

Deep Reinforcement Learning voor Data-gedreven Service Logistiek

Willem van Jaarsveld - w.l.v.jaarsveld@tue.nl
Eindhoven University of Technology

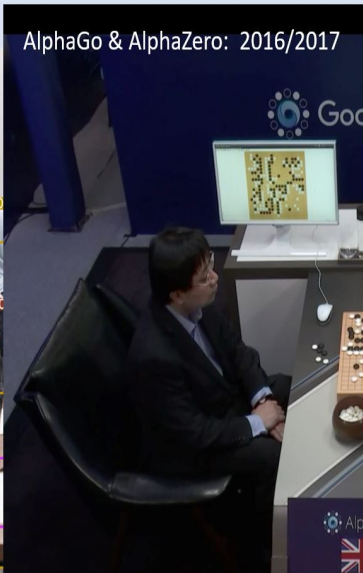
19 November, 2024

Deep Learning : Revolutie

AlexNet : 2012



AlphaGo & AlphaZero: 2016/2017



Can you explain what machine learning models underlie chatgpt?

ChatGPT: 2022



Sure! ChatGPT is based on the GPT (Generative Pre-trained Transformer) family of language models, which are a type of neural network used for natural language processing (NLP) tasks such as text generation and language translation.

The original GPT model was trained using a type of unsupervised learning called language modeling, where the model is trained to predict the next word in a sequence of words based on the previous words. This type of training allows the model to learn the statistical patterns and relationships between words in natural language, without being explicitly told what those relationships are.

The later versions of GPT, including GPT-2 and GPT-3, were trained using a larger corpus of text and with more sophisticated techniques, such as unsupervised pre-training and fine-tuning on specific NLP tasks. GPT-3 in particular was trained on a massive dataset of text from the internet, which allowed it to generate high-quality text in a variety of styles and formats.

Overall, the GPT models are a type of deep learning model that use self-attention mechanisms to process and generate sequences of words. These models have proven to be very effective for a wide range of NLP tasks, including text generation, language translation, and question answering.

Regenerate response

Send a message.

Waarom nu?!

Een superstorm van technologische ontwikkelingen



Meer data

HDD/RAM size

2000x

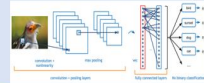
2006*	2024
2 GB / 256 MB	20 TB / 32 GB

Betere algoritmes

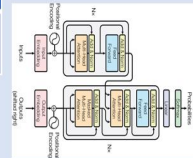
Algoritmes

2006*	2024
Perceptron Feedforward NN	Convolutional NN Transformer

CNN (AlexNet)



Transformer



Ideale Voedingsbodem

Meer rekenkracht

(Super)computing performance

11,020x

2006*	2024
0.1 Peta-Flop	1102 Peta-Flop

Software beschikbaarheid

Software platforms

2006*	2024
Doe het zelf	Libraries



Introductory AI slides adapted from /
courtesy of Albert van Breemen



De klassieke optimalisatie aanpak

- Wat is mijn doelfunctie?
- Wat zijn mijn beslisvariabelen?
- Wat zijn mijn constraints?

De klassieke optimalisatie aanpak (2)

⇒ Logistiek als puzzel

$$\begin{array}{ll}\min_{\vec{x}} & c(\vec{x}) \\ \text{s.t.} & \vec{x} \in X\end{array}$$

De basis voor optimalisatie software:

- Flexibel
- Goed Begrepen, Bekend en Vertrouwd

Voorbeeld (met Philips)

Doel: Tijdig onderhoud van apparatuur

- Field service engineers (FSE) (■)
- Locatie van ziekenhuis/apparatuur (⬡)
- Apparatuur *due* voor preventief onderhoud (⬡)

