

Terugkomdag AI in de geneeskunde

Stig Hellemans, MD

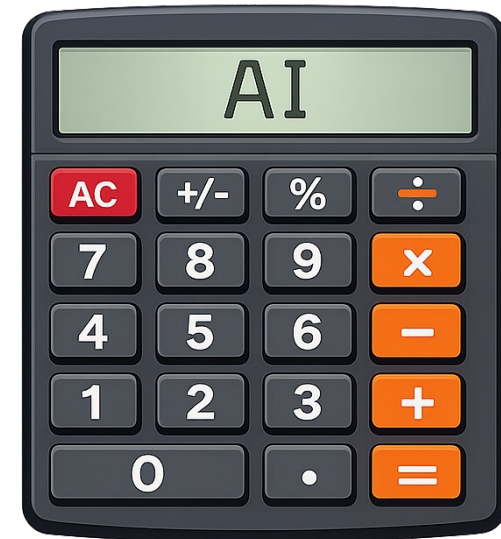
stig.hellemans@uantwerpen.be

Deel 1: Introductie tot medische AI

Wat AI niet is

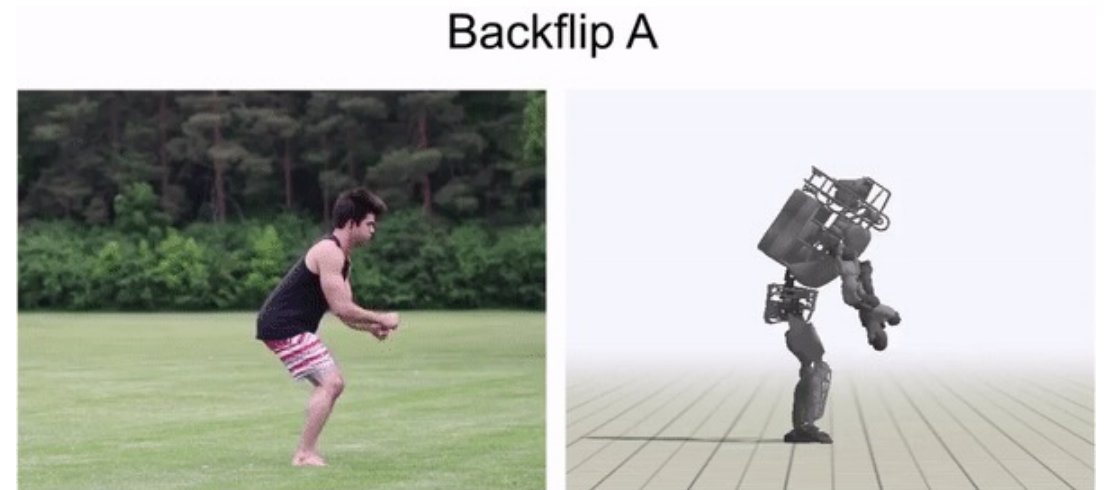
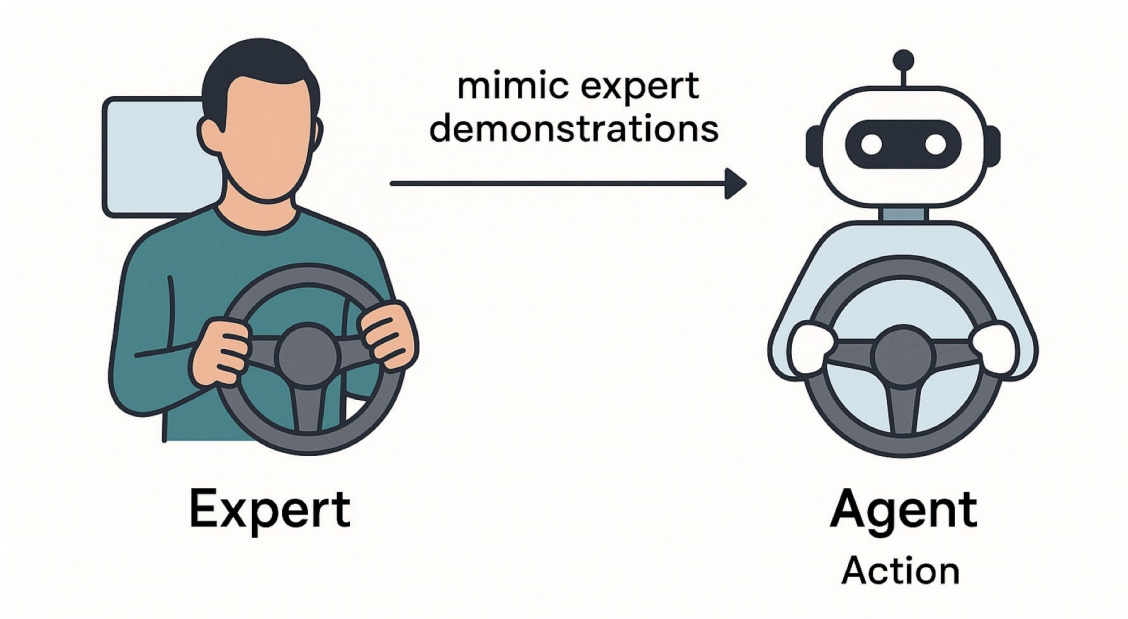


Wat AI wel is



Doel van AI?

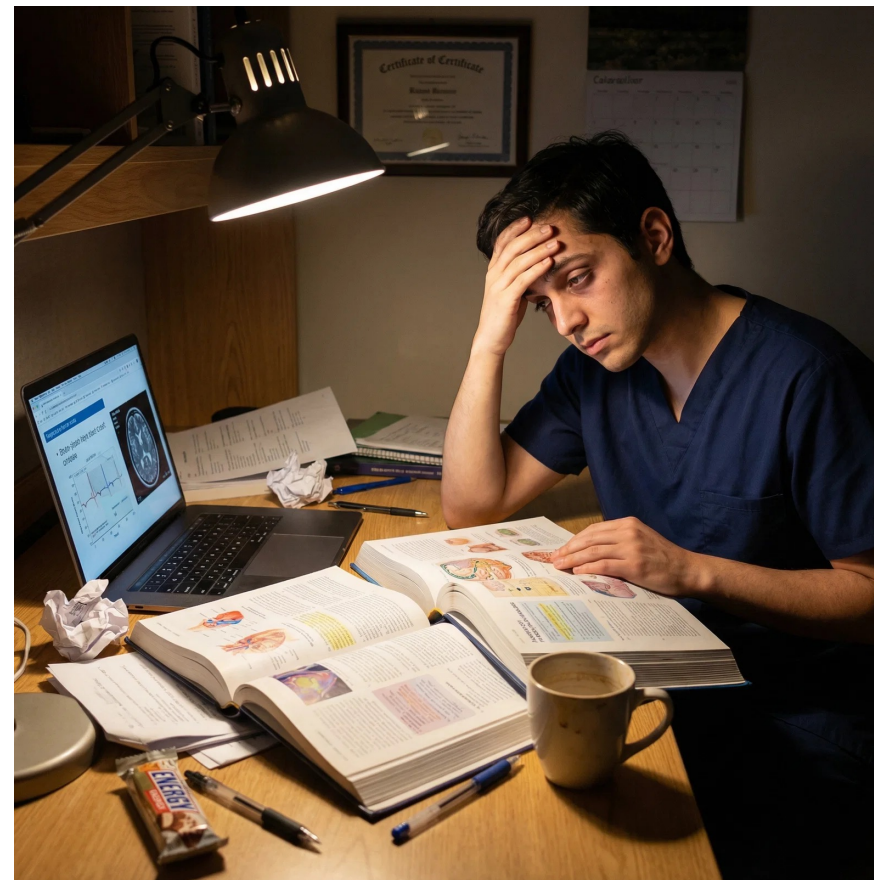
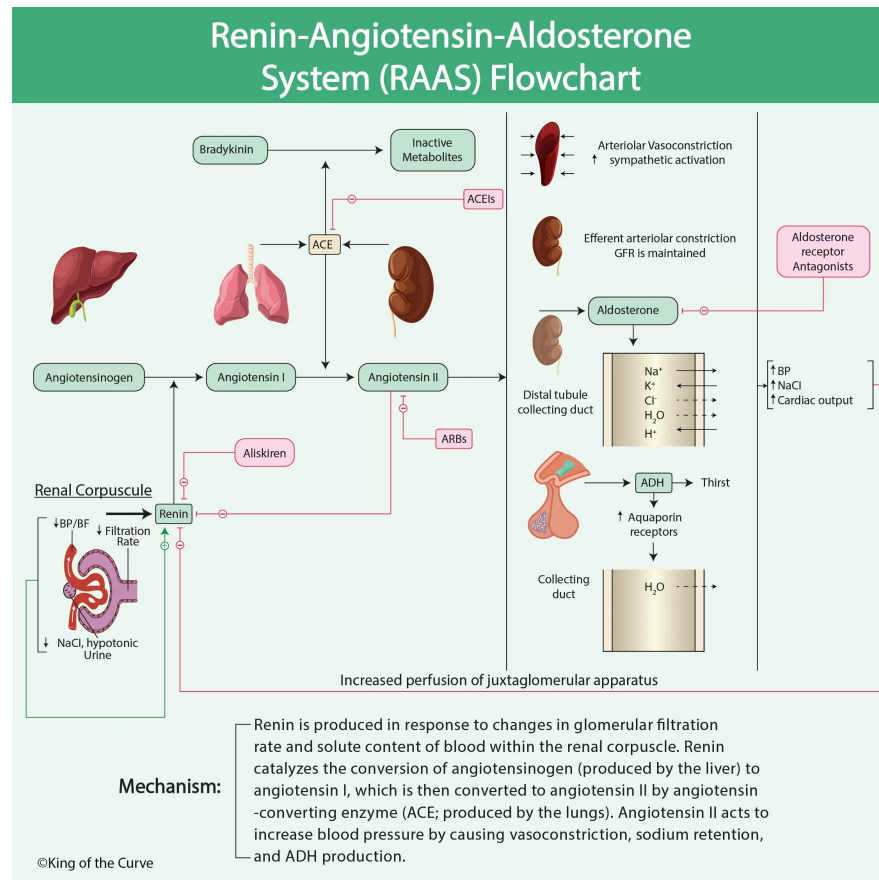
Leren taken oplossen door imitatie



Leert door duizenden-miljoenen voorbeelden van 'juist' gedrag

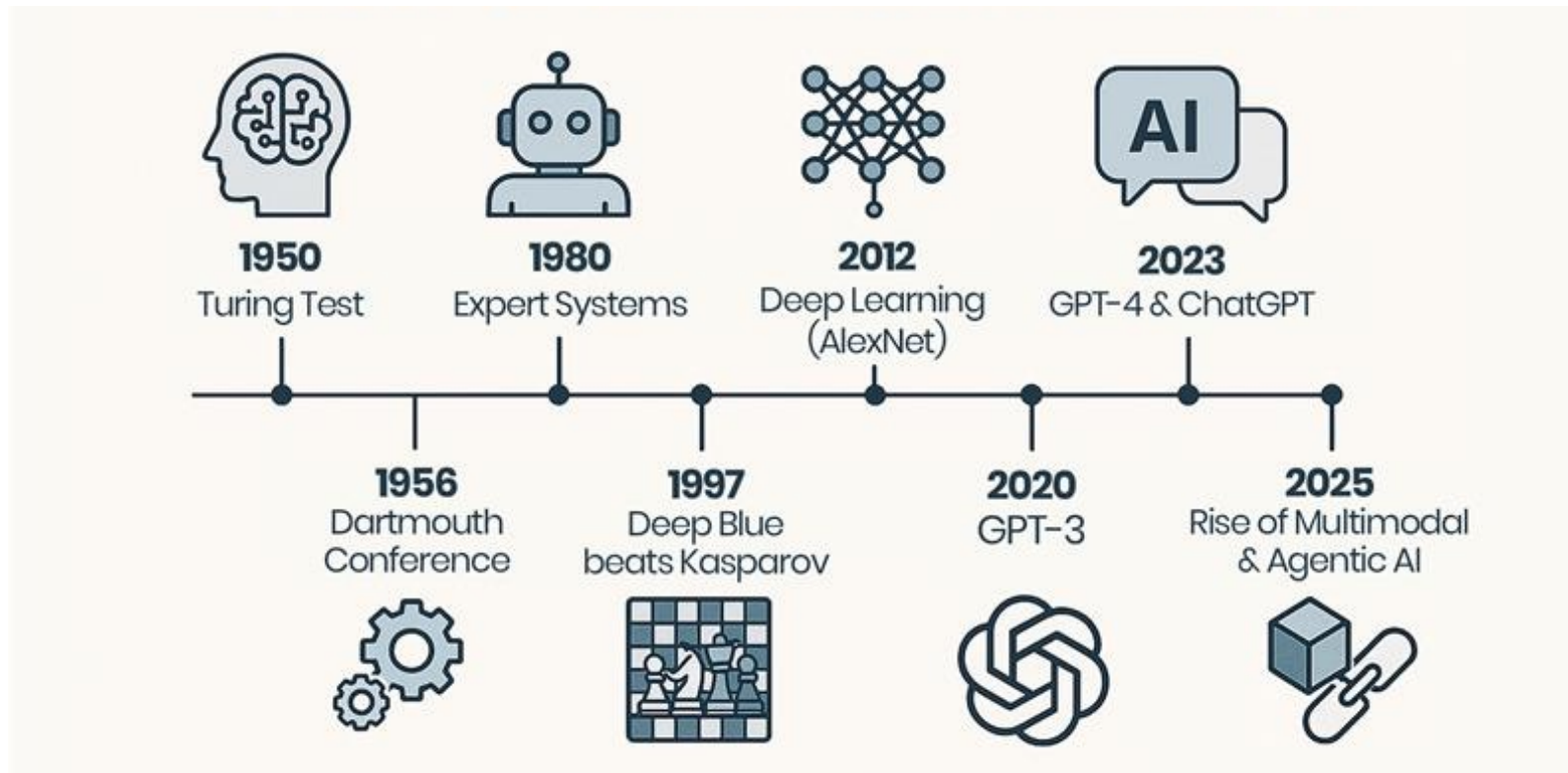
De (patho)fysiologie begrijpen van AI

Waarom menselijke fysiologie leren in geneeskunde?



Geschiedenis van AI

Een continu proces van problemen & oplossingen



Probleem 1: Extractie relevante features/informatie

Probleem 1: Extractie relevante features/informatie

Lineaire regressie = simpele functie

$$Cardiovasc_{score} = w_1 \cdot LDL + w_2 \cdot BMI + w_3 \cdot BD_{syst}$$



Probleem 1: Extractie relevante features/informatie

Lineaire regressie = simpele functie

$$Cardiovasc_{score} = w_1 \cdot LDL + w_2 \cdot BMI + w_3 \cdot BD_{syst}$$

Hoe komen we aan BMI?



Probleem 1: Extractie relevante features/informatie

Lineaire regressie = simpele functie

$$Cardiovasc_{score} = w_1 \cdot LDL + w_2 \cdot BMI + w_3 \cdot BD_{syst}$$

Hoe komen we aan BMI?

$$BMI = \frac{Gewicht}{Lengte \cdot Lengte}$$

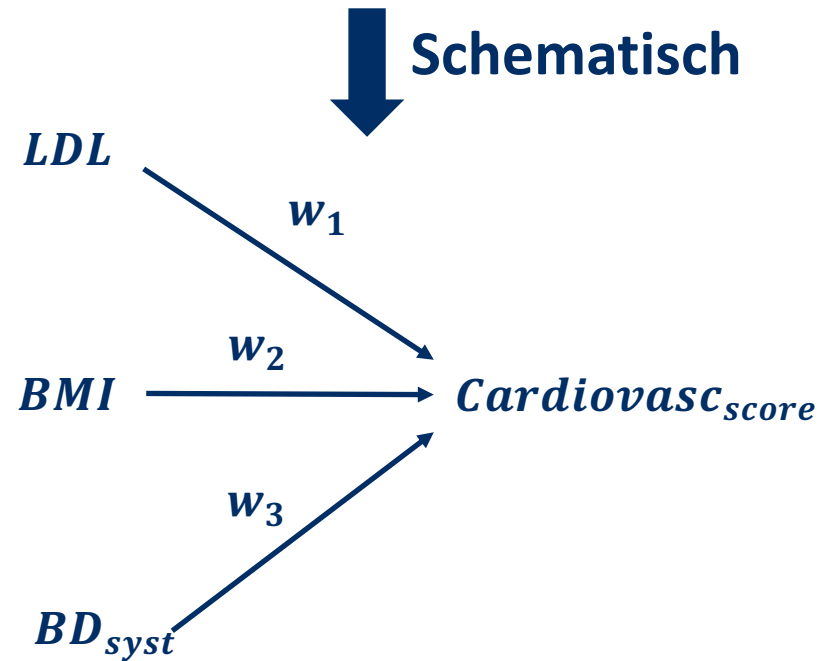
Met domeinkennis & gezond verstand

➔ relevante features (bijv. BMI) maken = NIET SCHAALBAAR



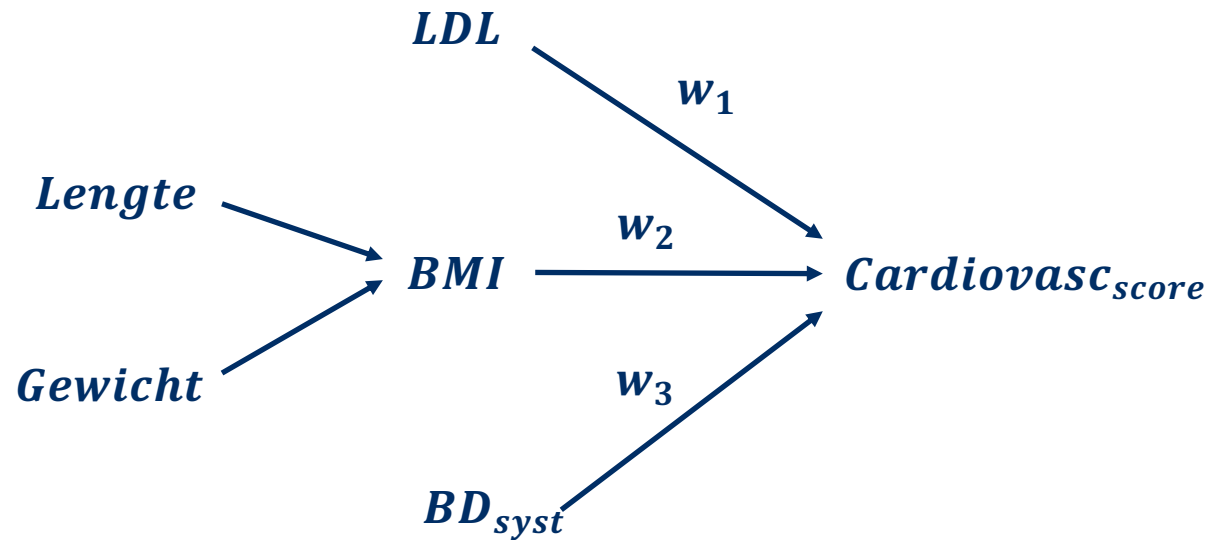
Oplossing 1: Automatisch features leren

$$Cardiovasc_{score} = w_1 \cdot LDL + w_2 \cdot BMI + w_3 \cdot BD_{syst}$$



Oplossing 1: Automatisch features leren

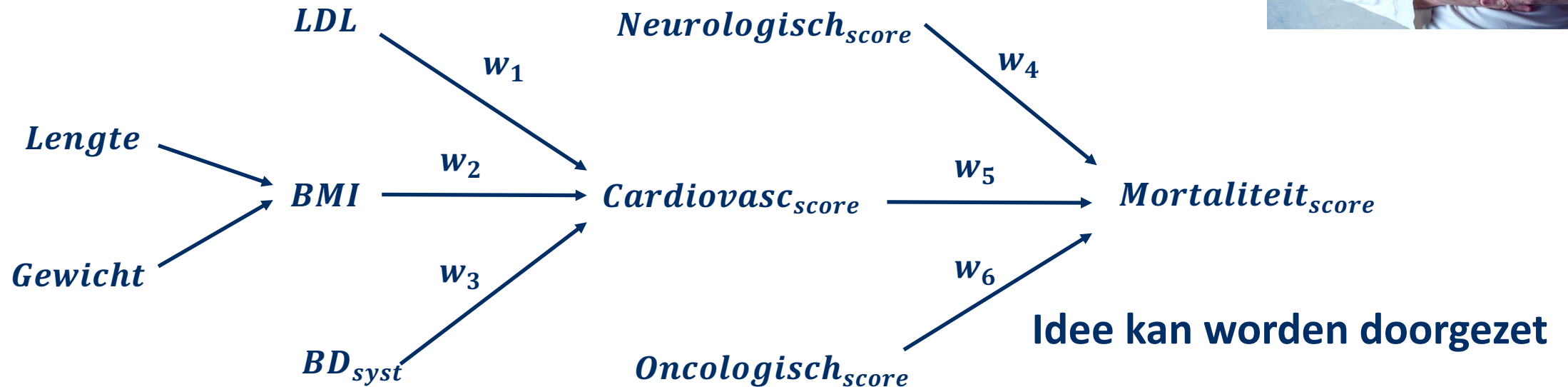
$$Cardiovasc_{score} = w_1 \cdot LDL + w_2 \cdot BMI + w_3 \cdot BD_{syst}$$



Combineren van simpele functies om steeds moeilijkere features voor te stellen

Oplossing 1: Automatisch features leren

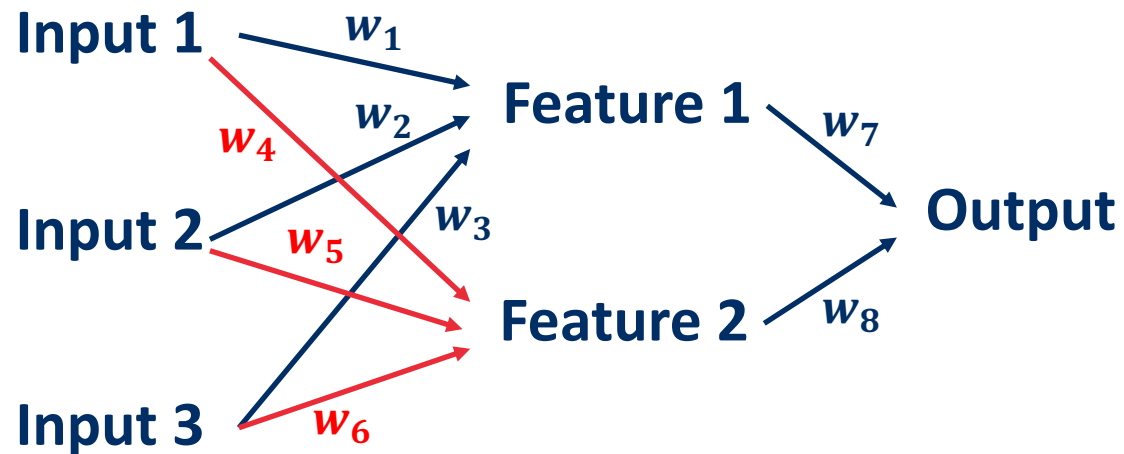
$$Cardiovasc_{score} = w_1 \cdot LDL + w_2 \cdot BMI + w_3 \cdot BD_{syst}$$



Combineren van simpele functies om steeds moeilijkere features voor te stellen

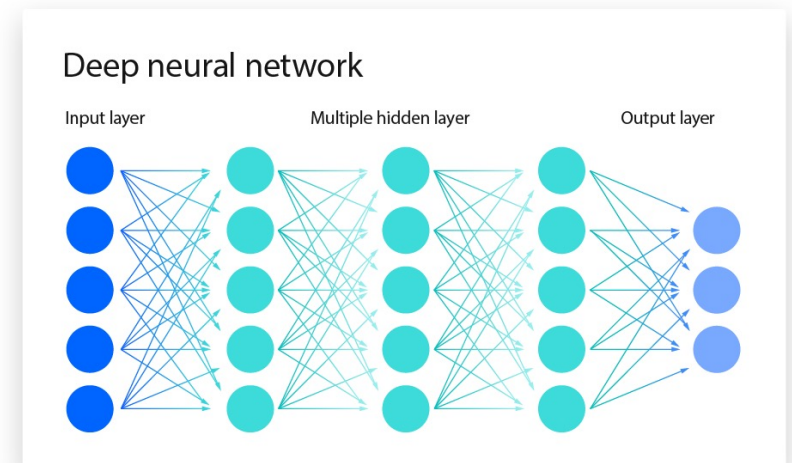
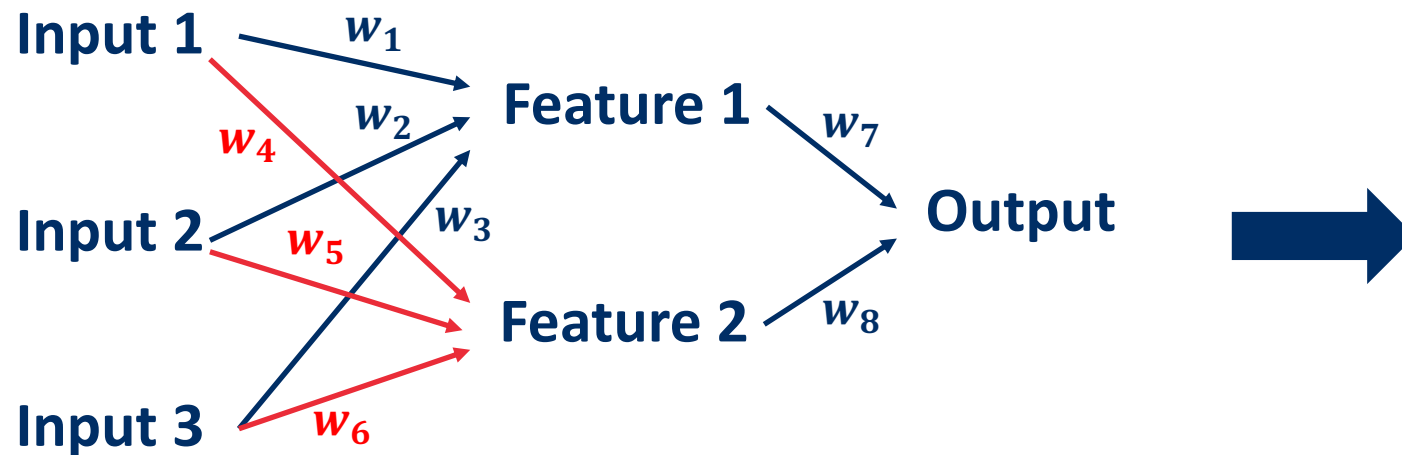
Oplossing 1: Automatisch features leren

Machine leert nu automatisch features door te spelen met zijn gewichten w_1, w_2, \dots, w_n



Oplossing 1: Automatisch features leren

Machine leert nu automatisch features door te spelen met zijn gewichten w_1, w_2, \dots, w_n

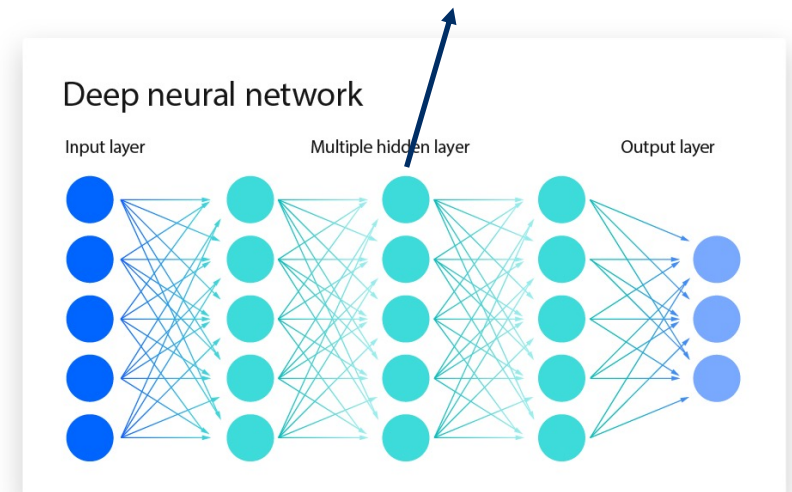
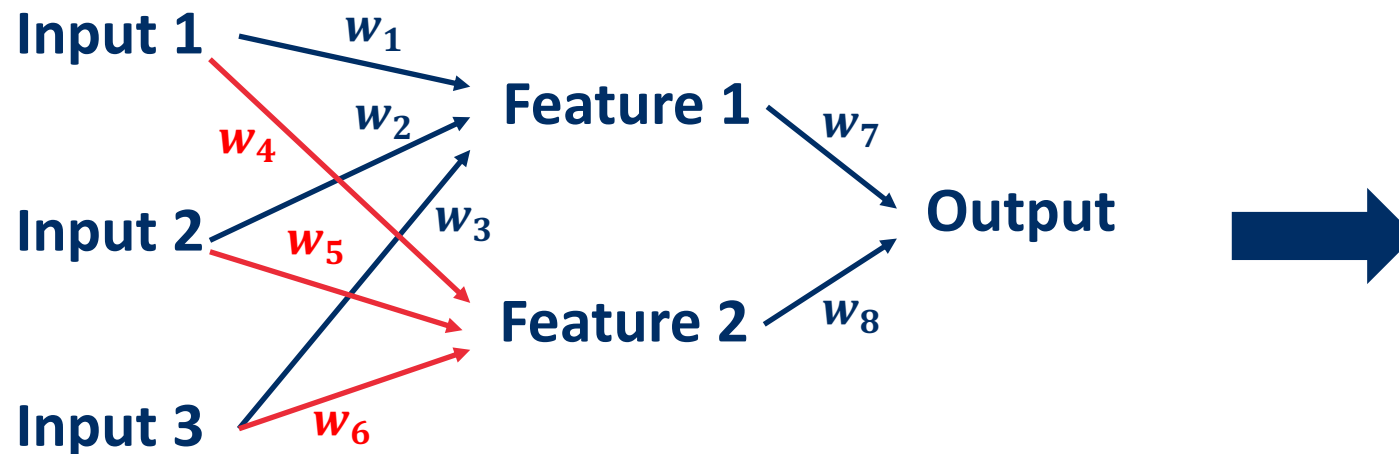


Spelen met gewichten \rightarrow Zodat minder fouten in output

Oplossing 1: Automatisch features leren

Machine leert nu automatisch features door te spelen met zijn gewichten w_1, w_2, \dots, w_n

1 neuron = lineaire regressie
 $Y = w_1 \cdot f_1 + w_2 \cdot f_2 + \dots + w_k \cdot f_k$



Spelen met gewichten → Zodat minder fouten in output

Oefening 1: Tensorflow playground (5 min)

Tinker With a **Neural Network** Right Here in Your Browser.
Don't Worry, You Can't Break It. We Promise.

