



Rik Bobbaers

AI heeft slimme mensen nodig

Intelligentie

AI heeft slimme mensen nodig



ANIACON
OX7E8

Image by freepik



whoami

- Tech CISO bij ING
- 25+ jaar in security
- Open Source
- Nieuwsgierig, dus vandaar deze training
 - Technisch
 - Herhaling of helemaal nieuw
 - Creëer waarde
 - Wiskunde



Agenda

- Wat is intelligentie?
- Algoritmes
 - Torens van Hanoi
 - Schaken
 - Object herkenning
 - Foto herkenning
- Leren
 - Kortste buur
 - Neurale netwerken
 - Genetic algorithms
 - OneShot learning
 - Explanation based learning
- Dingen om mee te nemen



Enkele quotes

- “If you can't explain it simply, you don't understand it well enough.” – Albert Einstein
- “Artificial intelligence is no match for natural stupidity.”
- “If you design something to be idiot proof, the universe will design a better idiot.”
- “AI will tell you with very high confidence of being true, something that is wrong.”
- “Once you can describe something, you get power over it” – Patrick H. Winston
- “First wave of AI research will fail to fulfil the very public promises it is making.” - Hubert Dreyfus, in 1966
- “Second wave of AI research will fail to fulfil the very public promises it is making.” - Every AI practitioner in 2024
- “Humans have the ability to take 2 concepts, combine them... without limit” – Noam Chomsky



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Wat is “intelligent”?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Wat is “intelligent”?

```
void TowerOfHanoi(int n, char source, char target, char auxiliary) {  
    if (n > 0) {  
        // plaats n-1 disks van bron naar hulp, gebruik doel als tijdelijke stok  
        TowerOfHanoi(n - 1, source, auxiliary, target);  
        // plaats de n-de schijf van bron naar doel  
        std::cout << "plaats schijf " << n << " van " << source << " naar " << target << std::endl;  
        // plaats n-1 schijven van tijdelijke naar doel, gebruik bron als tijdelijke stok  
        TowerOfHanoi(n - 1, auxiliary, target, source);  
    }  
}
```



Intelligent schaken

- Analyse
- Strategie
- Tactiek

Itereer over strategieën en tactieken en doe een zet

Maar... niemand weet hoe dit werkt in onze hersenen



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Intelligent schaken

Als $\langle X \text{ is een mogelijke zet} \rangle$

Doe X



ANNA CON
OX7E8

Image by freepik

Intelligent schaken

Best = 0;

For all possible moves X {

 Evaluate (X);

 If (X > Best) {

 Best = X;

 }

}

Do X;



ANNAACON
OX7E8

Image by freepik

Intelligent schaken

Brits museum

Volledige boom van alle mogelijkheden en kies de winnende

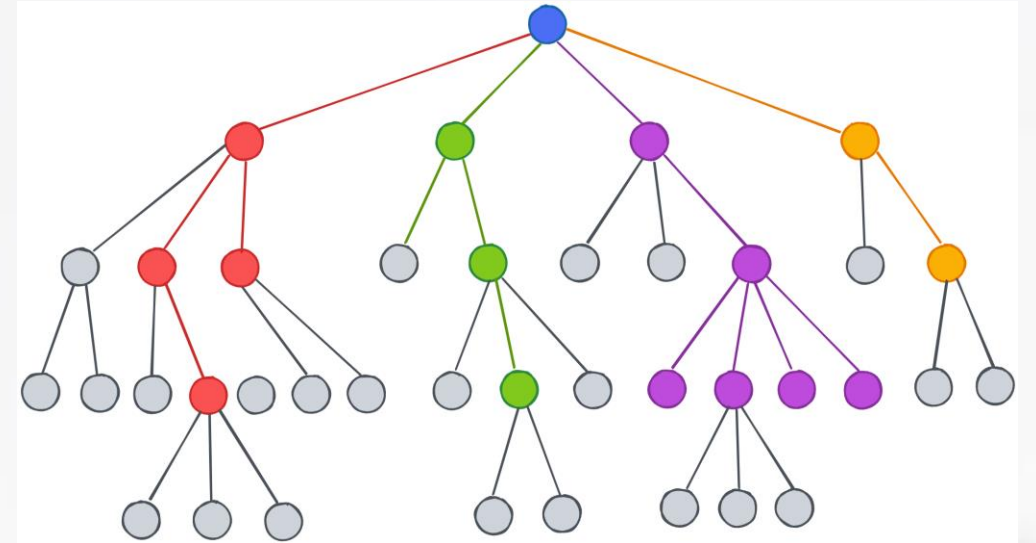


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Intelligent schaken

Brits museum



Ongeveer altijd 10 mogelijkheden en 120 zetten in een spel

10^{120}

Wiskunde:

- Atomen in het universum: 10^{80}
- Big bang: 10^{10} jaar geleden
- 1 jaar: $\pi * 10^7$ seconden
- 1s: 10^9 nanoseconden $\rightarrow 10^{106}$

=> Als ieder atoom een evaluatie doet in 1 ns

100.000.000.000.000 universums tekort
We're gonna need a bigger multiverse

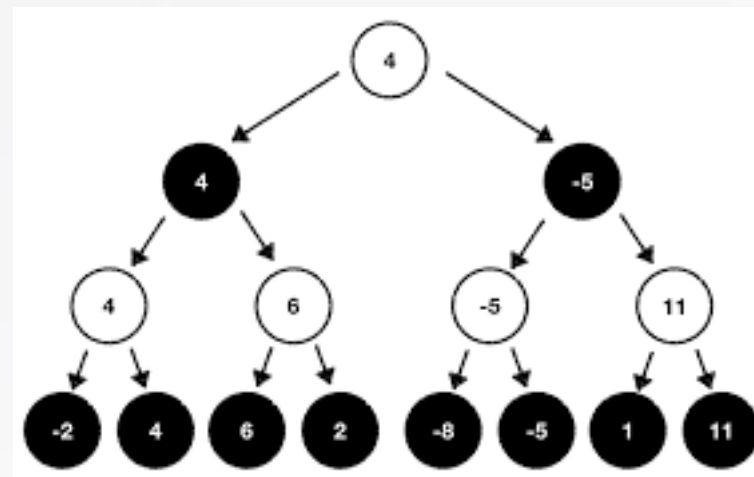


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Intelligent schaken

- Mini-max
- Alpha-beta



ANNA CON
OX7E8

Image by freepik

Intelligent schaken

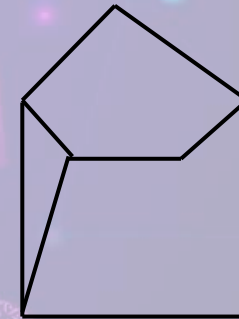
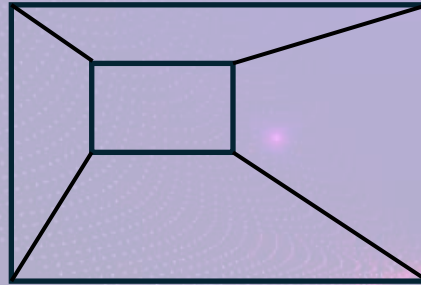
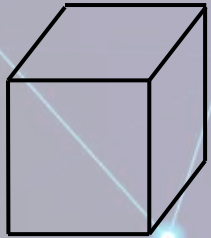
- 1997: Deep blue wint van Garry Kasparov

- Deep blue gebruikte combinatie van:
 - Bestaande spel analyses
 - Boeken met openingen
 - Boeken met endgames
 - Analyseert 200.000.000 zetten/s



Constraint propagation

Kan een tekening bestaan in de reële wereld?

