

AI in het onderwijs

dr. ir. Thomas Winters

@thomas_wint

thomaswinters.be

Slides: thomaswinters.be

Wie gebruikt taalmodel zoals ChatGPT / Gemini / ...?



Wie heeft taalmodel voor iets nuttig gebruikt?



Wie had taak dat taalmodel niet kon?



dr. ir. Thomas Winters

Onderzoeker in creatieve AI & taalmodellen aan KU Leuven sinds 2018

RobBERT taalmodel (2020)
(state-of-the-art Nederlandstalige BERT taalmodel)

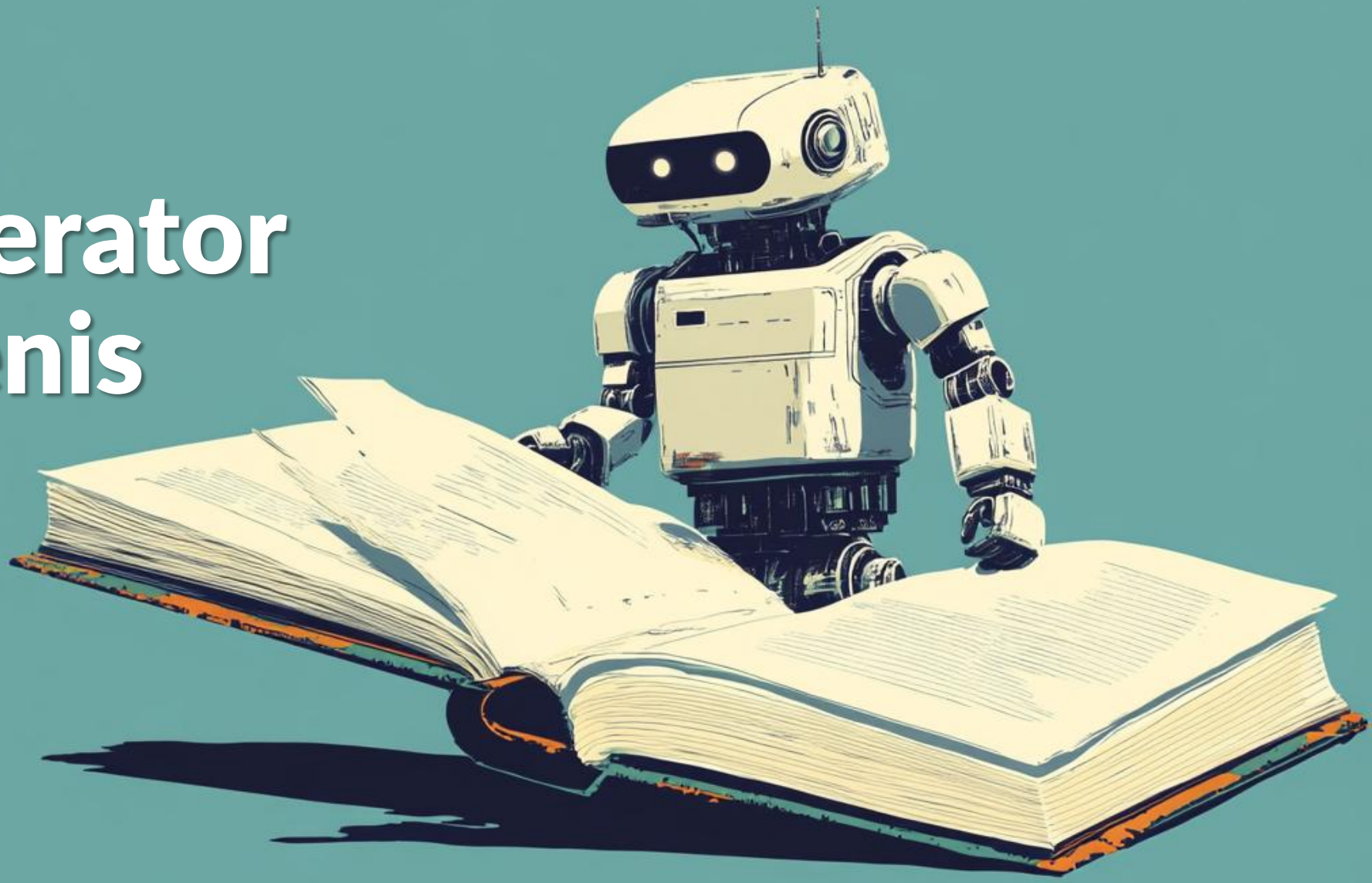
Werk met GPT-modellen sinds 2019
(o.a. voor humor, Improbotics...)

Creative AI workshops & advies

KU LEUVEN LEUVEN.AI DTAI



Tekst generator geschiedenis



Hoe werkt een tekstgenerator?



1. Open smartphone **toetsenbord** op tekstveld
2. Druk op een voorgestelde **auto-complete** woord
3. Herhaal 10-tal keer

Autocomplete telde frequentie van woorden na vorige woorden in je teksten

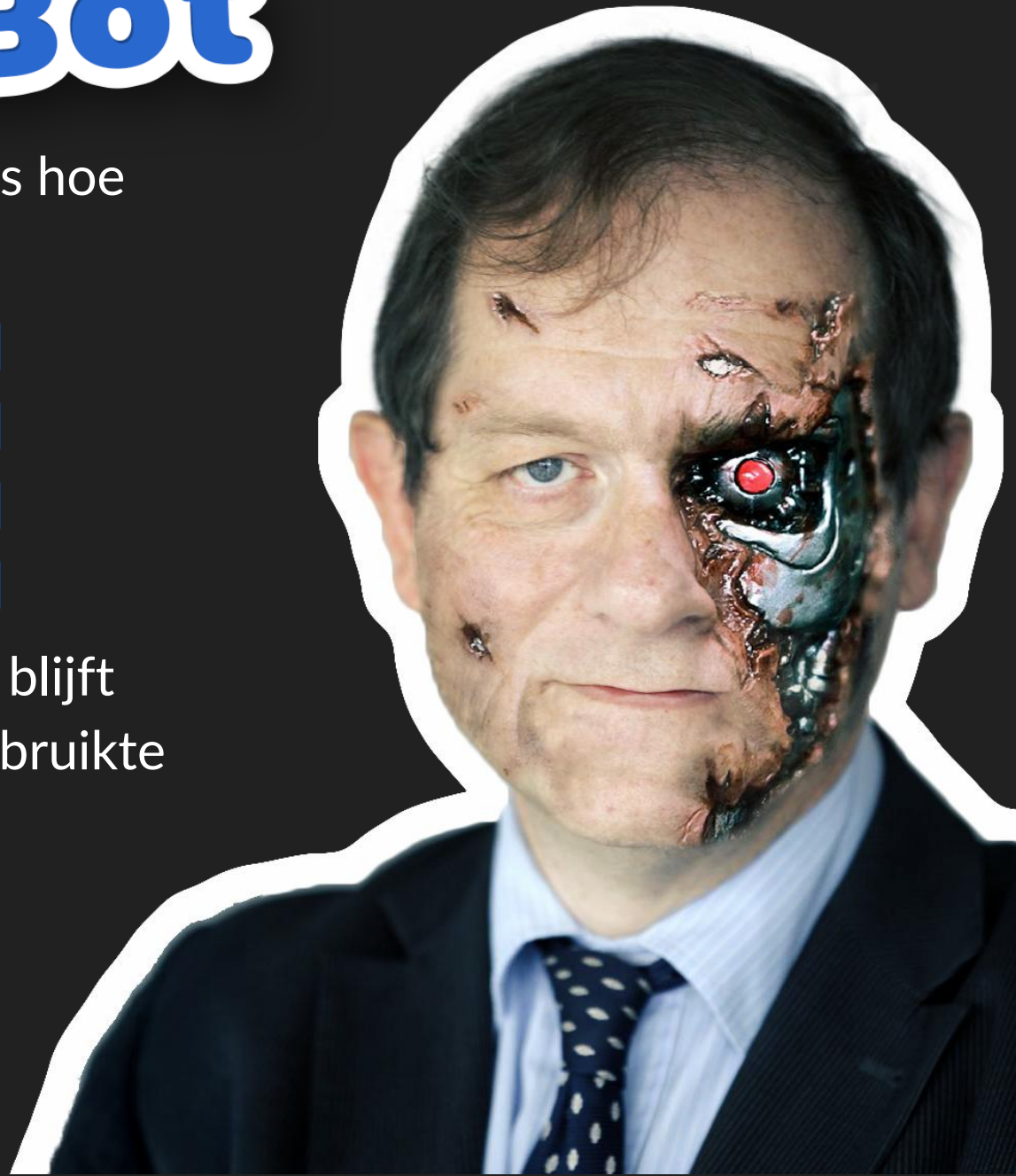
TorfsBot

1. Telde in alle tweets & columns van Rik Torfs hoe vaak een woord andere woorden volgde



2. Neemt paar willekeurige beginwoorden, en blijft woorden kiezen die Rik na vorige woorden gebruikte





GPT training



Heel het internet

Trainingsproces van paar miljoen $

GPT-5

Elk groot taalmodel

GPT modellen



≈ autocomplete on steroids

SPIE is een industriële groep die

gespecialiseer … en

maken van pre … n

elektronische … cht-

en ruimtevaart …

precisietechnc … n

Token	Probability
on	21.95%
gro	14.95%
holding	5.99%
di	5.30%

Kans op volgende token
gegeven *vorige tokens*

Wat is Prompt Engineering?