The screenshot shows the TensorFlow Playground interface. At the top, there are controls for Epoch (000,000), Learning rate (0.03), Activation (Tanh), Regularization (None), Regularization rate (0), and Problem type (Classification). Below this, the interface is divided into several sections:

- DATA:** Which dataset do you want to use? (Four icons are shown).
- Ratio of training to test data:** 50% (Slider).
- Noise:** 0 (Slider).
- Batch size:** 10 (Slider).
- REGENERATE:** Button.
- FEATURES:** Which properties do you want to feed in? (List of features: X_1 , X_2 , X_1^2 , X_2^2 , X_1X_2 , $\sin(X_1)$, $\sin(X_2)$).
- 2 HIDDEN LAYERS:** A diagram showing 4 neurons in the first hidden layer and 2 neurons in the second hidden layer. Lines connect neurons between layers, with thickness representing weights. A tooltip says: "The outputs are mixed with varying weights, shown by the thickness of the lines." Another tooltip says: "This is the output from one neuron. Hover to see it larger."
- OUTPUT:** Test loss 0.522, Training loss 0.511. A scatter plot shows data points (blue and orange) and neuron outputs (blue and orange) on a 2D plane. A color scale at the bottom indicates values from -1 to 1. Checkboxes for "Show test data" and "Discretize output" are present.

Probeer het te breken 🤔

➔ Wanneer werkt het wel/niet?

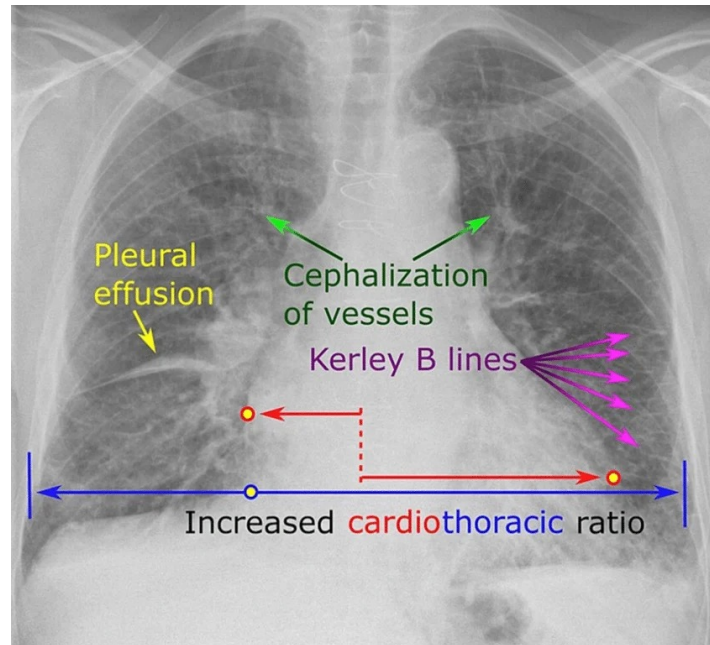
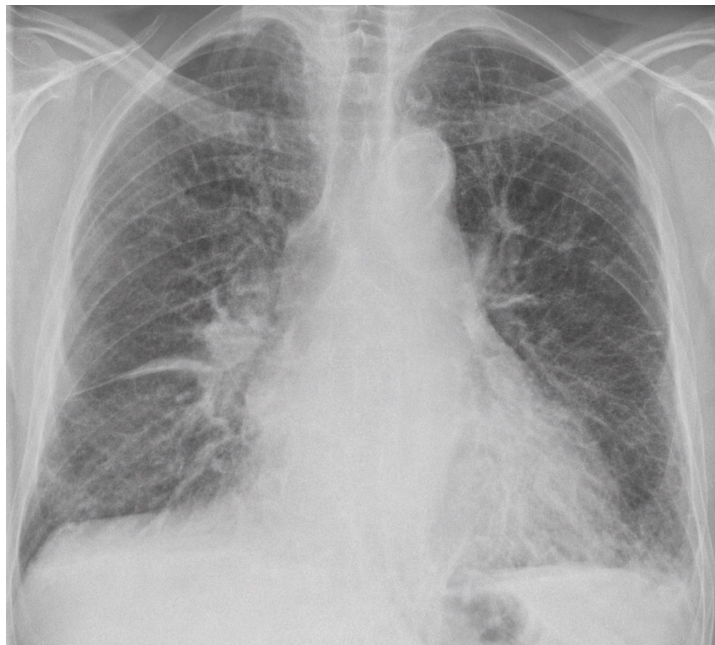
Impact oplossing 1: Automatisch features leren

Onmogelijk zelf features maken!
Elke pixel is een getal (↑↑aantal pixels!)



Impact oplossing 1: Automatisch features leren

Neuraal netwerk leert relevante features



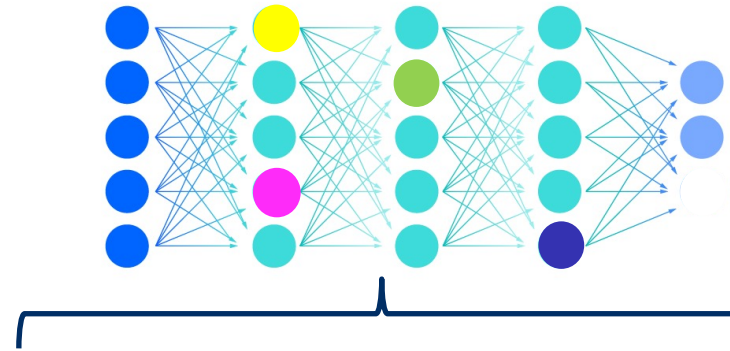
Prediction output

Heartfailure

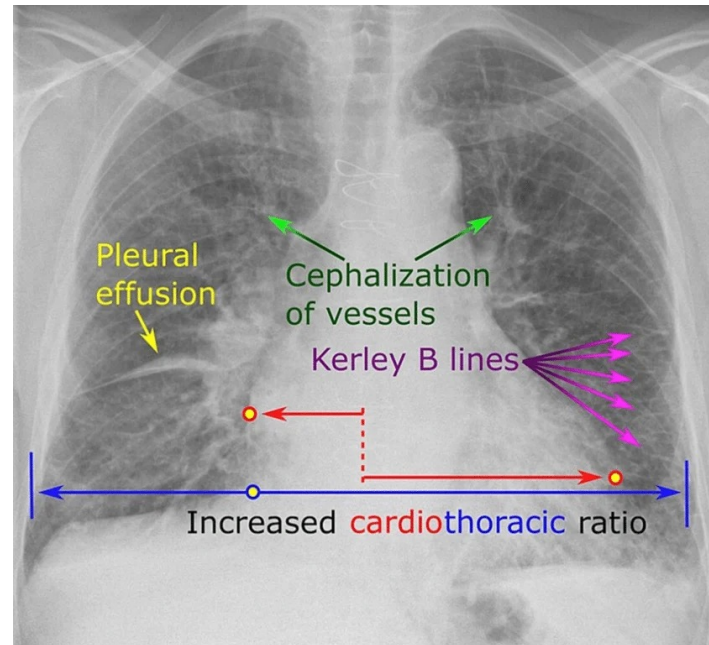
Yes: 99%

No: 1%

Impact oplossing 1: Automatisch features leren



Neuraal netwerk leert relevante features



Prediction output

Heartfailure

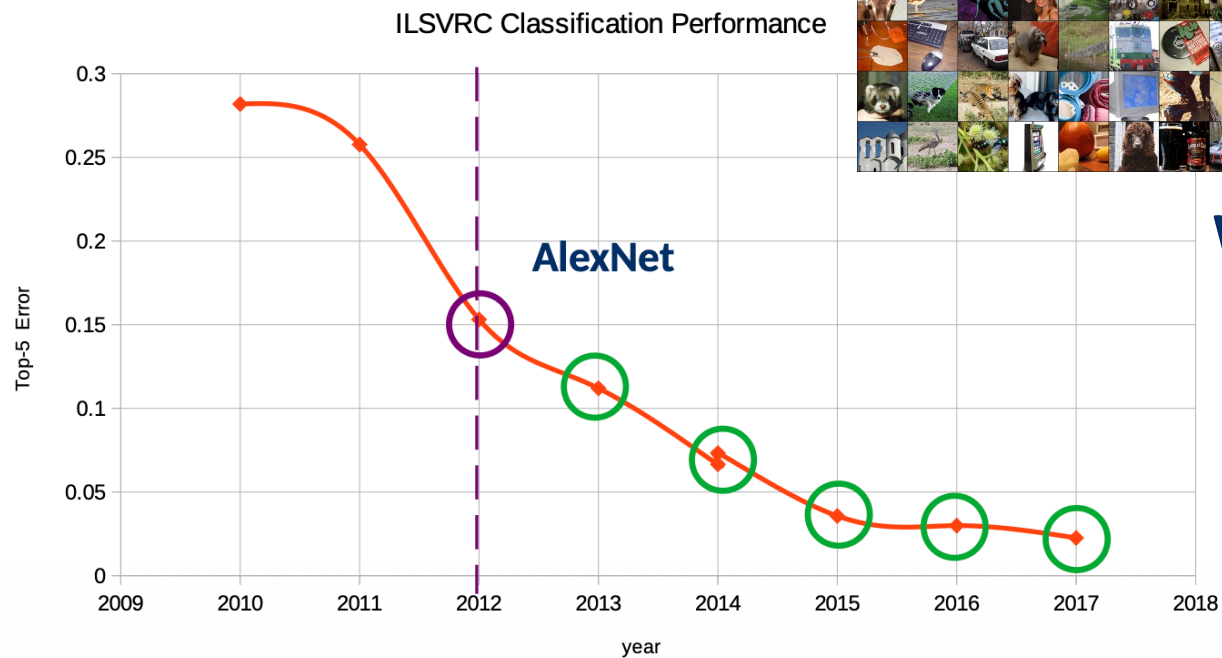
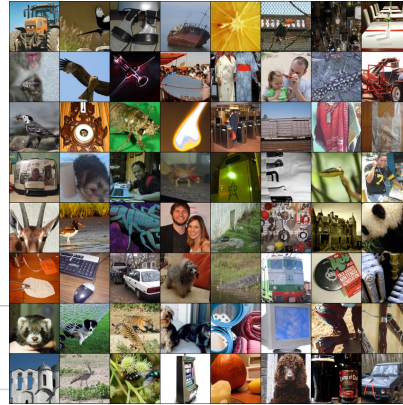
Yes: 99%

No: 1%

Impact oplossing 1: Automatisch features leren

2012: AlexNet - Google

Winner: ILSVRC 2012 (1K categories, 1.2M images)

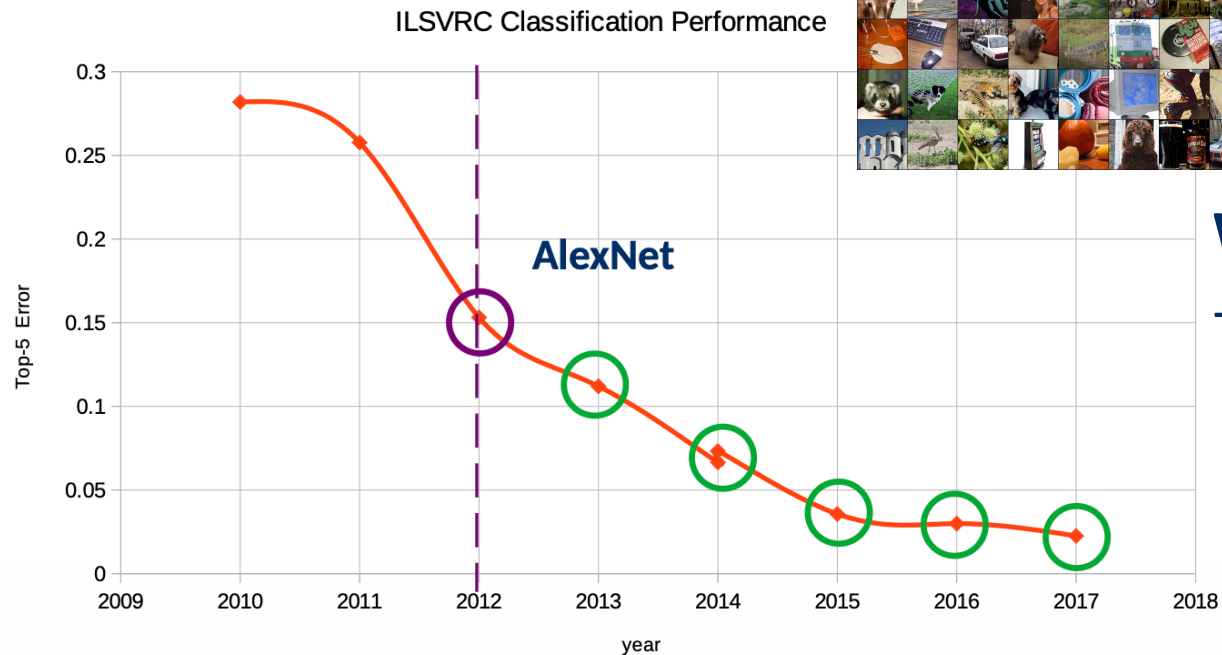
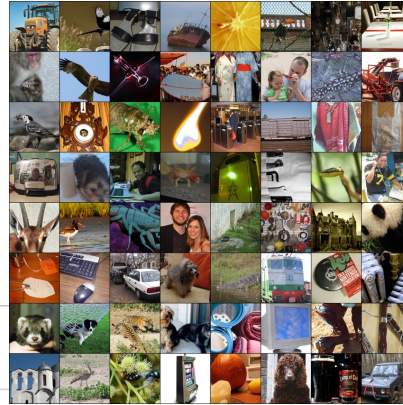


Waarom nu?

Impact oplossing 1: Automatisch features leren

2012: AlexNet - Google

Winner: ILSVRC 2012 (1K categories, 1.2M images)



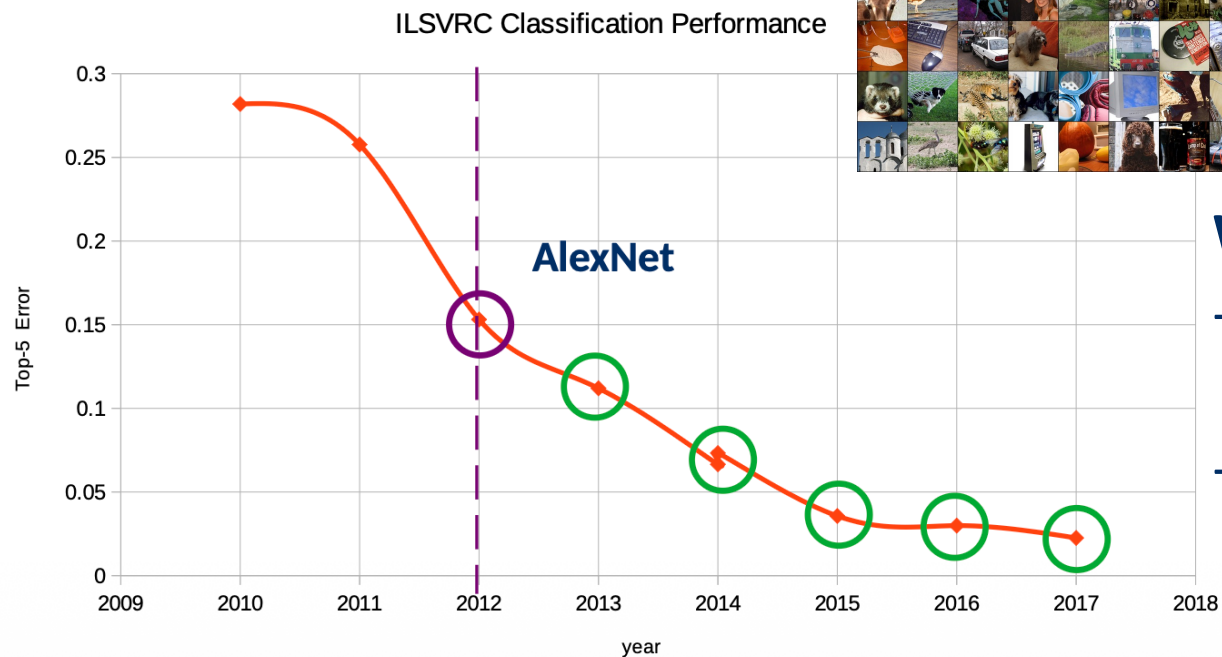
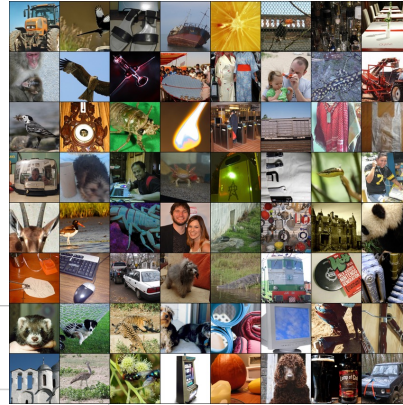
Waarom nu?

- Beter computers (GPU)
- ➔ heel goed simpele berekeningen

Impact oplossing 1: Automatisch features leren

2012: AlexNet - Google

Winner: ILSVRC 2012 (1K categories, 1.2M images)

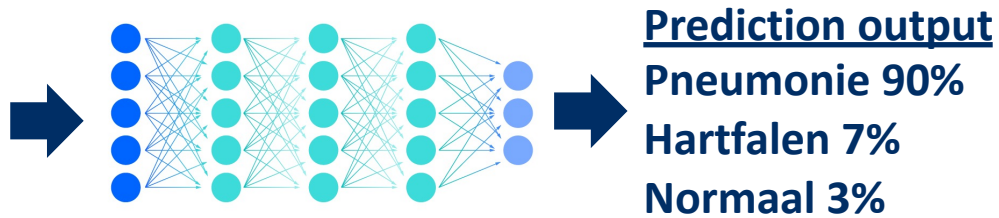
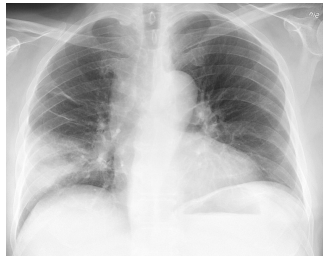


Waarom nu?

- Beter computers (GPU)
- ➔ heel goed simpele berekeningen
- Veel data (internet)

Vraag: Wat als je ongeziene data aan het model geeft?

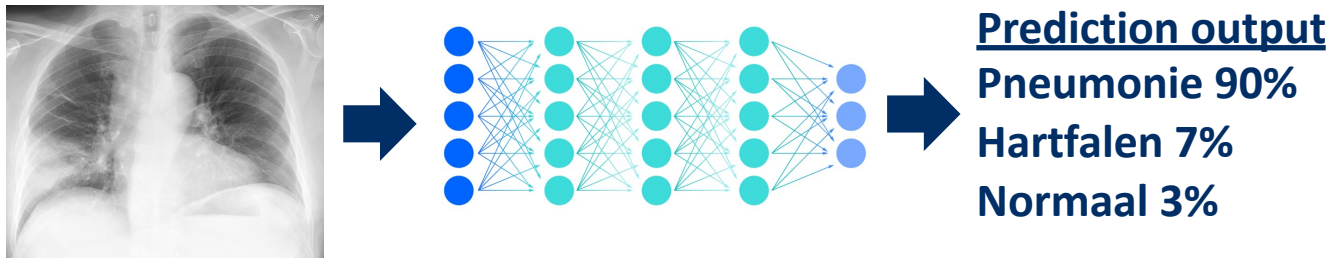
Stel je traint een AI model op 10K pneumonie, 10K hartfalen, 10k normale Rx foto's



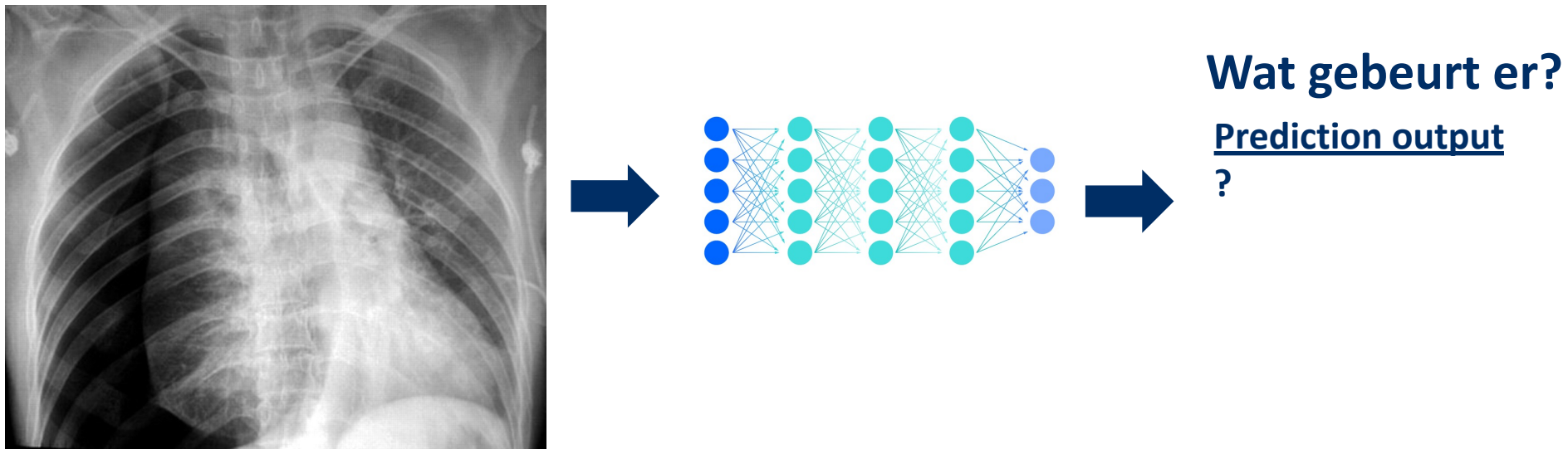
Prediction output
Pneumonie 90%
Hartfalen 7%
Normaal 3%

Vraag: Wat als je ongeziene data aan het model geeft?

Stel je traint een AI model op 10K pneumonie, 10K hartfalen, 10k normale Rx foto's

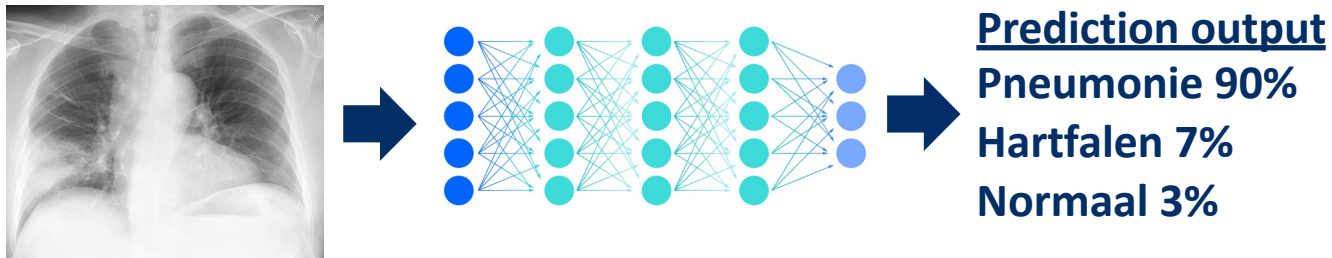


Je steekt nu deze foto in het model

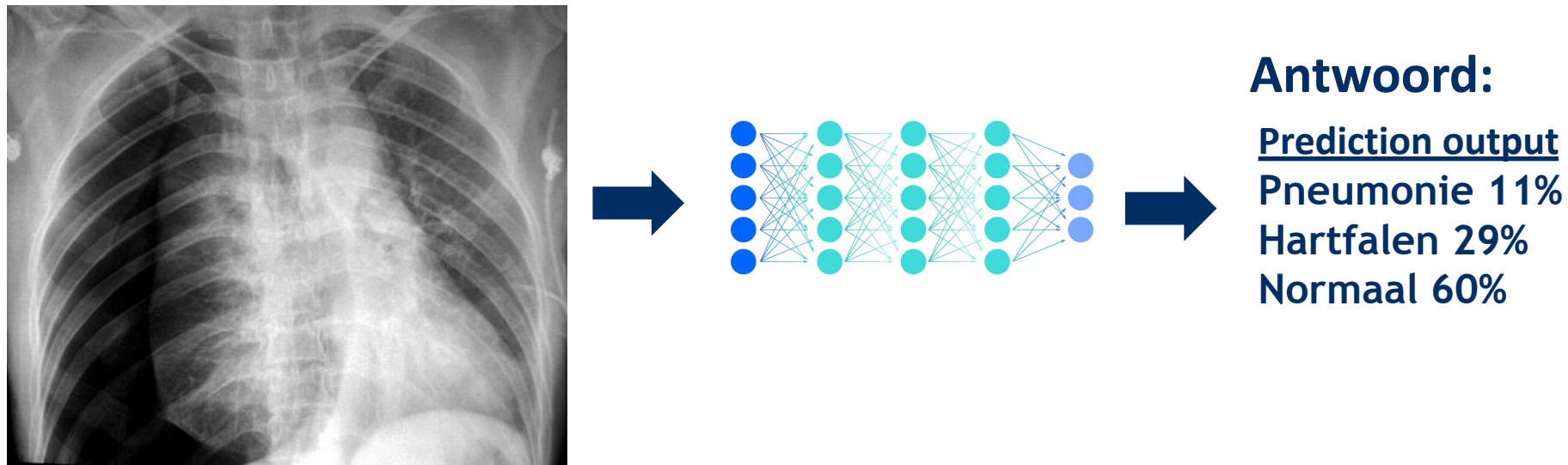


Vraag: Wat als je ongeziene data aan het model geeft?

Stel je traint een AI model op 10K pneumonie, 10K hartfalen, 10k normale Rx foto's

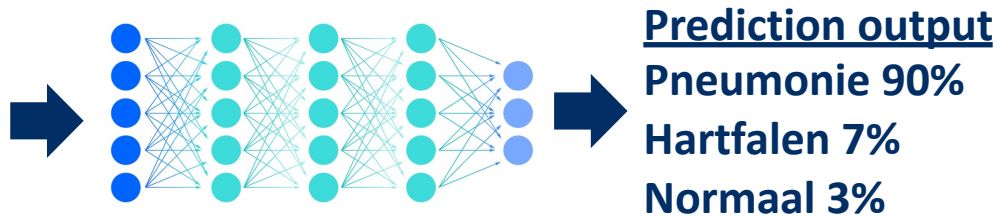


Je steekt nu deze foto in het model

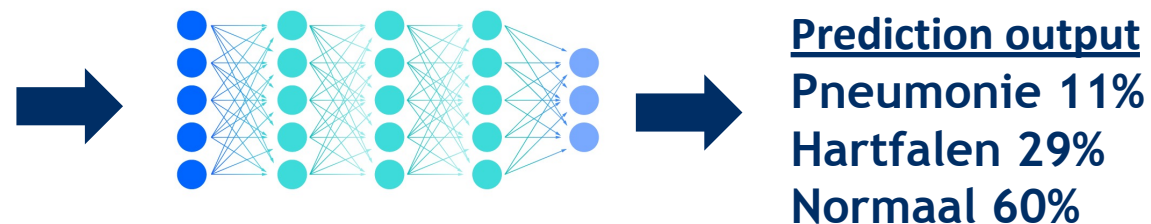
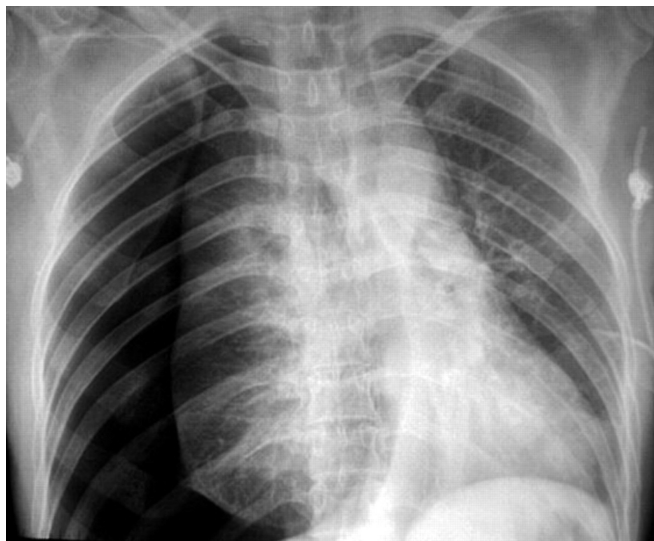


Vraag: Wat als je ongeziene data aan het model geeft?