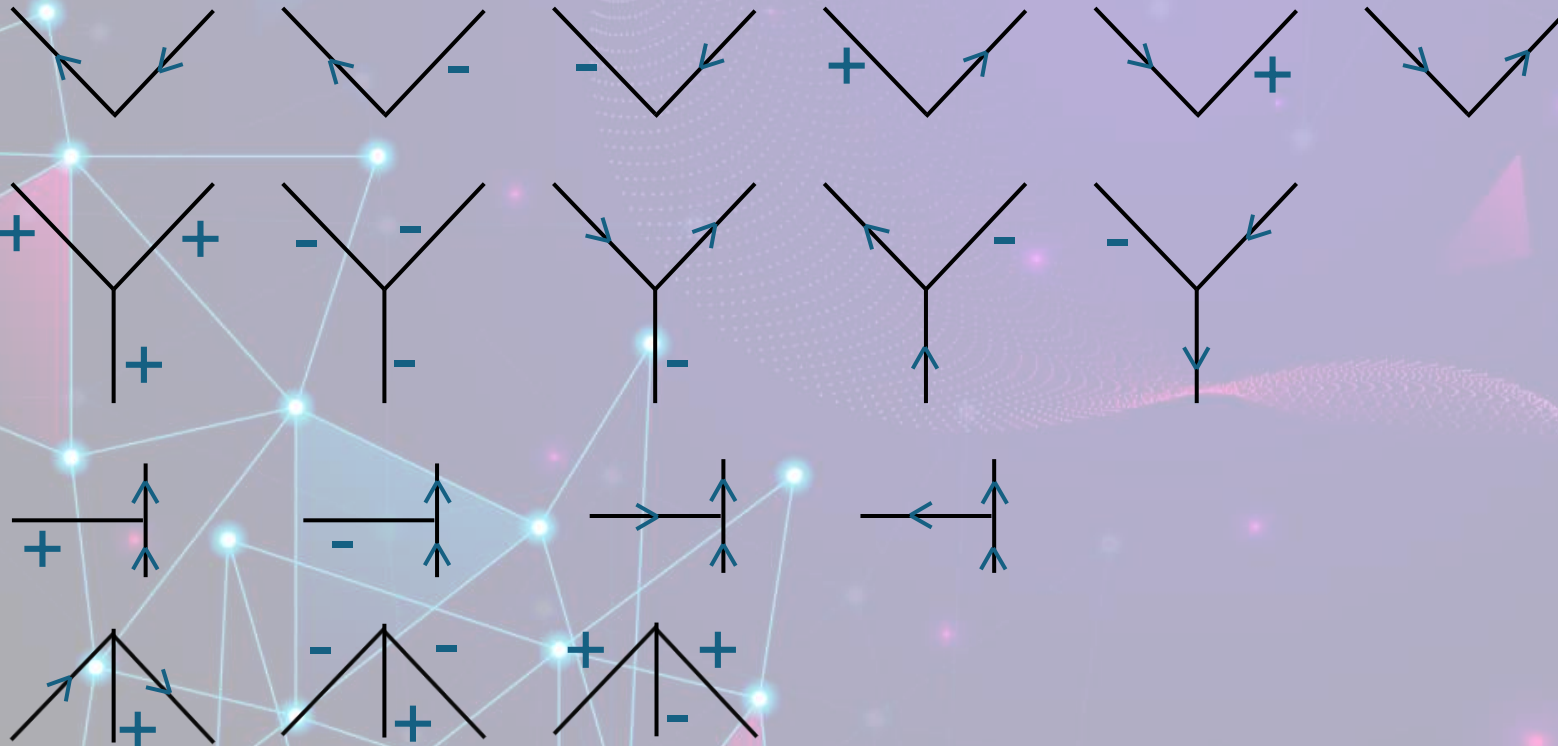


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Constraint propagation

Mogelijk markeringen

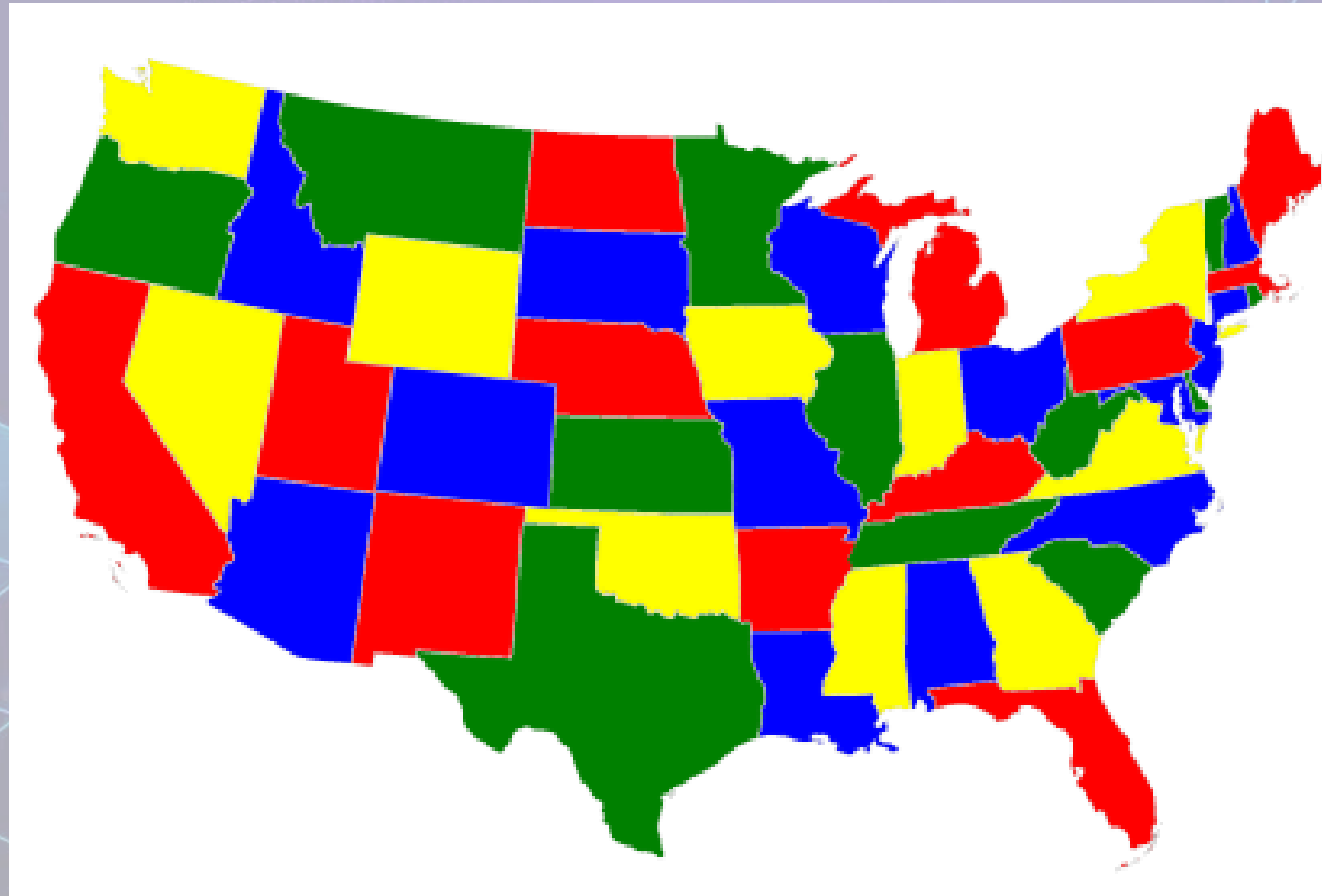


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Constraint propagation

Map coloring problem



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Gezichtsherkenning

- Algoritme

- Definieer enkele belangrijke features (ogen, neus, mond)
- Ga stuk voor stuk (in blokken) over een foto tot je een (redelijk) gelijke overeenkomst vindt
- Past dit voor alle features, heb je een match



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Voorbeeld



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Gezichtsherkenning

- Zeer krachtig en werkt zeer goed
- Maar... faalt wanneer je je hoofd draait, zij aanzicht, enzovoorts
- Uitdaging: Acties herkennen uit foto's



Wat gebeurt hier?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Wat gebeurt hier?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Wat gebeurt hier?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

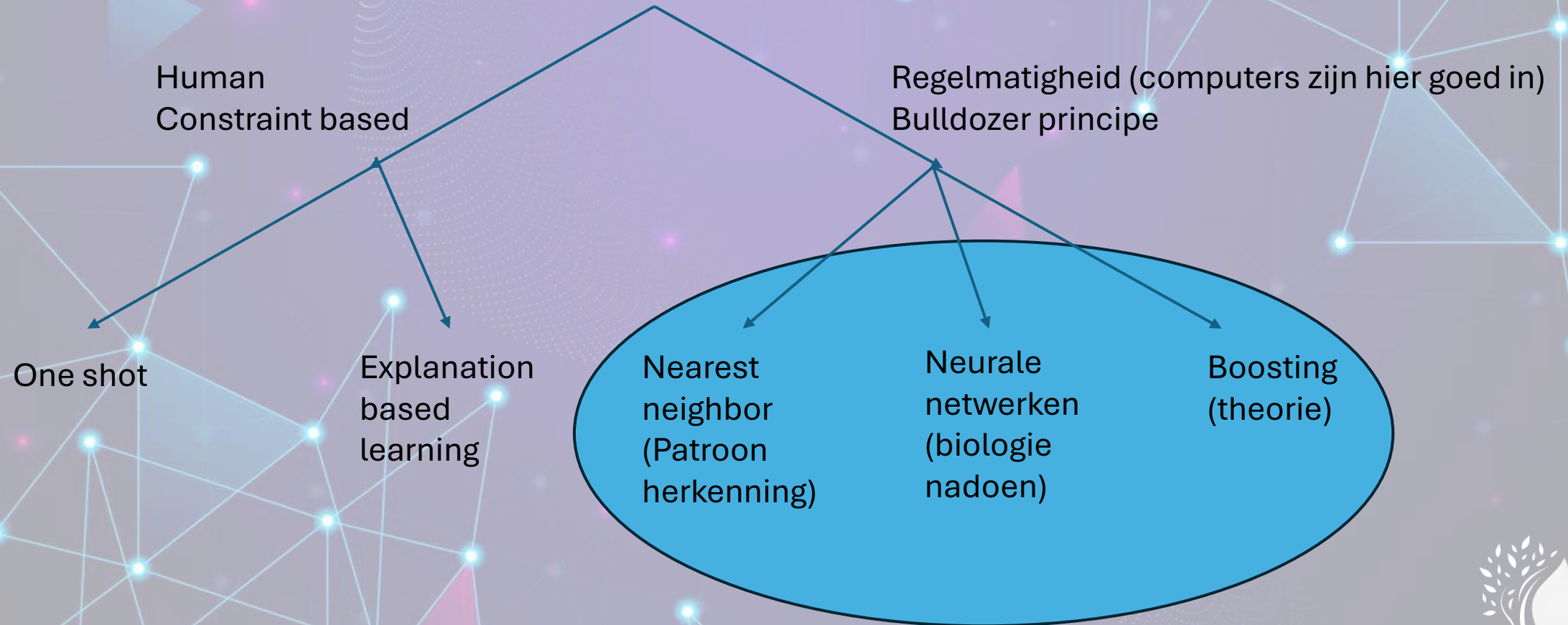
Welke foto's lijken meest op elkaar?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Leer een computer leren

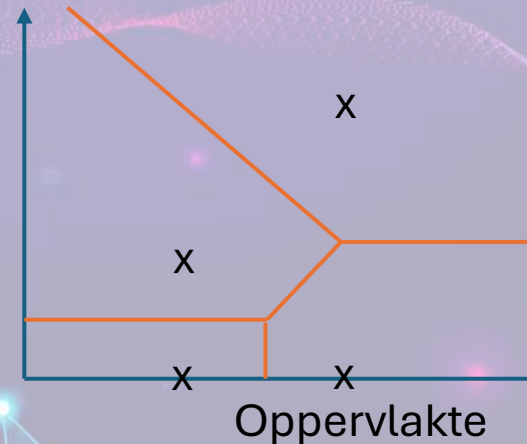


Dichtste buur

- Leer een robot sorteren op basis van eigenschappen
 - Vb: afdekplaatjes elektriciteit: Grootte, dikte gaten, ...
- Euclidische afstand tussen de 2