Optimaal kiezen van instructies voor AI

“Voodoo magic”

Bewezen trucjes

Vaak Intuitief

Schrijf een examenvraag over minimax zoekbomen

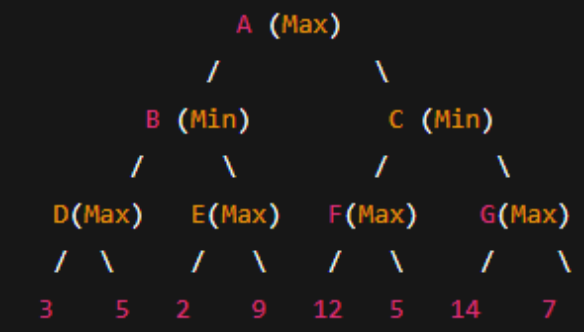
Hier is een voorbeeld van een examenvraag over **minimax zoekbomen**:

Examenvraag: Minimax zoekboom

Situatie:
Een spel wordt gespeeld door twee spelers: **Max** en **Min**. De volgende zoekboom geeft de mogelijke uitkomsten weer. De getallen in de blaadjes zijn de scores die Max probeert te **maximaliseren** en Min probeert te **minimaliseren**.

mathematica

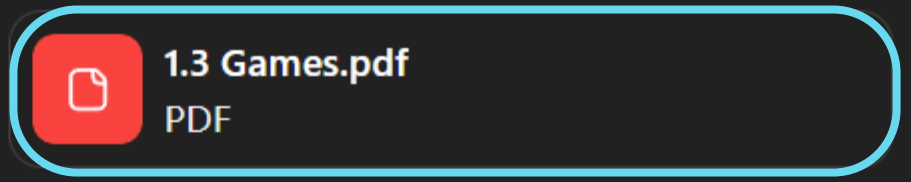
Copy code



Vragen:

1. Bereken stap voor stap de waarde van elke interne knoop met behulp van het minimax-algoritme.
2. Welke keuze maakt de wortel (A)? Licht je antwoord toe.
3. Leg kort uit waarom dit algoritme "optimale spelstrategie" garandeert onder de veronderstelling dat beide spelers rationeel spelen.

Geef context & voorbeelden



Rol

Je bent een professor AI in de bachelor informatica aan de KU Leuven.

Taak Context

Je taak is om examenvragen te genereren voor het examen "Artificiële Intelligentie".

Informatie Context

Gebruik hiervoor enkel leerstof gezien in de bijgevoegde PDF

Schrijf een examenvraag over minimax zoekbomen.

Voorbeelden

Gebruik de volgende stijl van vragen en output:

```
\question[3]
We gebruiken een multilayer perceptron om afbeeldingen van katten, honden en parkieten te classificeren.
\begin{parts}
\part Beschrijf een geschikte output layer.
\makeemptybox{3cm}
```

Hier is een examenvraag over **minimax zoekbomen**, volledig gebaseerd op de cursusinhoud die je gaf

1.3 Games

. Ik volg dezelfde stijl en structuur als jouw voorbeeld, inclusief een TikZ figuur in LaTeX.

latex

Copy code

```latex
% --- Vraag: Minimax zoekboom ---
\question[3]
Beschouw het volgende spel met twee spelers (\textbf{MAX} en \textbf{MIN}).
De mogelijke speltoestanden zijn weergegeven in onderstaande zoekboom.
De getallen onderaan zijn de \emph{utility waarden} in de terminale knopen.

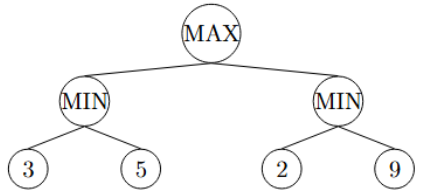
\begin{center}
\begin{tikzpicture}[level distance=1.2cm,
  level 1/.style={sibling distance=4.5cm},
  level 2/.style={sibling distance=2cm},
  every node/.style={circle,draw,minimum size=7mm,inner sep=0pt}]

\node {MAX}
  child {node {MIN}
    child {node {3}}
    child {node {5}}
  }
  child {node {MIN}
    child {node {2}}
    child {node {9}}
  };
\end{tikzpicture}
\end{center}

\begin{parts}
\part Bereken de minimax-waarde van de wortel e.. geef aan welke zet MAX zal kiezen.
```

Naam:..... Studentennr.:..... Examen AI, 18/01/2025

1. (3 punten) Beschouw het volgende spel met twee spelers (**MAX** en **MIN**). De mogelijke speltoestanden zijn weergegeven in onderstaande zoekboom. De getallen onderaan zijn de *utility waarden* in de terminale knopen.



(a) Bereken de minimax-waarde van de wortel en geef aan welke zet MAX zal kiezen.

Modeloplossing: De linkse MIN-knoop kiest $\min(3,5) = 3$. De rechtse MIN-knoop kiest $\min(2,9) = 2$. De MAX-wortel kiest $\max(3,2) = 3$. Dus MAX zal de linkse tak kiezen met waarde 3.

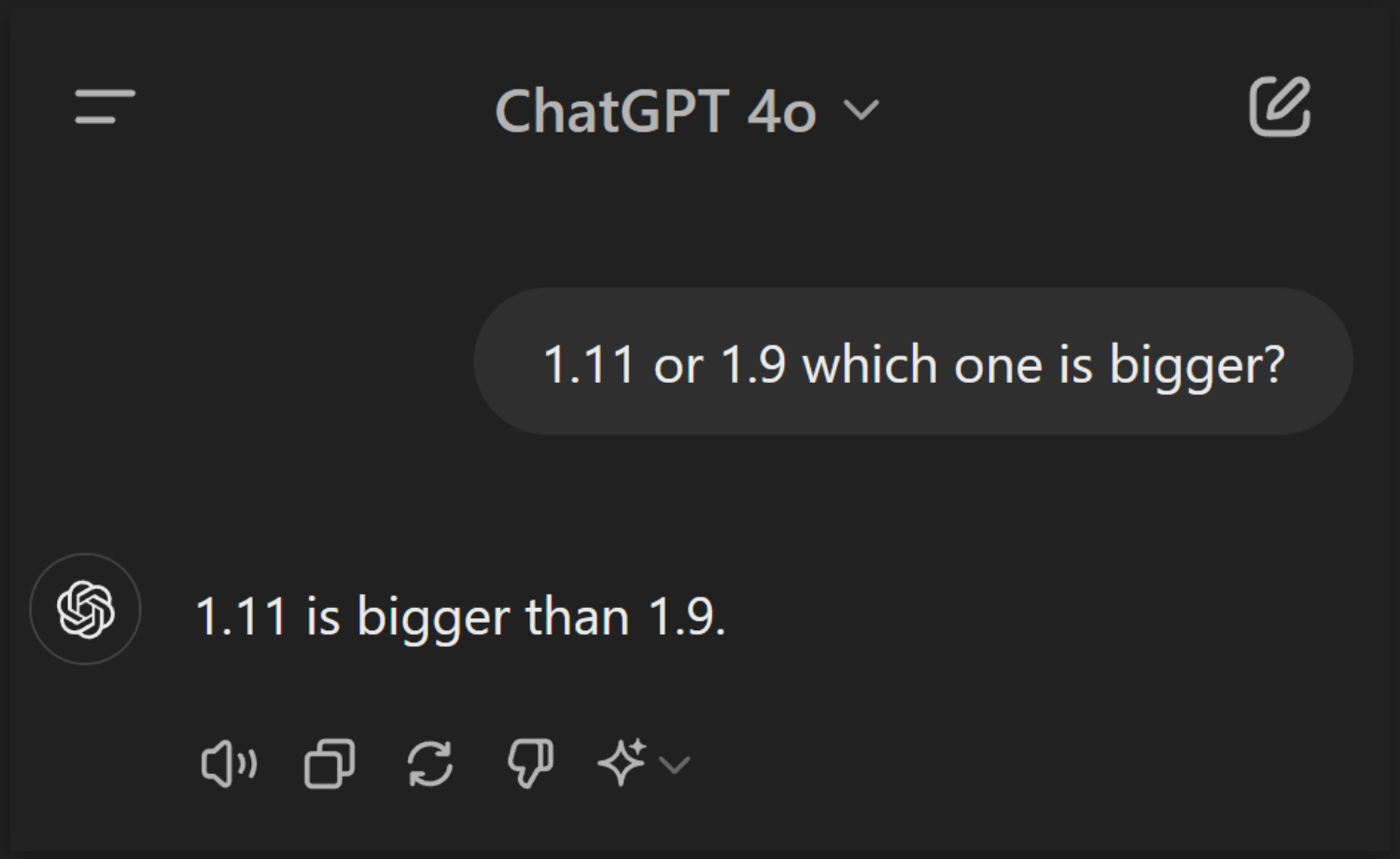
(b) Stel dat we alpha-beta pruning toepassen en dat de kinderen van elke knoop van links naar rechts worden geëvalueerd. Geef aan welke knopen geëvalueerd worden en welke gepruned.