Stel je traint een AI model op 10K pneumonie, 10K hartfalen, 10k normale Rx foto's



Je steekt nu deze foto in het model



Verklaring:

- AI is een domme wiskundige functie
- In zijn wereld bestaan er enkel pneumonie, hartfalen, normale Rx foto's
- Hij MOET ook een antwoord geven, kan niet zeggen 'ik ken het niet'

Probleem 2: Steeds starten van nul per taak

Taak 1: voorspellen hartfalen



Prediction output

Heartfailure

Yes: 99%

No: 1%

Taak 2: segmentatie longen



Taak 3: Voorspellen vullingsstatus



Prediction output

Hypovolemie 5%

Normovolemie 30%

Hypervolemie 65%

Probleem 2: Steeds starten van nul per taak

Taak 1: voorspellen hartfalen



Prediction output

Heartfailure

Yes: 99%

No: 1%

Taak 2: segmentatie longen



Taak 3: Voorspellen vullingsstatus



Prediction output

Hypovolemie 5%

Normovolemie 30%

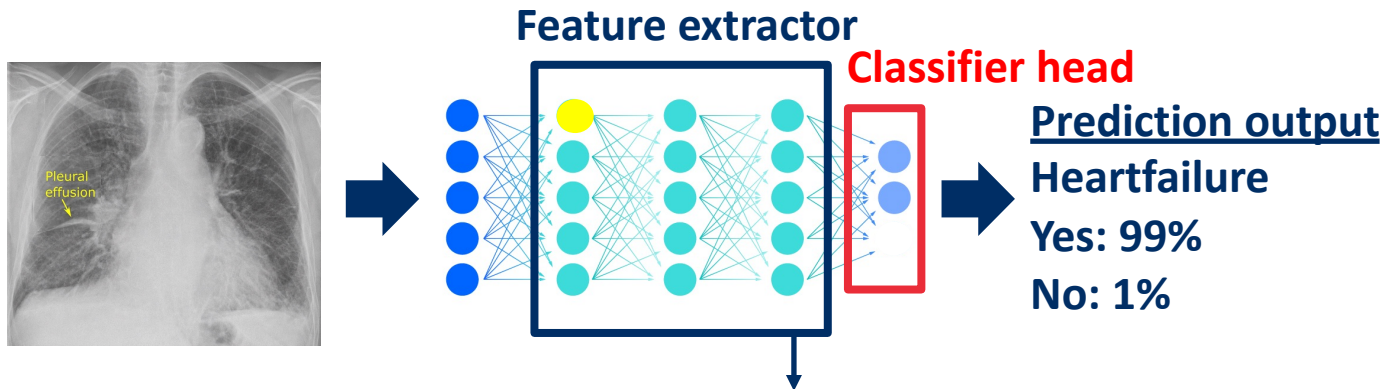
Hypervolemie 65%

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Voor elk AI model moet je steeds opnieuw een grote dataset + model from scratch trainen
→ Kan je geleerde features hergebruiken?

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

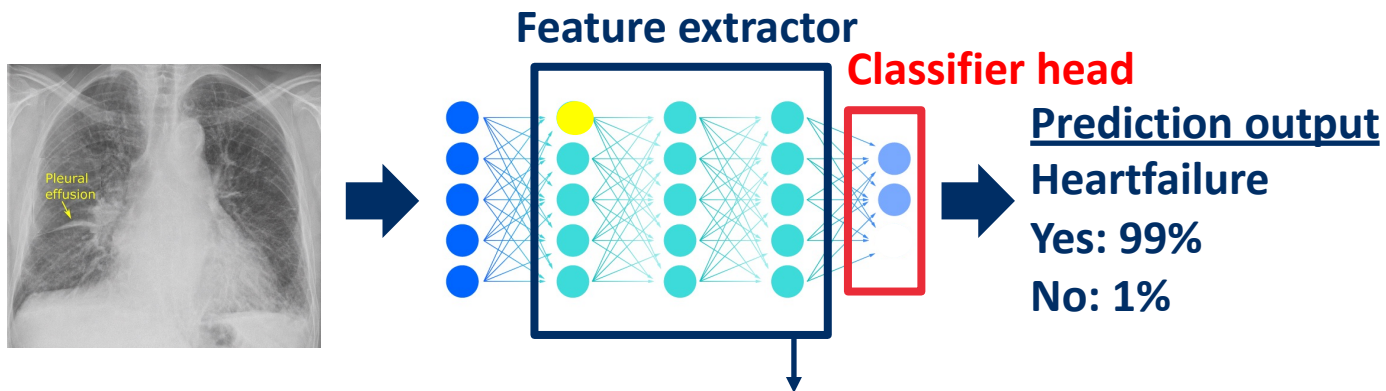
Voor elk AI model moet je steeds opnieuw een grote dataset + model from scratch trainen
→ Kan je geleerde features hergebruiken?



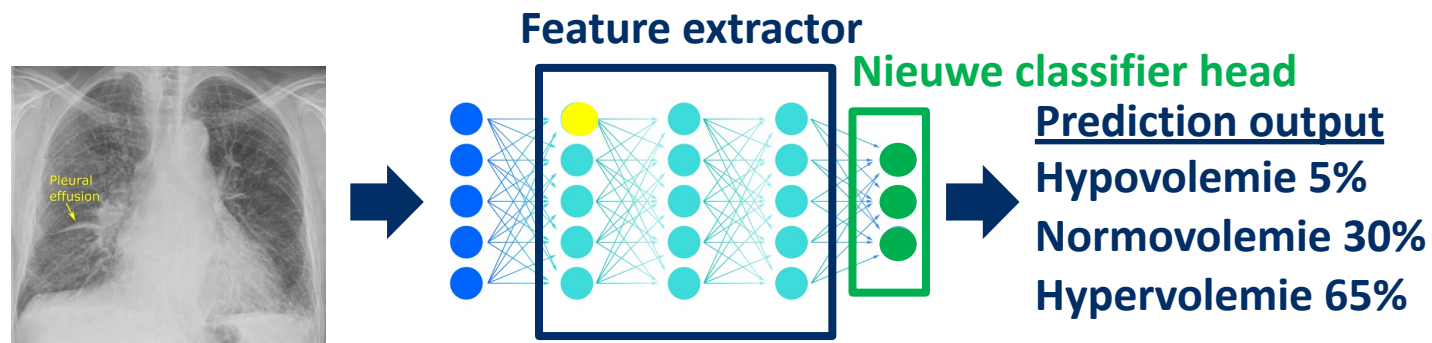
Herinner je: Elke neuron is eigenlijk een score van een bepaalde feature (bijv. ● Pleurale effusie = 0.78)

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Voor elk AI model moet je steeds opnieuw een grote dataset + model from scratch trainen
→ Kan je geleerde features hergebruiken?



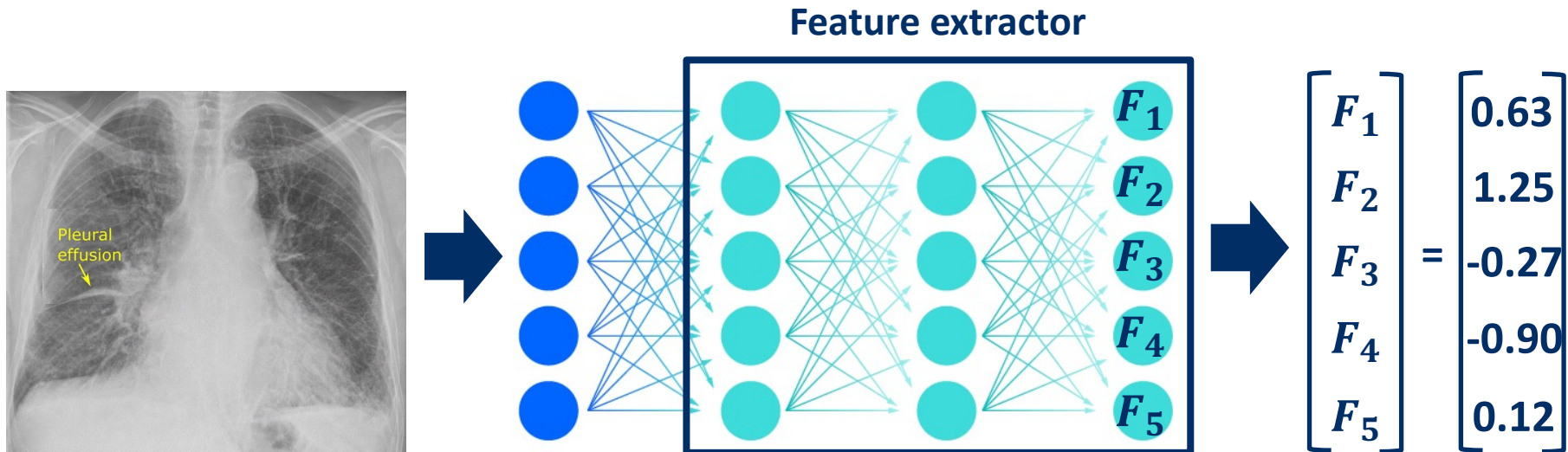
Herinner je: Elke neuron is eigenlijk een score van een bepaalde feature (bijv. ●Pleurale effusie = 0.78)



Traint al goed met veel minder nieuwe data omdat het model al start met nuttige features!

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

De laatste laag van de feature extractor = samenvatting van de afbeelding in enkele high-level feature scores



Bijv. deze 5 feature scores zijn de samenvatting van de informatie in de hele Rx (± 1 miljoen pixels)!
➔ Je wil graag een feature extractor dat geleerd heeft relevante informatie extreem goed samen te vatten!

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

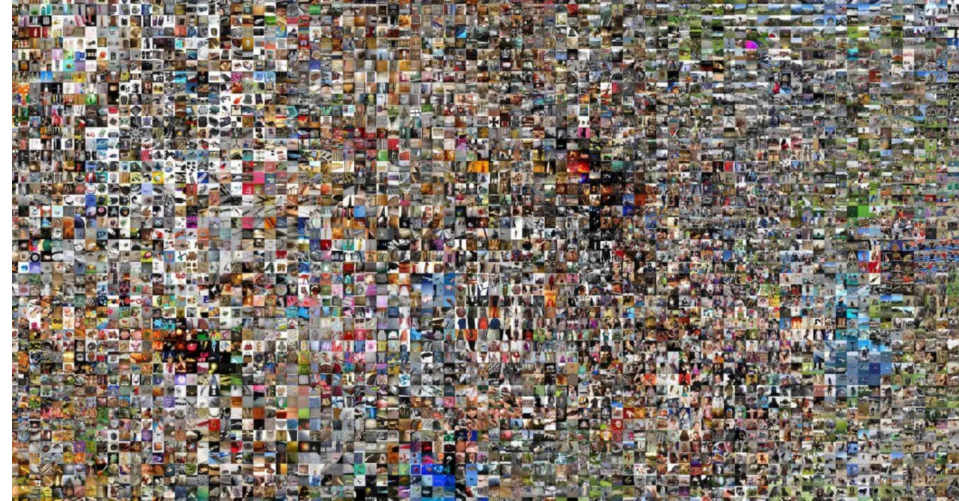
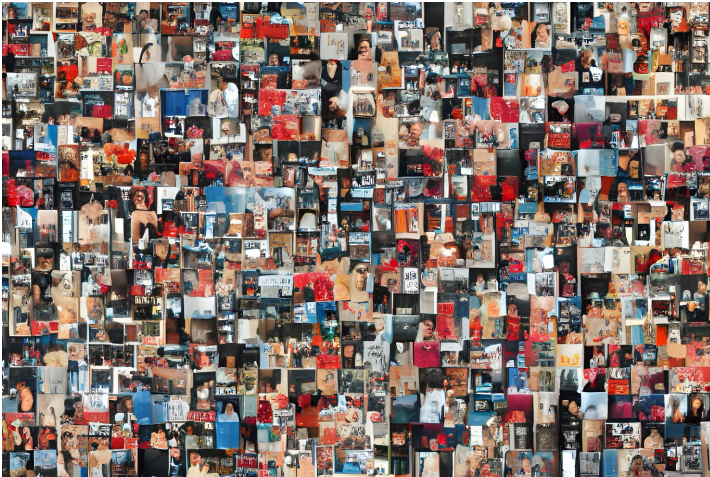
De laatste laag van de feature extractor = samenvatting van de afbeelding in enkele high-level feature scores

- MAAR het leert enkel wat belangrijk is in ZIJN wereld (bijv. enkel hartfalen Rx)
- Wat als je 1 model traint met een heel breed wereldbeeld?

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

De laatste laag van de feature extractor = samenvatting van de afbeelding in enkele high-level feature scores

- MAAR het leert enkel wat belangrijk is in ZIJN wereld (bijv. enkel hartfalen Rx)
- Wat als je 1 model traint met een heel breed wereldbeeld?

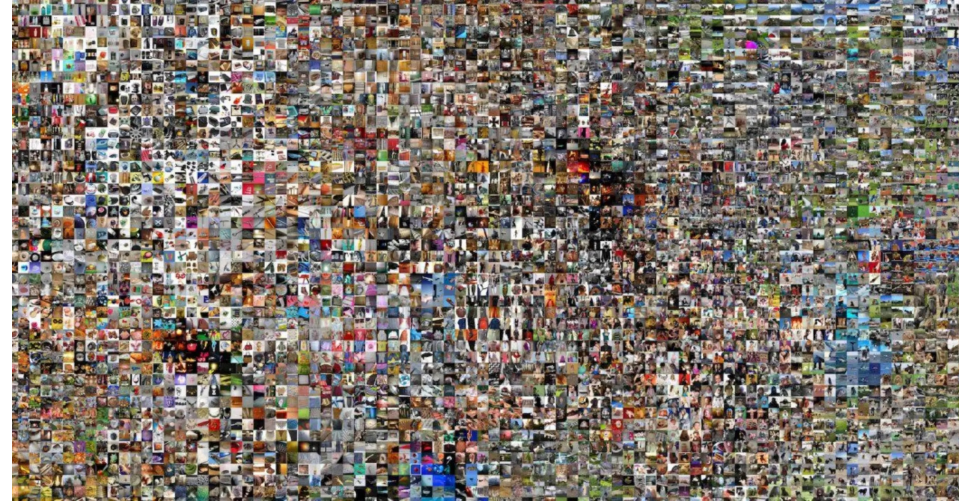
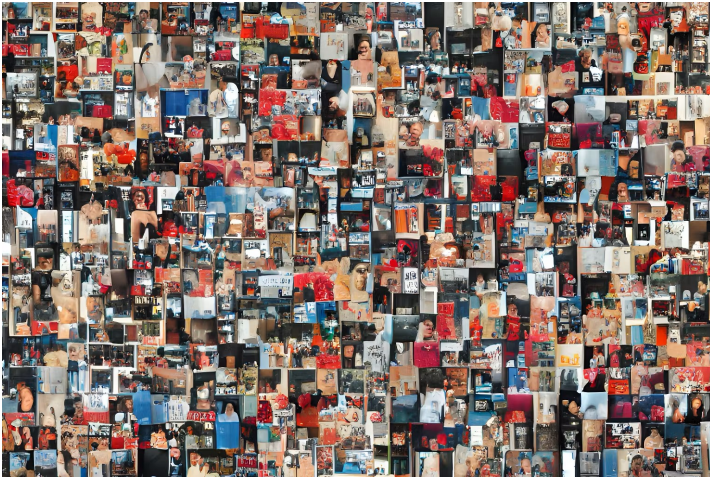


- Elke afbeelding dat je ooit zou kunnen zien, heeft die al eens een keer gezien

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

De laatste laag van de feature extractor = samenvatting van de afbeelding in enkele high-level feature scores

- MAAR het leert enkel wat belangrijk is in ZIJN wereld (bijv. enkel hartfalen Rx)
- Wat als je 1 model traint met een heel breed wereldbeeld?

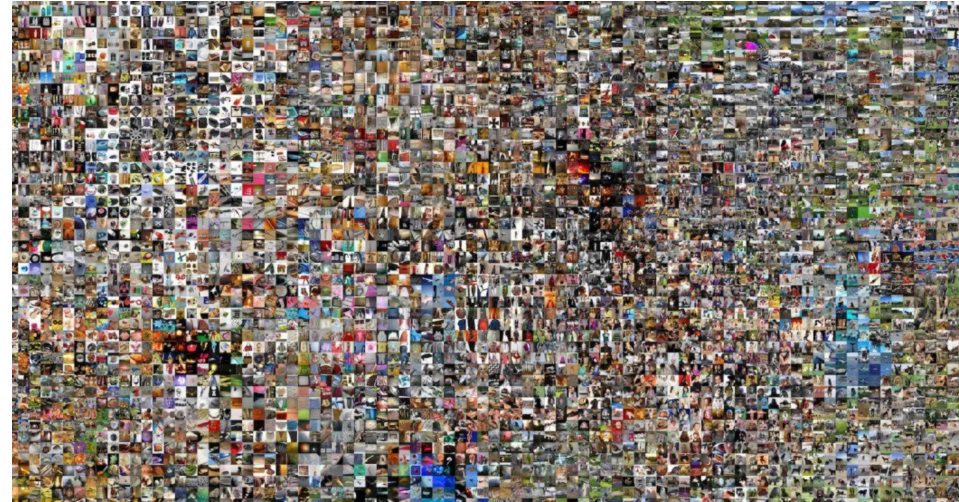
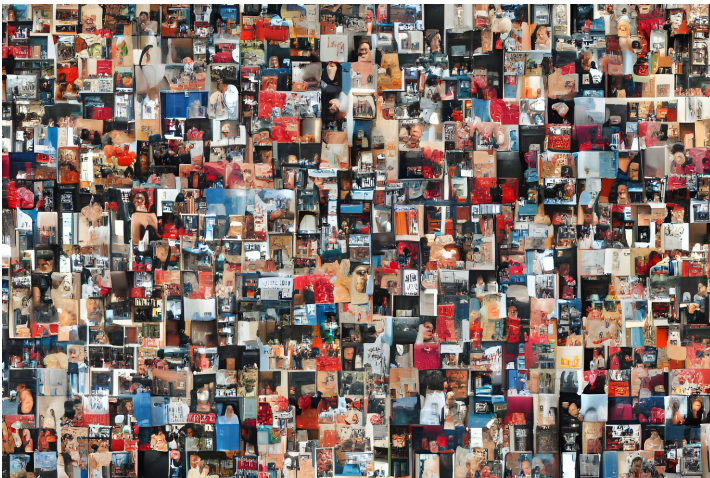


- Elke afbeelding dat je ooit zou kunnen zien, heeft die al eens een keer gezien
- Wat is de grootste bron van informatie?

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

De laatste laag van de feature extractor = samenvatting van de afbeelding in enkele high-level feature scores

- MAAR het leert enkel wat belangrijk is in ZIJN wereld (bijv. enkel hartfalen Rx)
- Wat als je 1 model traint met een heel breed wereldbeeld?



- Elke afbeelding dat je ooit zou kunnen zien, heeft die al eens een keer gezien
- Wat is de grootste bron van informatie?

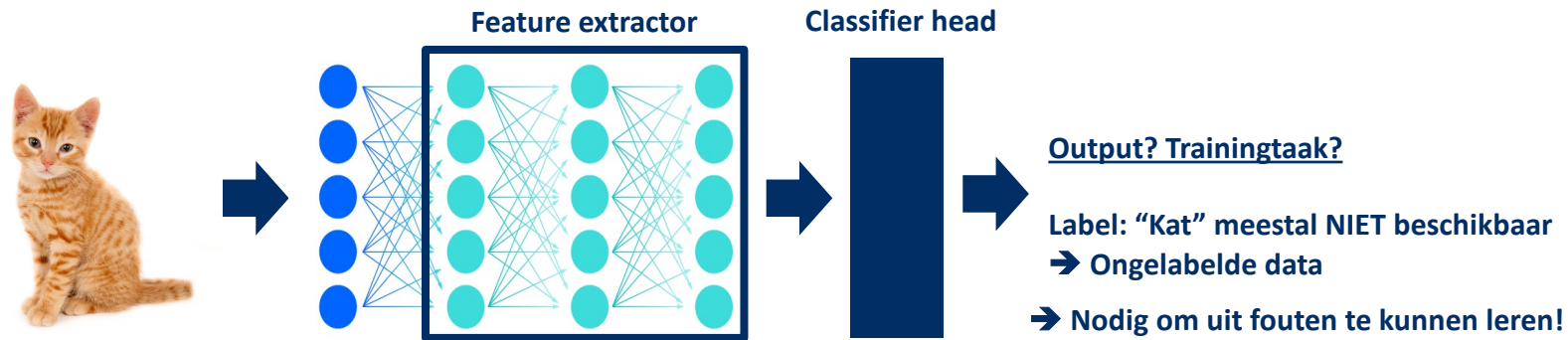
Het internet

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Nu heb je veel data. Maar hoe train je zo'n model op ongelabelde data?

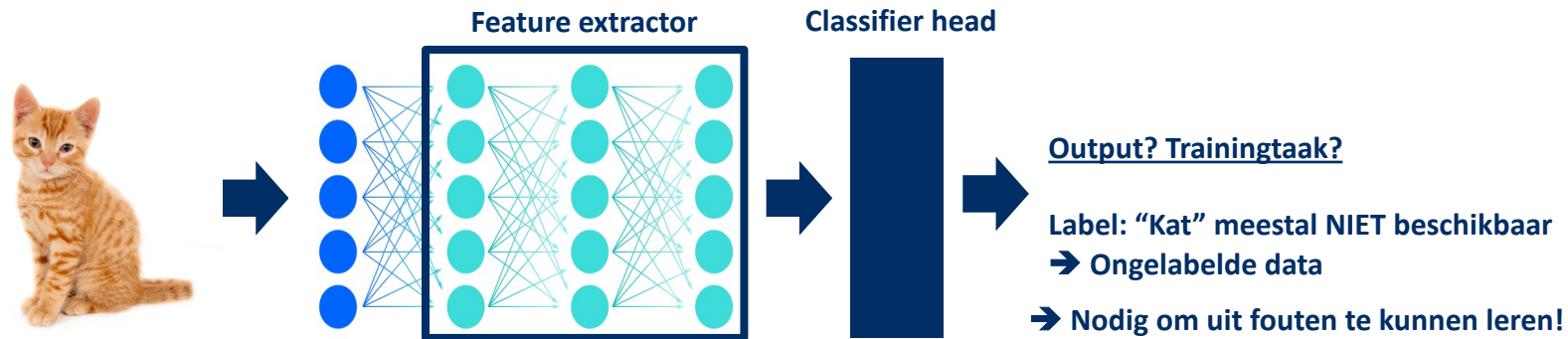
Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Nu heb je veel data. Maar hoe train je zo'n model op ongelabelde data?



Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Nu heb je veel data. Maar hoe train je zo'n model op ongelabelde data?



→ Je verzint simpele labels **ZONDER** menselijke input
= Self-supervised learning

→ Deze fase noemt: pre-training

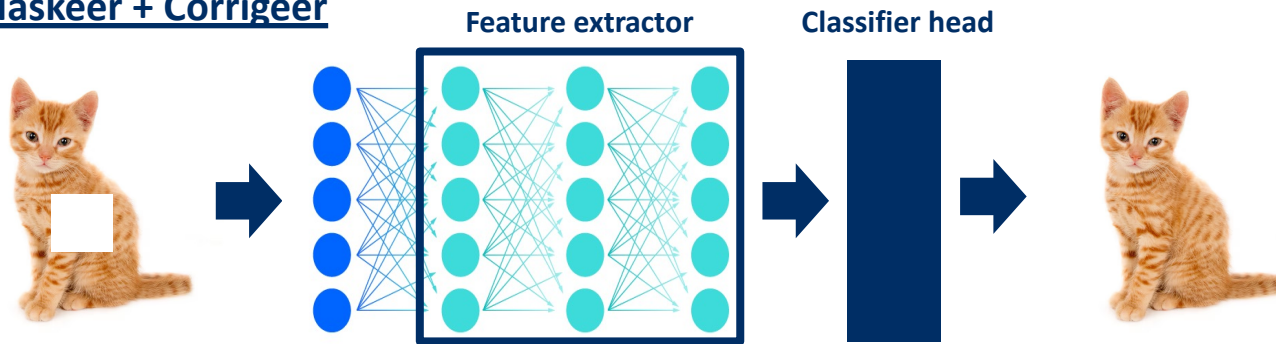
Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Self-supervised learning: 2 typische pre-training opties

Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Self-supervised learning: 2 typische pre-training opties

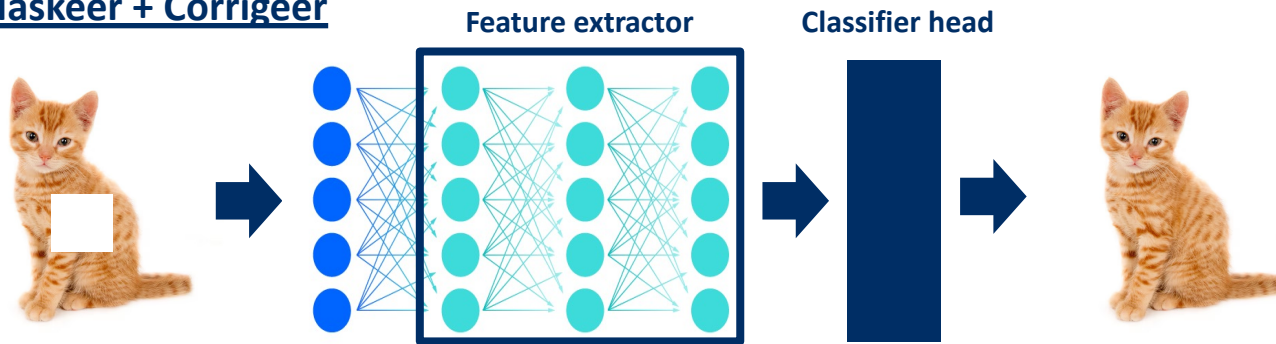
1) Maskeer + Corrigeer



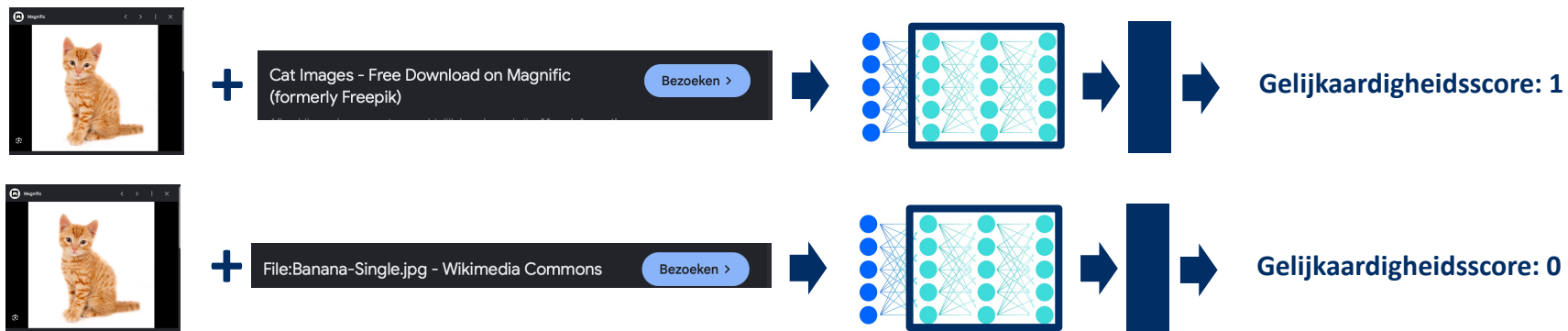
Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Self-supervised learning: 2 typische pre-training opties

1) Maskeer + Corrigeer

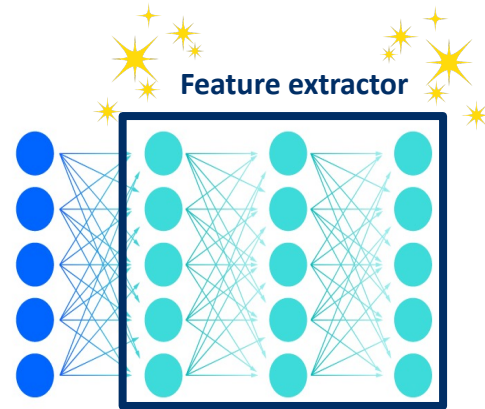


2) Voorspel gelijkaardigheid



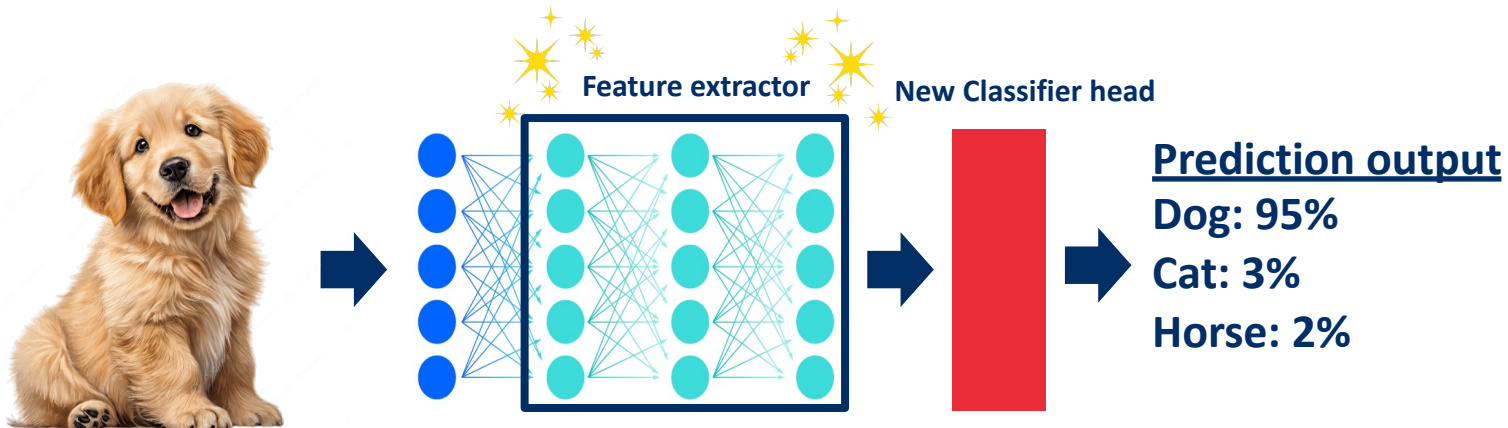
Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Nu sterke feature extractor



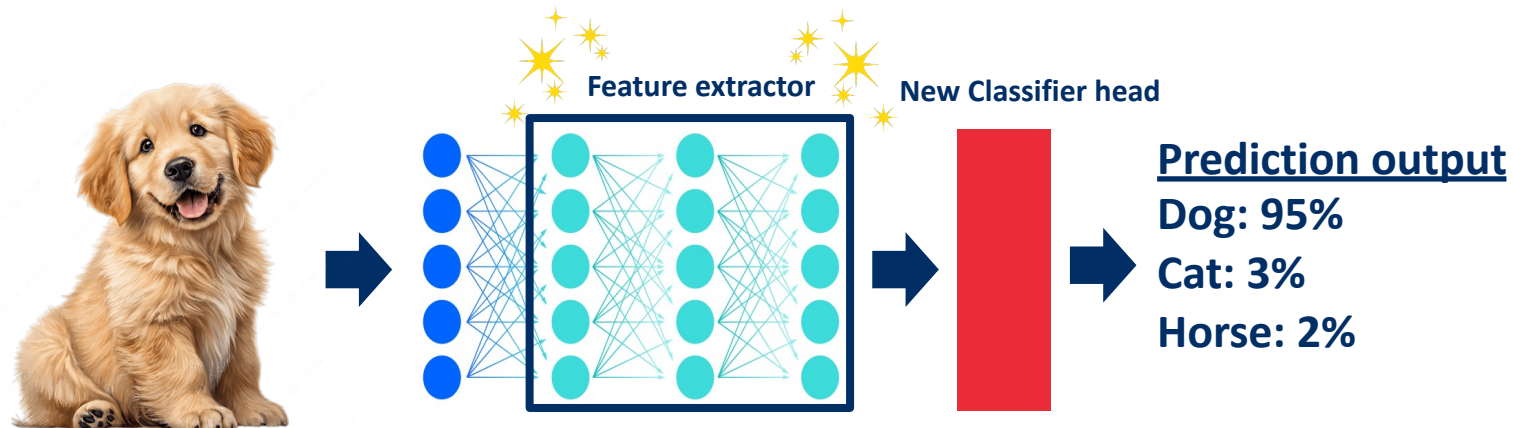
Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Nu sterke feature extractor trainen op ↓ eigen, gelabelde data:



Oplossing 2: Feature extractor hergebruiken

Nu sterke feature extractor trainen op ↓ eigen, gelabelde data:



→ Zelfs met een honderdtal voorbeelden ipv miljoenen kan je zeer goede voorspellingen krijgen!

Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

Transformers (Google, 2017)

Attention Is All You Need

Ashish Vaswani*
Google Brain
avaswani@google.com

Noam Shazeer*
Google Brain
noam@google.com

Niki Parmar*
Google Research
nikip@google.com

Jakob Uszkoreit*
Google Research
usz@google.com

Llion Jones*
Google Research
llion@google.com

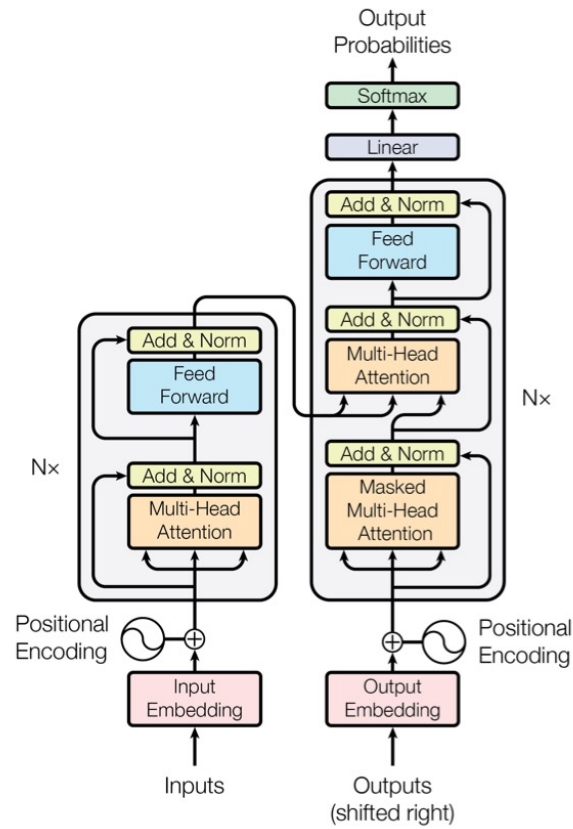
Aidan N. Gomez* †
University of Toronto
aidan@cs.toronto.edu

Lukasz Kaiser*
Google Brain
lukaszkaier@google.com

Illia Polosukhin* ‡
illia.polosukhin@gmail.com

Abstract

The dominant sequence transduction models are based on complex recurrent or convolutional neural networks that include an encoder and a decoder. The best performing models also connect the encoder and decoder through an attention mechanism. We propose a new simple network architecture, the Transformer, based solely on attention mechanisms, dispensing with recurrence and convolutions entirely. Experiments on two machine translation tasks show these models to be superior in quality while being more parallelizable and requiring significantly less time to train. Our model achieves 28.4 BLEU on the WMT 2014 English-to-German translation task, improving over the existing best results, including ensembles, by over 2 BLEU. On the WMT 2014 English-to-French translation task, our model establishes a new single-model state-of-the-art BLEU score of 41.8 after training for 3.5 days on eight GPUs, a small fraction of the training costs of the best models from the literature. We show that the Transformer generalizes well to other tasks by applying it successfully to English constituency parsing both with large and limited training data.



Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

Transformers (Google, 2017)

Attention Is All You Need

Ashish Vaswani*
Google Brain
avaswani@google.com

Noam Shazeer*
Google Brain
noam@google.com

Niki Parmar*
Google Research
nikip@google.com

Jakob Uszkoreit*
Google Research
usz@google.com

Llion Jones*
Google Research
llion@google.com

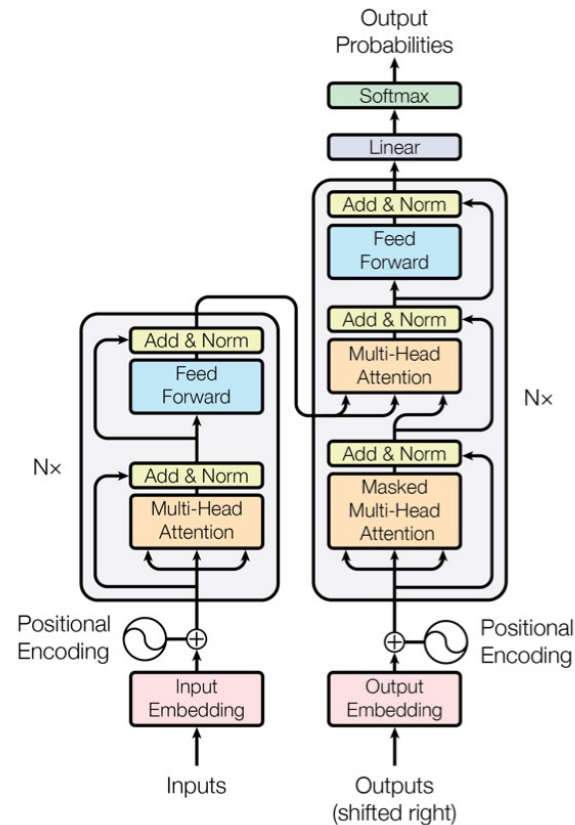
Aidan N. Gomez* †
University of Toronto
aidan@cs.toronto.edu

Lukasz Kaiser*
Google Brain
lukaszkaizer@google.com

Illia Polosukhin* ‡
illia.polosukhin@gmail.com

Abstract

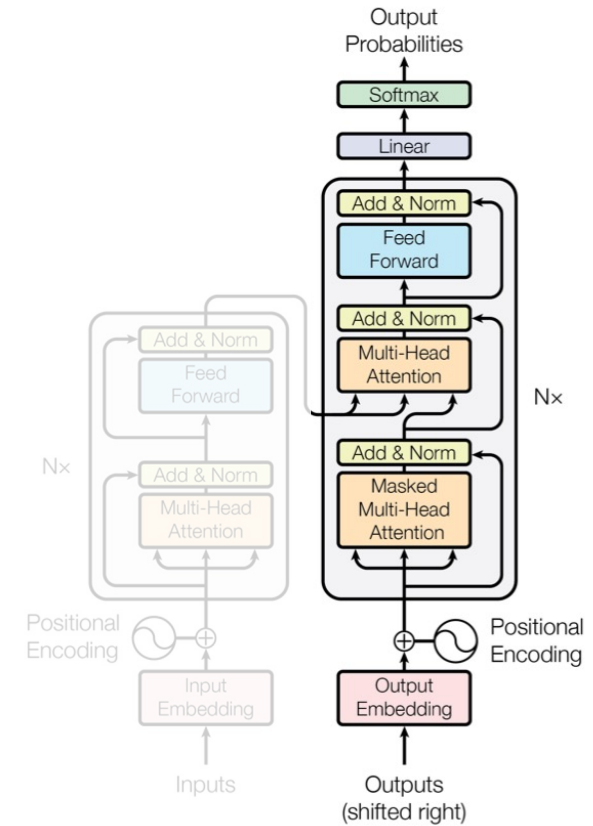
The dominant sequence transduction models are based on complex recurrent or convolutional neural networks that include an encoder and a decoder. The best performing models also connect the encoder and decoder through an attention mechanism. We propose a new simple network architecture, the Transformer, based solely on attention mechanisms, dispensing with recurrence and convolutions entirely. Experiments on two machine translation tasks show these models to be superior in quality while being more parallelizable and requiring significantly less time to train. Our model achieves 28.4 BLEU on the WMT 2014 English-to-German translation task, improving over the existing best results, including ensembles, by over 2 BLEU. On the WMT 2014 English-to-French translation task, our model establishes a new single-model state-of-the-art BLEU score of 41.8 after training for 3.5 days on eight GPUs, a small fraction of the training costs of the best models from the literature. We show that the Transformer generalizes well to other tasks by applying it successfully to English constituency parsing both with large and limited training data.



Origineel als vertaalmodel → Maar heel flexibel om eender wat te leren!

Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

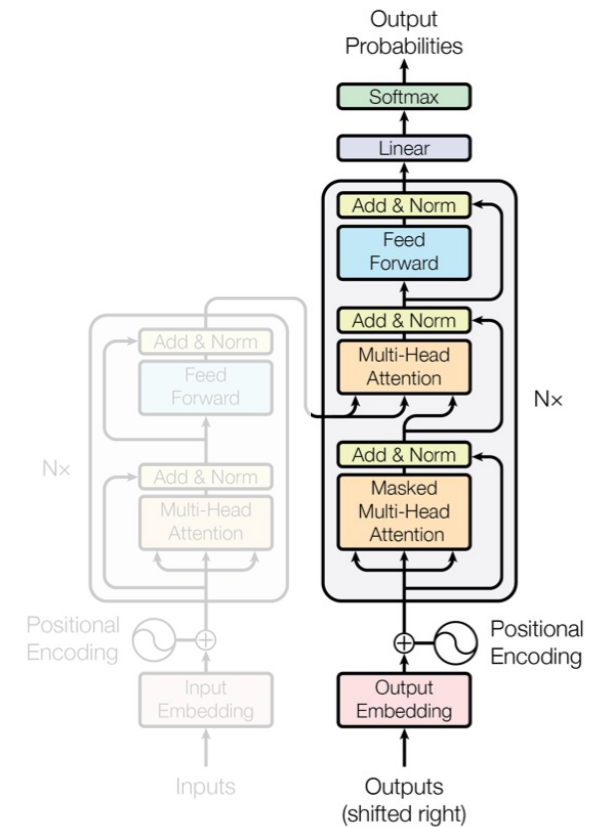


Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token

Bij



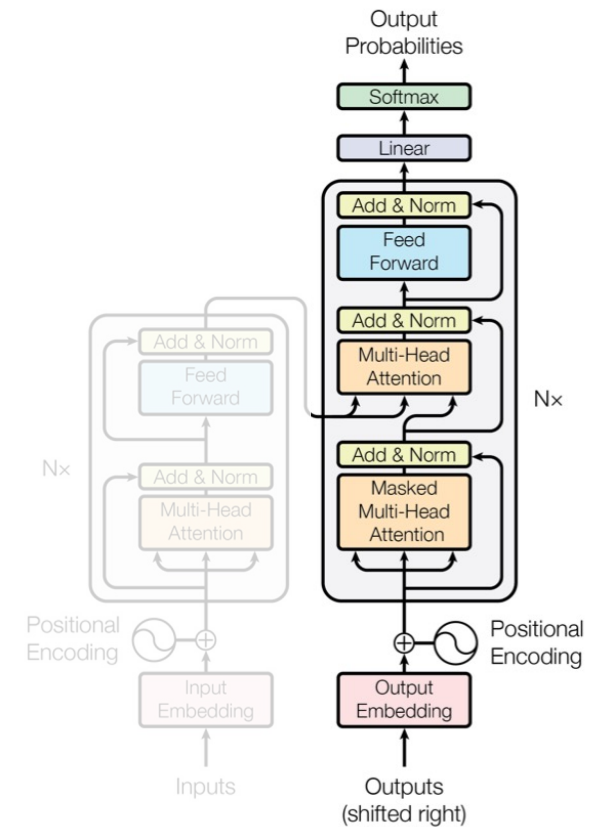
Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token

Bij

Bij hoofd



Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

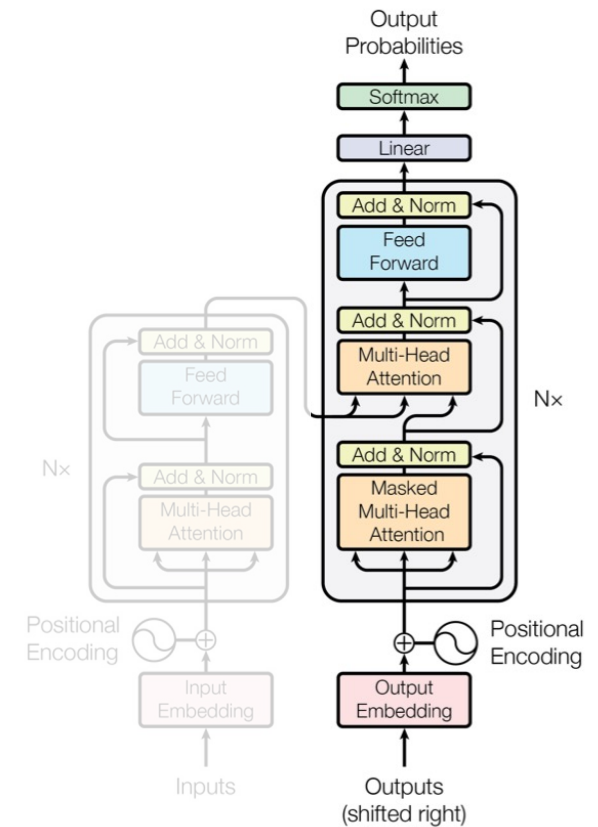
(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token

Bij

Bij hoofd

Bij hoofd pijn



Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

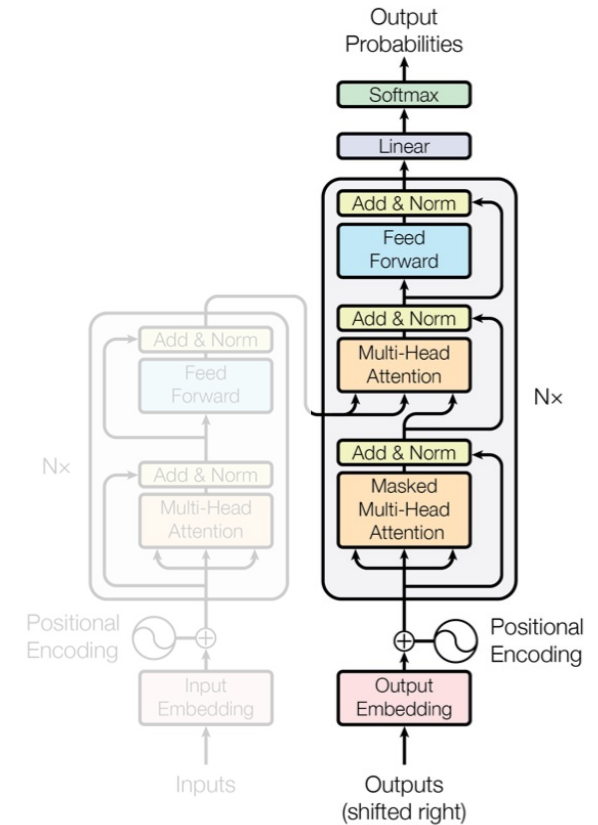
Voorspel het volgende woord/token

Bij

Bij hoofd

Bij hoofd pijn

Bij hoofd pijn neem

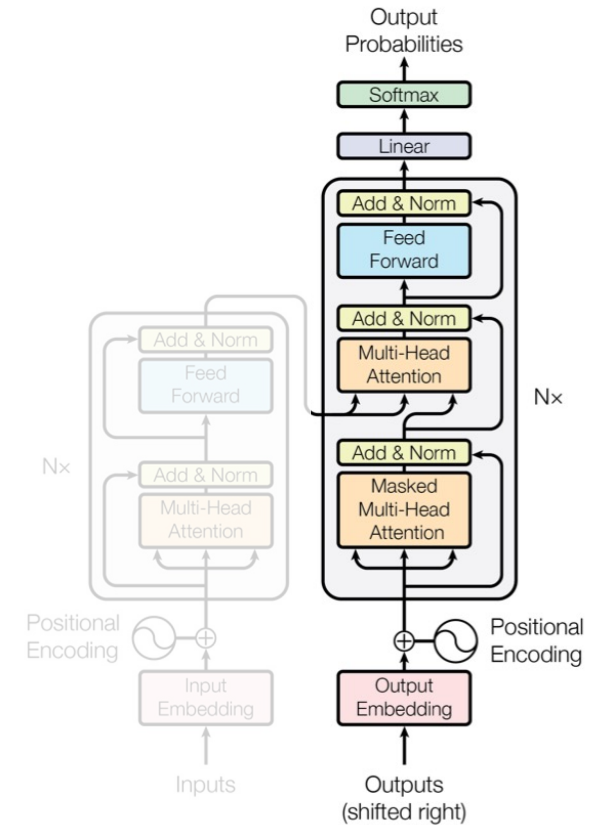


Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token

Bij
Bij hoofd
Bij hoofd pijn
Bij hoofd pijn neem
Bij hoofd pijn neem je

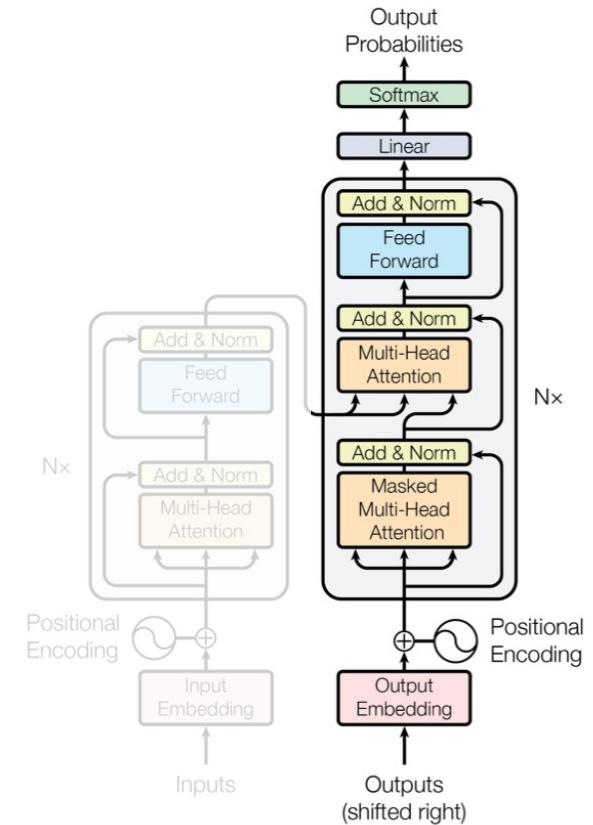


Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token

Bij
Bij hoofd
Bij hoofd pijn
Bij hoofd pijn neem
Bij hoofd pijn neem je
Bij hoofd pijn neem je dafal



Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token

Bij

Bij **hoofd**

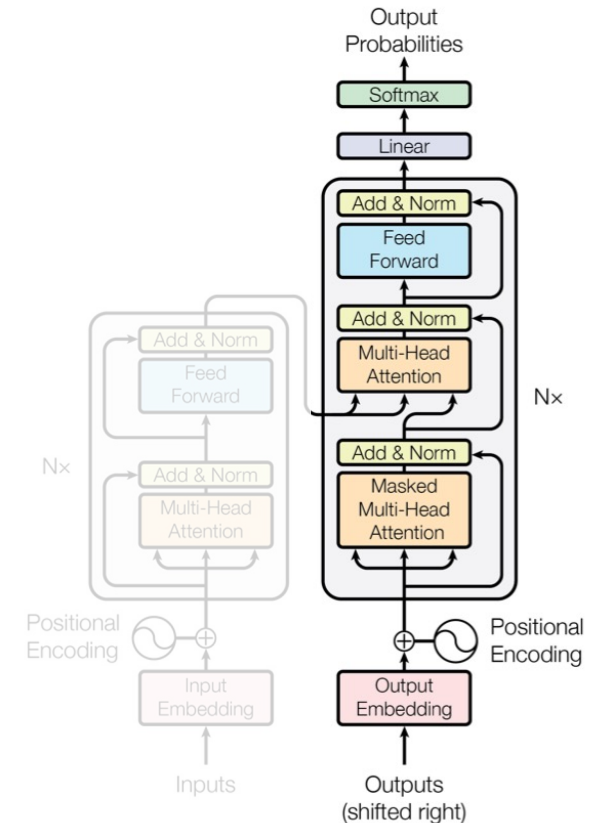
Bij **hoofd** **pijn**

Bij **hoofd** **pijn** **neem**

Bij **hoofd** **pijn** **neem** **je**

Bij **hoofd** **pijn** **neem** **je** **dafal**

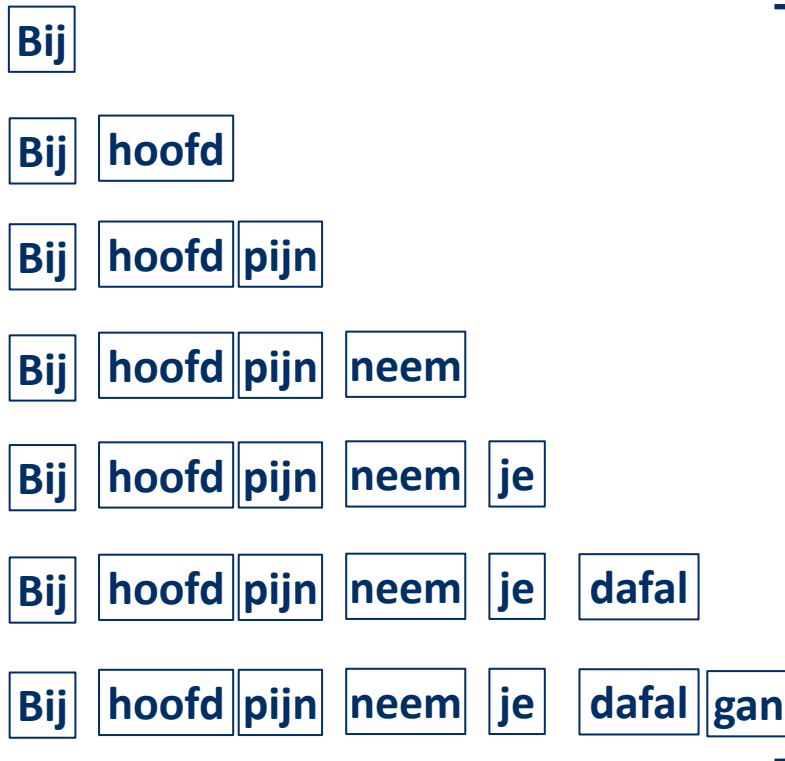
Bij **hoofd** **pijn** **neem** **je** **dafal** **gan**



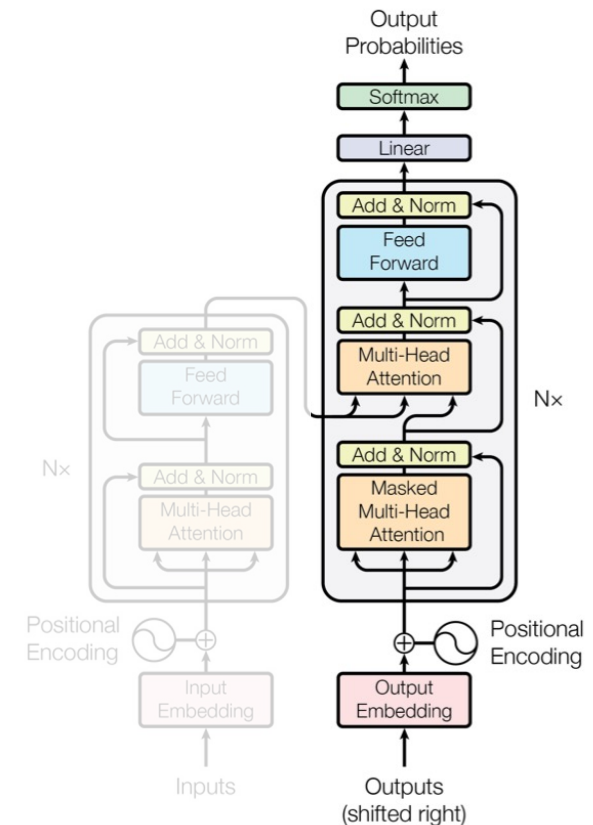
Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

Voorspel het volgende woord/token



- Voor 1 tekst ↑ simpele taken



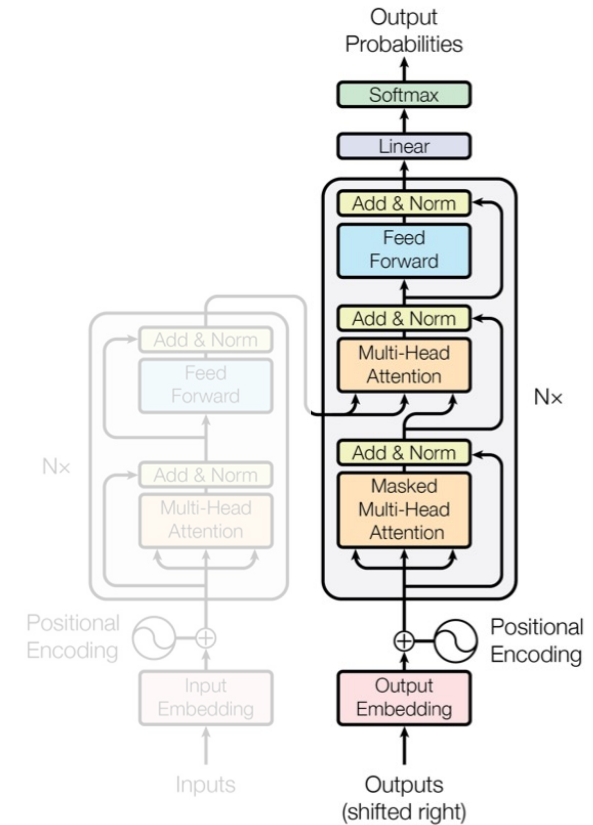
Ondertussen staat tekst AI ook niet stil!