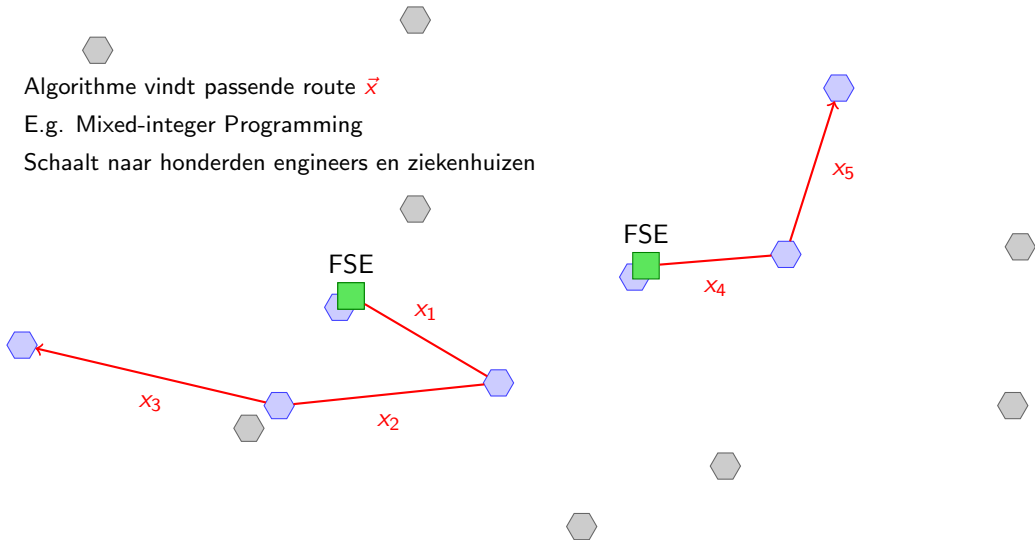


Voorbeeld (met Philips)

Algorithme vindt passende route $\vec{x}$

E.g. Mixed-integer Programming

Schaalt naar honderden engineers en ziekenhuizen



Voorbeeld (met Philips)

Doel: Tijdig onderhoud van apparatuur

- Field service engineers (FSE) (■)
- Locatie van ziekenhuis/apparatuur (⬡)
- Apparatuur *due* voor preventief onderhoud (⬡)



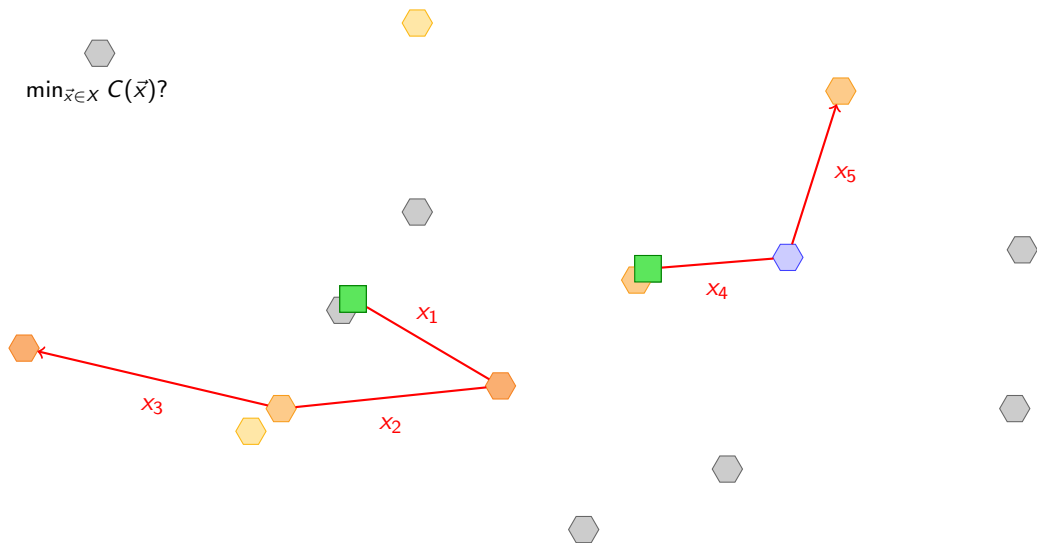
Opportunity: Voorspel conditie van apparatuur middels IoT data

Onderhoud alleen wanneer dat nodig is : data-gedreven onderhoud!