Modeloplossing: Eerst evalueert de linkse MIN-knoop zijn kinderen: (3,5) $\Rightarrow$ waarde 3. Bij de rechtse MIN-knoop wordt de eerste kind (2) geëvalueerd. Omdat dit al ≤ 3 is, hoeft de tweede kind (9) niet meer geëvalueerd te worden (pruning).

... Maar kan beter


GPT moet op wiskundeles...

ChatGPT heeft slecht rekeninzicht



“Think step by step”

1.11 or 1.9 which one is bigger? Think step by step

To determine which number is larger between 1.11 and 1.9, let's compare them step by step:

1. **Compare the whole number part**:
   - Both numbers have the same whole number part, which is 1.
2. **Compare the decimal part**:
   - For 1.11, the decimal part is 0.11.
   - For 1.9, the decimal part is 0.9.
3. **Equalize the number of decimal places**:
   - To compare them directly, let's write 1.9 as 1.90 (which is the same value, just with an extra decimal place).

   Now we compare:
   - 1.11 vs. 1.90
4. **Compare the decimal parts again**:
   - 0.11 is smaller than 0.90.

Since 0.11 is smaller than 0.90, **1.11 is smaller than 1.9**.

Thus, **1.9 is the larger number**.

Zelfs ChatGPT 5 maakt simpele rekenfouten

ChatGPT 5

solve in one line: 5.9=x+5.11

We solve for x:

$$x = 5.9 - 5.11 = -0.21$$

Answer: $x = -0.21$

GPT kan oprecht niet rekenen

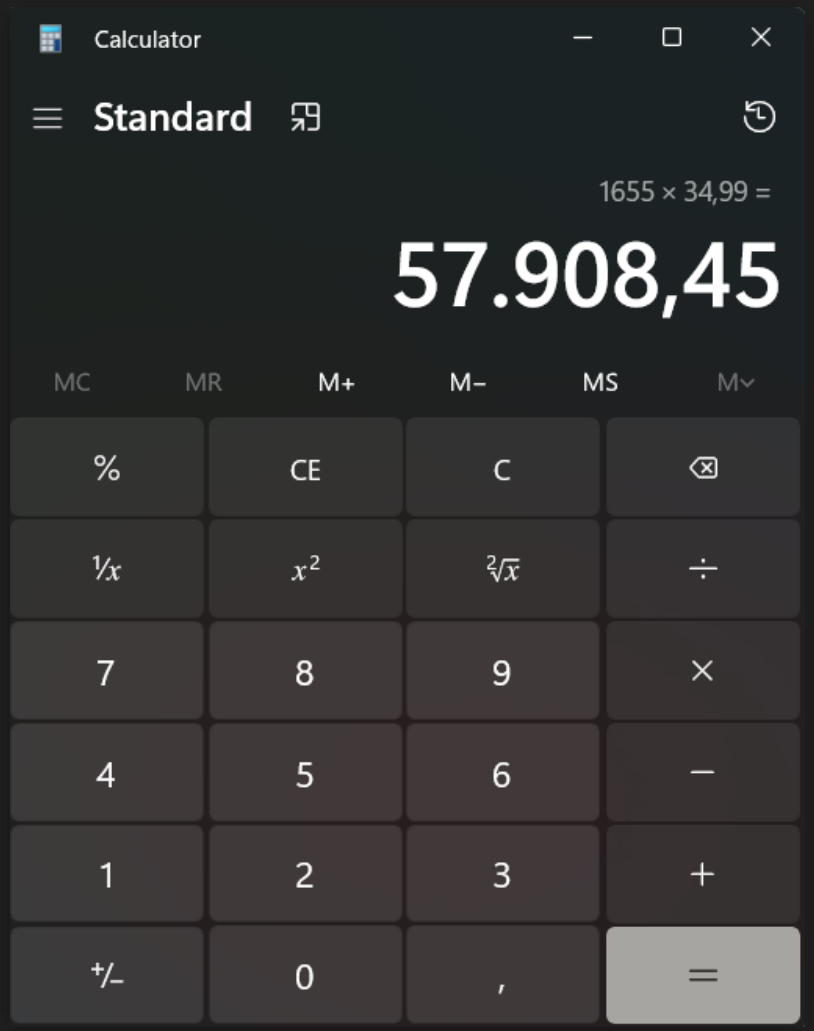
ChatGPT 5 Instant

Ik kocht laatst 1655 buizen voor elk 34,99 euro, hoevel kostte me dat in totaal?

Laten we het uitrekenen:

$$1655 \times 34{,}99 = 57\,847{,}45$$

Dus de **totale kostprijs** was **€57.847,45**. ✅



🔌 Laat GPT externe tools gebruiken

Ik kocht laatst 1655 buizen voor elk 34,99 euro, hoeveel kostte me dat in totaal? Je mag Python gebruiken

De totale kosten voor de 1655 buizen waren 57.908,45 euro.

Analysis

python

Always show details

Copy code

```python
# Aantal buizen en prijs per buis
aantal_buizen = 1655
prijs_per_buis = 34.99

# Totale kosten berekenen
totaal_kosten = aantal_buizen * prijs_per_buis
totaal_kosten
```

Result

```
57908.450000000004
```


Gedachtengangen vragen
helpt overal!

ChatGPT 5 Thinking

GPT-5

Auto
Decides how long to think

Instant
Answers right away

Thinking ✓
Thinks longer for better answers

Pro
Research-grade intelligence
Upgrade

Legacy models

Thought for 4m 29s

Reading documents

- I need to create an exam question about minimax search trees, using only the material from the "1.3 Games.pdf" provided by the user. The question and solution must align with the format shown in the sample, including TikZ figures with MAX and MIN nodes, as well as proper LaTeX formatting for the question and solution.
- I should craft a question with parts focusing on computing minimax values, while excluding alpha-beta pruning unless it's explicitly asked for (it's in the PDF, but the focus is on minimax). The question will likely involve an example where students calculate minimax values, pick a move, and include a true/false statement on minimax being optimal against a perfect player. A part on branching factor and complexity might also be interesting.
- The PDF doesn't explicitly state the O(b^d) complexity for minimax, but that's generally known. Since the user wants me to rely only on the PDF materials, I'll avoid referencing that specific complexity. I'll focus on what's covered: procedure, definition, and properties of minimax, along with tasks like computing minimax values and choosing actions.
- I've got to design a question with a TikZ figure showcasing a game tree and labeled leaf utilities, then present both the question and a model solution code. The solution should include computed minimax values at interior nodes. I need to replicate the exact structure and style shown in the provided materials, including specific LaTeX environments, and cite the file content correctly. All of this should be in Dutch, as per the guidelines.
- I need to create a question about minimax search trees, including computing minimax values, exploring depth cutoffs, and including true/false about optimality. I'll provide a TikZ figure with a small game tree, and cite relevant content about evaluation functions and horizon effects. The citations will be naturally integrated into my explanation, but I'll avoid alpha-beta unless specifically needed. The LaTeX for the question will be structured correctly, with citations referenced outside the TikZ code.
- I'll create a minimax exam question with a simple tree. The tree will have MAX as the root, MIN nodes as children, and MAX grandchildren. The values at the leaves will be predefined, and students will fill in the minimax values at internal nodes. I'll also include explanation and the correct action chosen by MAX. For citations, I'll briefly note the source in the header, avoiding disrupting the code.
- I'll create an exam question with two parts. The first part will ask the user to compute minimax values in a TikZ tree and the second part will focus on a truth statement about the minimax algorithm. I'll explain and solve the values for clarity in the model answer, and I'll use filecite for referencing. The LaTeX will include an annotated tree highlighting computed values.

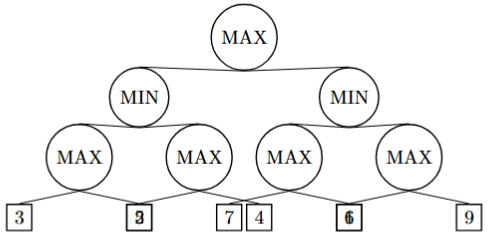
Done

Hier is een examenvraag in de gevraagde stijl, gebaseerd op de cursus-slides "Games → Minimax" (KU Leuven, 2024–25). 1.3 Games