(Chat)-GPT: Generative Pre-trained Transformer

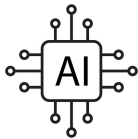
Voorspel het volgende woord/token

Bij
Bij hoofd
Bij hoofd pijn
Bij hoofd pijn neem
Bij hoofd pijn neem je
Bij hoofd pijn neem je dafal
Bij hoofd pijn neem je dafal gan

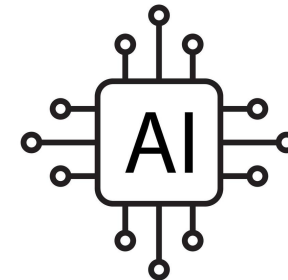
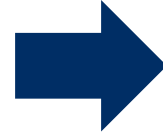
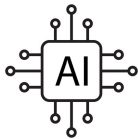
- Voor 1 tekst ↑ simpele taken
- Makkelijk schaalbaar op GPUs



”Je bouwt geen AI, je laat het groeien”



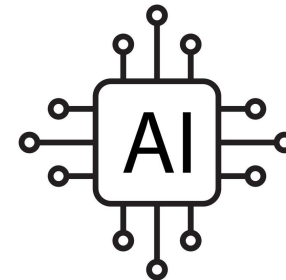
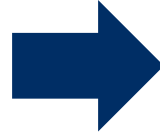
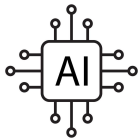
”Je bouwt geen AI, je laat het groeien”



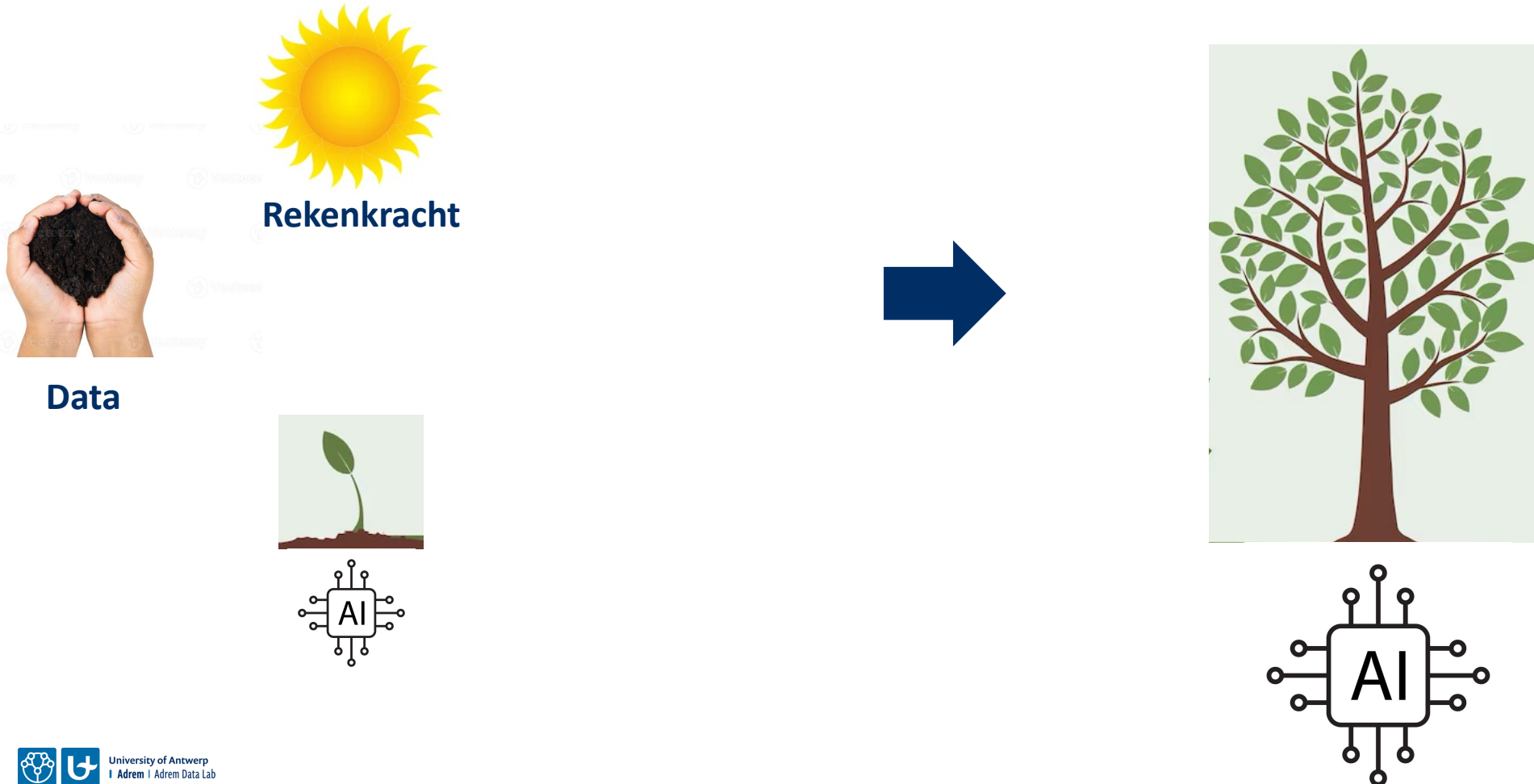
“Je bouwt geen AI, je laat het groeien”



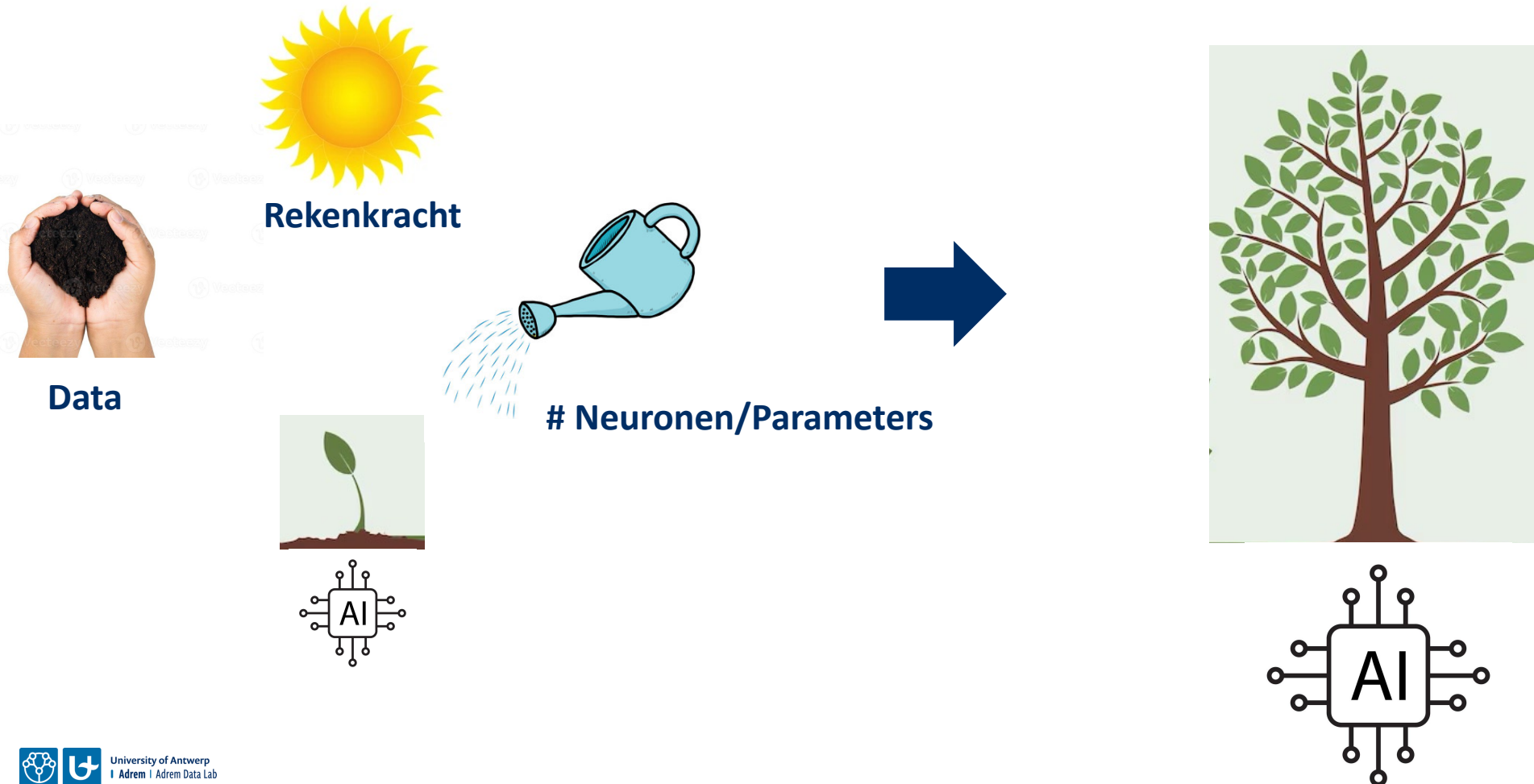
Data



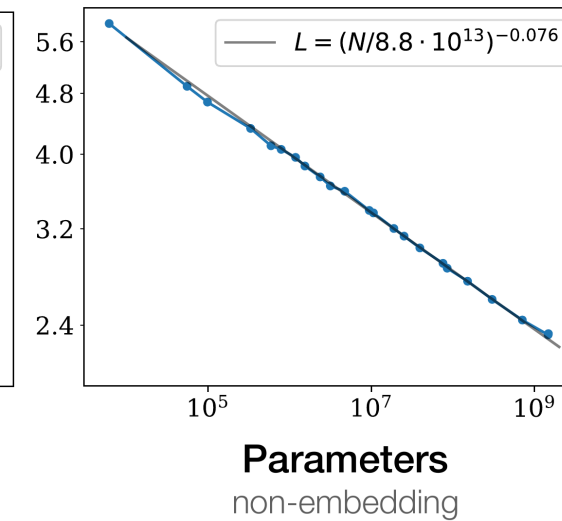
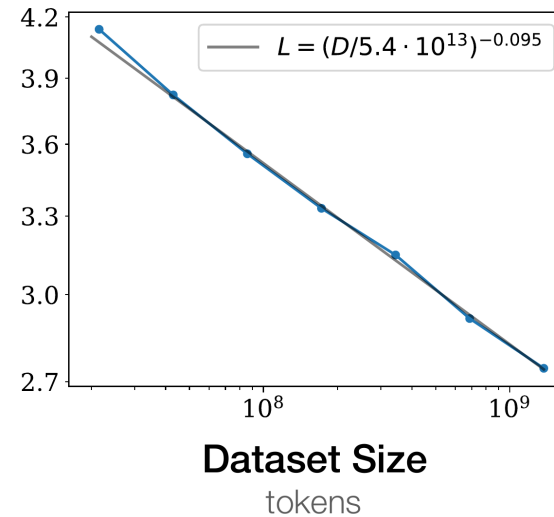
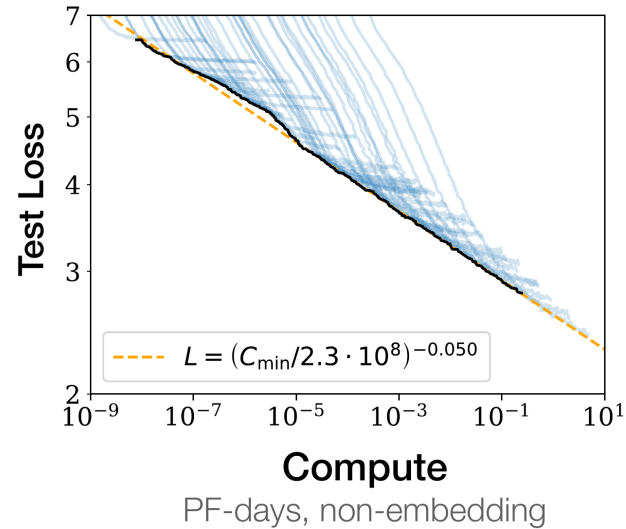
“Je bouwt geen AI, je laat het groeien”



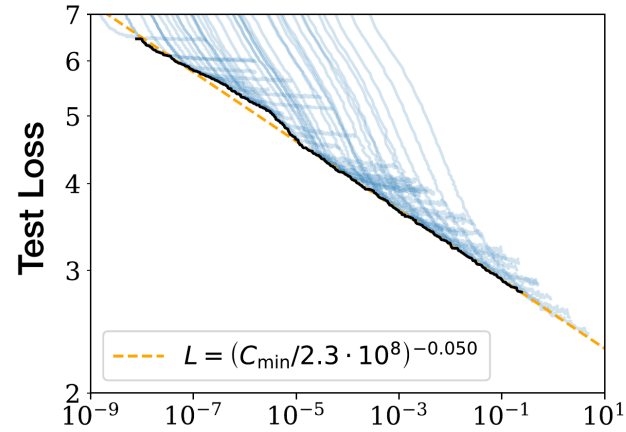
“Je bouwt geen AI, je laat het groeien”



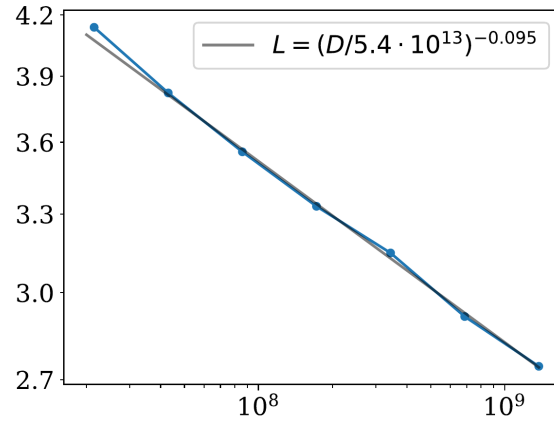
Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie



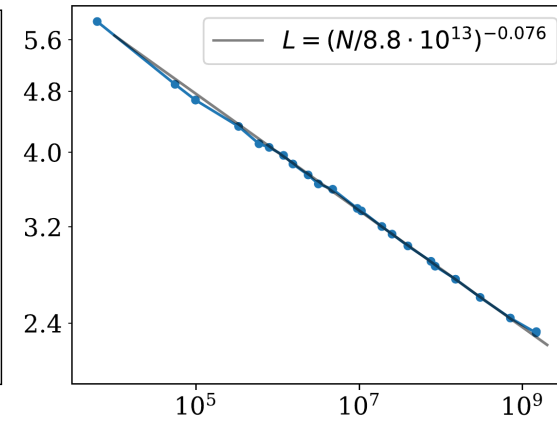
Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie



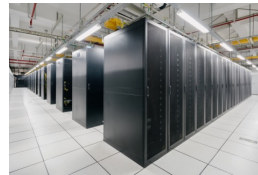
Compute
PF-days, non-embedding



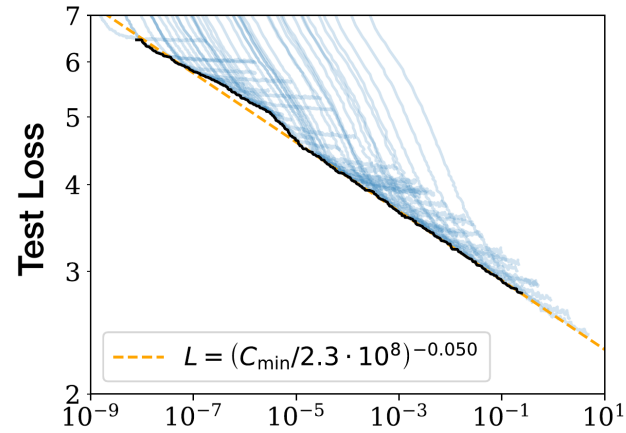
Dataset Size
tokens



Parameters
non-embedding

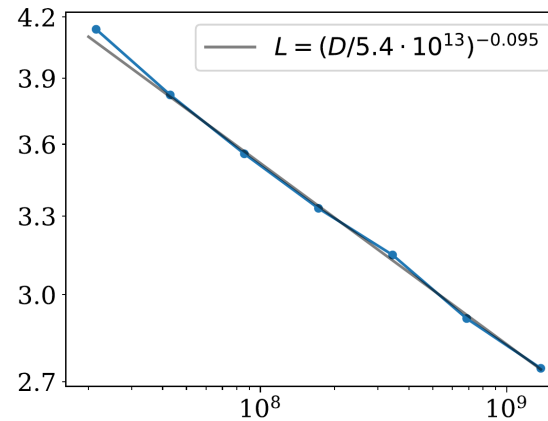


Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie

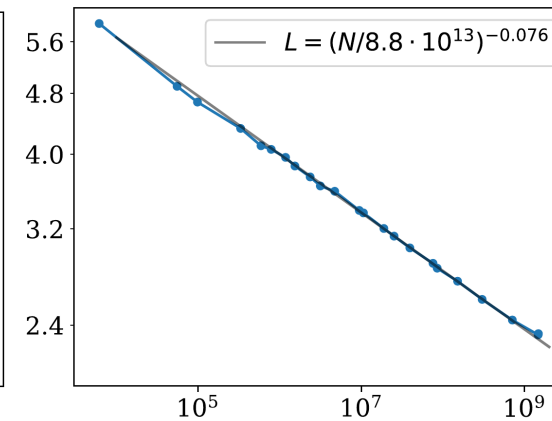


Compute
PF-days, non-embedding

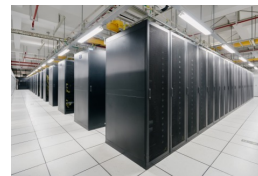
Data



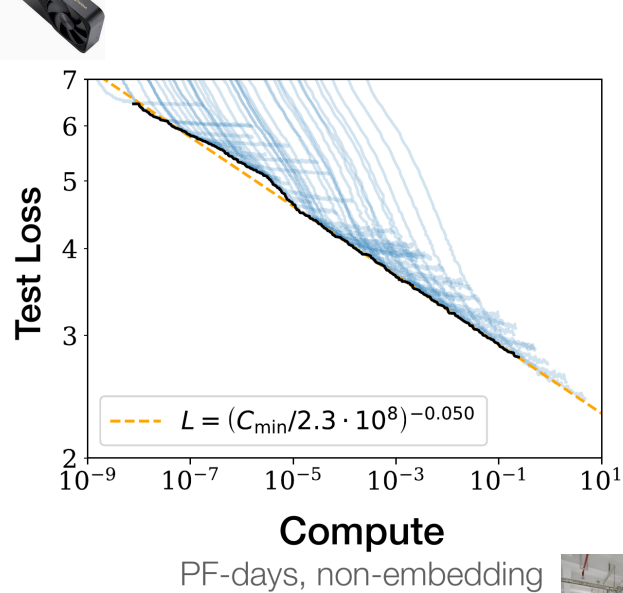
Dataset Size
tokens



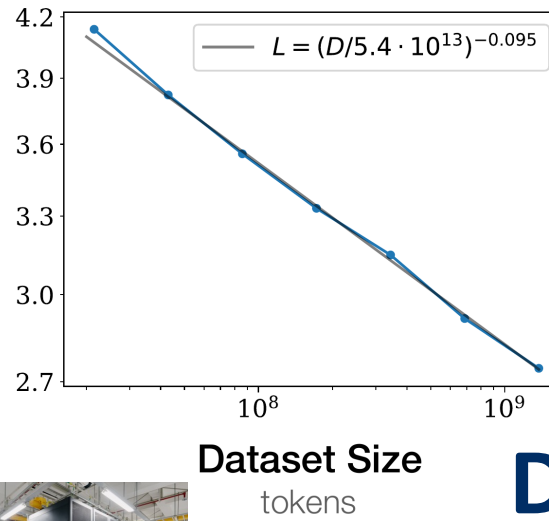
Parameters
non-embedding



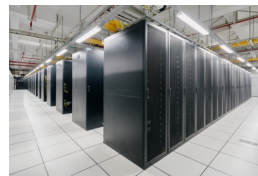
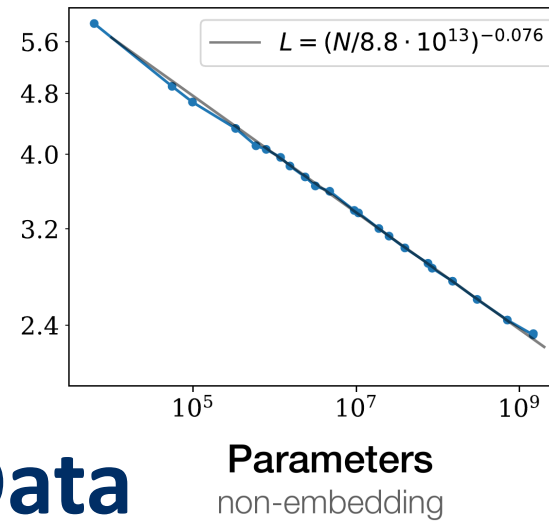
Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie



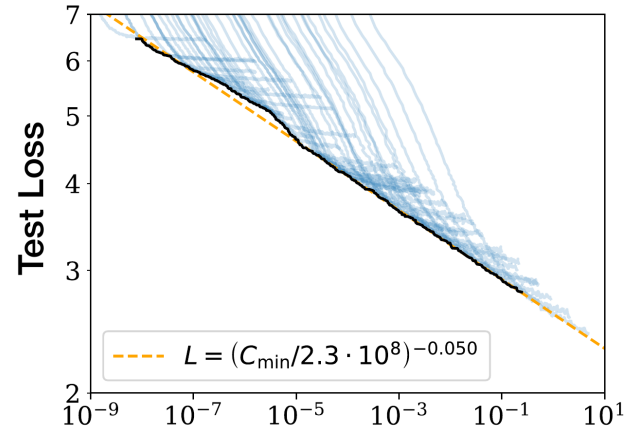
Data



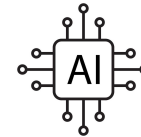
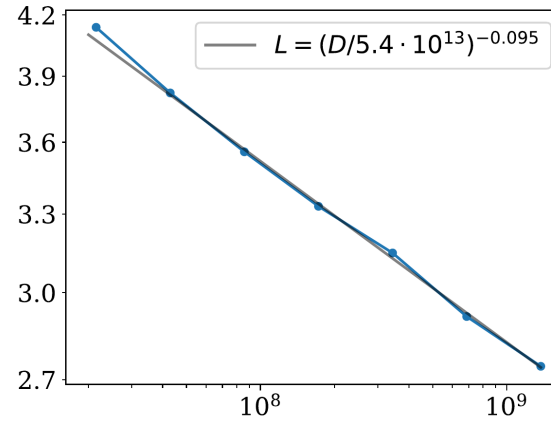
Data



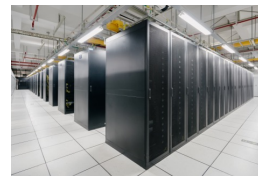
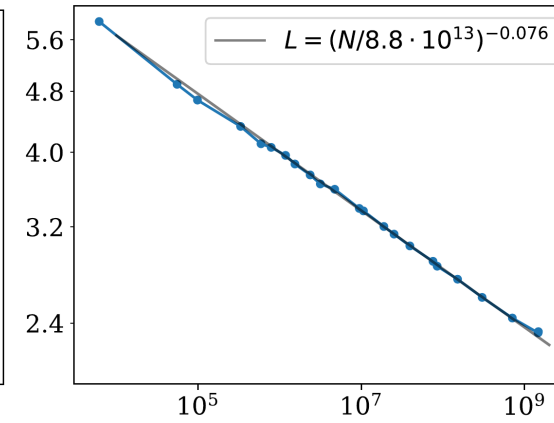
Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie



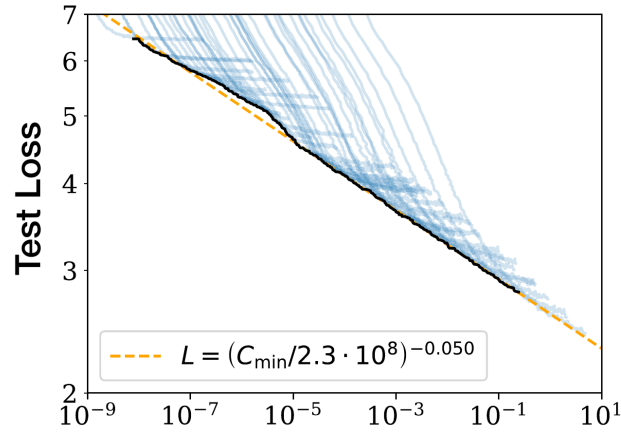
Data



Data

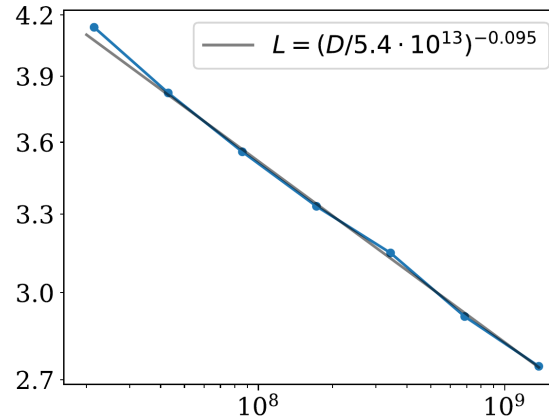


Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie

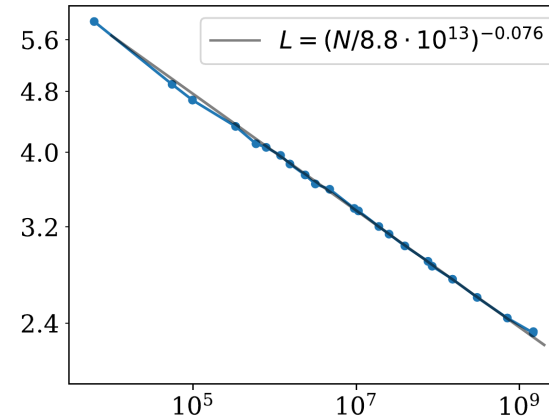
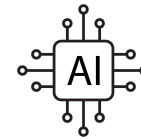


Compute
PF-days, non-embedding

Data

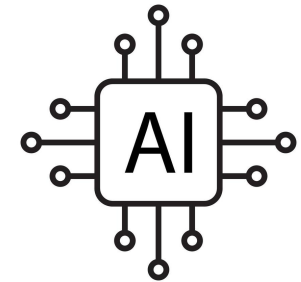
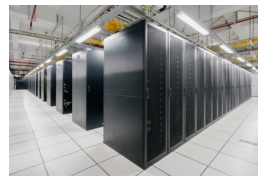


Dataset Size
tokens

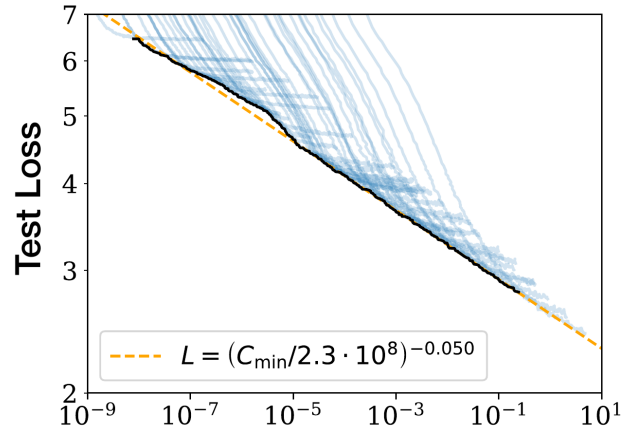


Data

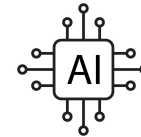
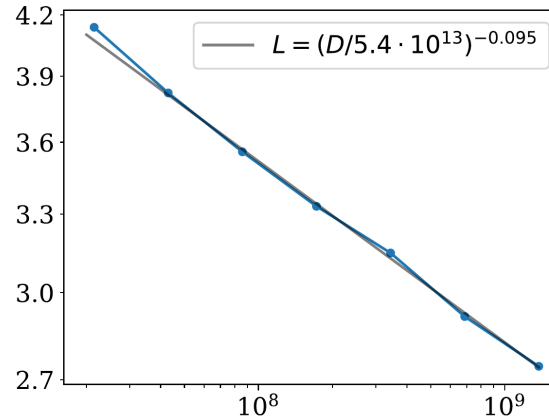
Parameters
non-embedding



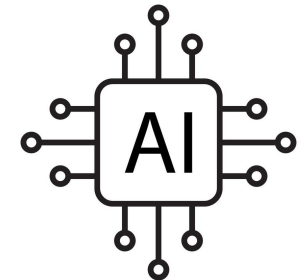
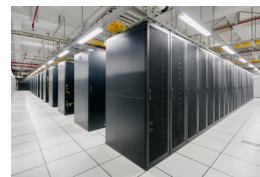
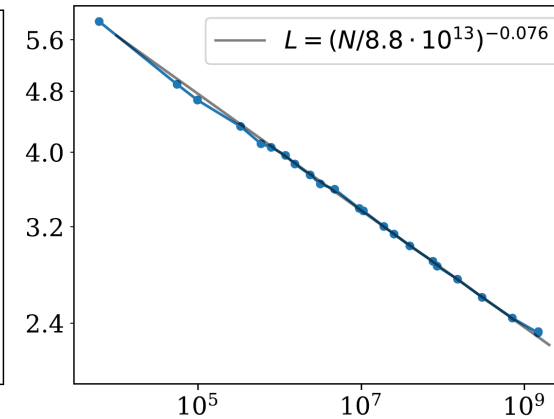
Scaling laws – Voorspelbaarheid performantie



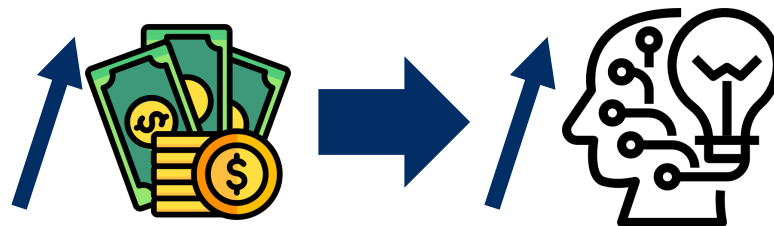
Data



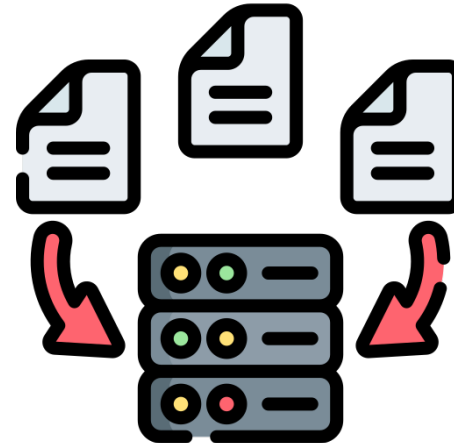
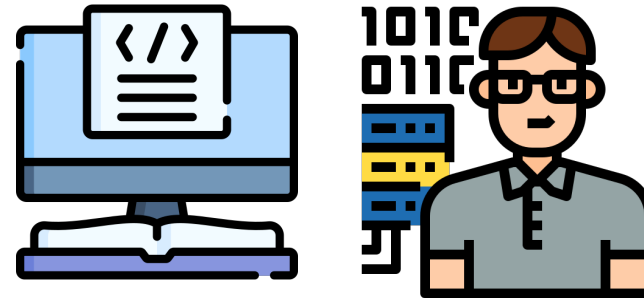
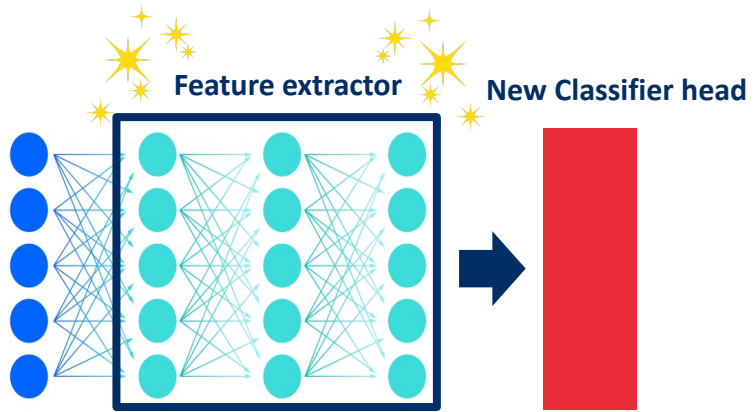
Data



→ Duidelijke relatie:



Probleem 3: Weinig mensen hebben de kennis & data om AI te trainen



Oplossing 3: Geef de taak mee aan het model

Taak:

“Is dit een kat of een hond?”

Input:



AI model

Oplossing 3: Geef de taak mee aan het model

Taak:

“Is dit een kat of een hond?”

Input:



AI model



Output:
“kat”

Oplossing 3: Geef de taak mee aan het model

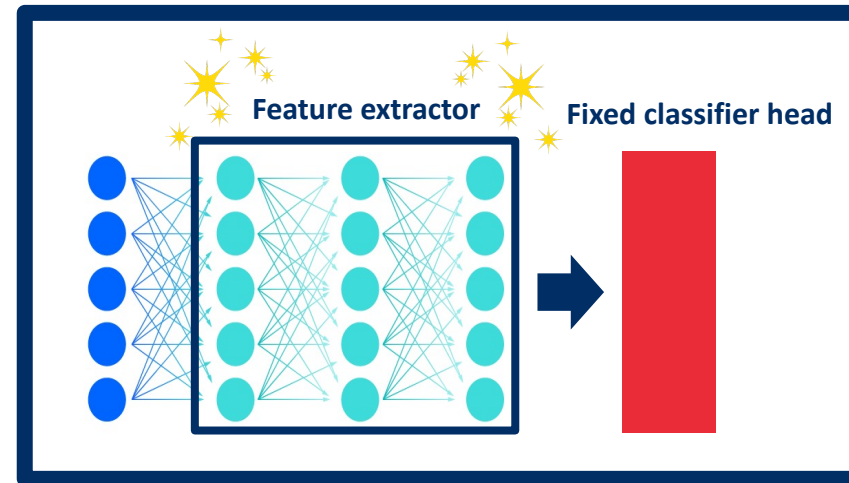
Taak:

“Is dit een kat of een hond?”