Gaten

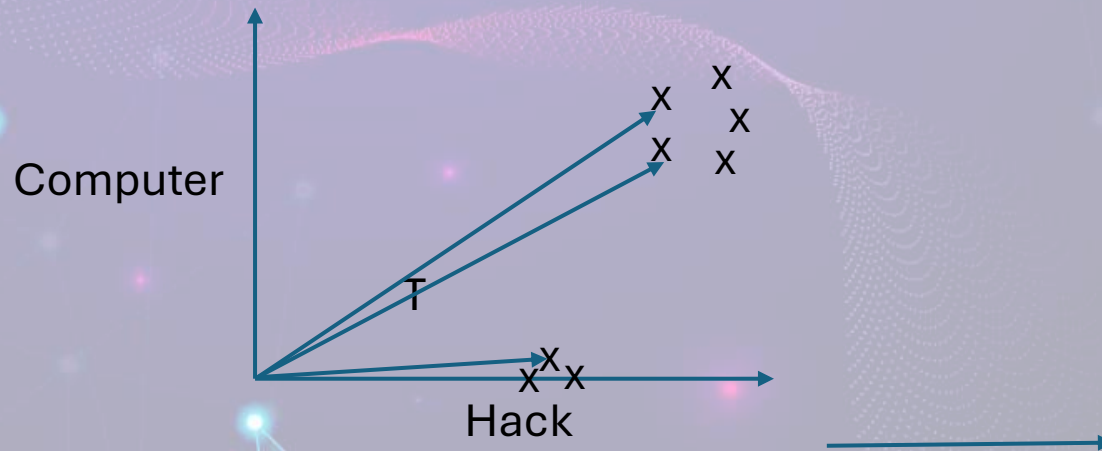


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Dichtste buur

- Relevante artikels zoeken in teksten/boeken:
 - (hoogdimensionaal, maar voor de eenvoud: 2)
 - Computer en hacken
 - => inputs: Phrack en Eden (tijdschrift voor tuininspiratie en tuininrichting)
- Vector gebruiken



Robot arm

- Wiskunde voor de arm/hoek/...
 - werkt niet (gewicht, slijtage, ... ontbreekt)
- Lookup tabel werkt goed
 - Baseball pitcher:
 - 100 tussenstops/gewricht
 - 100 gewrichten
 - 100 segmenten per worp
 - 100 worpen per dag
 - 100 dagen par jaar
 - 100 jaren
 - Hersenen:
 - Alles: 10^{10} Neuronen
 - Cerebellum:
 - Neuronen: 10^{11}
 - Synapsen: 10^5
- Misschien kan het wel

10^{12}

10^{16}



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Identificatie boom

Vampieren identificeren

Beslissingsboom: Eet look, heeft schaduw, bleke huid, raar accent

- Binaire testen
- Misschien zijn sommige eigenschappen niet belangrijk
- Sommige zijn enkel soms belangrijk
- Kost van een test (koop knoflook, opstaan gedurende de dag, ...)

=>Kortste buur is niet mogelijk

=>Identification tree

Occam's razor: Het meest eenvoudige antwoord is wellicht correct

Welke test is het best? Degene die data verdeelt in uniforme resultaten



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

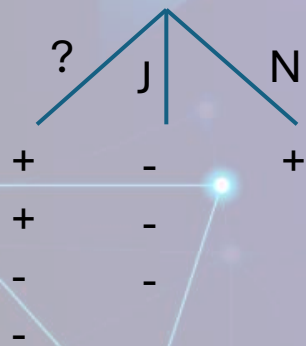
Identificatie boom

Vampier	Schaduw	Look	Huid	Accent
Nee	?	Ja	Bleek	Geen
Nee	Ja	Ja	Roodachtig	Geen
Ja	?	Nee	Roodachtig	Geen
Ja	Nee	Nee	Gemiddeld	Zwaar
Ja	?	Nee	Gemiddeld	Raar
Nee	Ja	Nee	Bleek	Zwaar
Nee	Ja	Nee	Gemiddeld	Zwaar
Nee	?	Ja	Roodachtig	Raar



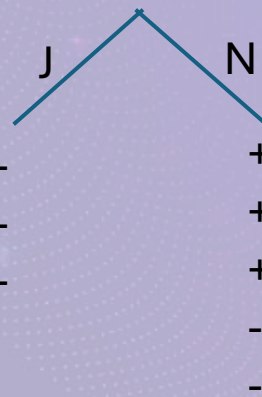
Identificatie boom

Schaduw



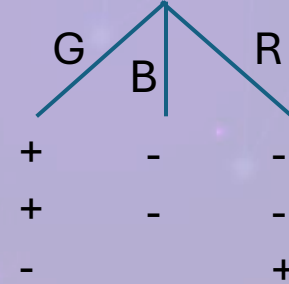
4 in homogene groep

Look



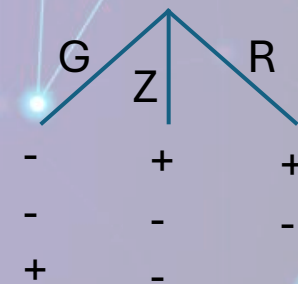
3 in homogene groep

Kleur



2 in homogene groep

Accent



0 in homogene groep



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Identificatie boom

- Schaduw test is eerste test
- Opnieuw testen met de niet-uniforme overblijvers



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

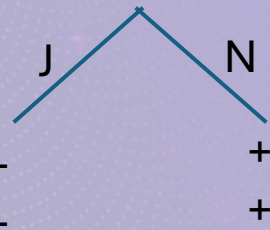
Identificatie boom

Vampier	Schaduw	Look	Huid	Accent
Nee	?	Ja	Bleek	Geen
Ja	?	Nee	Roodachtig	Geen
Ja	?	Nee	Gemiddeld	Raar
Nee	?	Ja	Roodachtig	Raar

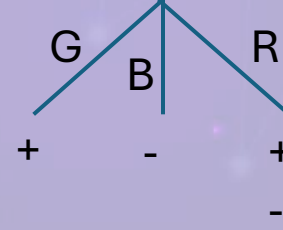
Identificatie boom

Schaduw

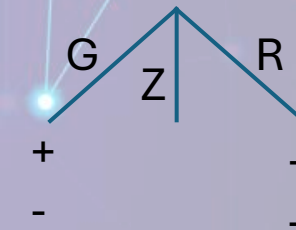
Look



Kleur



Accent



4 in homogene groep 2 in homogene groep

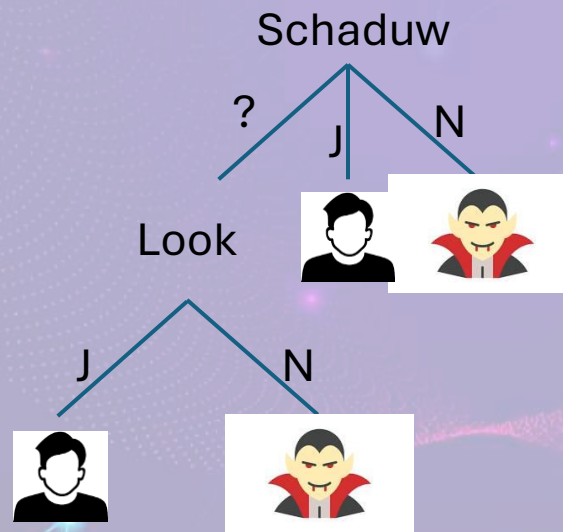
0 in homogene groep



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Identificatie boom

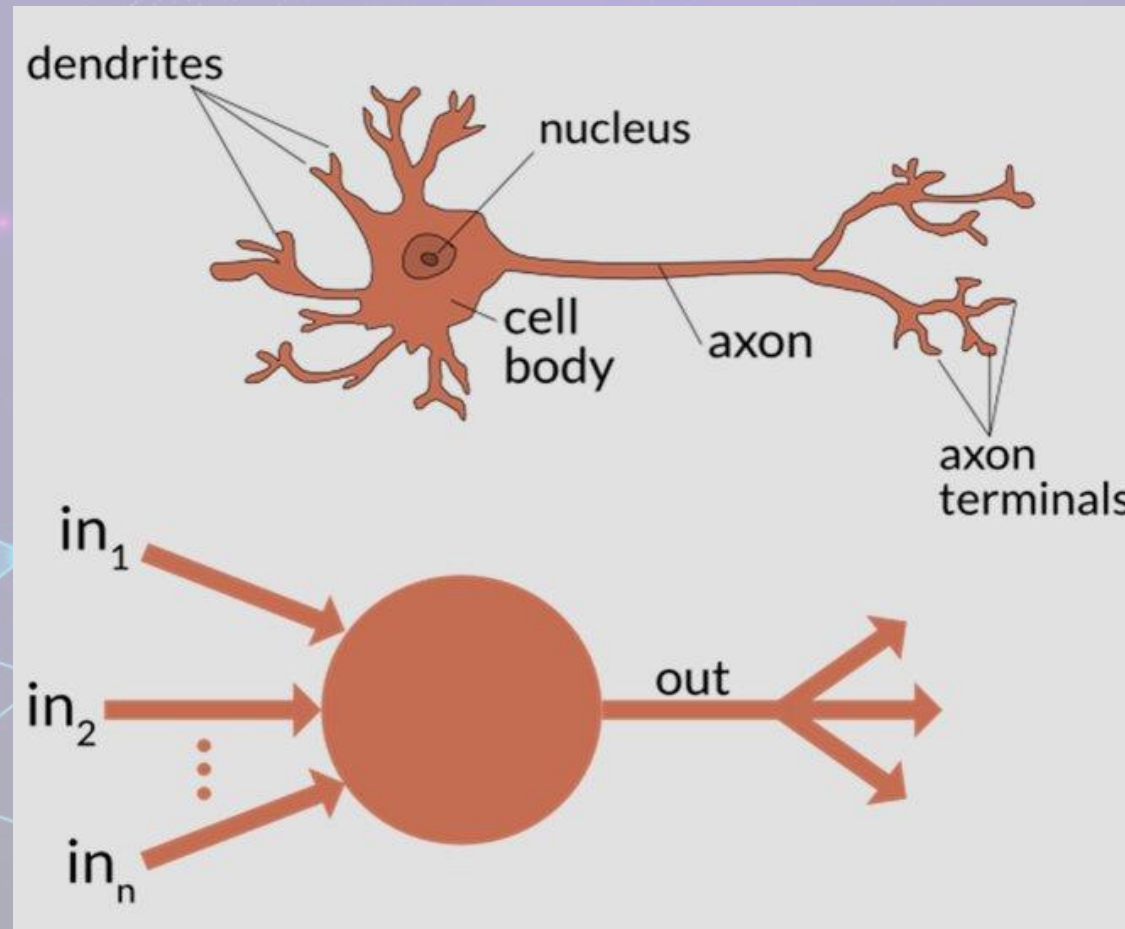


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

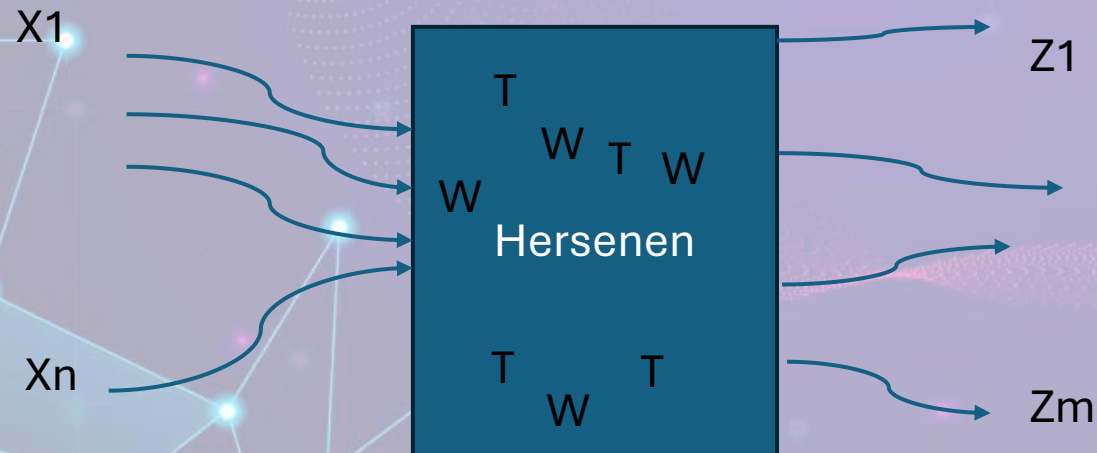
Neurale netwerken

- Hoe werken neuronen in de hersenen?