latex ↓ Copy cod

Naam:..... Studentennr.:..... Examen AI, 18/01/2025

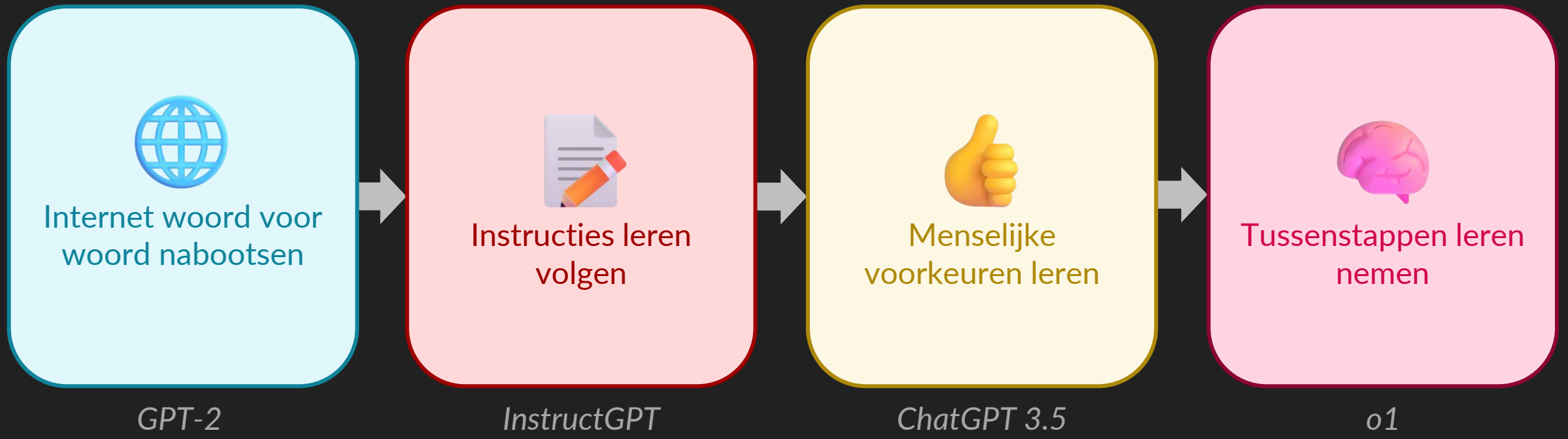
1. (3 punten) We beschouwen onderstaande minimax-zoekboom met MAX aan de wortel. Vul de minimax-waarden in de interne knopen in en bepaal welke tak (links of rechts) MAX aan de wortel moet kiezen.



(a) Waar of niet waar: minimax is optimaal tegen een perfecte tegenspeler. Licht kort toe.

Modeloplossing: **Waar.** Minimax berekent de uitkomst onder perfect spel (MAX kiest het maximum over MIN zijn beste antwoord), en is dus

4 trainingsfasen van taalmodellen



Sla je grote prompt op als custom “agent” voor later!

AI Examenvragen maker
Live · Anyone with a link

Last edited Feb 6 Updates pending ··· Share Update

Create Configure



Name

AI Examenvragen maker

Description

Add a short description about what this GPT does

Instructions

Je bent een wereld-expert professor in Artificiële Intelligentie met een bewezen track record in het opstellen van examenvragen.

Je taak is om examenvragen te helpen opstellen voor het bachelor vak AI.
Je volgt hiervoor de volgende regels:
- Je schrijft altijd al je antwoorden in LaTeX.
- Je examen oefeningen zijn meestal gefocust op inzichtsvragen in de gevraagde materie, in plaats van kennisvragen.

Conversations with your GPT can potentially include part or all of the instructions provided.

Conversation starters

Knowledge

Conversations with your GPT can potentially reveal part or all of the files uploaded.

The following files are only available for Code Interpreter:

vorige_examenvragen.tex
File

Upload files

Preview Model 5 Thinking

1.3 Games.pdf
PDF

Schrijf een examenvraag over minimax zoekbomen gebaseerd op de bijgevoegde slieds

Thought for 4m 30s

\textbf{Associaties en links} (cf. de slides over Minimax, Alpha–Beta, evaluatiefuncties, horizon effect)

\begin{itemize}
\item Minimax op twee-speler nul-som spellen met perfecte informatie; MAX en MIN niveaus; bladnutities; optimale beslissing.
\item Alpha–beta pruning: α en β als respectievelijk best-bekende MAX- en MIN-grens langs het huidige pad; ordening van zetten bepaalt hoeveel er gepruned wordt;zelfde uitkomst als volledige minimax.
\item Effect van ordening: in best case effectief $O(b^{d/2})$ i.p.v. $O(b^d)$; in praktijk dichter bij best case met eenvoudige ordeningsheuristieken.
\item Beperkte diepte $\Rightarrow$ evaluatiefuncties, quiescence en horizon effect.
\end{itemize}

\textbf{Ideeën voor insteken}
\begin{itemize}
\item Kleine, concrete spelboom met labels op bladeren zodat studenten pruning exact

Ask anything

RESEARCH

Advanced version of Gemini with Deep Think officially achieves gold-medal standard at the International Mathematical Olympiad

21 JULY 2025

Thang Luong and Edward Lockhart

DeepMind and OpenAI claim gold in International Mathematical Olympiad

Two AI models have achieved gold medal standard for the first time in a prestigious competition for young mathematicians – and their developers claim these AIs could soon crack tough scientific problems

By Alex Wilkins

22 July 2025

OPENAI & GOOGLE

🏅 OpenAI, Google models take gold at ICPC contest

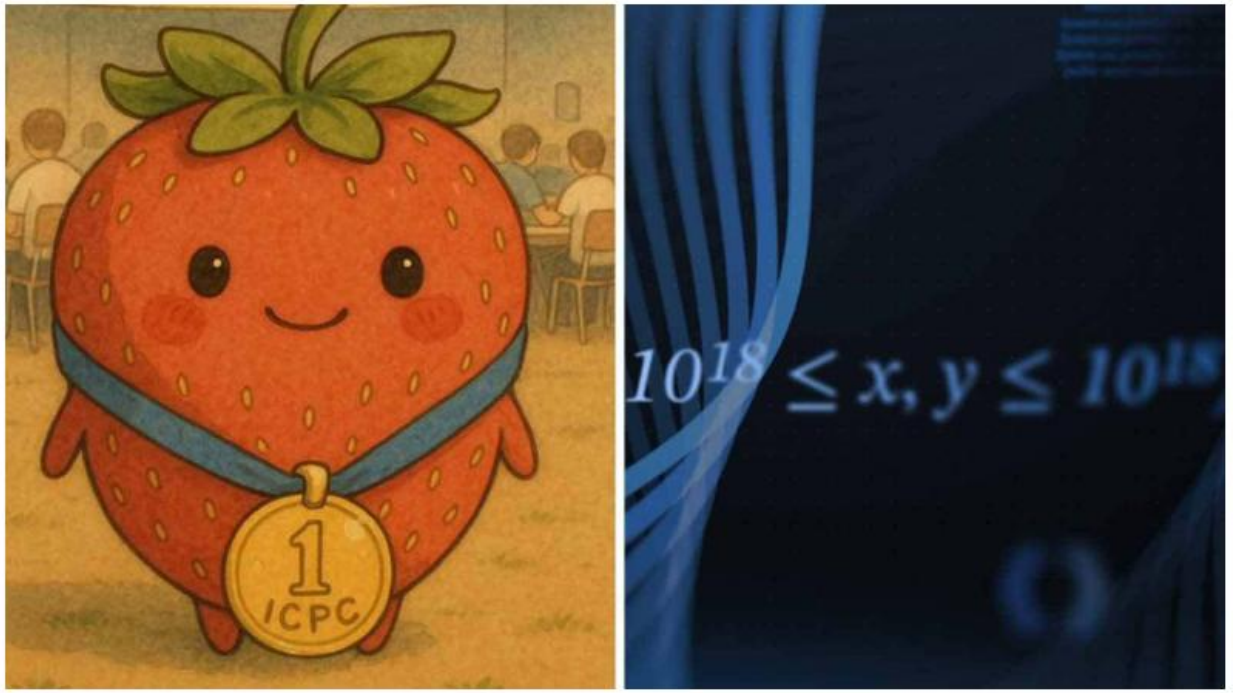


Image source: OpenAI / Google

The Rundown: Both OpenAI and Google announced gold medal performances at the 2025 ICPC World Finals, a top collegiate programming competition, with OpenAI's GPT-5 solving all 12 problems to claim what would be first place among humans.

The details:

- OpenAI achieved a perfect 12/12 score using GPT-5 and an experimental reasoning model, surpassing all 139 university teams that competed.
- Google's Gemini 2.5 Deep Think finished with 10/12 correct to earn gold-medal status, notably solving one problem that stumped every human competitor.
- Both companies competed under official contest conditions with identical constraints as human participants, with the top human team scoring an 11/12.