Input:



AI model

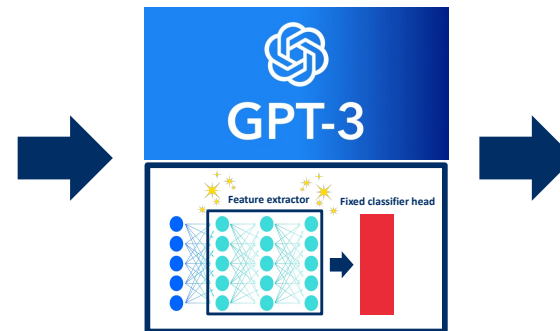


Output:
“kat”

Oplossing 3: De komst van LLMs

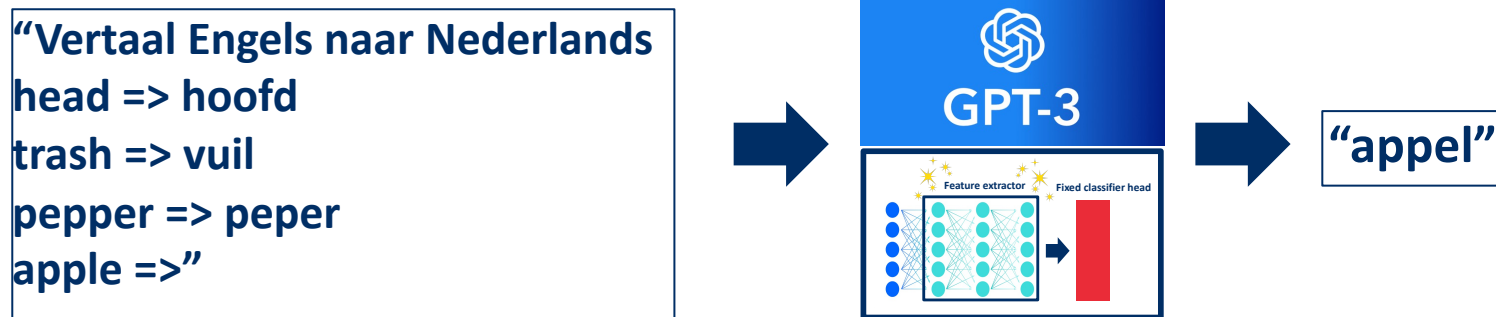
GPT-3: In-context learning (OpenAI, 2020)

“Vertaal Engels naar Nederlands
head => hoofd
trash => vuil
pepper => peper
apple =>”



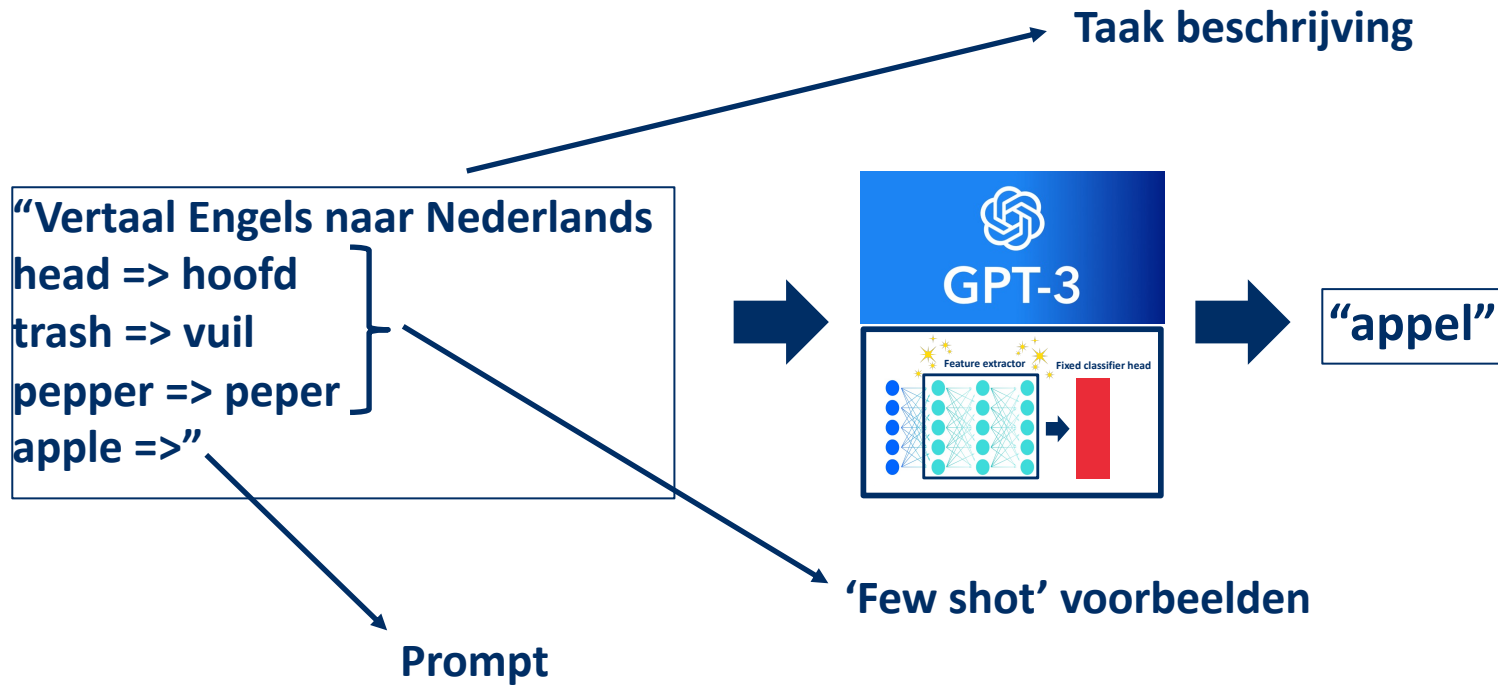
Oplossing 3: De komst van LLMs

GPT-3: In-context learning (OpenAI, 2020)



Oplossing 3: De komst van LLMs

GPT-3: In-context learning (OpenAI, 2020)



Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)

```
{  
  "role": "system",  
  "content": "You are an educational assistant. Explain  
concepts clearly, step by step, using simple language and  
examples. Adapt the explanation to the learner's level."  
},  
{  
  "role": "user",  
  "content": "Can you explain how photosynthesis works?"  
},
```



ChatGPT 3.5



Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)

```
{  
  "role": "system",  
  "content": "You are an educational assistant. Explain  
concepts clearly, step by step, using simple language and  
examples. Adapt the explanation to the learner's level."  
},  
{  
  "role": "user",  
  "content": "Can you explain how photosynthesis works?"  
},
```



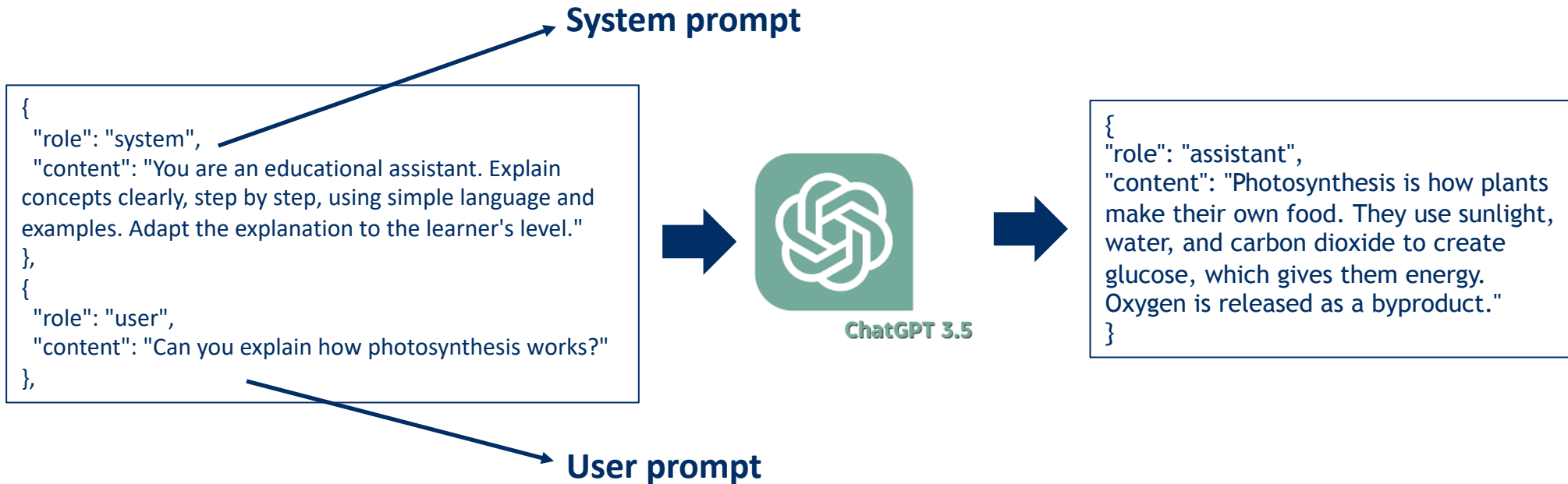
ChatGPT 3.5



```
{  
  "role": "assistant",  
  "content": "Photosynthesis is how plants  
make their own food. They use sunlight,  
water, and carbon dioxide to create  
glucose, which gives them energy.  
Oxygen is released as a byproduct."  
}
```

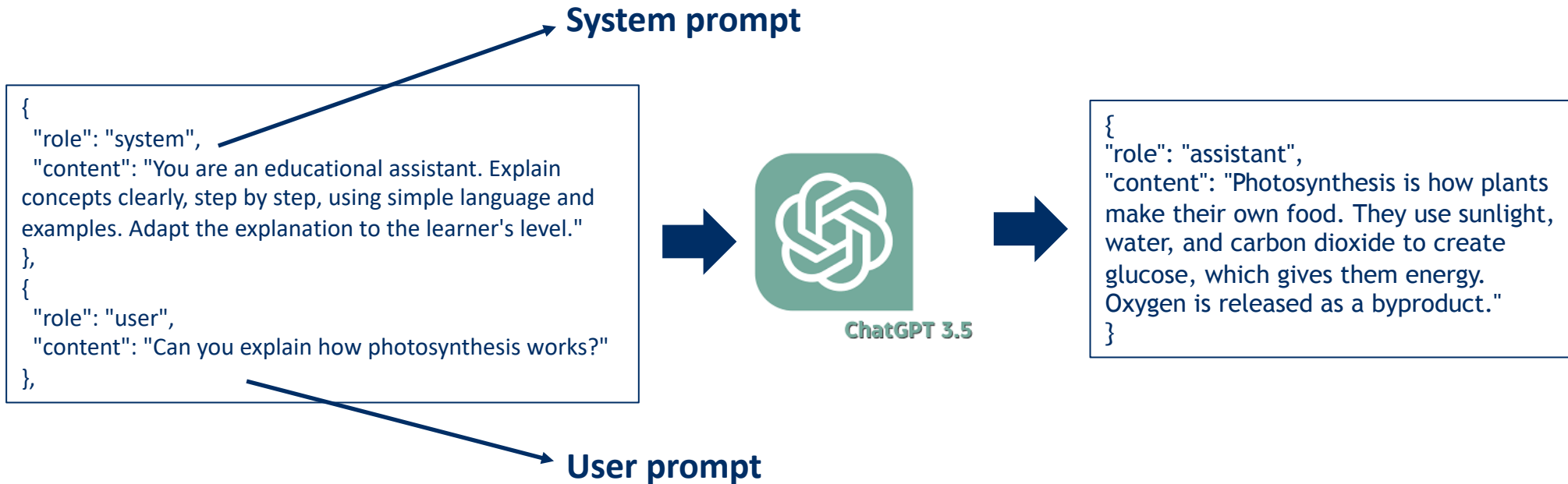
Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)



Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)

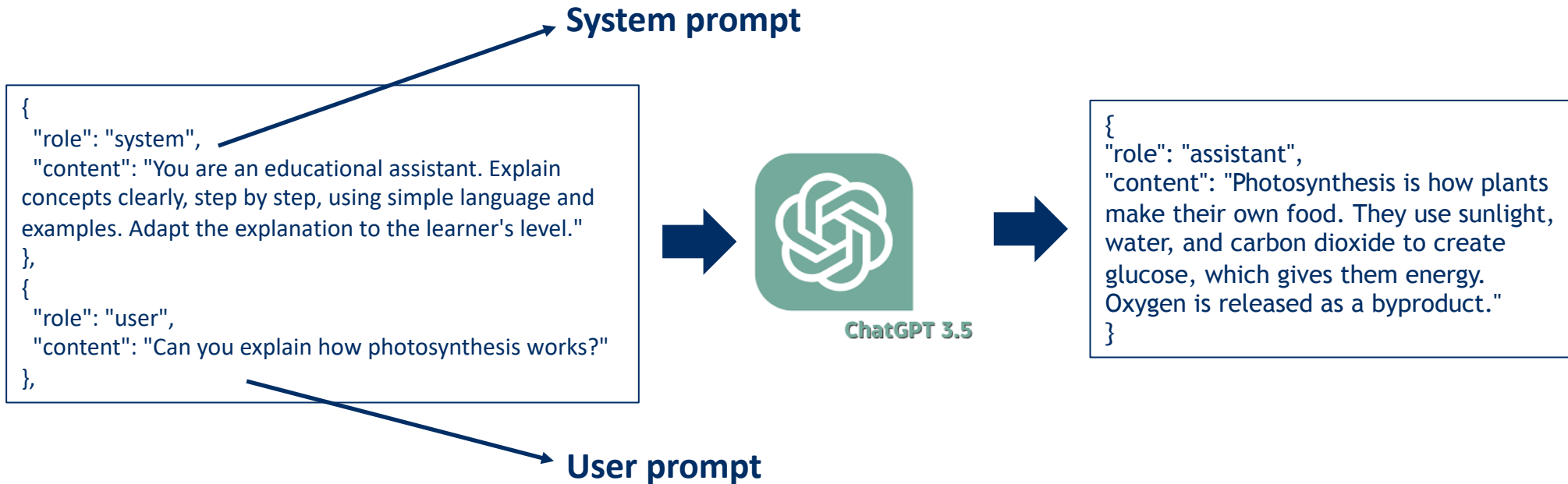


➔ **Instruction tuning: Het pre-trained model (internet data) werd getraind tekst te genereren volgens dit template + leert nuttig te antwoorden**

➔ **Hoe werd die getraind?**

Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)



➔ **Instruction tuning: Het pre-trained model (internet data) werd getraind tekst te genereren volgens dit template + leert nuttig te antwoorden**

➔ **Hoe werd die getraind?**

Antwoord: Duizenden handgeschreven modeloplossingen hoe de LLM zou moeten antwoorden


Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)


Naast instruction tuning ook RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback)

Pick the best answer to improve the model ×


The conversation will continue with the answer you choose.

 Who was the first person to land on the moon?

Original Answer

 The first person to set foot on the moon was Neil Armstrong, an American astronaut. He made history on July 20, 1969, during NASA's Apollo 11 mission, when he descended from the lunar module and took his famous steps onto the lunar surface. His iconic words as he stepped onto the moon were, "That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind." Armstrong was followed by Buzz Aldrin, another astronaut from the same mission, making him the second person to walk on the moon.

New Answer

 The first person to set foot on the moon was astronaut Neil Armstrong. He was a member of the Apollo 11 mission, which was NASA's historic lunar landing mission. On July 20, 1969, Neil Armstrong and Buzz Aldrin became the first and second humans to walk on the moon while their colleague Michael Collins orbited above in the command module. Neil Armstrong's famous words as he stepped onto the lunar surface were, "That's one small step for man, one giant leap for mankind."

Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)

Naast instruction tuning ook RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback)

Pick the best answer to improve the model

The conversation will continue with the answer you choose.

Who was the first person to land on the moon?

Original Answer

The first person to set foot on the moon was Neil Armstrong, an American astronaut. He made history on July 20, 1969, during NASA's Apollo 11 mission, when he descended from the lunar module and took his famous steps onto the lunar surface. His iconic words as he stepped onto the moon were, "That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind." Armstrong was followed by Buzz Aldrin, another astronaut from the same mission, making him the second person to walk on the moon.

New Answer

The first person to set foot on the moon was astronaut Neil Armstrong. He was a member of the Apollo 11 mission, which was NASA's historic lunar landing mission. On July 20, 1969, Neil Armstrong and Buzz Aldrin became the first and second humans to walk on the moon while their colleague Michael Collins orbited above in the command module. Neil Armstrong's famous words as he stepped onto the lunar surface were, "That's one small step for man, one giant leap for mankind."

Original answer is better

New answer is better

Neither answer is better

Skip this step

- Model krijgt niet de modeloplossing
- Het probeert gewoon en de mens zegt welke de beste is

Oplossing 3: De komst van LLMs

ChatGPT/GPT-3.5 (OpenAI, 2022)

Naast instruction tuning ook RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback)

Pick the best answer to improve the model

The conversation will continue with the answer you choose.

Who was the first person to land on the moon?

Original Answer

The first person to set foot on the moon was Neil Armstrong, an American astronaut. He made history on July 20, 1969, during NASA's Apollo 11 mission, when he descended from the lunar module and took his famous steps onto the lunar surface. His iconic words as he stepped onto the moon were, "That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind." Armstrong was followed by Buzz Aldrin, another astronaut from the same mission, making him the second person to walk on the moon.

New Answer

The first person to set foot on the moon was astronaut Neil Armstrong. He was a member of the Apollo 11 mission, which was NASA's historic lunar landing mission. On July 20, 1969, Neil Armstrong and Buzz Aldrin became the first and second humans to walk on the moon while their colleague Michael Collins orbited above in the command module. Neil Armstrong's famous words as he stepped onto the lunar surface were, "That's one small step for man, one giant leap for mankind."

Original answer is better

New answer is better

Neither answer is better

Skip this step

- Model krijgt niet de modeloplossing
- Het probeert gewoon en de mens zegt welke de beste is
- Goed voor styling, leesbaarheid, behulpzaamheid, minder hallucinaties, eerlijkheid over onzekerheid etc.

Illustratie: Base LLM models vs instruction tuned

Base model

onnx-community/SmolLM2-135M-ONNX

in-context

FEW-SHOT PROMPT

Task: infer the pattern and continue it.

```
red -> color
cat -> animal
car -> vehicle
Paris -> city
violin ->
```

PROMPT FED TO MODEL

Task: infer the pattern and continue it.

```
red -> color
cat -> animal
car -> vehicle
Paris -> city
violin ->
```

GENERATED TEXT

instrument

The first two are all functions of a single argument, but the third is an operation on a list. The second and third can be combined to

Instruction tuned

onnx-community/SmolLM2-135M-Instruct-ONNX-MHA

chat template

SYSTEM

You are a concise assistant. Answer in one short sentence.

USER

What's the capital city of France?

PROMPT FED TO MODEL

```
<|im_start|>system
You are a concise assistant. Answer
in one short sentence.<|im_end|>
<|im_start|>user
What's the capital city of France?
<|im_end|>
<|im_start|>assistant
```

GENERATED TEXT

The capital city of France is Paris.
<|im_end|>

Probleem 4: Wiskunde & computer gebruik

LLMs zijn slecht in wiskunde

Instruction tuned chat template
onnx-community/SmolLM2-135M-Instruct-ONNX-MHA

SYSTEM
You are a concise assistant. Answer in one short sentence.

USER
What's the sum of 2 and 192?

PROMPT FED TO MODEL
`<|im_start|>system
You are a concise assistant. Answer
in one short sentence.<|im_end|>
<|im_start|>user
What's the sum of 2 and 192?
<|im_end|>
<|im_start|>assistant`

GENERATED TEXT
The sum of 2 and 192 is 360, which is
the product of 2 times 192 divided by
4

Probleem 4: Wiskunde & computer gebruik

LLMs zijn slecht in wiskunde

Instruction tuned chat template
onnx-community/SmolLM2-135M-Instruct-ONNX-MHA

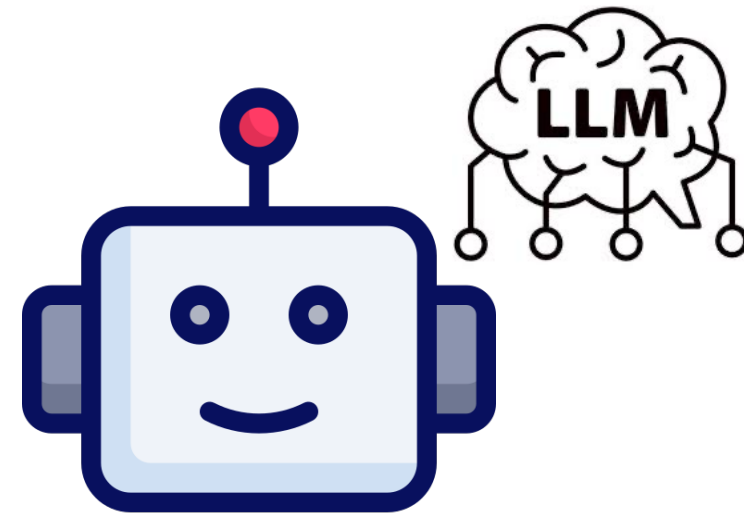
SYSTEM
You are a concise assistant. Answer in one short sentence.

USER
What's the sum of 2 and 192?

PROMPT FED TO MODEL
`<|im_start|>system
You are a concise assistant. Answer
in one short sentence.<|im_end|>
<|im_start|>user
What's the sum of 2 and 192?
<|im_end|>
<|im_start|>assistant`

GENERATED TEXT
The sum of 2 and 192 is 360, which is
the product of 2 times 192 divided by
4

LLMs als het brein van een agent die dingen voor je doet
→ Moet leren computer gebruiken



Oplossing 4: Wiskunde & computer gebruik

Wiskunde

RLVR (Reinforcement Learning with Verifiable Rewards)

Original MATH question:

What is the distance, in units, between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$? Express your answer in simplest radical form.

Qwen2.5-Math-7B Solution (correct):

To find the distance between two points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) in a Cartesian plane, we use the distance formula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Given the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$, we can substitute these values into the formula:

$$d = \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2}$$

Let's break this down step-by-step and compute the result using Python.

```
1 import math
2
3 # Coordinates of the points
4 x1, y1 = 2, -6
5 x2, y2 = -4, 3
6
7 # Calculate the differences
8 dx = x2 - x1
9 dy = y2 - y1
10
11 # Calculate the distance using the distance formula
12 distance = math.sqrt(dx**2 + dy**2)
13 print(distance)
```

output: 10.816653826391969

The distance between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$ is approximately 10.82 units. To express the answer in simplest radical form, we need to check if this value can be simplified.

The distance formula calculation is:

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2} = \sqrt{(-6)^2 + (9)^2} \\ &= \sqrt{36 + 81} = \sqrt{117} = \sqrt{9 \cdot 13} = 3\sqrt{13} \end{aligned}$$

So, the exact distance in simplest radical form is $3\sqrt{13}$.

Thus, the final answer is:

$3\sqrt{13}$

Oplossing 4: Wiskunde & computer gebruik

Wiskunde

RLVR (Reinforcement Learning with Verifiable Rewards)

Original MATH question:

What is the distance, in units, between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$? Express your answer in simplest radical form.

Qwen2.5-Math-7B Solution (correct):

To find the distance between two points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) in a Cartesian plane, we use the distance formula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Given the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$, we can substitute these values into the formula:

$$d = \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2}$$

Let's break this down step-by-step and compute the result using Python.

```
1 import math
2
3 # Coordinates of the points
4 x1, y1 = 2, -6
5 x2, y2 = -4, 3
6
7 # Calculate the differences
8 dx = x2 - x1
9 dy = y2 - y1
10
11 # Calculate the distance using the distance formula
12 distance = math.sqrt(dx**2 + dy**2)
13 print(distance)
```

output: 10.816653826391969

The distance between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$ is approximately 10.82 units. To express the answer in simplest radical form, we need to check if this value can be simplified.

The distance formula calculation is:

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2} = \sqrt{(-6)^2 + (9)^2} \\ &= \sqrt{36 + 81} = \sqrt{117} = \sqrt{9 \cdot 13} = 3\sqrt{13} \end{aligned}$$

So, the exact distance in simplest radical form is $3\sqrt{13}$.

Thus, the final answer is:

→ krijgt niet de modeloplossing: probeert gewoon en als hij het toevallig juist heeft, wordt dit aangemoedigd in training (\approx operante conditionering)

Oplossing 4: Wiskunde & computer gebruik

Wiskunde

RLVR (Reinforcement Learning with Verifiable Rewards)

Original MATH question:

What is the distance, in units, between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$? Express your answer in simplest radical form.

Qwen2.5-Math-7B Solution (correct):

To find the distance between two points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) in a Cartesian plane, we use the distance formula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Given the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$, we can substitute these values into the formula:

$$d = \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2}$$

Let's break this down step-by-step and compute the result using Python.

```
1 import math
2
3 # Coordinates of the points
4 x1, y1 = 2, -6
5 x2, y2 = -4, 3
6
7 # Calculate the differences
8 dx = x2 - x1
9 dy = y2 - y1
10
11 # Calculate the distance using the distance formula
12 distance = math.sqrt(dx**2 + dy**2)
13 print(distance)
```

output: 10.816653826391969

The distance between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$ is approximately 10.82 units. To express the answer in simplest radical form, we need to check if this value can be simplified.

The distance formula calculation is:

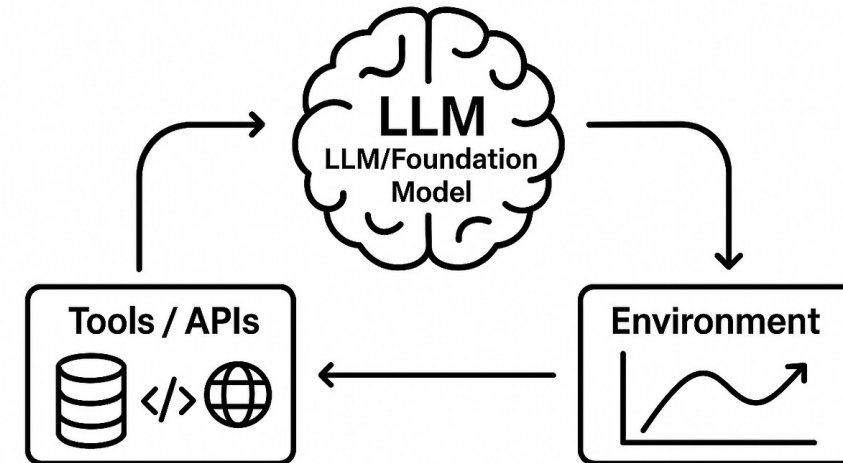
$$\begin{aligned} d &= \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2} = \sqrt{(-6)^2 + (9)^2} \\ &= \sqrt{36 + 81} = \sqrt{117} = \sqrt{9 \cdot 13} = 3\sqrt{13} \end{aligned}$$

So, the exact distance in simplest radical form is $3\sqrt{13}$.

Thus, the final answer is:

$3\sqrt{13}$

Computer gebruik



→ krijgt niet de modeloplossing: probeert gewoon en als hij het toevallig juist heeft, wordt dit aangemoedigd in training (\approx operante conditionering)

Oplossing 4: Wiskunde & computer gebruik

Wiskunde

RLVR (Reinforcement Learning with Verifiable Rewards)

Original MATH question:

What is the distance, in units, between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$? Express your answer in simplest radical form.

Qwen2.5-Math-7B Solution (correct):

To find the distance between two points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) in a Cartesian plane, we use the distance formula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Given the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$, we can substitute these values into the formula:

$$d = \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2}$$

Let's break this down step-by-step and compute the result using Python.

```
1 import math
2
3 # Coordinates of the points
4 x1, y1 = 2, -6
5 x2, y2 = -4, 3
6
7 # Calculate the differences
8 dx = x2 - x1
9 dy = y2 - y1
10
11 # Calculate the distance using the distance formula
12 distance = math.sqrt(dx**2 + dy**2)
13 print(distance)
```

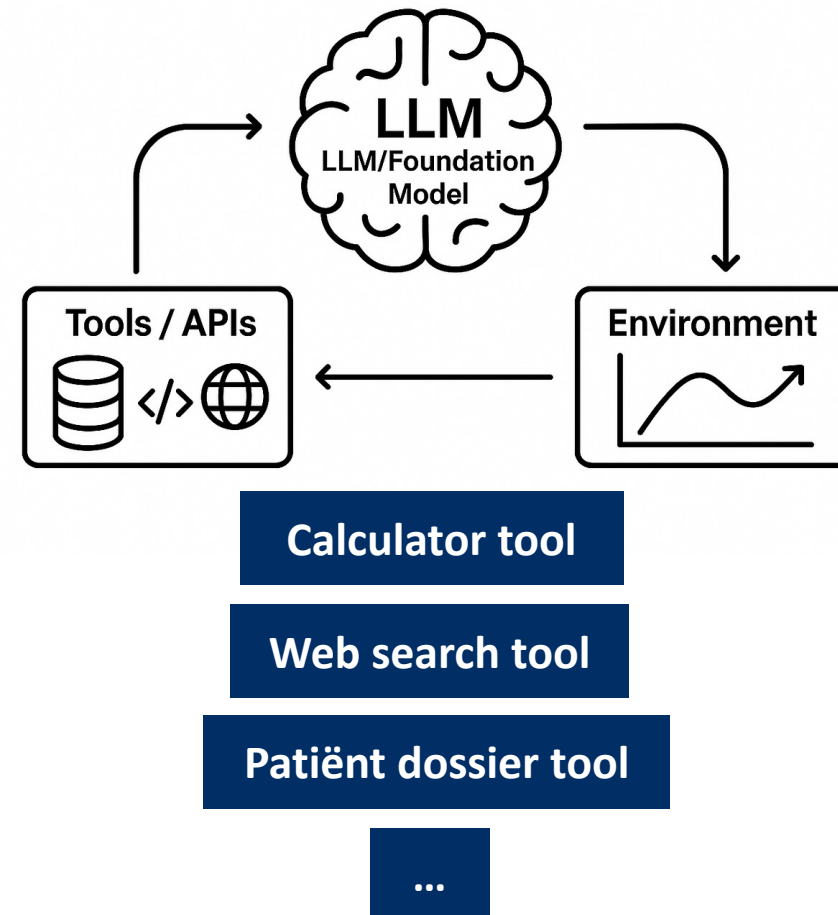
output: 10.816653826391969
The distance between the points $(2, -6)$ and $(-4, 3)$ is approximately 10.82 units.
To express the answer in simplest radical form, we need to check if this value can be simplified.
The distance formula calculation is:

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{((-4) - 2)^2 + (3 - (-6))^2} = \sqrt{(-6)^2 + (9)^2} \\ &= \sqrt{36 + 81} = \sqrt{117} = \sqrt{9 \cdot 13} = 3\sqrt{13} \end{aligned}$$

So, the exact distance in simplest radical form is $3\sqrt{13}$.
Thus, the final answer is:

$3\sqrt{13}$

Computer gebruik



→ krijgt niet de modeloplossing: probeert gewoon en als hij het toevallig juist heeft, wordt dit aangemoedigd in training (\approx operante conditionering)

Illustratie: Gebruiken van tools

No tool access

closed book

The same local model must answer from its weights and the prompt only.

