalve de dingen waarvoor je patroonherkenning nodig hebt. Een auto wordt grotendeels door robots in elkaar gezet, maar de fruitpluk is nog altijd mensenwerk. In een autofabriek moet telkens dezelfde autoruit in dezelfde carrosserie worden geplaatst. Dat is een doembare taak voor een robot die aangestuurd wordt met *rule-based software*. In een boomgaard hangen appels in verschillende vormen overal door elkaar tussen takken en bladeren. Daarvoor heb je patroonherkenning nodig, en daarom konden we dat niet automatiseren.

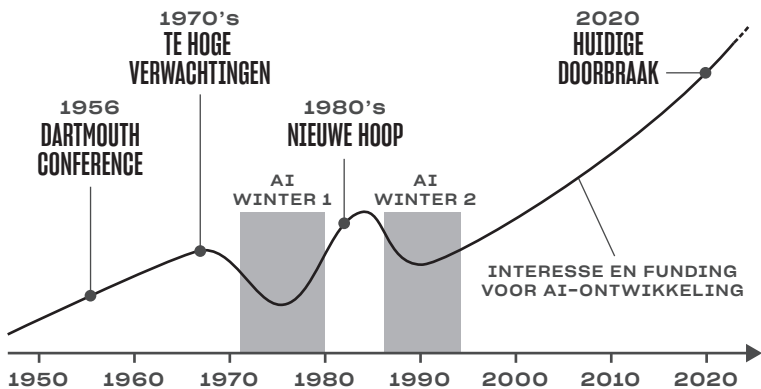
Bon, dat is het dan. Artificiële intelligentie is gewoon een nieuwe vorm van software die goed is in patroonherkenning. Dat klinkt nogal droog, maar de gevolgen daarvan zijn wel degelijk spectaculair. Wat we allemaal met die patroonherkenning kunnen doen, gaat de wereld veranderen. Ook jouw dagelijkse leven en je werk.

AI, EEN BEJAARDE TOPTECHNOLOGIE

Ook al is het momenteel een *hot buzzword*, de term ‘artificiële intelligentie’ is al meer dan 65 jaar oud. De naam is bedacht door John McCarthy van de Stanford universiteit. Hij organiseerde de Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. Dat was een project van twee maanden in de zomer van 1956, waarbij een tiental wetenschappers brainstormden over hoe ze machines ‘intelligent’ konden maken.

In 1956 waren de computerwetenschappen nog piepjong. De wetenschappers en ingenieurs die ermee werkten, zagen al gauw dat de nieuwe rekenmachines heel goed waren in taken die men in simpele regels kon neerschrijven, maar eigenlijk niets konden waarvoor je een soort van begrip, redeneervermogen of intelligentie nodig had.

Sinds die zomer bestaat 'artificiële intelligentie' als onderzoeksdomein binnen de computerwetenschappen. Het bleef lange tijd een veelbelovend niche-onderzoek. In de jaren 1970 en 1980 waren er enkele opflakkeringen van interesse en funding voor het vakgebied, maar daartussen liggen de zogenaamde 'AI winters': periodes van meerdere jaren waarin de ontwikkeling zo goed als stillag.



Interesse en funding voor AI-ontwikkeling

En nu zijn we dus getuige van de definitieve doorbraak van AI als breed toegepaste technologie. De systemen zijn zo bruikbaar geworden, en de toepassingen zo veelvuldig, dat het wel duidelijk is dat AI niet meer uit ons technologische landschap zal verdwijnen.

Waarom is AI juist nu doorgebroken? De voornaamste reden is dat we eindelijk genoeg rekenkracht en genoeg data hebben om sterk presterende AI-systemen te bouwen. Om AI te trainen moet je enorm veel berekeningen doen, wat onze computerchips intussen aankunnen. En zonder data kan je AI niets leren. Voorbeelden van die data zijn: veel foto's van gezichten met de juiste naam erbij, foto's van dieren en planten waar de soortnaam bij staat, databanken van wie wat wanneer gekocht heeft in een winkel of online... Vroeger was dat soort informatie moeilijk vindbaar, tegenwoordig staat de wereld vol databanken.

2.

AI IN JE BROEKZAK

Omdat de AI-systemen de laatste jaren zo goed en betaalbaar geworden zijn, én omdat de rekenkracht van onze smartphone zo enorm is toegenomen, zijn er heel wat nieuwe apps te krijgen die heel coole trucjes kunnen. Veel van de toepassingen die je vandaag gratis uit de appstore haalt, zouden vijftien jaar geleden zuivere magie geleken hebben.

Maar eerst even over je smartphone. Dat is een ongelooflijk apparaat. Ik weet het, we vloeken er weleens op als er iets misloopt, maar je mag gerust af en toe in beate bewondering naar je toestel staren, in het besef dat je een waanzinnig stuk technologie in handen hebt.

Om dat beter te beseffen gaan we 55 jaar terug in de tijd. Op 20 juli 1969 landden Neil Armstrong en Buzz Aldrin als eerste mensen op de maan. Die Apollo 11-missie gebruikte een Saturn 5-draag-raket die het moederschap Columbia en de maanlander Eagle naar de maan stuwde. Daar bleef de Columbia met astronaut Michael Collins rond de maan draaien, terwijl de Eagle met Armstrong en Aldrin afdaalde naar het maanoppervlak. Na hun succesvolle