3 manieren voor betere prompts



Context

Geef genoeg context over je taak: formaat, applicatie, domein



Voorbeelden

Geef voorbeelden van wat voor output je wil



Gedachten-gangen

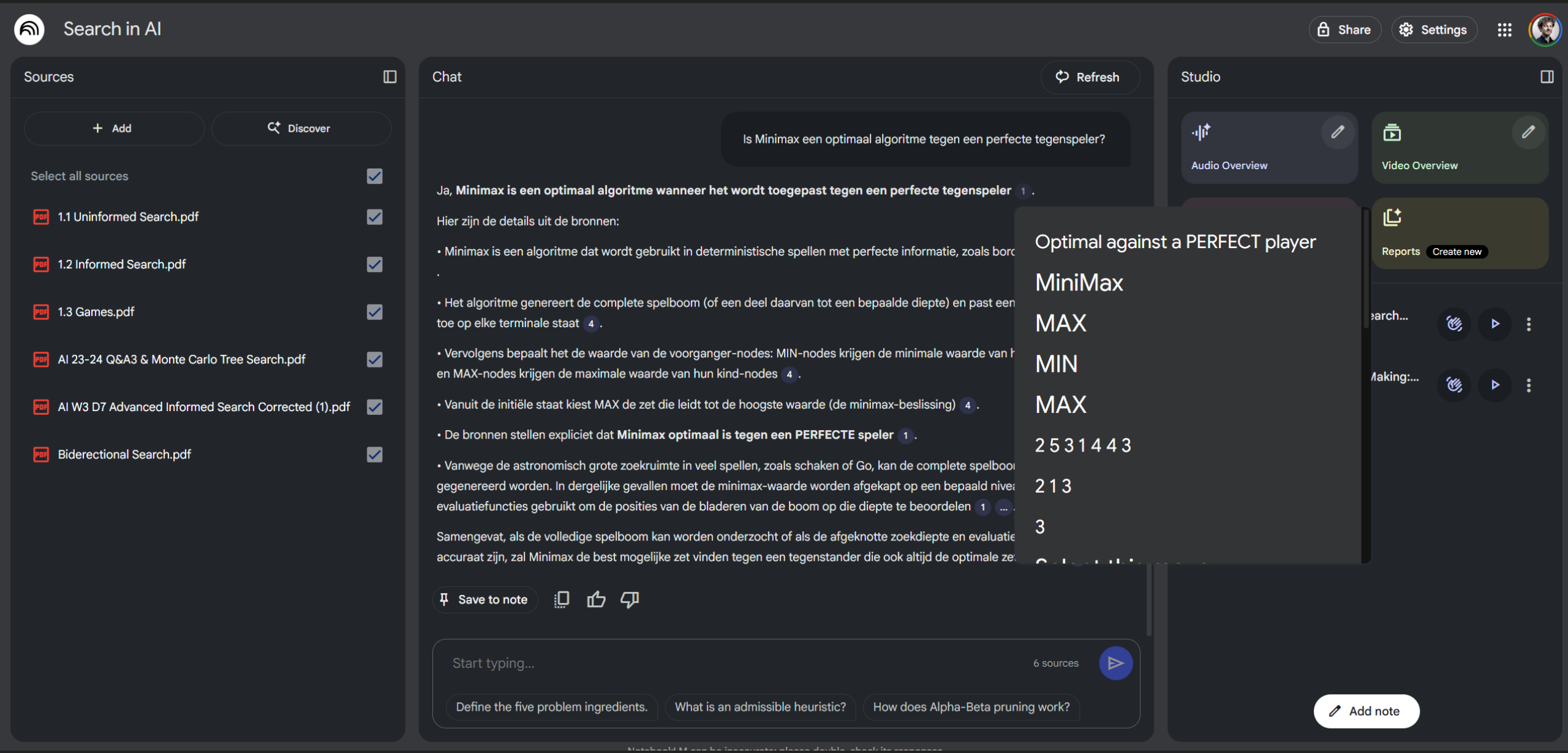
Dwing model om EERST tussenstappen te nemen