PROMPT FED TO MODEL

92 prompt tokens

```
<|im_start|>system
You are a concise clinical support
assistant. Answer without
calculators, web search, patient
records, or other external tools. If
exact external facts are unavailable,
say what can be inferred from the
prompt. Do not make recommendations
beyond the supplied information.
<|im_end|>
<|im_start|>user
A 72 kg adult patient has a heparin
bolus order at 80 units/kg. What
bolus dose should be prepared?
```

RAW ASSISTANT STREAM

```
The bolus dose for a 72 kg adult patient
with a heparin bolus order at 80
units/kg is typically given by the
manufacturer's instructions. The
specific dose may vary depending on the
patient's age, weight, and any
additional medical considerations. It's
important to consult with a healthcare
provider for accurate and personalized
advice.<|im_end|>
```

Tool-enabled model

agent loop

The model first emits a tool call; local JavaScript executes it and streams a verified answer from the result.

1. PROMPT SENT TO MODEL

290 prompt tokens

```
<|im_start|>system
You are a tool-calling clinical
support assistant. Infer the correct
tool arguments from the user task and
the tool schema. Your next assistant
message must be one raw machine-
readable tool call, not a final
answer. Use the exact function name
and argument names from the provided
schema. Do not use placeholder names.
Do not rename arguments or add
prefixes such as inferred_. Replace
placeholder values with values
inferred from the user task. Write
```

2. RAW MODEL TOOL CALL

```
```json
{
 "tool": "calculator",
 "expression": "72 * 80"
}
```<|im_end|>
```

Nog steeds onopgeloste problemen

- 1) **Taken oplossen waar geen objectief, geautomatiseerde score voor kan berekend worden:** wetenschappelijke onderzoek, beslissingen maken in geneeskunde, etc.
- 2) **Continual learning:** Een AI model kan niet zoals mensen bijleren terwijl die taken uitvoert omdat iemand moet zeggen of het goed werd uitgevoerd of niet. En dat is slecht te automatiseren (zie (1)).
- 3) **Memory:** LLMs hebben maar een beperkte context (werkgeheugen). Hierdoor zal deze niet informatie kunnen onthouden tussen sessies. Dit kan opgelost worden door gesprekken en informatie op te slaan en telkens aan te bieden aan een frisse LLM die opnieuw al de relevante informatie in context weer neemt.

Deel 2: Hoe omgaan met AI in de gezondheidszorg



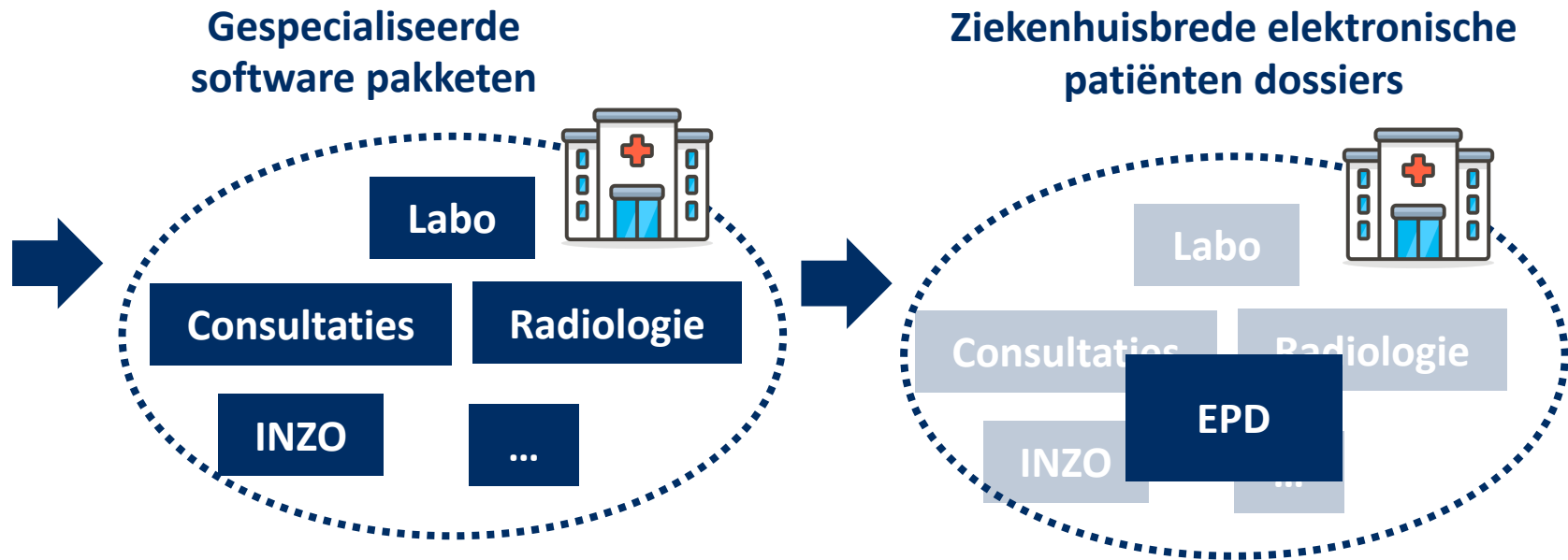
De evolutie van patiëntendossiers



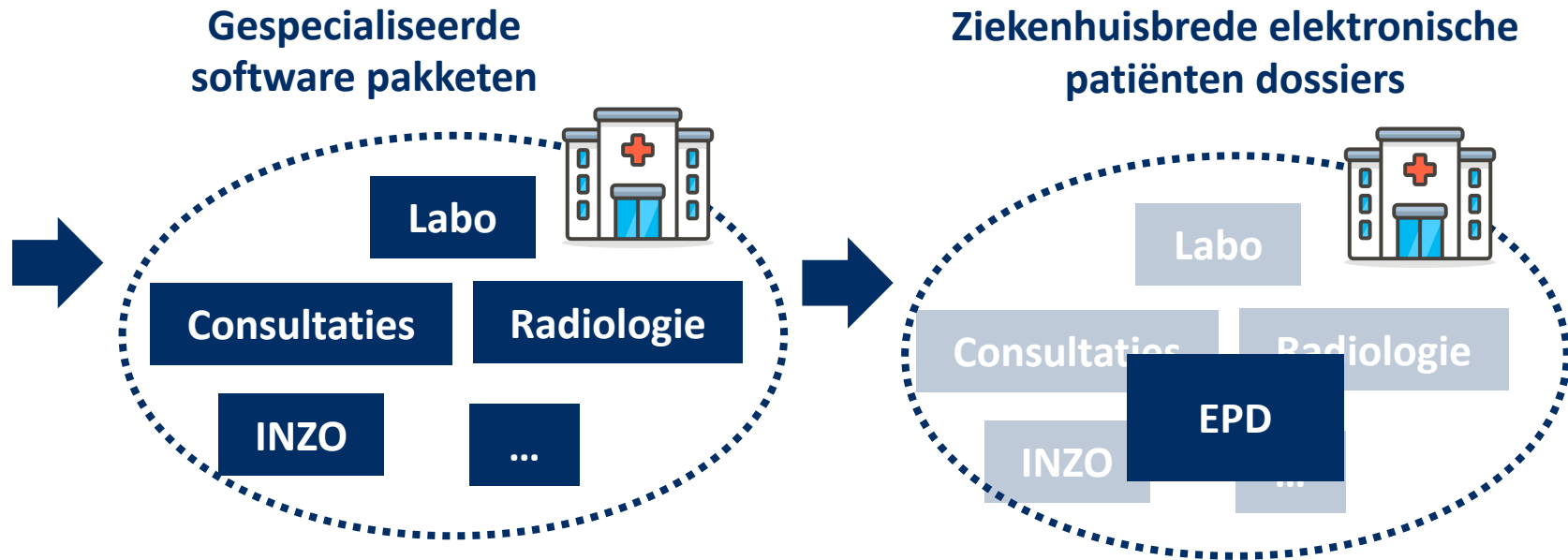
De evolutie van patiëntendossiers



De evolutie van patiëntendossiers

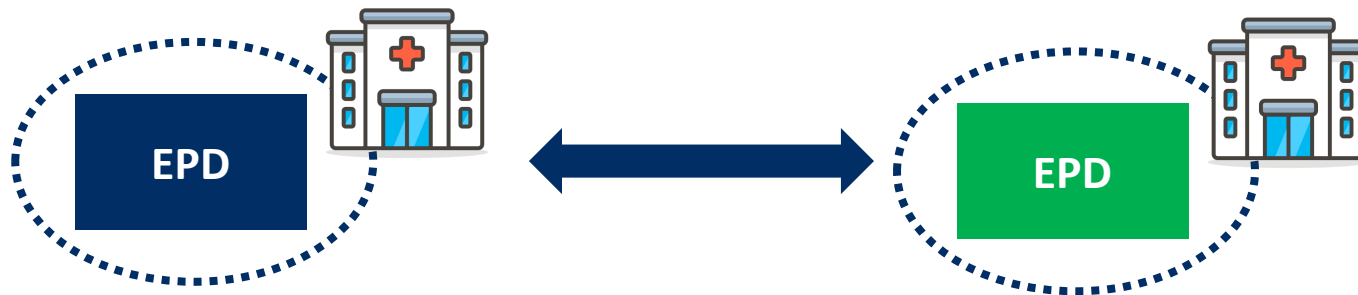


De evolutie van patiëntendossiers



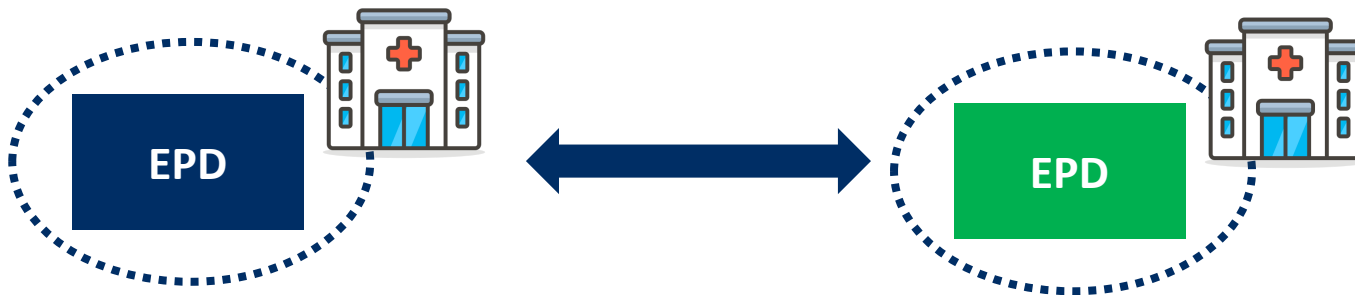
- Doel evolutie: Data beter beschikbaar maken en zo minder administratie met opnieuw te moeten inputten
- MAAR auditcultuur: Alles moet meetbaar, controleerbaar & gedocumenteerd worden
 - Enkel meer administratieve last!

Volgende stap: gegevensdeling buiten zorginstellingen



Volgende stap: gegevensdeling buiten zorginstellingen

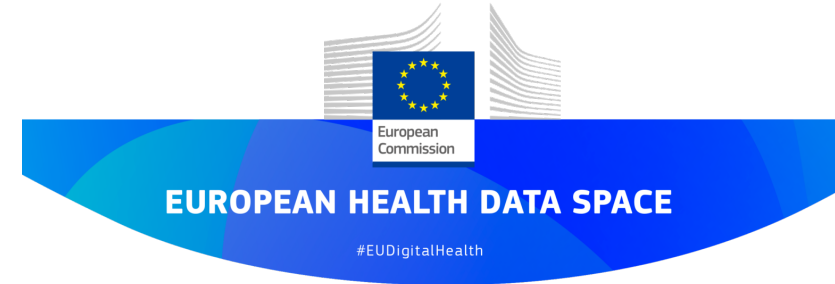
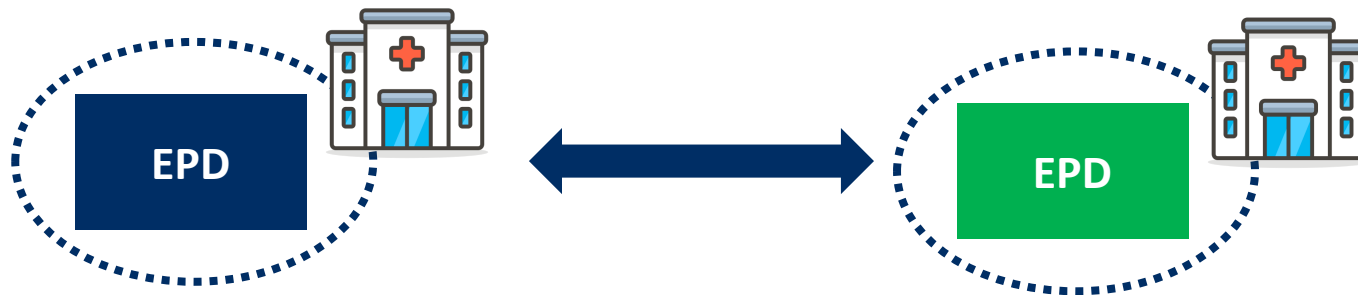
- Praten via een universele 'computer taal':
- Grammatica: FHIR
 - Woordenschat: SNOMED CT



Volgende stap: gegevensdeling buiten zorginstellingen

Praten via een universele 'computer taal':

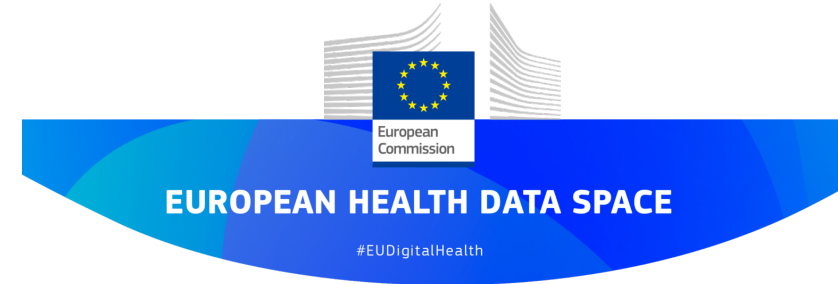
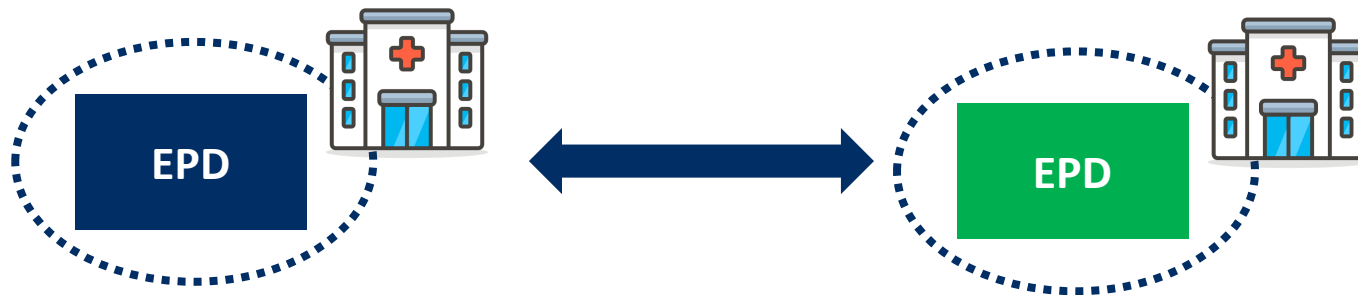
- Grammatica: FHIR
- Woordenschat: SNOMED CT



Volgende stap: gegevensdeling buiten zorginstellingen

Praten via een universele 'computer taal':

- Grammatica: FHIR
- Woordenschat: SNOMED CT

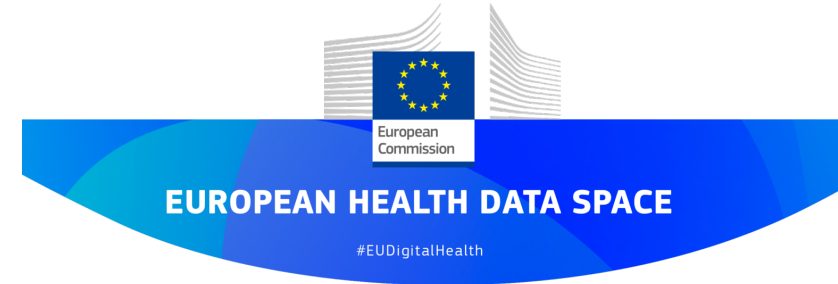
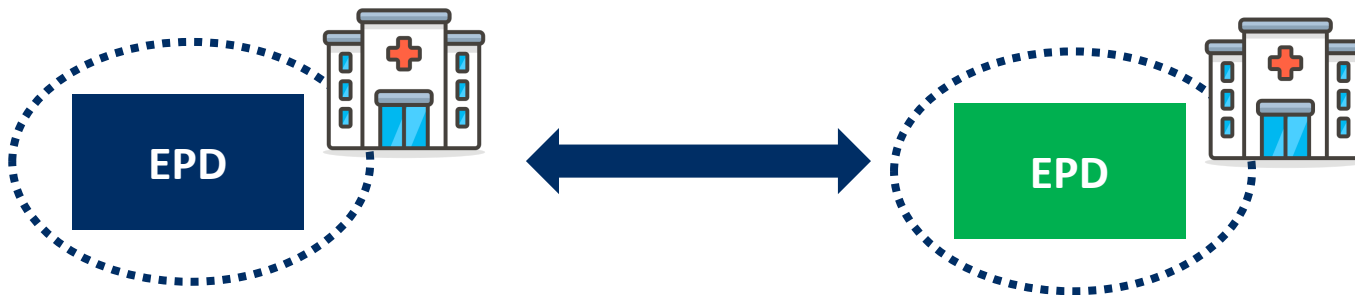


MAAR potentieel nefaste gevolgen voor zorgverleners: **NOG** meer data in vakjes inputten...

Volgende stap: gegevensdeling buiten zorginstellingen

Praten via een universele 'computer taal':

- Grammatica: FHIR
- Woordenschat: SNOMED CT

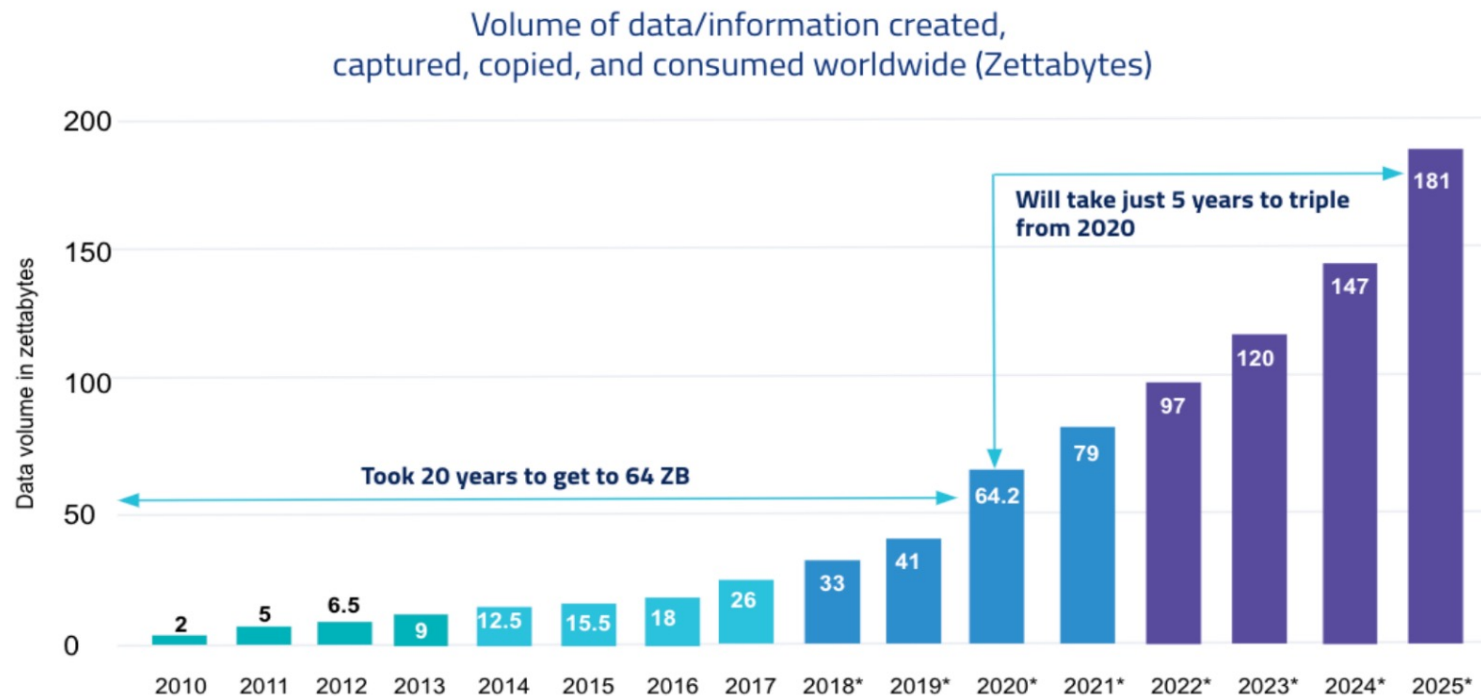


MAAR potentieel nefaste gevolgen voor zorgverleners: **NOG** meer data in vakjes inputten...

Oplossing: AI is goed in repetitieve taken → Outsourcen data imputatie + verwerking aan AI

Data explosie: opportuniteit of bedreiging?

Big Data Grows Ever Bigger

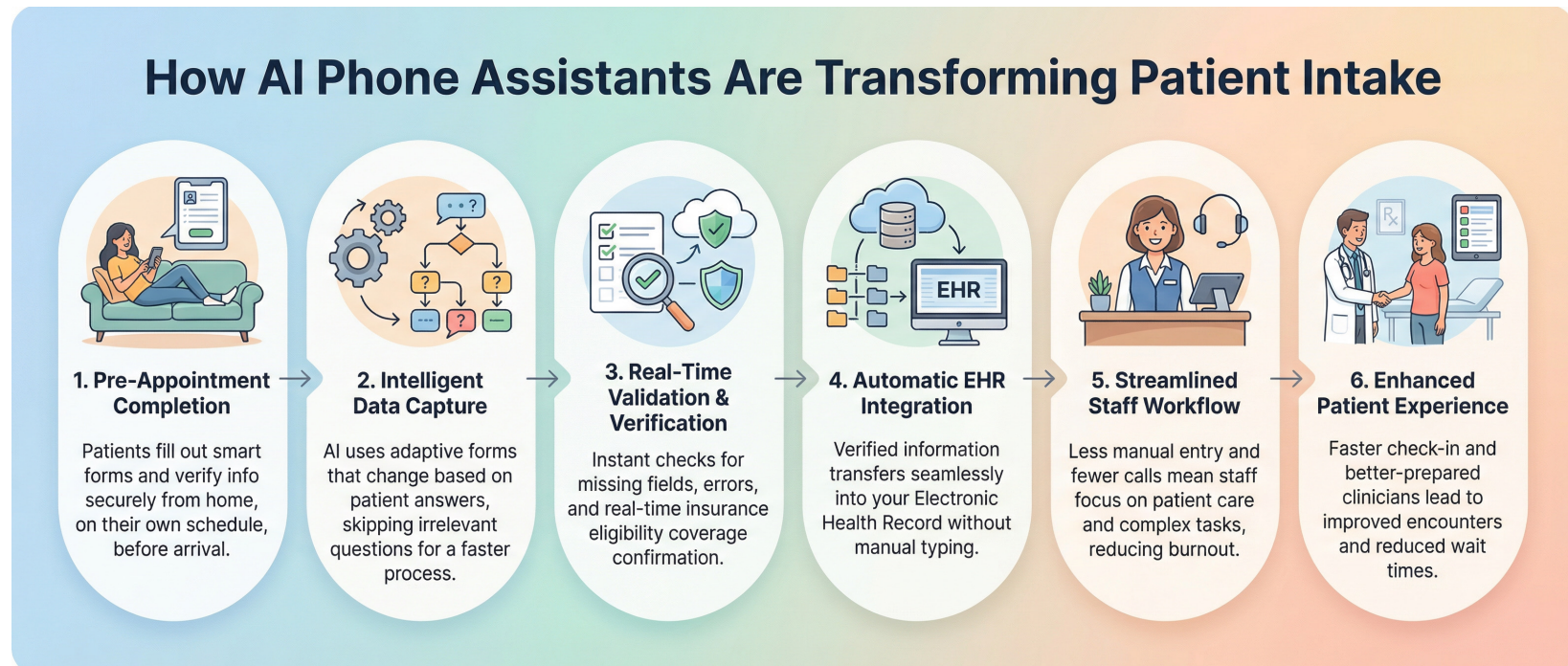
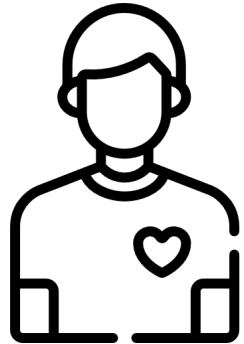


35%
of all data will
be life sciences
+ healthcare by
2025

Toekomstblik: De gezondheidszorg van morgen

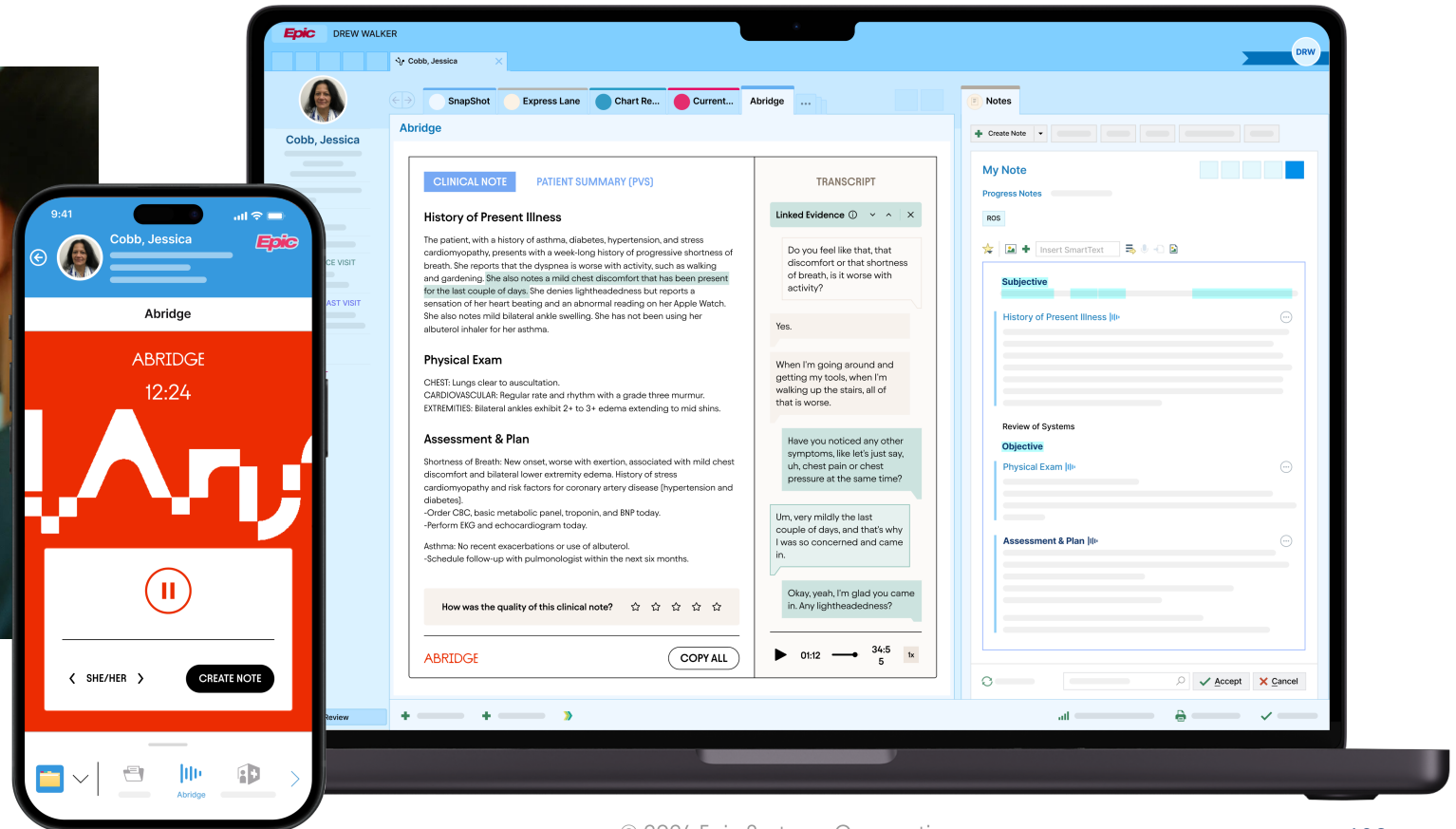
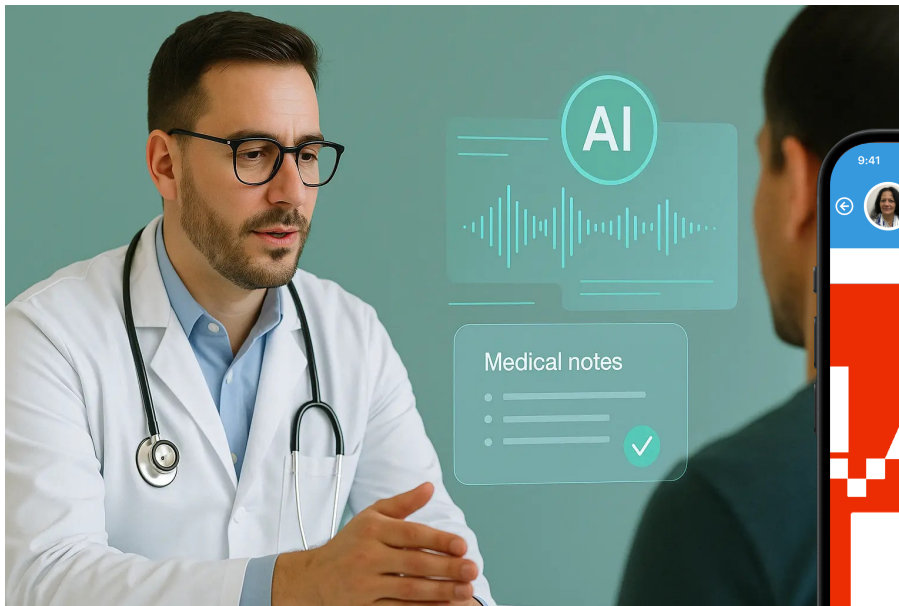
Vóór consultatie: (1) intake door een AI 'stagiair'