Neurale netwerken

- Neuraal netwerk is een functie benadering die inputs, gewicht en drempelwaarde gebruikt. Door het trainen krijg je de resultaten die je wil.



Output $Z_m = F(X,W,T)$

Desired outcome: $d = G(X)$

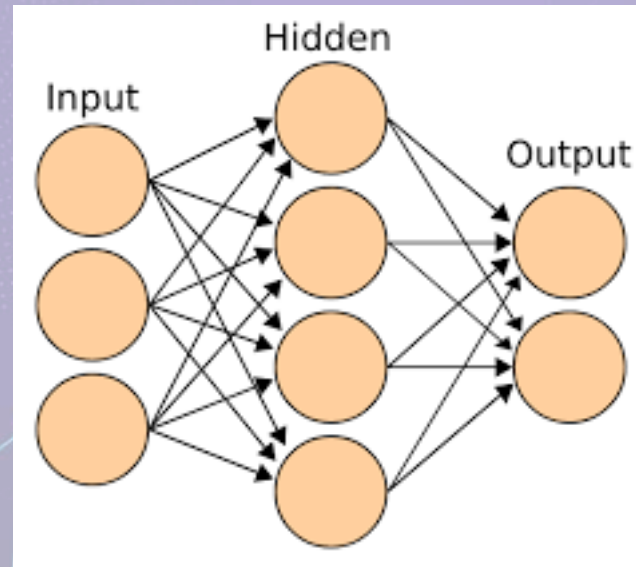
Performance $P = \text{desired vs output}$



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Neurale netwerken



ANIACON
OX7E8

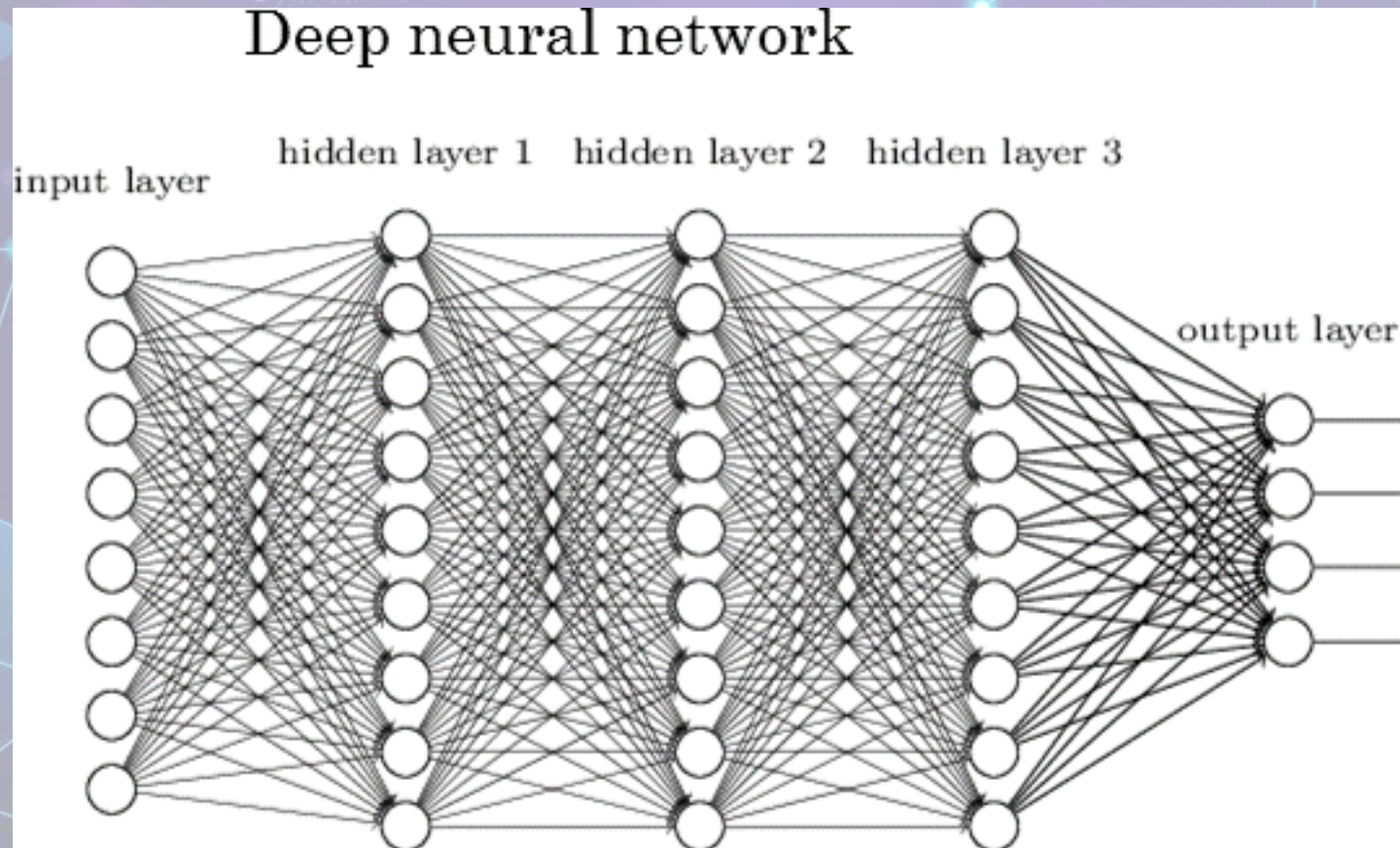
Image by freepik

Deep neural nets

- Vele lagen zorgen voor succesvol leren
- Veel inputs, veel outputs, grootte van de middenlaag
 - Veralgemening gebeurt, maar je kan niet “uitleggen” waarom
 - Vermijd lokale maxima en behoudt een “levend netwerk” door nu en dan een neuron te verwijderen.
 - Te veel neuronen duurt te lang om te trainen maar verhoogd weerbaarheid.
 - Te weinig geeft slechtere resultaten
- <https://www.3blue1brown.com/topics/neural-networks>



Neurale netwerken



Example: Frigate

- Using pre-trained model with google Coral TPU



ANNA CON
OX7E8

Image by freepik

Example: Frigate

car: 80% 409488



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Wat is dit?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Euhm...



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Wat is dit?



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Correct



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Neurale netwerken zijn niet “bewust” van wat ze doen.
Ze zien niet zoals wij zien.

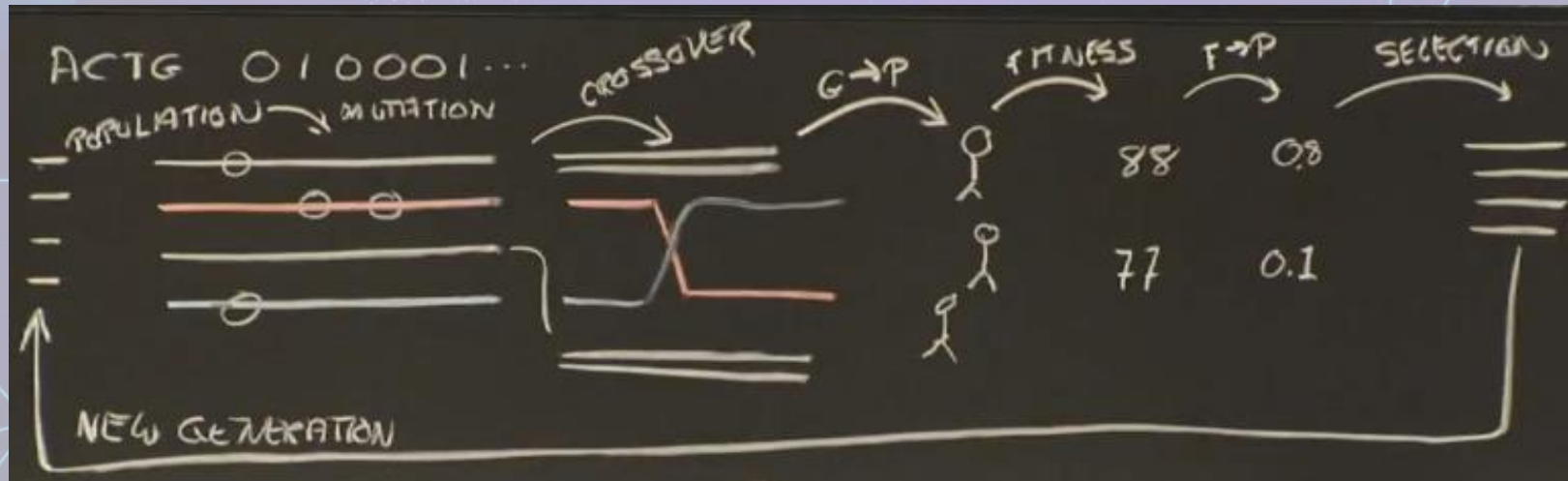


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Genetic algorithms

- Een andere poging om biologie na te bootsen



- Tuning van mutaties, crossover, aantal stappen, fitness, selectie... is belangrijk
- Maar... we verstaan de “magie” in de biologie niet goed.
- Succes ligt vooral bij de programmeur en de “ruimte” waar het algoritme in kan werken, meer dan het algoritme zelf. Grotendeels “vergeten” onderzoek.