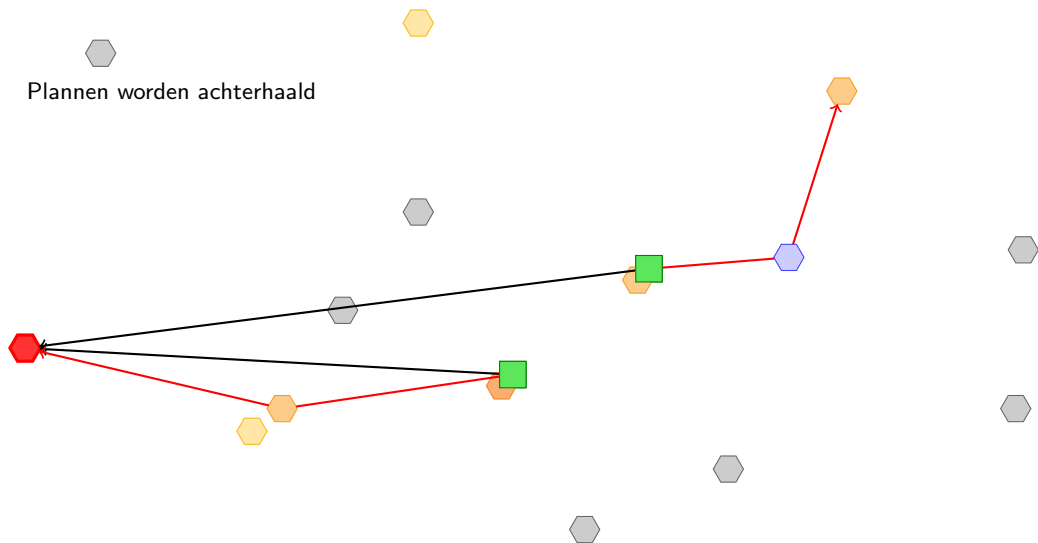
- Apparatuur met level 1/2/3 alert (⬡/⬡/⬡)
- Apparatuur met beperkte functionaliteit (⬡)

Maar hoe optimaliseren we nu de logistiek?!

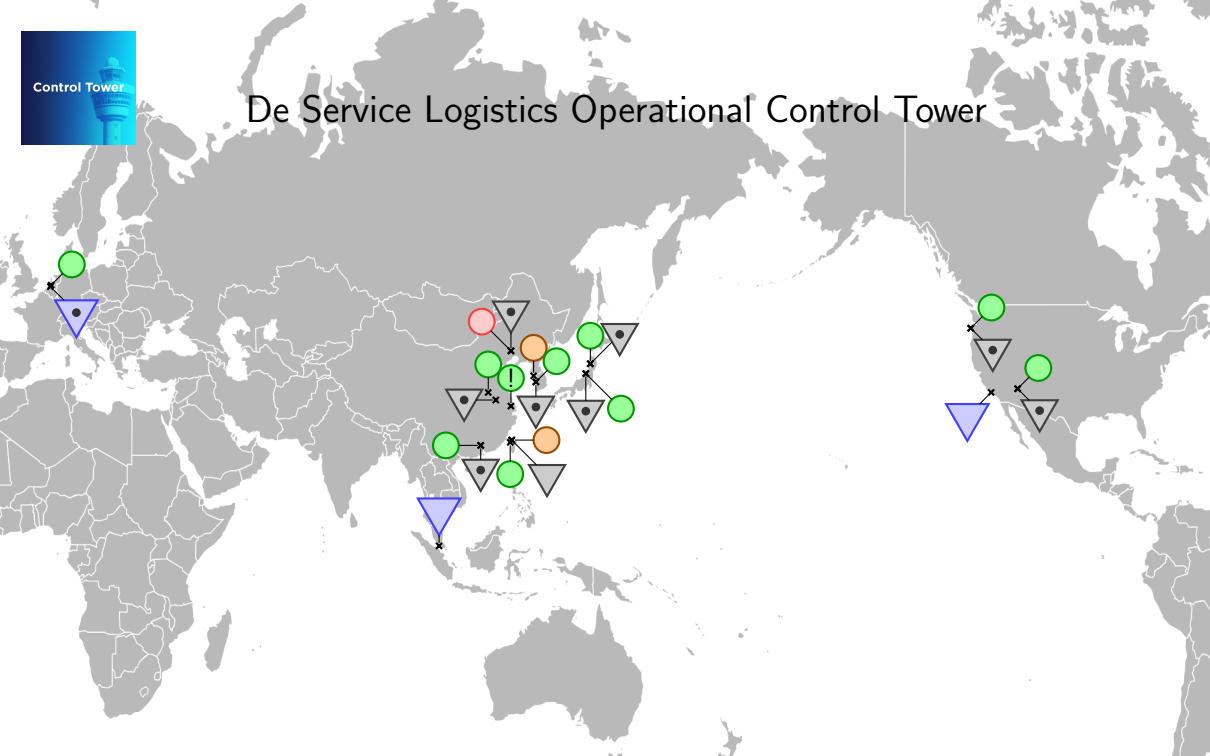
Voorbeeld (met Philips)