→ Arts krijgt intake te zien + (2) samenvatting relevante informatie voor consultatie in EPD (voorgeschiedenis)



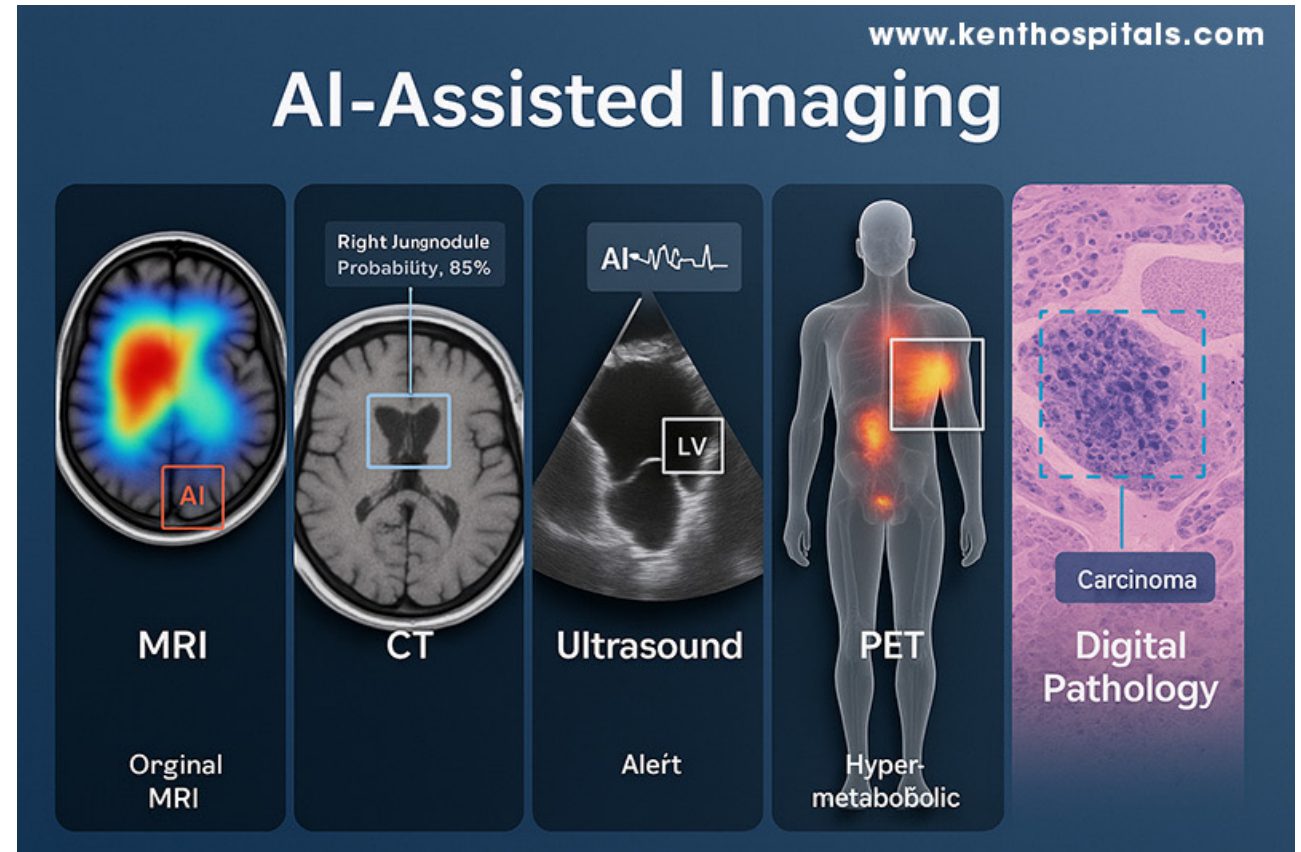
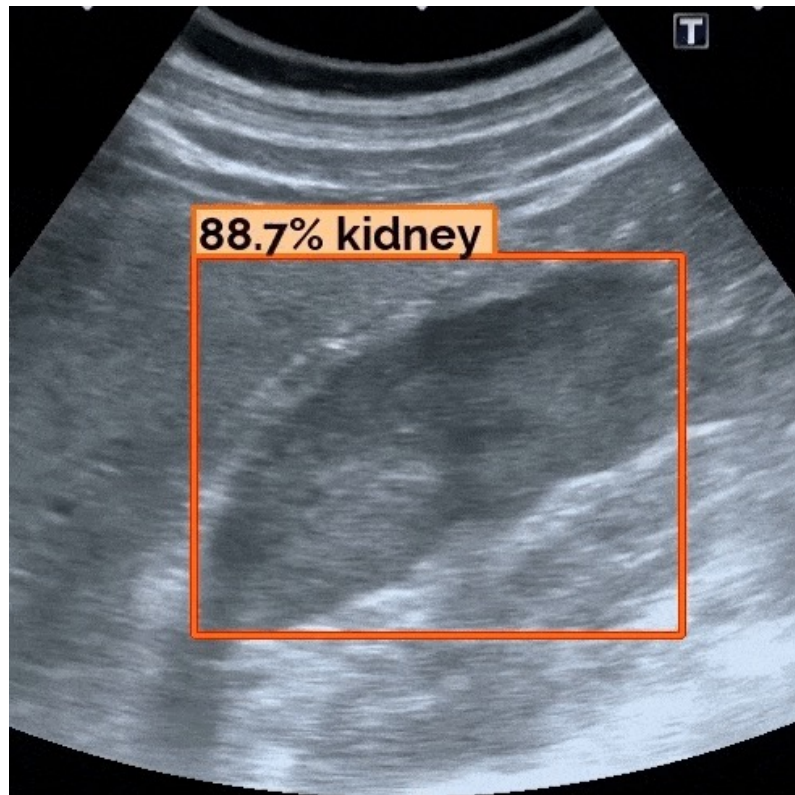
Toekomstblik: De gezondheidszorg van morgen

Tijdens consultatie: (3) AI scribe – consult wordt opgenomen en er wordt een transcript gemaakt
➔ (4) transcript wordt gebruikt om: consultatiebrief, verwijsbrieven te schrijven + structurering (FHIR, SNOMED CT)



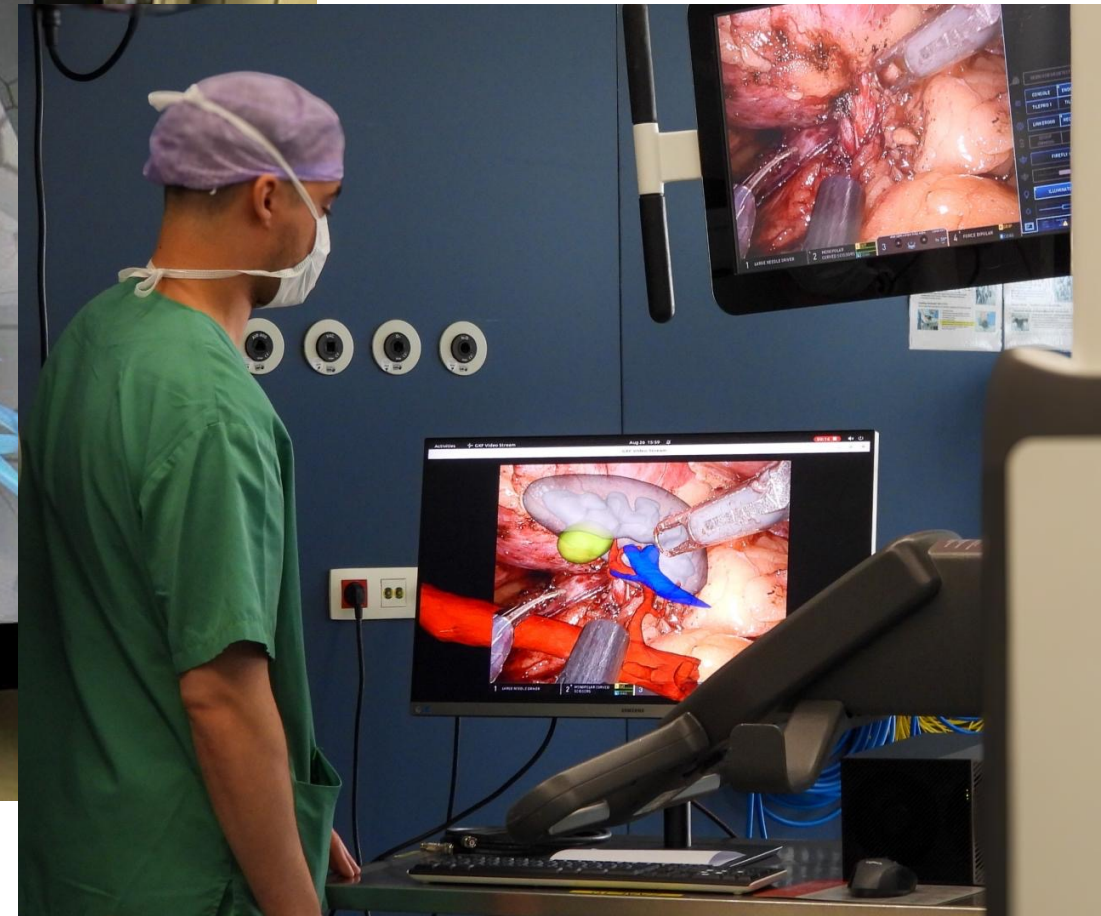
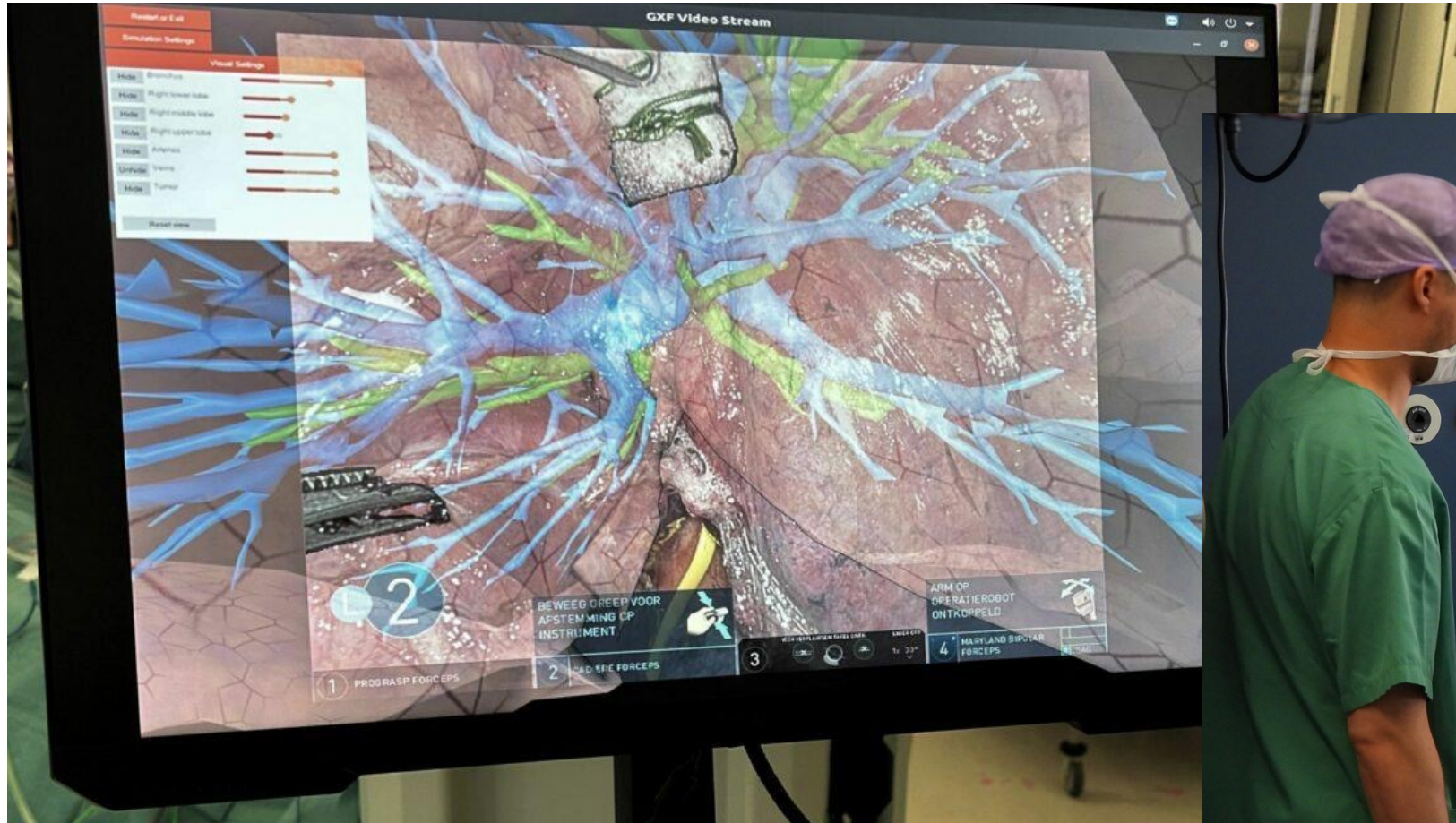
Toekomstblik: De gezondheidszorg van morgen

Beeldvorming & klinisch onderzoek:



Toekomstblik: De gezondheidszorg van morgen

Operatiezaal



Toekomstblik: De gezondheidszorg van morgen

Automatisatie repetitieve medische zorg (bijv. voorschriften chronische medicatie)

STAT+ | HEALTH TECH

AI could soon renew prescriptions without clinician help. Should the FDA make sure it's safe?

Doctronic claims its AI doctor doesn't need FDA approval. Experts aren't so sure

[Get Alerts](#) [Email](#) [Share](#)

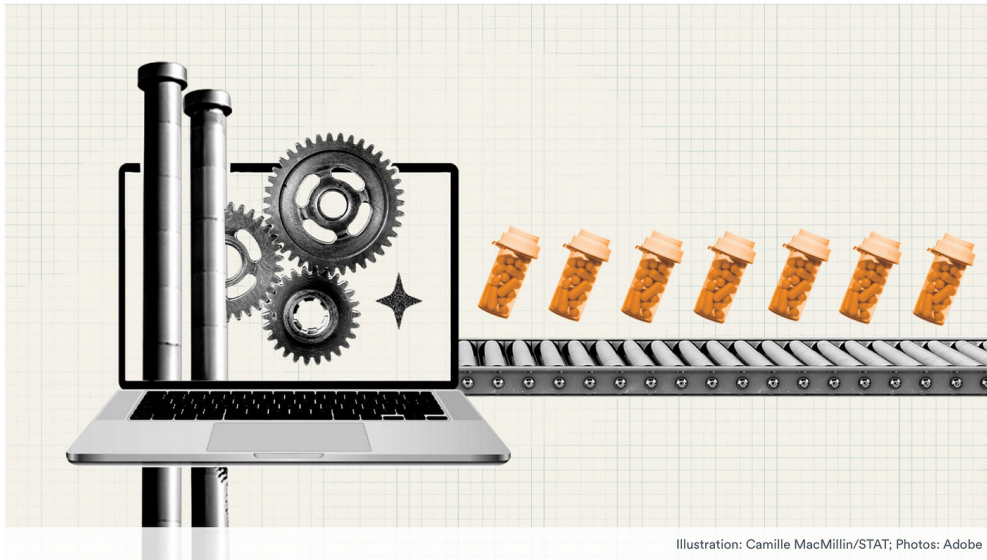


Illustration: Camille MacMillin/STAT; Photos: Adobe



Your AI Doctor will see you now.

Trained by top human doctors

Hi, I'm Doctronic, your private and personal AI doctor.

As an AI doctor, my service is fast and free. I've already helped people in 10,166,241 consults!

When we're done, you can have a video visit with a top doctor if you want. Those visits only cost \$39.

Please tell me your age and biological sex to get started.

Age (18+)

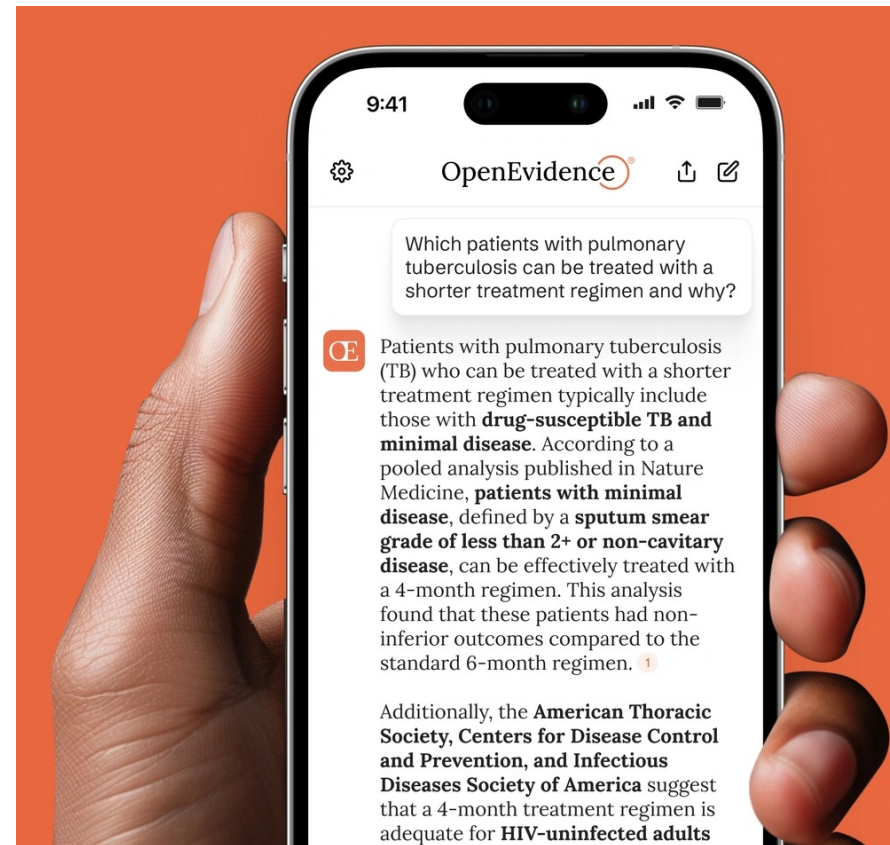
Female

Male

Get Started

Toekomstblik: De gezondheidszorg van morgen

Evidence Based Medicine met PICO dat efficiënt kan worden gebruikt TIJDENS consultaties



➔ Liefst nog met context van patiëntendossier (PAS OP: privacy/datalekken!)

Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

EU AI act:



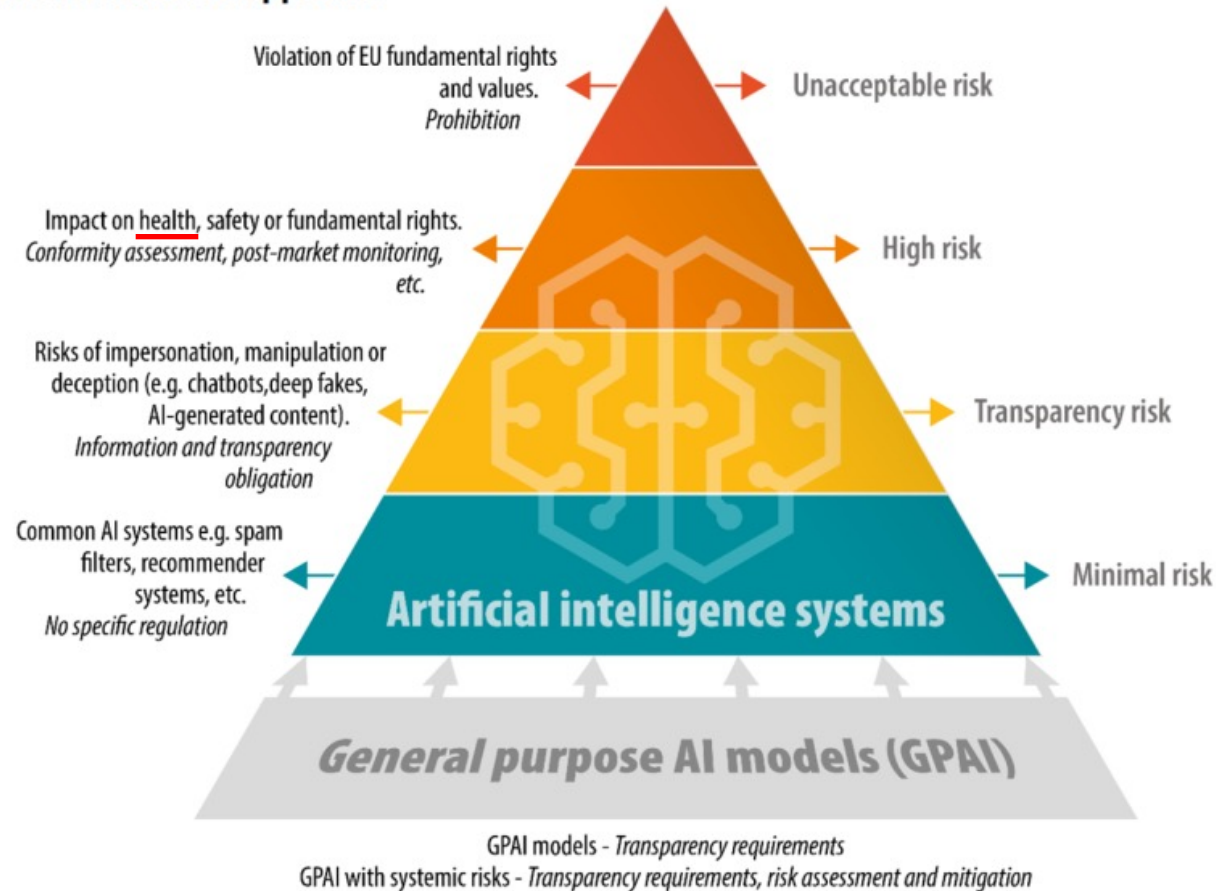
OpenEvidence is not available in the European Union or the U.K.

Due to mounting regulatory uncertainty regarding the treatment of AI systems in the European Union and the United Kingdom, including, among other rules, the [EU Artificial Intelligence Act](#), OpenEvidence is not available in the European Union or the United Kingdom.

Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

EU AI act:

EU AI act risk-based approach



Data source: [European Commission](#)

Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

Data tot de oplossingen brengen onder GDPR (data beschikbaarheid)



➔ LLMs getraind op het internet kennen geen EPD data!

Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

GPUs kosten €€€€€€

→ Data centers

→ Pas op waar je patiënten informatie naar stuurt! (patiënt privacy)



40.000€



Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

Oefening: Kan je de persoonlijke informatie detecteren?

Consultatie geriatrie, 14/05/2026 om 09:30. Patient: Lotte Verbeeck, geb.dat. 03/11/1948, 77 jaar, wonend op Kasteeldreef 18 bus 2, 3000 Leuven. HIS Patient ID: HIS-778421; rijksregisternummer 48.11.03-224.19. Contact: 0472 18 45 66, lotte.verbeeck@example.be. Aanwezig met dochter Noor De Smet, leerkracht bij Basisschool De Horizon. Verwijzing door dr. Pieter Maes, RIZIV 1-23456-78-910, interne lijn 6421, vanuit UZ Leuven - campus Gasthuisberg, Route 42.

Klinisch: sinds 3 dagen dyspnoe, koorts tot 38,6 C en minder intake. Medicatie: apixaban 5 mg 2x/d, metformine 850 mg, Spiriva Respimat. VG: diabetes type 2 sinds 2018, COPD GOLD II, Baker-kyste links in 2023. Labo op 15/05: CRP 88 mg/L, eGFR 42, LOINC 1988-5; rs429358 heterozygoot gekend maar niet relevant voor deze opname. ICD-10 J18.9 in ontslagoverzicht. De CT THORAX ABDOMEN REPORT vermeldt geen longembolie.

Beeldvorming via WADO-RS study UID 60468865. Plan: controle volgende week bij huisarts; herhaal RX over 6 weken. Verslagbestand PT-2026-05-14-LV.pdf en labo-accessie LAB-842199 gekoppeld aan het dossier. Werkhervatting bespreken met werkgever Delhaize Sint-Michiels; patient is buschauffeur. Opvolging door Woonzorgcentrum De Linde te Herent als thuishulp onvoldoende blijkt.

Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

Oefening: Kan je de persoonlijke informatie detecteren?

Consultatie geriatricie, **14/05/2026** **Date** om 09:30. Patient: **Lotte Verbeeck** **Name:Patient**, geb.dat. **03/11/1948** **Age_Birthdate**, **77 jaar** **Age_Birthdate**, wonend op **Kasteeldreef 18 bus 2, 3000 Leuven** **Address_Location:Patient**. HIS Patient ID: **HIS-778421** **ID:Patient**; rijksregisternummer **48.11.03-224.19** **ID:Patient**. Contact: **0472 18 45 66** **Contactdetails**, **lotte.verbeeck@example.be** **Contactdetails**. Aanwezig met dochter **Noor De Smet** **Name:Other**, **leerkracht** **Profession** bij **Basischool De Horizon** **Organization:Other**. Verwijzing door **dr. Pieter Maes** **Name:Caregiver**, RIZIV **1-23456-78-910** **ID:Caregiver**, interne lijn **6421** **Contactdetails**, vanuit **UZ Leuven - campus Gasthuisberg** **Organization:Healthcare**, **Route 42** **Organization:Healthcare**.

Klinisch: sinds **3-dagen** **Geen PII** dyspnoe, koorts tot 38,6 C en minder intake. Medicatie: **apixaban-5-mg-2x/d** **Geen PII**, metformine 850 mg, Spiriva Respimat. VG: diabetes type 2 sinds **2018** **Date**, COPD GOLD II, **Baker-kyste** **Geen PII** links in **2023** **Date**. Labo op **15/05** **Date**: CRP 88 mg/L, eGFR 42, **LOINC-1988-5** **Geen PII**; **rs429358** **Geen PII** heterozygoot gekend maar niet relevant voor deze opname. **ICD-10-J48.9** **Geen PII** in ontslagoverzicht. De **CT-THORAX-ABDOMEN-REPORT** **Geen PII** vermeldt geen longembolie.

Beeldvorming via **WADO-RS** **ID:Patient** study UID **60468865** **ID:Patient**. Plan: controle **volgende-week** **Geen PII** bij huisarts; herhaal RX over **6-weeken** **Geen PII**. Verslagbestand **PT-2026-05-14-LV.pdf** **ID:Patient** en labo-accessie **LAB-842199** **ID:Patient** gekoppeld aan het dossier. Werkhervatting bespreken met werkgever **Delhaize Sint-Michiels** **Organization:Other**; patient is **buschauffeur** **Profession**. Opvolging door **Woonzorgcentrum De Linde** **Organization:Healthcare** te **Herent** **Address_Location:Other** als thuishulp onvoldoende blijkt.

Vorzorgsmaatregelen & barrières voor AI in de gezondheidszorg

Maken van voorbeelden voor trainen & VALIDEREN van AI vergt domein expertise!

→ Jullie artsen!



Artsen vervangbaar in de toekomst?

Score on the United States Medical Licensing Examination

OpenEvidence GPT-5 GPT-4 GPT-4o



USMLE dataset: Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, Sillos C, De Leon L, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*. 2023;2(2):e0000198. doi:10.1371/journal.pdig.0000198.

8/15/25

Artsen vervangbaar in de toekomst?

Score on the United States Medical Licensing Examination

OpenEvidence GPT-5 GPT-4 GPT-4o



USMLE dataset: Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, Sillos C, De Leon L, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*. 2023;2(2):e0000198. doi:10.1371/journal.pdig.0000198. 8/15/25

➔ Arts zijn is meer dan een medische examen afleggen

Rol van de toekomstige arts

Rol arts: Omgaan met onzekerheid & knopen doorhakken

Rol AI: Automatisatie van repetitieve, saaie taken



Dankje om te luisteren!

stig.hellemans@uantwerpen.be