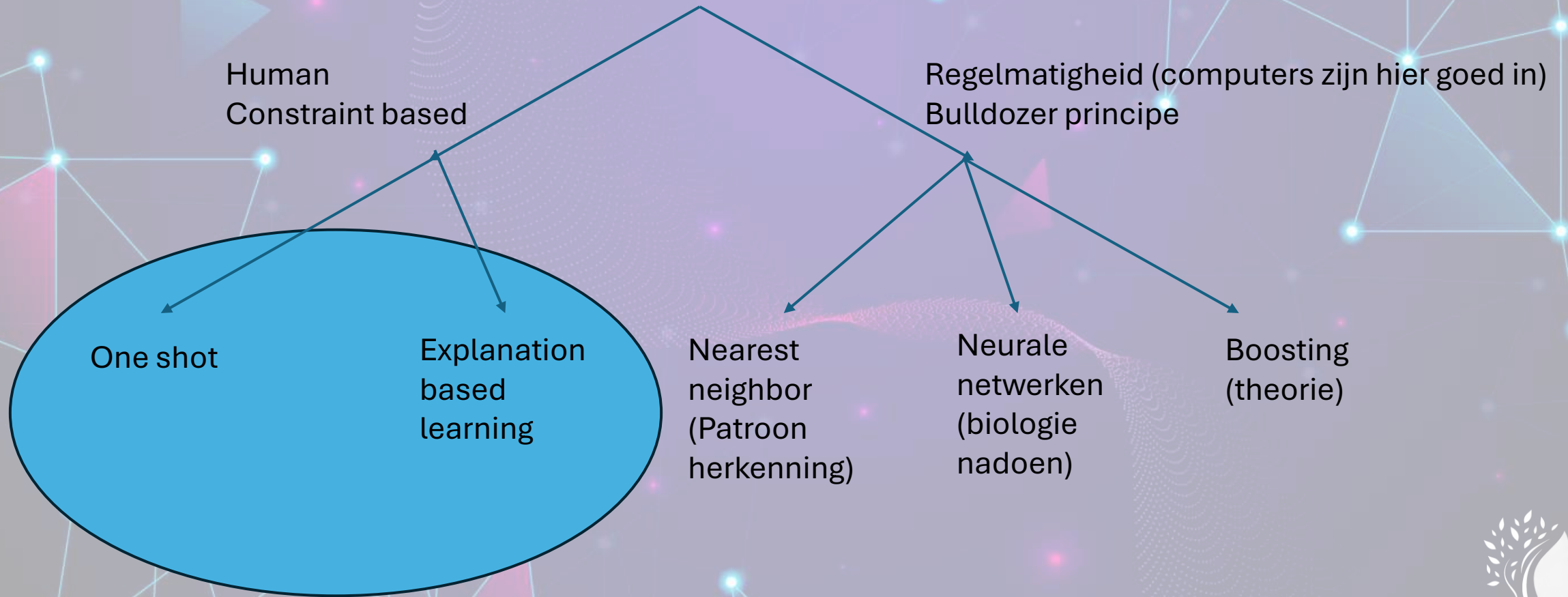


Bagging/Boosting

- Use the power of the crowd (multiple tests/classifiers)
- 3 verschillende tests, allemaal net iets beter dan kop/munt. Combineer en krijg “zekerder” resultaat
- Bagging: Gemiddelde van alle testen (parallel, random forest)
- Boosting:
 - Gewogen test
 - Van experten
 - In 1 domein
 - Parallel computing is een probleem



Leer een computer leren



Phonologische regels

- 14 verschillende “onderdelen/eigenschappen (features)” van geluid, 2^{14} . 16k. Meestal niet meer dan 100 per taal (40’ish in Engels) (zie appendix)
- Tabellen, voorwaarden, veralgemenen en dan oplossingen zoeken.
- Werkt redelijk goed (beter dan neurale netwerken)
- Voorbeeld: Haard vs hard



Near misses – one shot leren

- Voorbeeld: brug



Ja



Nee, geen ondersteuning



Ja, rakend of niet



Ja, blauw of oranje



Ja, kleur maakt niet uit



Nee, niet plat

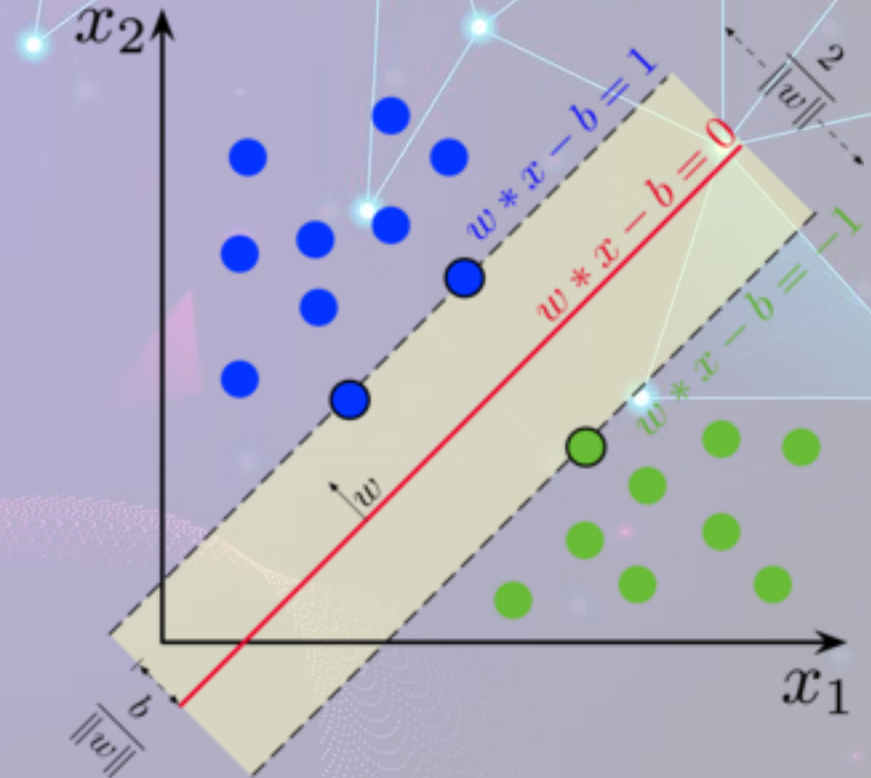


ANIACON
OX7E8

Image by freepik

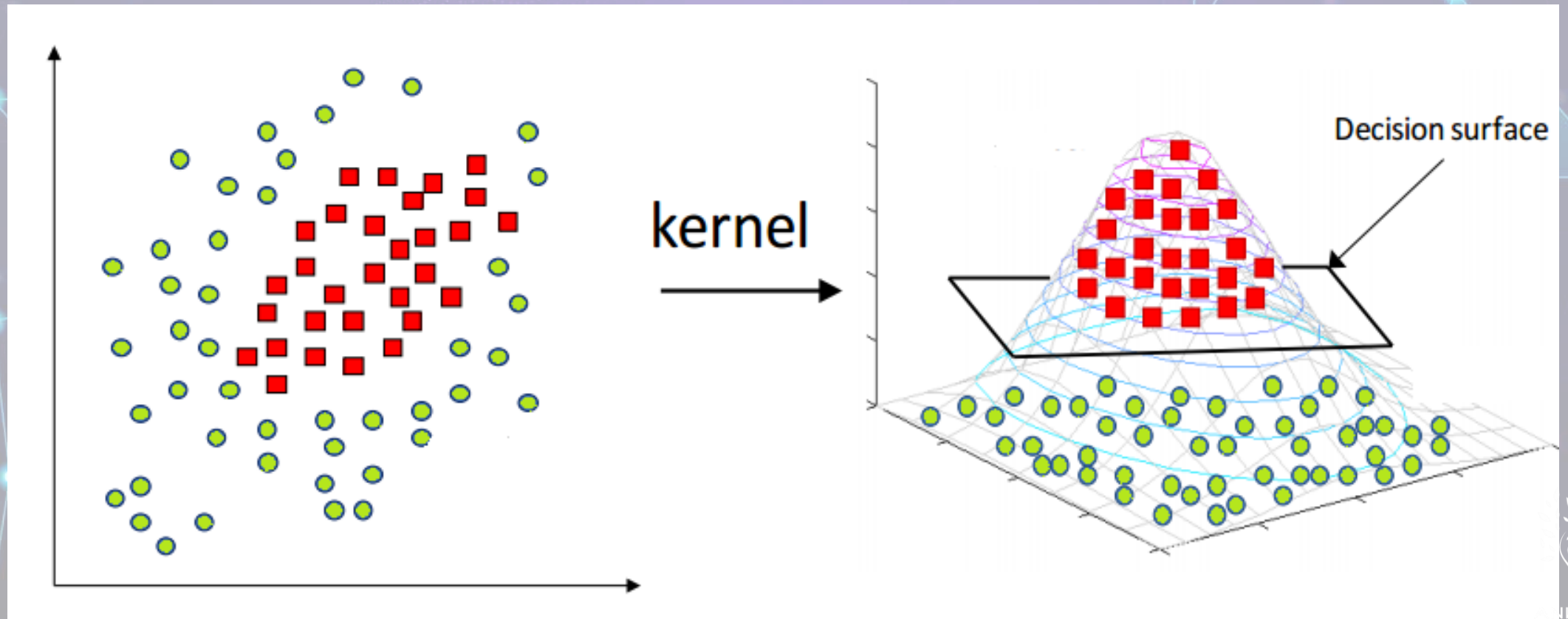
Support vector machines

- Breedste straat
- Veel algebra met vectoren, afgeleiden, lagrangians, maximum, minimum, dot producten enzovoorts



Support vector machines

- Als lineaire scheiding niet mogelijk is, transformeer de assen en probeer opnieuw



Support vector machines

- Lang verhaal kort, SVM's zijn beter in handschrift herkenning dan neurale netwerken
- Analyseren van Satellietbeelden
- Handschrift herkenning
- Classificatie in biologie



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Human intelligence

- Why are we different?
 - “The ability to take 2 concepts, combine them... without limit” – Noam Chomsky
 - most useful elements of our inner language: classification, transitions, trajectories, and story sequences