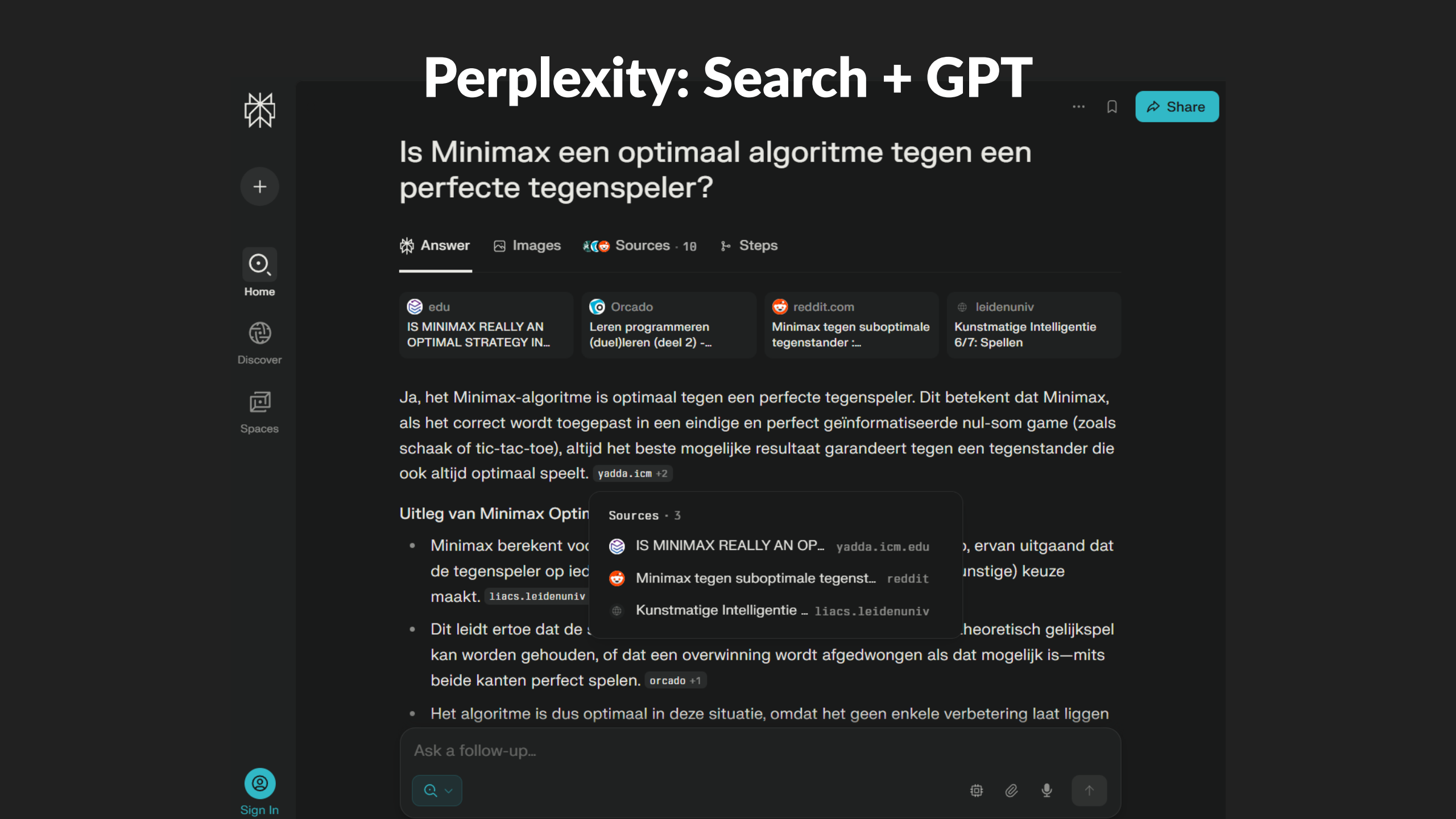
Retrieval-Augmented Generation

Betrouwbaardere AI op eigen kennisbronnen

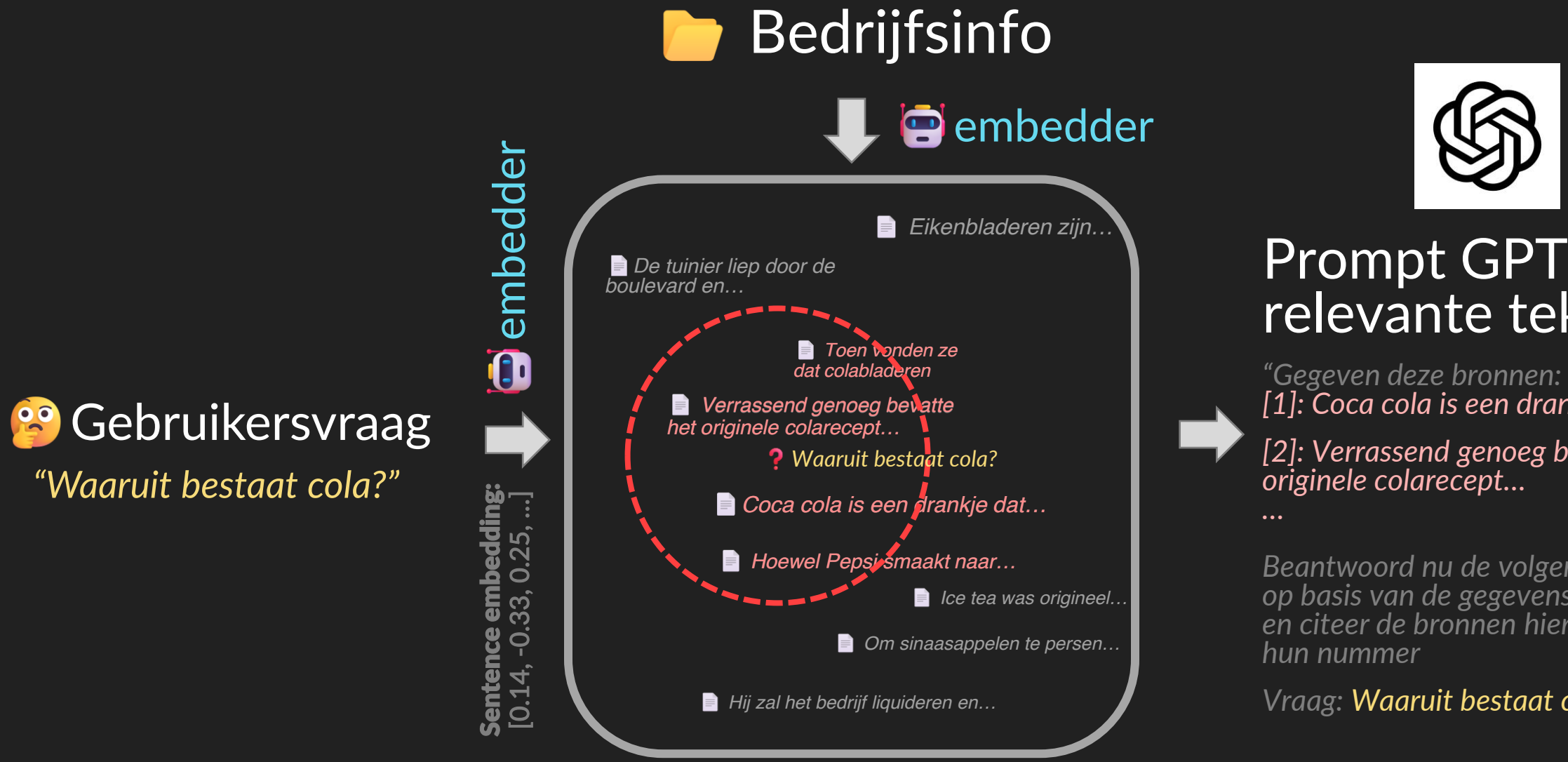
NotebookLM: Google's RAG interface



Perplexity: Search + GPT



Retrieval-Augmented Generation (RAG)



ChatGPT “Deep Research” mode

Schrijf een verslag over hoe "Expertisecel onderwijsverstrekking en -ondersteuning" (ECOVO) van de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de KU Leuven kan verbeteren in de toekomst.

Schrijf ook één of meerdere secties over hoe ze hun examinatie en assignments voor studenten moeten aanpassen in tijden van generatieve AI, met concrete tips, flow charts voor aanpassingen, schema's en transformaties.

Om een goed onderbouwd verslag te maken over hoe ECOVO van de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen aan de KU Leuven zich kan verbeteren, zou ik graag wat extra informatie hebben:

1. Gaat het om een intern beleidsvoorstel of een academisch rapport?
2. Wat is het doelpubliek van het verslag (beleidsmakers, docenten, studenten, externen)?
3. Zijn er specifieke knelpunten of uitdagingen binnen ECOVO die je wil laten aanpakken?
4. Voor het deel over examinatie en AI: wil je de nadruk op bachelor-, master- of doctoraatsopleidingen, of allemaal?
5. Moeten de suggesties specifiek aansluiten bij vakken binnen de bio-ingenieurswetenschappen (zoals wiskunde, biotechnologie, milieuwetenschappen, etc.)?

Laat me weten zodat ik gericht en concreet aan de slag kan.

1. voor intern ECOVO om zich beter te wapenen tegen de toekomst & generatiev eAI
2. doelpubliek is de docenten binnen ed faculteit
3. Uitdaging van omgaan met nieuwe technologie en faire evaluatie van de studenten
4. bachelor & master opleidingen
5. vakken van die opleiding, maar ingenieursopleidingen zijn breed

Bedankt voor de toelichting. Ik ga een verslag opstellen over hoe de Expertisecel Onderwijsverstrekking en -ondersteuning (ECOVO) van de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen aan de KU Leuven zich beter kan voorbereiden op toekomstige uitdagingen, met bijzondere aandacht voor het omgaan met generatieve AI in examinatie en opdrachten. Het verslag richt zich op docenten en biedt concrete aanbevelingen, schema’s, en flowcharts ter ondersteuning.

Ik laat je iets weten zodra het klaar is.

Research completed in 7m · 16 sources · 31 searches

Menu Verslag_ ECOVO en de ... Create
All tools Edit Convert E-Sign Find text or tools Share

ChatGPT

Verslag: ECOVO en de Toekomst van Onderwijs in het Generatieve AI-tijdperk

Inleiding

De Expertisecel Onderwijsverstrekking en -Ondersteuning (ECOVO) van de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen (KU Leuven) speelt een cruciale rol in het begeleiden van practica, oefenzittingen en het ondersteunen van docenten bij onderwijsvernieuwing [1]. In een tijdperk waarin generatieve artificiële intelligentie (AI) – zoals ChatGPT – steeds toegankelijker wordt, staat het hoger onderwijs voor nieuwe uitdagingen. Studenten kunnen AI-tools inzetten om teksten, code of oplossingen te genereren, wat vragen oproept over **faire evaluatie** en de **integriteit van toetsen**. Tegelijk bieden deze technologieën ook kansen om het onderwijs te verbeteren en te moderniseren.

In dit verslag onderzoeken we hoe ECOVO zich in de toekomst kan verbeteren, met bijzondere aandacht voor de opkomst van generatieve AI. We schetsen de uitdagingen en mogelijkheden van deze nieuwe technologie in het onderwijs en formuleren aanbevelingen voor ECOVO en de docenten van de faculteit. Concreet bespreken we hoe examenvormen en opdrachten aangepast kunnen worden in tijden van generatieve AI – met praktische tips, flowcharts, schema's en voorbeelden ter ondersteuning. Het doelpubliek van dit verslag zijn de docenten binnen de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, zodat zij inspiratie en handvatten krijgen om hun onderwijspraktijk aan te passen en **studenten eerlijk maar toekomstgericht te evalueren**.

Uitdagingen en Kansen van Generatieve AI in het Onderwijs

1 10 150%

Situatie (traditioneel)	Risico met generatieve AI	Aanpassing (nieuw ontwerp)
Programmeertaak "Implementeer algoritme X". Studenten leveren code in die een bekend algoritme uitvoert.	Moderne AI (bijv. GitHub Copilot of ChatGPT) kan op basis van de taakomschrijving vrijwel de volledige code genereren. Een student kan slagen zonder zelf te leren programmeren of het algoritme te begrijpen.	Pas de opdracht aan naar een **tweedele**: (1) in de praktijkzitting onder toezicht moeten studenten een *kernstuk* van de code of een ontwerp schrijven (zonder AI), (2) vervolgens werken ze thuis de volledige code uit met eventuele documentatie. Ook kan gevraagd worden om bewuste **variaties of uitbreidingen** te implementeren die niet standaard zijn (zodat AI niet meteen een pasklaar antwoord heeft). Tot slot laat je de student een **uitleg** toevoegen of mondeling geven over hoe de code werkt en waarom hij bepaalde keuzes maakte. Dit verzekert dat de student de code kan toelichten en begrijpen.
Theoretische oefening met standaardgegevens. Bv. bereken in een bioprocestechnologie-opdracht bepaalde parameters met gegeven formules.	AI kan veel standaardberekeningen en vraagstukken oplossen of in ieder geval de uitwerking stappen opsommen. Bij take-home vormen zou een student simpelweg de AI-antwoorden kunnen overnemen.	Voer dergelijke oefeningen in een **klassikale of geproctorde setting** uit (klassiek schriftelijk examen of online toets met toezicht), zodat hulpmiddelen niet beschikbaar zijn [43] . Als het toch huiswerk is, verander de cijfers/parameters per student (randomisatie) of koppel de berekening aan een **unieke eigen meting** die de student in het labo heeft verricht. Zo moet elke student met *zijn eigen data* werken, wat AI niet voor hen kan doen. De nadruk komt te liggen op het interpreteren van resultaten i.p.v. louter het

ChatGPT Agent Mode

De drie Excel-bestanden bevatten de output die studenten krijgen nadat ze hun experimenten hebben uitgevoerd. De data is per groep gelabeld. Er is een bestand voor de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC), voor minerale stikstof (N), en voor oxalaat-uitwisselbaar ijzer, aluminium en de bijhorende fosfor.

De studenten ontvangen deze data samen met de handleiding. Op basis daarvan moeten ze een verslag opstellen. Merk op dat de pH- en totale fosforconcentratiemetingen in het labo worden uitgevoerd, dus hiervoor zal je verzonnen waarden moeten gebruiken.

Daarnaast heb ik een voorbeeldverslag toegevoegd van enkele jaren geleden. Het is realistisch dat studenten een oud verslag vinden. De vragen en methode zijn tegenwoordig wel licht aangepast.