Voorbeeld (met Philips)



De Service Logistics Operational Control Tower



De klassieke optimalisatie aanpak (3)

$$\min_{\vec{x} \in X} c(\vec{x})$$

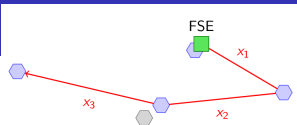
Logistiek als “puzzel”:

- Flexibel
- Goed Begrepen, Bekend en Vertrouwd
- Geen natuurlijk model voor data-gedreven service-logistieke optimalisatie

Observatie: Data-gedreven optimalisatie is als een “spel” met één speler, waarin afwisselend beslissingen en onvoorspelbare gebeurtenissen de uiteindelijke uitkomst bepalen

Puzzels en spellen

5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

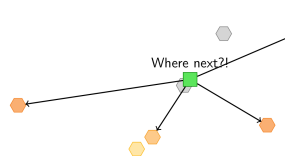
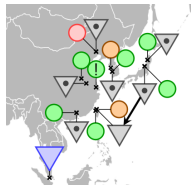
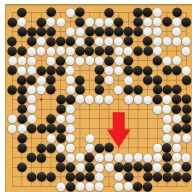


Statische “puzzels” zijn typisch NP-complete:

- Moeilijk om een oplossing te vinden
- De validiteit van een gevonden oplossing kan makkelijk worden vastgesteld.

Dynamische “spellen” zijn typisch PSPACE-complete:

- Moeilijk om een goede zet te vinden
- Het evalueren van een specifieke zet is *ook moeilijk*



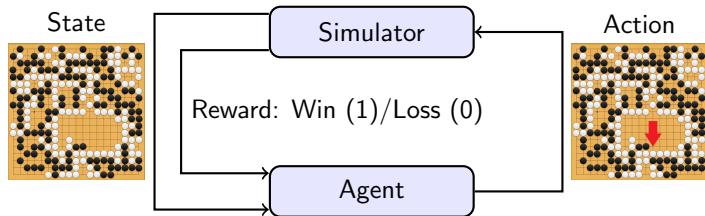
**DRL powered software agent AlphaGo beats
top player Lee Sedol (Silver et al, 2016)**



**AlphaZero taught itself from scratch
how to master Chess, Go & Shogi (2018)**



Deep Reinforcement Learning



- Gebruikt *deep learning* om goede “zetten” voor bord posities te voorspellen
- Één algorithmen voor drie moeilijke spellen
- Dit zou voor *ieder spel* kunnen werken!
 - Een natuurlijk model voor data-gedreven service-logistieke optimalisatie

Artificial Intelligence & Deep Learning

Deep Reinforcement Learning voor Service Logistieke Optimalisatie

- Why?
- What & How?



DRL for Data-
Driven Logistics

TU/e Eindhoven
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

UNIVERSITY OF TWENTE.

ASML

VANDERLANDE

com⁴⁰
Contributions to Quantitative Information Science

Ewals Cargo Care

nexperia

EMONS

BOLK

**Ahold
Delhaize**

CTT
INTERMODAAL TRANSPORT



DEN HARTOGH
LOGISTICS

PHAROX
LOGISTICS INTELLIGENCE

Waarom nu?!

Een superstorm van technologische ontwikkelingen



Meer data

HDD/RAM size

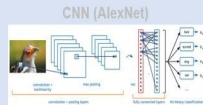
2000x

2006*	2024
2 GB / 256 MB	20 TB / 32 GB

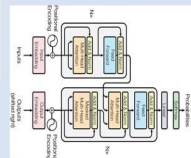
Betere algoritmes

Algoritmes

2006*	2024
Perceptron Feedforward NN	Convolutional NN Transformer



Transformer



Ideale Voedingsbodem

Meer rekenkracht

(Super)computing performance

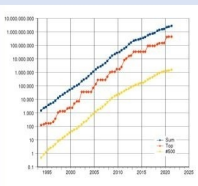
11,020x

2006*	2024
0.1 Peta-Flop	1102 Peta-Flop

Software beschikbaarheid

Software platforms

2006*	2024
Doe het zelf	Libraries



- My theoretical physics MSc graduation which used simulations on a supercomputer