Menselijke architecturen

- **General Problem Solver** – problem solving hypothesis
 - Analyse how to go from a to b by reducing distance. But which operator/difference, hoe aan elkaar hangen
- **SOAR** - Symbol system hypothesis
 - Long term memory <-> short term memory (cognitive science)<-> spraak, zicht, actie, ...
 - Assertion and rules (AI)
 - Preferences (AI)
 - Problem spaces (gps)
 - Universal subscaling (gps)
- **Emotion Machine** - Common sense hypothesis
 - Self conscious
 - Self reflective
 - Reflective thinking
 - Deliberative thinking
 - Learned reaction
 - Instinctive reaction
- **Subsumption** – Creature hypothesis
 - No vision -> reasoning -> action, but
 - Avoid, wander, explore, seek. So flipped 90 degrees
 - This means: no representation, no model, but use the world, and finite state machine
Roomba, robot mower
- **Genesis** - strong story hypothesis
 - Language centered
 - Perception <-> language <-> description of events -> story -> culture -> micro/macro



Probabilistic inference

- Tabel van mogelijkheden
- Exponentieel: $2^{\text{aantal inputs}}$
- Geen tijd voor alle details
- Wanneer gebruiken:
 - Wanneer je niets weet
- Bijvb: medische diagnose (symptomen en oorzaken)



Cross-modal coupling

- Probeer de beweging van lippen te matchen naar spraak om herkenning te verbeteren.
- Dit is wat mensen ook doen:
<https://youtu.be/Sn07AMCfaAI?start=672&end=679>



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Zo leert een computer

- Al gaat over nieuwe behoeften creëren, nieuwe waarde creatie.
- Al is zeer goed in dingen uit te vinden die we eigenlijk al bijna wisten
- Mensen leren
 - Verhalen vertellen
 - Verbanden leggen
- Mensen vinden AI ongelooflijk slim... en dat is het ook... Maar het denkt NIET zoals mensen denken!



The good, the bad and the ugly

- Offensive security: Gebruik van AI om scenario's te bouwen voor red teams/tabletop oefeningen

The good

- Consistentie in scenarios
- Regelmatig, planbaar
- Feedback en context

The bad

- Variatie/voorspelbaarheid
- Vermindering van skillset van mensen
- Relevantie/actueel?

The ugly

- Weinig diversiteit/tick the box
- Innovatie? Ervaring?
- Geen "verbetering"



The good, the bad and the ugly

- Defensive security: Gebruik AI voor Threat detection en incident response (TDIR) over bestaande en toekomstige data

The good

- Snelheid/efficiëntie
- Onmiddellijke waarde
- Geen interne bedrijfskennis nodig

The bad

- Valideren van requirements
- Burnout/job verwachting
- Skills verdwijnen

The ugly

- Blind vertrouwen
- Niet auditeerbaar
- Onderontwikkelde medewerkers



The good, the bad and the ugly

- Defensive security: Gebruik van AI om lange en complexe incidenten uit te leggen, bevindingen over grote data hoeveelheden uit te leggen

The good

- ROI
- Uitlegbaar, waarde is duidelijk
- Volledigheid

The bad

- Eindeloze herhaling
- mens > technologie, niet meer persoonlijk
- Validatie van findings

The ugly

- Verveling/incompetency
- Geen business inhoud
- onzorgvuldigheid



Microsoft Bing Copilot accuses reporter of crimes he covered

Hallucinating AI models excel at defamation

Thomas Claburn Mon 26 Aug 2024 // 20:30 UTC

Microsoft Bing Copilot has falsely described a German journalist as a child molester, an escapee from a psychiatric institution, and a fraudster who preys on widows.

Martin Bernklau, who has served for years as a court reporter in the area around Tübingen for various publications, asked Microsoft Bing Copilot about himself. He found that Microsoft's AI chatbot had blamed him for crimes he had covered.

In a video interview (in German), Bernklau recently recounted his story to German public television station Südwestrundfunk (SWR).

S what is the world record for crossing the english channel entirely on foot

The world record for crossing the English Channel entirely on foot is held by Christof Wandratsch of Germany, who completed the crossing in 14 hours and 51 minutes on August 14, 2020. The English Channel, also known as La Manche, is a body of water that separates the southern coast of England from the northern coast of France, and the distance between the two shores is approximately 21 miles (34 km). Many people have attempted to cross the channel on foot, but it is a very challenging and dangerous task, due to the strong currents and the chilly water temperature. It is typically done by a combination of swimming and walking or only swimming and it is only by professional swimmers and open water swimmers.

PixelButts @PixelButts

Google is dead beyond comparison

Search: cheese not sticking to pizza

All Images Videos Forums Shopping News We

AI Overview Learn more

Cheese can slide off pizza for a number of reasons, including too much sauce, too much cheese, or thickened sauce. Here are some things you can try:

- Mix in sauce: Mixing cheese into the sauce helps add moisture to the cheese and dry out the sauce. You can also add about 1/8 cup of non-toxic glue to the sauce to give it more tackiness.
- Let the pizza cool: The cheese will settle and bond

2:04 PM · May 22, 2024 · 4.8M Views

145 2.6K 15K 857

MA How many countries begin with the letter "Y"?

As of my last knowledge update in January 2022, there are three countries whose names start with the letter "Y." These countries are:

- Yemen
- Zambia
- Zimbabwe

Please note that geopolitical changes can occur, and the number of countries in the world can change over time, so it's a good practice to verify this information with up-to-date sources for the most current and accurate count.

Conclusie

- AI is heel goed in dingen ontdekken die we eigenlijk al bijna wisten

EN

- Blijf je mensen opleiden en vertrouw niet blind in AI
- Wees nieuwsgierig, leer en blijf slimmer dan AI



The end

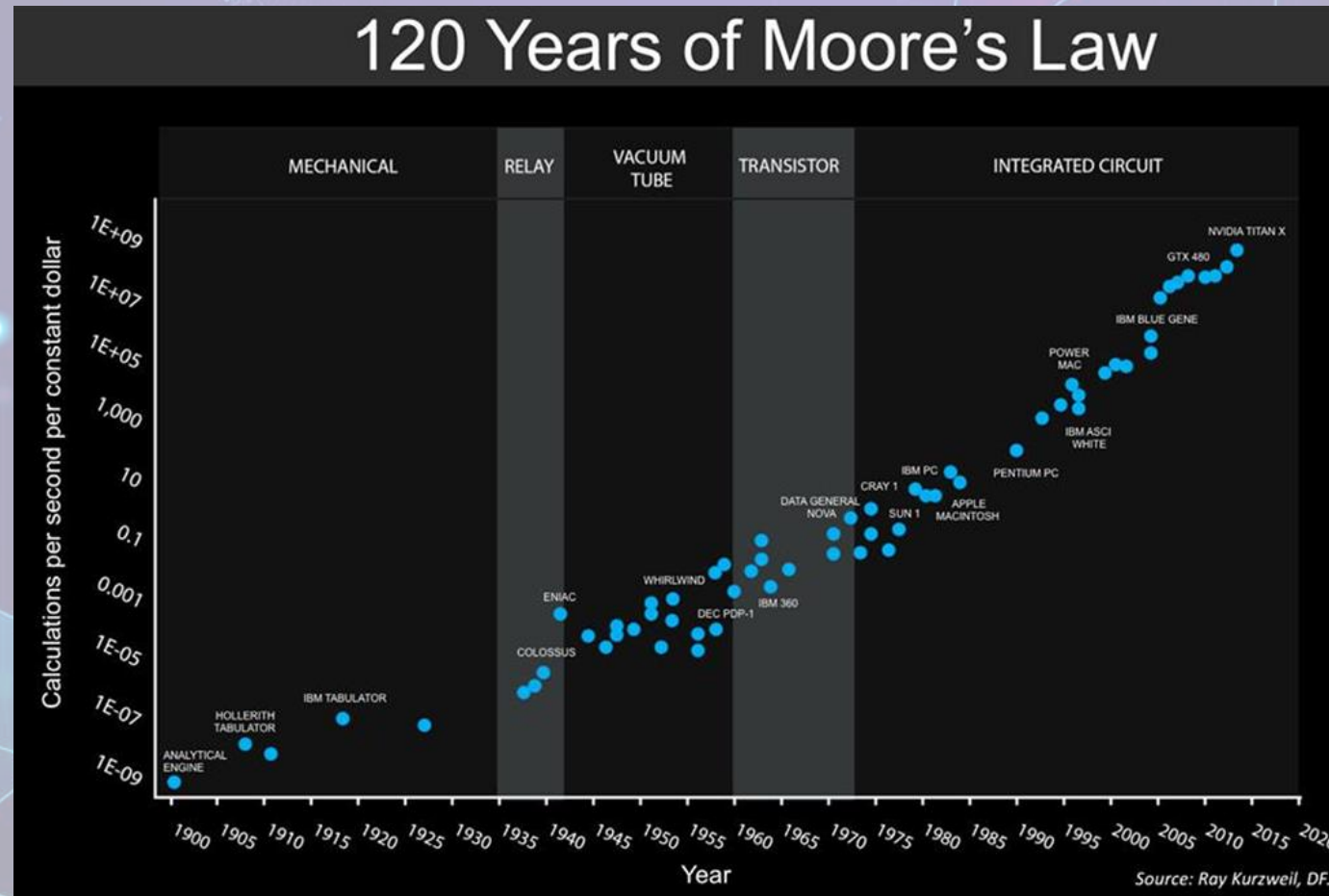
Stay sharp, play smart

Nelson Lopez – Chess Vibes



ANIACON
OX7E8

Computational power explosion



From 1 to 1.000.000.000 in my lifetime!

<https://medium.com/stoned-immaculate/the-120-years-of-moores-law-fccddc16dc76>



ANIACON
OX7E8

Image by freepik

Hoe doe je AI?

1. Definieer/beschrijf de competentie die je wilt bereiken
2. Kies een voorstelling van het probleem of vindt een nieuwe uit
3. Begrijp de randvoorwaarden en regelmatigheden
4. Kies een methode/algorithm
5. Implementeer en experimenteer

GPT's zijn NIET de oplossing voor alles



Wat nu?

- Vele "AI" experts:
 - Zijn verliefd op het algoritme (GPT's)
 - Weten niet hoe modellen te trainen
 - Overfitting zonder het te weten
 - Problemen met lokale maxima (of minimum, zoals je wilt)
 - Gebruiken het verkeerde algoritme voor het juiste probleem
 - Kunnen het probleem niet beschrijven. Als je het probleem kan beschrijven, krijg je er controle over.