Los de taak in ASAC_Manual2024 volledig op door de data in de Excel files te gebruiken. Je mag altijd online opzoekingen doen, en ook Python code schrijven om exacte oplossingen te berekenen en grafieken te genereren. Bekijk ASAC_voorbeeldrapport.docx als voorbeeld van een oplossing in de vorige jaren. Genereer het hele verslag, geef me ook alle Python broncode als aparte Jupyter notebook

Gebruikt “desktop computer”. Roept zelfstandig andere hulpmiddelen op en denkt lang na

Worked for 38 minutes >

Het volledige verslag met alle analyses en berekeningen staat voor je klaar en is uitgewerkt tot een overzichtelijk document, geïnspireerd door het voorbeeldverslag. Daarnaast krijg je een Jupyter-notebook met de volledige Python-code die de data in de Excel-bestanden analyseert, grafieken maakt en de resultaten reproduceert. Je kunt de bestanden hier downloaden:

- Verslag: ASAC_report.docx
- Jupyter-notebook met code: ASAC_analysis.ipynb

In het verslag lees je hoe de pH van de moestuin neutraal tot licht zuur is (pH 6,7–5,8), terwijl het grasland zuurder is (pH 5,9). Het gehalte aan minerale N blijkt aanzienlijk hoger in de moestuin, mede door de hoge nitraatconcentraties, terwijl het grasland weinig minerale stikstof bevat. De kobalthexamine-methode leverde CEC-waarden van 10–35 $cmol_{(c)}\ kg^{-1}$; de moestuin had de hoogste capaciteit en basensaturatie, met relatief lage ESP-waarden. Oxalaatextracties toonden aan dat de bodems over een aanzienlijke fosfaatsorptiecapaciteit beschikken; de mate van P-verzadiging bleef onder 50 %. De evenwichts-P-concentratie EPC_0 was laag (max. 0,04 mg L^{-1}), wat duidt op een beperkt risico op fosfaatuitspoeling. In de discussie worden de resultaten geïnterpreteerd in het licht van bemesting, bodemtextuur en oxidengehalte, en de conclusie vat samen dat de bodems in Sint-Pieters-Leeuw over een gezond bufferend vermogen beschikken.

https://chatgpt.com/share/68cace0b-13d4-8002-94d4-d5925fbebd81

Navigation

Search document

Headings Pages Results

- Practicum Applied Soil and Aquatic Ch...
  - 1 Inleiding
  - 2 Methoden
    - 2.1 pH-bepaling (experiment 1)
    - 2.2 Minerale stikstof (experiment...
    - 2.3 Kationenuitwisselingscapacit...
    - 2.4 Oxalaatextractie (experiment...
    - 2.5 Evenwichtsfosfor in de bode...
  - 3 Resultaten
    - 3.1 Bodem-pH
    - 3.2 Minerale stikstof
    - 3.3 Kationenuitwisselingscapacit...
    - 3.4 Oxalaatextractie
    - 3.5 Evenwichtsfosfor
  - 4 Discussie
  - 5 Conclusies

Practicum Applied Soil and Aquatic Chemistry – Verslag

Student 1 & Student 2
KU Leuven – Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen
Academiejaar 2024–2025

1 Inleiding

Bodemanalyses zijn essentieel om de kwaliteit en vruchtbaarheid van landbouwgronden te monitoren. De **pH**, het gehalte aan minerale stikstof, de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC), het aandeel amorfe ijzer- en aluminiumoxiden en de evenwichtsconcentratie van fosfor in de bodemoplossing bepalen de beschikbaarheid van nutriënten en het risico op uitspoeling. In deze proef werden twee bodemstalen uit **Sint-Pieters-Leeuw** onderzocht: een primair staal uit een intensief beweste moestuin en een secundair staal uit een grasland zonder recente bemesting. De regio heeft een gematigd zeeklimaat met neerslag in alle seizoenen en de bodems variëren van zand- tot leemtexturen【999164021551689†L141-L148】. Het referentiestaal ("Ter Munck") werd geanalyseerd om de nauwkeurigheid van de methoden te controleren.

2 Methoden

2.1 pH-bepaling (experiment 1)

Voor de pH-bepaling werd 5 g luchtdroge bodem in suspensie gebracht met gedistilleerd water, 0,01 M $CaCl_2$ of 1 M KCl (25 mL extractant) en 2 uur geschud. Na bezinken werd de pH gemeten met een geijkt pH-meter. De pH-KCl en pH-$CaCl_2$ zijn lager dan de pH in water doordat K^+ of Ca^{2+} H^+ van uitwisselingsplaatsen verdringen en aluminium wordt vrijgesteld【236577248343671†L235-L249】.

2.2 Minerale stikstof (experiment 2)

Om het gehalte aan uitwisselbaar NH_4^+ en NO_3^- te bepalen werd 10 g vochtige bodem (2 g voor Ter Munck) geëxtraheerd met 25 mL 1 M KCl en 2 uur geschud. Het extract werd gecentrifugeerd en gefilterd, waarna de N-concentraties kleurimetrisch werden bepaald (Berthelot-reactie voor NH_4^+, hydraziniumsulfaat-reductie voor NO_3^-). De hoge ionsterkte van 1 M KCl bevoordert de uitwisseling van NH_4^+ en NO_3^- en minimaliseert matrixeffecten【567245754605434†L550-L566】. De concentraties werden blanco-gecorrigeerd en omgerekend naar mg N per kg verse bodem.

2.3 Kationenuitwisselingscapaciteit (experiment 3)

De CEC werd bepaald via de kobalthexamine-methode. Verschillende hoeveelheden lucht-droge bodem (0,5 g, 1,25 g en 2,5 g) werden behandeld met 12,5 mL 0,0166 M $Co(NH_3)_6^{3+}$. Na schudden en centrifugeren werd het filtraat 50× verdund en het resterende Co-gehalte met ICP-MS gemeten. Het verschil tussen de initiële Co-concentratie en die in het filtraat, omgerekend naar mol ladingen, gedeeld door de monstermassa levert de CEC ($cmol_c\ kg^{-1}$)【968547296689461†L135-L139】. Daarnaast werden de uitgewisselde Na^+, K^+, Ca^{2+} en Mg^{2+} in het filtraat bepaald.

2.4 Oxalaatextractie (experiment 4)

Voor de bepaling van amorfe ijzer- en aluminiumoxiden en geassocieerde fosfor werd 0,4 g luchtdroge bodem geëxtraheerd met 20 mL pH 3 oxalaat in het donker. Het extract werd 20× verdund, gezuurd en met ICP-OES geanalyseerd. Ammoniumoxalaat vormt complexe verbindingen met amorfe (oxy)hydroxiden van Fe en Al zonder kristallijne mineralen op te lossen【416308644461354†L6-L16】. De resulterende Fe, Al en P concentraties werden omgerekend naar g kg^{-1} bodem en gebruikt om de fosforbinding (PSC) en mate van P-verzadiging (DPS) te berekenen.

2.5 Evenwichtsfosfor in de bodemoplossing (experiment 5)

Het evenwicht tussen sorptie en desorptie van fosfaat werd bepaald via een adsorptie-/desorptiemethode. Bodem werd in 0,01 M $CaCl_2$ gesuspendeerd zonder toegevoegde P (desorptie) of met een P-rijk extract (adsorptie). Na 24 uur werden de P-concentraties in de oplossingen bepaald met een molybdeenblauw-methode en de snijpunten van de adsorptie- en desorptielijnen leverden de equilibrium phosphorus concentration (EPC_0).

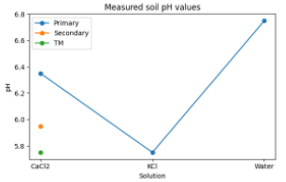
3 Resultaten

3.1 Bodem-pH

De gemeten pH-waarden zijn samengevat in tabel 1. Zoals verwacht is de pH in KCl het laagst en de pH in water het hoogst, doordat de verdringing van H^+ door K^+ sterker is dan door Ca^{2+} en de oplossing een hogere ionsterkte heeft【236577248343671†L235-L249】. De pH van de secundaire bodem is lager dan die van de moestuin, wat wijst op een hogere verzuring van het grasland.

Tabel 1 – pH-waarden van de onderzochte bodems

Staal	Oplossing	Gemiddelde pH
Primary	Water	6.75
Primary	$CaCl_2$	6.35
Primary	KCl	5.75
Secondary	$CaCl_2$	5.95
TM	$CaCl_2$	5.75



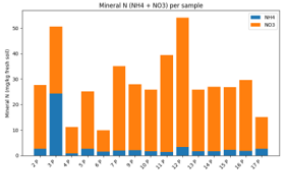
pH-waarden gemeten in water, 0,01 M $CaCl_2$ en 1 M KCl voor de primaire, secundaire en referentiebodem

3.2 Minerale stikstof

Tabel 2 geeft de blanco-gecorrigeerde concentraties van ammonium- en nitraatstikstof weer. De referentiebodem bevatte weinig minerale N, terwijl de primaire bodem hogere nitraatgehalten vertoont, wat past bij de bemesting van de moestuin.

Tabel 2 – Blanco-gecorrigeerde NH_4^+- en NO_3^--concentraties (mg N kg^{-1} verse bodem)

Groep	Staal	NH_4 (mg kg^{-1})	NO_3 (mg kg^{-1})	Totaal (mg kg^{-1})
2	P	2.59	25.09	27.68
3	P	24.34	26.18	50.52
4	P	0.02	10.37	11.19
5	P	2.63	22.49	25.12
6	P	1.47	8.42	9.89



Gestapelde kolommen van ammonium- en nitraatstikstof

3.3 Kationenuitwisselingscapaciteit

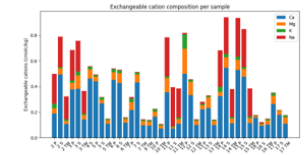
Tabel 3 en figuur 3 tonen de berekende CEC, basensaturatie en uitwisselbare kationen. De CEC van de primaire bodem is hoger dan die van de referentie, wat strookt met de hogere klei- en organische-stofinhoud in de moestuin. De basensaturatie is relatief laag in de secundaire bodem, wat wijst op verzuring en uitspoeling van basische kationen. De ESP-waarden liggen ver beneden de grens van 15 %, zodat natriumtoxiciteit geen probleem vormt.