Conclusie

- Snelle (en correcte) analyses over zeer veel data
- Helpen in nieuwe verbanden leggen
- Beeldanalyse voor specifieke zaken
- De mens combineert alle disciplines van AI in 1 geheel waarvan we niet weten hoe het werkt.
- AI heeft slimme mensen nodig om resultaten te valideren en kritisch te blijven



Appendix

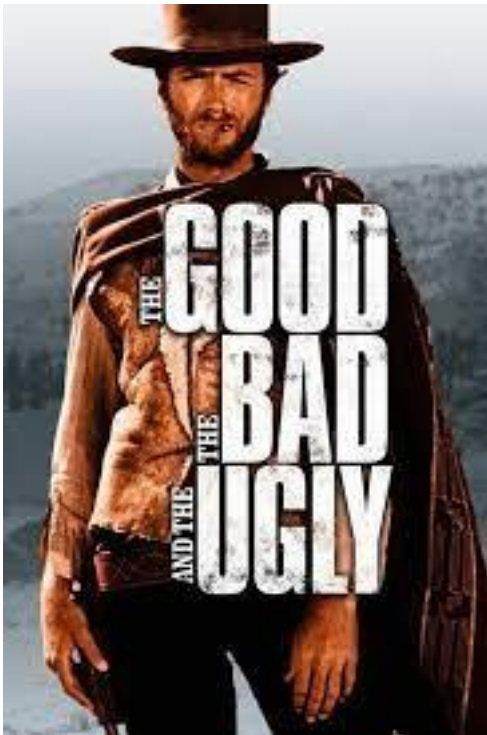


ANIACON
OX7E8

Ok, let's talk chatGPT

Does chatGPT “understand“ what it generates?

Remembering that GPT operates through pattern recognition rather than true understanding is crucial.



The good:

- Generates human-like text, Q&A, content creation, summarisation, etc.
- Processes text data efficiently due to Transformer architecture and self-attention mechanisms.
- Continually learns and adapts based on input data.

The bad:

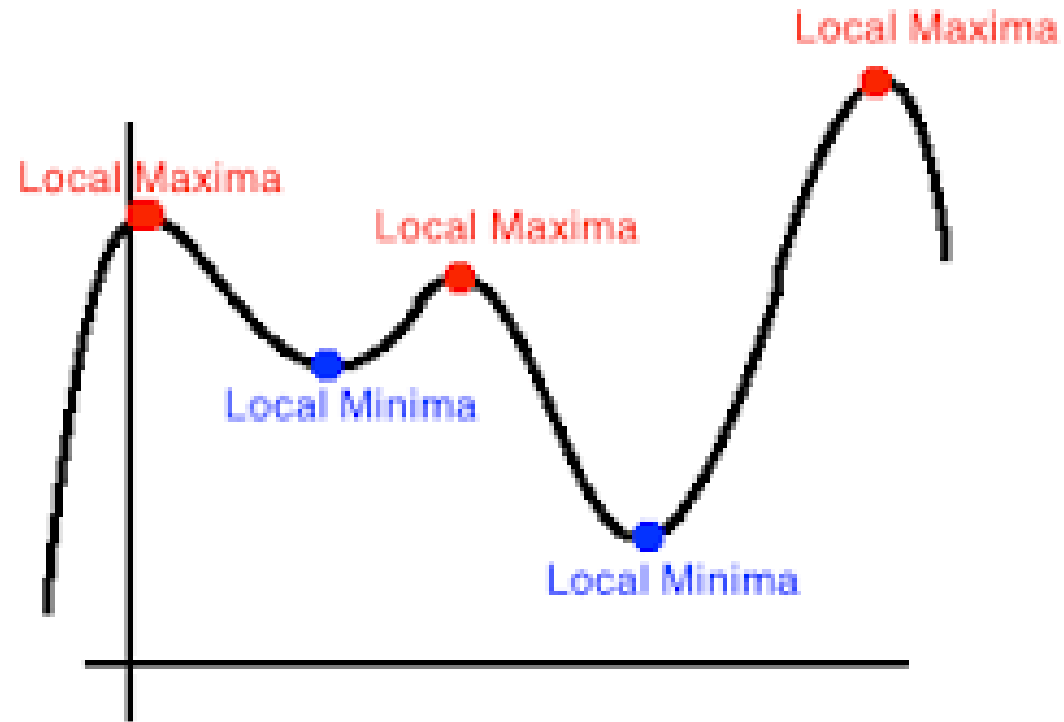
- Can sometimes **produce incorrect or nonsensical responses**
- Sensitive to input phrasing, which may lead to **inconsistent outputs**
- Requires significant computing resources** for training and fine-tuning

The ugly:

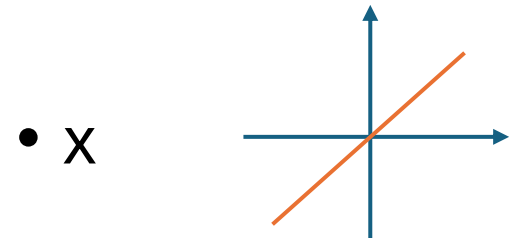
- Potential for **misuse** in generating **misleading information** or harmful content
- May unintentionally **perpetuate biases** present in the training data
- Overreliance on AI-generated content could devalue human creativity and expertise



Lokale maxima/minima



Waarom $-x^2$?



Computer Science

• Leibniz – Binary Logic.

- Turing machines
- Information Theory
- Wiener & Cybernetics
- Von Neumann Architecture.

- Babbage, Lovelace
- Boolean Algebra
- Punch cards.

- Sort & Search Algorithms – Dijkstra, Kruskal, Shell Sort, ...
- Heuristics – Simulated Annealing, ...

- Text/ string search
- 1974 Peter Naur "Concise Survey of Computer Methods", **Data Science, Datalogy**
- Knuth – Art of Computer Programming.

- Database Marketing
- Data Mining, Knowledge Discovery
- "Data science, classification, and related methods."

Data Technology

- Cartography
- Astronomical Charts.

- William Playfair
- Charles Minard
- Florence Nightingale.

- Removable Disk drives
- Relational DBMS.

- Desktop, floppy
- SQL, OOP
- High level languages.

- 1989 First KDD Workshop
- Gregory Piatsky-Shapiro.
- William Cleveland: Data Science
- Leo Breimann: Statistical Modeling: 2 Cultures.

Visualization

- Calculus
- Logarithms
- Newton-Raphson.

- Optimization Methods
- Fourier and other transforms
- Matrix & Generalizations
- Non-euclidean geometries.

- Applications to Military, manufacturing, Communications.

- Networks
- Assignment Problems
- Automation
- Scheduling

- John Tukey
- Jacques Bertin.

- Edward Tufte.
- Grammar of Graphics
- Word Cloud, Tag Cloud.

Mathematics/ OR

- Probability
- Correlation
- Bayes Theorem.

- Regression, Least Squares
- Time Series.

- Theoretical Foundations of Modern Stats
- Hypothesis, DOE
- Mathematical Statistics.

- Bayesian Methods
- Time Series Methods (Box Cox, Survival, etc.)
- Stochastic Methods.

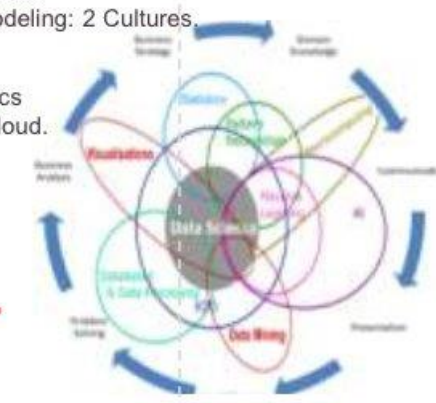
- 1962 John W. Tukey, Future of Data Analysis

- 1976 – SAS Institute
- 1977 The International Association for Statistical Computing (IASC).

- Decision Science
- Pattern recognition
- Machine learning.

- Simulation, Markov
- Computational Statistics.

Statistics



Resources

- Patrick Winston's AI course at MIT
 - <https://ocw.mit.edu/courses/6-034-artificial-intelligence-fall-2010>
- Neural Network – 3blue1brown
 - <https://www.3blue1brown.com/topics/neural-networks>
- Veritasium: Should robots look like humans
 - https://www.youtube.com/watch?v=eLVAMG_3fLg
- Veritasium: These Illusions Fool Almost Everyone
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Sn07AMCfaAI>
- Patrick Boyle: When AI is Just Badly Paid Humans
 - https://www.youtube.com/watch?v=huu_9rAEiQU



Phonological Features Charts

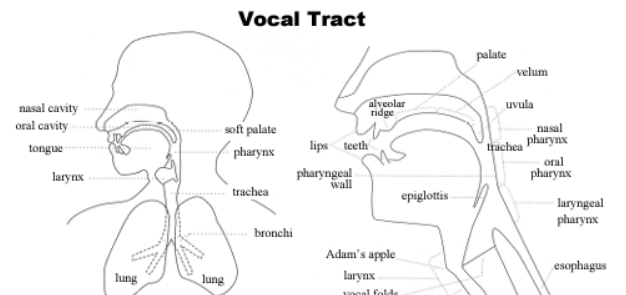
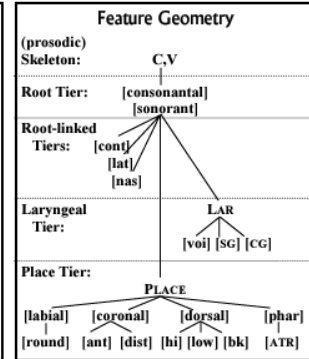
Class	diacritic examples													Coronal Obstruents (+cons, -son, +cor)										Palatal Obstruents (+cor +dors)										Non-coronal Obstruents (+cons, -son, -cor)										Laryngeals (-cons, -son)										Affricates (+cons, -son, -/cont)										(Sonorant Consonants) Nasals & Liquids (+cons, +son)										Glides (-cons, +son)										Vowels (-cons, +son)										Class features																																								
	t' t ^h t̥ t													t d s z t̪ θ ð ʃ ʒ										c ɟ ç j										p b f v φ β k g x ɣ q ɯ ʁ h ʕ h̃ fi ʔ										tʃ dʒ ts dz kx px										m n ŋ ŋ̥ ɲ ɳ l ʎ r ɹ j w ɥ ɰ										i ɪ u ʊ e ε o ə a æ y ɤ ə ɐ ɯ										son syll																																																												
																																																																											cons son syll																																																											
Place features	labial													coronal										dorsal										pharyngeal										lab										cor										dor												phar										lab										cor										dor										phar										lab rnd cor ant dist dor high low back tense phar ATR								
	round													ant										high										ATR										rnd										ant										high										ATR										rnd										ant										high										ATR																				
	voice																																																																																																																																					
	SG																																																																																																																																					
	CG																																																																																																																																					
	cont																																																																																																																																					
Manner features	strident													lateral										del rel										nasal										strid										lat										d rel										nasal										strid										lat										d rel										nasal																				

Place and Manner of Articulation	Labial	Labiodental	Dental	Alveolar	Retroflex	Postalveolar	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Glottal
Plosive	p b			t d	ʈ ɖ		c ɟ	k g	q ɢ		ʔ
Nasal	m	ɱ		n	ɳ		ɲ	ŋ	ɴ		
Trill	ʙ			r					ʀ		
Tap/Flap				ɾ	ɽ						
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʂ ʐ		ç ʝ	x ɣ	χ ʁ	ħ ʕ	h ɦ
Lateral Fricative				ɬ ɮ		ʃ ʒ					
Approximant		ʋ		ɹ	ɻ		j	ɰ			
Lateral Approximant				l	ɭ		ʎ	ʟ			

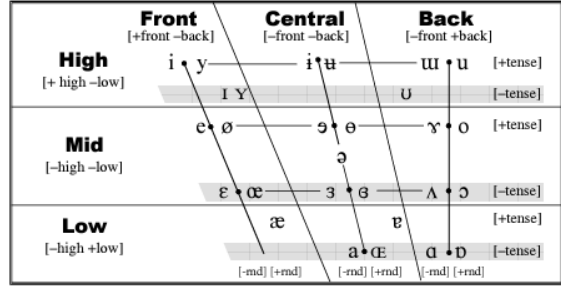
SONORITY SCALE (varies somewhat across languages)					
1 vowels	2 glides	3 liquids	4 nasals	5 fricatives	6 stops & affricates
+syllabic		- syllabic			
- consonantal		+ consonantal			
+approximant		- approximant			
+ sonorant		- sonorant			
+ continuant		[-cont]		[± cont]	[- continuant]

NOTES • though nasals are specified [-cont] due to obstruction of the oral cavity, nasal airflow makes them more sonorous than stops
 • the vowel [a] is central (not front, as in some charts) because it can participate in a 3-way color contrast: [a] vs. [a̠] vs. [a̟]
 • this feature system is 3-valued with 0 = unspecified (assumed to be obligatory for place features whose mother's value is "•")

- More Sounds**
- ɕ = ʃ
 - ɕ̥ = tʃ
 - ɣ = j
 - ɣ̥ = ɟ
 - ɣ̥ = ʝ
 - ɣ̥ = ʒ
 - c = ts
 - ɟ = tʃ
 - ɟ̥ = ɟ̥
 - ʝ = ɟ̥
 - ʝ̥ = ʝ̥
 - ɰ̥ = y
 - ʁ̥ = ʁ̥
 - ʁ̥ = ʁ̥
 - ʁ̥ = ʁ̥



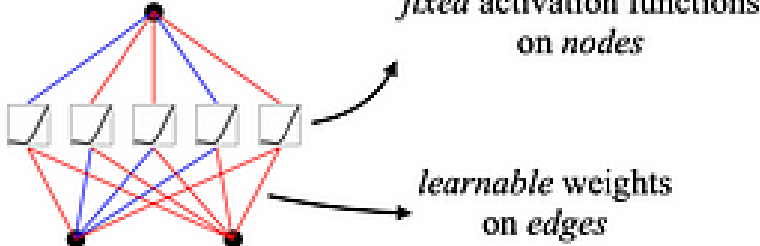
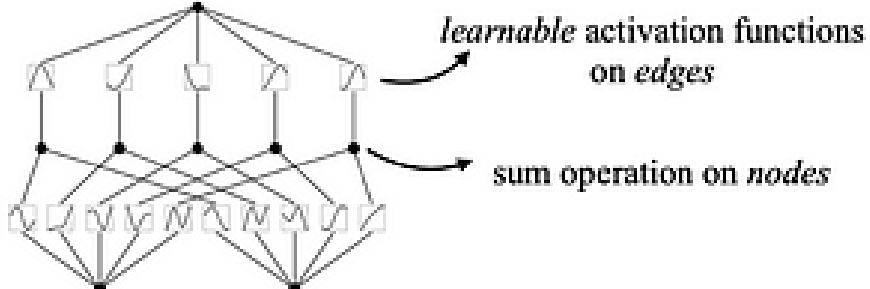
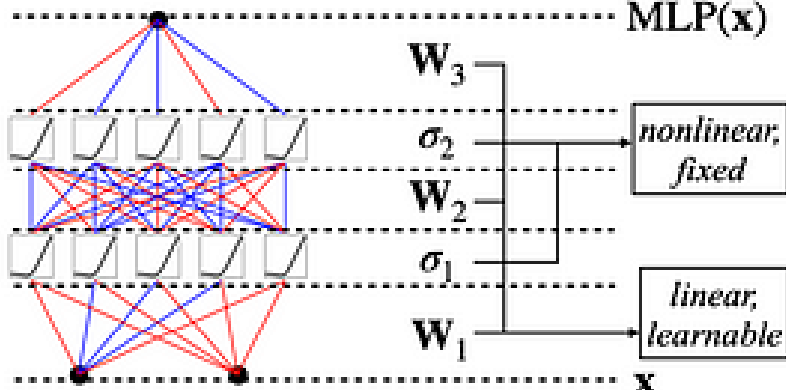
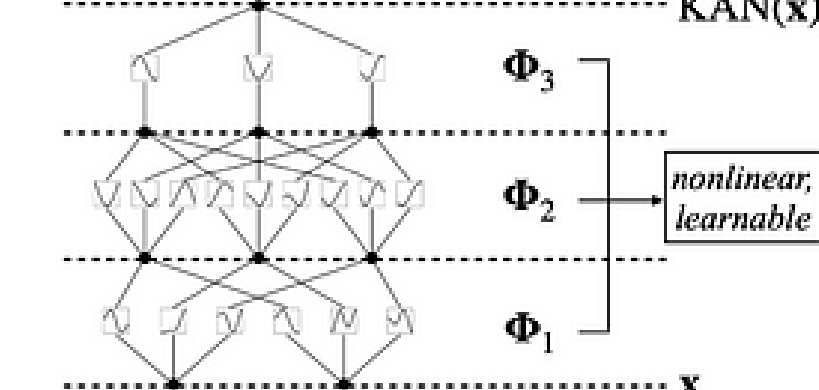
Jason Riggle - University of Chicago
 version 11.02, February 2011
 comments/corrections: jriggle@uchicago.edu



DIACRITICS		SUPRASEGMENTALS	
ˈ voiceless ɲ̥ d̥	ˌ breathy voice ɦ ʁ̤	ˈ primary stress	ˌ secondary stress
ᵹ voiced s̥ t̥	ᵹ creaky voiced ɦ ʁ̤	:	long half long
ᵹ aspirated tʰ dʰ	ᵹ linguolabial ɭ ɖ	ˉ	extra short
˘ more rounded ɔ̞	˘ labialized tʷ dʷ	˚	minor (foot) group
˚ less rounded ɔ̞	˚ palatalized tʲ dʲ	˗˗˗	major (intonation) group
˚ advanced ʉ	˚ velarized tˠ dˠ	˘˘˘	syllable break
˚ retracted ɛ̠	˚ pharyngealized tˤ dˤ	TONES AND WORD ACCENTS	
˚ dental ɽ ɽ	˚ nasalized ẽ	˥	extra high ˩] rising
˚ apical ɽ̟ ɽ̟	˚ nasal release dʰ	˥̣	high ˩] falling
˚ laminal ɽ̠ ɽ̠	˚ lateral release dʰ	˥̣̣	mid ˩] hi rising
˚ centralized ẽ̞	˚ no audible release	˥̣̣̣	low ˩] low rising
˚ md-centralized ẽ̞	˚ velar or pharyngeal ɽ̠	˥̣̣̣̣	extra low ˩] rise fall
˚ syllabic ɳ	˚ ATR ɛ̠ ɛ̠ RTR ɛ̠	˥̣̣̣̣̣	downstep ↗ global rise
˚ non-syllabic ɛ̠	˚ lowered ɛ̠	˥̣̣̣̣̣̣	upstep ↘ global fall
˚ rhoticity ʁ̥	˚ raised ɛ̠		

Source: <https://artoflanguageinvention.com/papers/features.pdf>



Model	Multi-Layer Perceptron (MLP)	Kolmogorov-Arnold Network (KAN)
Theorem	Universal Approximation Theorem	Kolmogorov-Arnold Representation Theorem
Formula (Shallow)	$f(\mathbf{x}) \approx \sum_{i=1}^{N(c)} a_i \sigma(\mathbf{w}_i \cdot \mathbf{x} + b_i)$	$f(\mathbf{x}) = \sum_{q=1}^{2n+1} \Phi_q \left(\sum_{p=1}^n \phi_{q,p}(x_p) \right)$
Model (Shallow)	(a)  <i>fixed</i> activation functions on nodes <i>learnable</i> weights on edges	(b)  <i>learnable</i> activation functions on edges sum operation on nodes
Formula (Deep)	$\text{MLP}(\mathbf{x}) = (\mathbf{W}_3 \circ \sigma_2 \circ \mathbf{W}_2 \circ \sigma_1 \circ \mathbf{W}_1)(\mathbf{x})$	$\text{KAN}(\mathbf{x}) = (\Phi_3 \circ \Phi_2 \circ \Phi_1)(\mathbf{x})$
Model (Deep)	(c)  \mathbf{W}_3 σ_2 <i>nonlinear, fixed</i> \mathbf{W}_2 σ_1 <i>linear, learnable</i> \mathbf{W}_1 \mathbf{x}	(d)  Φ_3 Φ_2 <i>nonlinear, learnable</i> Φ_1 \mathbf{x}

Source:
<https://medium.com/accredian/kolmogorov-arnold-networks-kans-vs-multi-layer-perceptrons-mlps-a-comparison-9e33359564c2>

Figure 0.1: Multi-Layer Perceptrons (MLPs) vs. Kolmogorov-Arnold Networks (KANs)

Deze partners hebben een ❤️ voor ANNACON 0x7E8.



ANNACON
0X7E8