Tabel 3 – Gemiddelde CEC en gerelateerde parameters per staal

Groep	Staal	CEC ($cmol_c\ kg^{-1}$)	Basensaturatie (%)	ESP (%)	∑ kationen ($cmol_c\ kg^{-1}$)
2	P	13.6	14.2	1.71	0.36
2	S	33.5	18.5	0.71	0.55
2	TM	9.8	17.0	1.83	0.25
3	P	14.3	13.2	1.65	0.32
3	S	18.4	16.4	1.31	0.40
3	TM	2.6	34.4	6.64	0.23



Gemiddelde kationenuitwisselingscapaciteit per staal



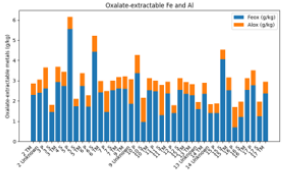
Samenstelling van de uitwisselbare kationen (Ca, Mg, K, Na)

3.4 Oxalaatextractie

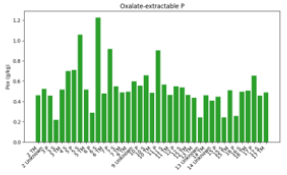
De concentraties aan oxalaat-extracteerbaar Fe, Al en P en de berekende PSC en DPS zijn samengevat in tabel 4. De primaire bodem bevat meer amorf Fe en Al dan de secundaire bodem, wat de hogere P-sorptiecapaciteit verklaart. De DPS-waarden (graad van fosforverzadiging) van alle stalen blijven beneden 50 %, wat aangeeft dat er nog ruimte is voor fosforbinding op oxiden.

Tabel 4 – Oxalaatextracteerbare metalen, PSC en DPS

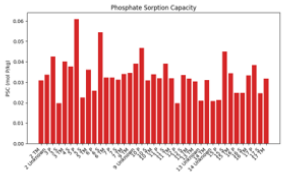
Groep	Staal	Fe_{ox} (g kg^{-1})	Al_{ox} (g kg^{-1})	P_{ox} (mg kg^{-1})	PSC (mol kg^{-1})	DPS (%)
2	TM	2.29	0.56	463	0.031	48.3
2	P	2.96	0.28	697	0.034	49.5
3	P	2.61	1.03	459	0.042	34.9
3	S	1.44	0.37	220	0.020	36.1
3	TM	2.93	0.75	518	0.040	41.6



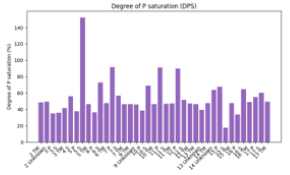
Oxalaat-extracteerbare Fe en Al (g kg^{-1})



Oxalaat-extracteerbaar P (g kg^{-1})



Fosfaatsorptiecapaciteit PSC (mol kg^{-1})



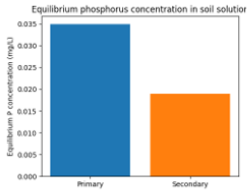
Mate van fosforverzadiging DPS (%)

3.5 Evenwichtsfosfor

De equilibrium phosphorus concentration (EPC_0) werd bepaald via het snijpunt van de adsorptie- en desorptielijnen. De primaire bodem vertoont een hogere EPC_0 dan de secundaire bodem (tabel 5), wat betekent dat de moestuin sneller fosfaat aan de bodemoplossing afgeeft. Deze waarden blijven echter laag (< 0,05 mg P L^{-1}), wat erop wijst dat de bodem nog capaciteit heeft om P te sorberen.

Tabel 5 – Evenwichts-P-concentratie EPC_0

Staal	EPC_0 (mg P L^{-1})
Primary	0.035
Secondary	0.019



Gemiddelde evenwichts-P-concentratie in de bodemoplossing

4 Discussie

De pH-metingen tonen aan dat de moestuin neutraal tot licht zuur is, terwijl de grasbodem zuur is. De lagere pH in de $CaCl_2$- en KCl-extracten bevestigt dat deze elektrolyten H^+ uitwisselen met kationen op het bodemdeel【236577248343671†L235-L249】. De pH-KCl ligt tot circa één eenheid lager dan de pH in water, wat overeenkomt met literatuurwaarden.

Het mineralenonderzoek laat zien dat de primaire bodem hoge nitraatconcentraties bevat, wat wijst op recente bemesting of mineralisatie. De secundaire bodem bevat veel minder minerale N, vermoedelijk doordat het gras de N snel opneemt en omdat er weinig bemesting plaatsvindt.

De berekende CEC-waarden liggen tussen 8 en 35 $cmol_c\ kg^{-1}$; de moestuin heeft een hogere CEC dan de referentie en secundaire bodems, wat wijst op een hoger klei- en humusgehalte. De basensaturatie is laag in de grasbodem, wat suggereert dat verzuring en uitloging hebben geleid tot een daling van Ca^{2+} en Mg^{2+}. De ESP-waarden zijn ruim onder de 15 %-drempel; natriumverzadiging is dus geen probleem. De kobalthexamine-methode is snel en efficiënt; het grootste voordeel ten opzichte van de traditionele NH_4^+-methode is dat één extractie volstaat en er geen pH-buffering nodig is【968547296689461†L135-L139】.

Het oxalaatextract toont dat de primaire bodem meer amorf Fe en Al bevat dan de secundaire bodem. Amorf ijzer en aluminium vormen (oxy)hydroxiden met een grote affiniteit voor fosfaat【416308644461354†L6-L16】, zodat P snel aan deze oxiden wordt gebonden. De DPS-waarden blijven onder 50 %, wat aangeeft dat de bodems nog ruimte hebben om fosfaat te binden en dat het risico op P-uitspoeling beperkt is.

De evenwichts-P-concentraties liggen laag (< 0,04 mg L^{-1}), wat aangeeft dat bij veldvochtgehalten slechts kleine hoeveelheden fosfaat in oplossing zijn. De moestuin heeft een hogere EPC_0 dan de grasbodem, waarschijnlijk door de hogere P-voorraad en geringere sorptiecapaciteit. De gevonden EPC_0-waarden zijn typisch voor zand- en leemgronden en vertonen geen milieurisico.

5 Conclusies

Dit verslag onderzocht de bodemkwaliteit van een bemeste moestuin en een onbemeste grasbodem in Sint-Pieters-Leeuw. De pH-analyse toonde een neutrale moestuin en een zure grasbodem; de verschillende extractanten benadrukken de rol van ionenuitwisseling bij pH-metingen. Het gehalte aan minerale N was in de moestuin veel hoger dan in het gras, wat wijst op bemesting. De kobalthexamine-methode leverde CEC-waarden van 10–35 $cmol_c\ kg^{-1}$ en toonde dat de moestuin meer klei- en organische stof bevat. Oxalaatextracties wezen op een hoge capaciteit voor P-binding, en de DPS-waarden waren laag, zodat er geen P-verzadiging optreedt. De EPC_0-waarden lagen laag en zijn vergelijkbaar met literatuurwaarden voor Vlaamse bodems. Gezamenlijk wijzen de resultaten op een gezonde bodem met voldoende bufferend vermogen en een laag risico op fosfor- en stikstofuitspoeling.

Zelfs met Jupyter Notebook

ASAC Praktijkanalyse

Deze notebook bevat de Python-code die werd gebruikt om de resultaten van de praktische sessies Applied Soil and Aquatic Chemistry (ASAC) te verwerken. De code laadt de aangeleverde Excel-bestanden, voert de nodige berekeningen uit voor de kationenuitwisselingscapaciteit, minerale stikstof en oxalaat-extractie, genereert synthetische pH- en evenwichts-P-data en maakt grafieken ter visualisatie van de resultaten.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
```

✓ [3] < 10 ms

CEC-analyse

We laden het bestand `ASAC_Results_CEC.xlsx`, bepalen de blanco-concentratie van Co en berekenen de CEC en uitwisselbare kationen per staal. Hierbij houden we rekening met verschillende monstermassa's (0,5 g, 1,25 g, 2,5 g) en gebruiken we de kobalthexamine-methode. De Co-concentraties worden blanco-gecorrigeerd en omgerekend naar cmolc kg^{-1}. Daarna worden de cationen (Na, K, Ca, Mg) omgerekend naar cmolc kg^{-1} en de basensaturatie en ESP bepaald.

{} Code | M↓ Markdown

```
# Load CEC dataset
cec_df = pd.read_excel('ASAC_Results_CEC.xlsx', sheet_name='Results File')
cec_df = cec_df.rename(columns={
    'Unnamed: 0':'sample',
    '23  Na  [ He ] ':'Na_mg_L',
```

```
summary_cec = cec_results.groupby(['group','type']).agg({'CEC':'mean','Base_saturation':'mean','ESP':'mean','Ca':'mean','Mg':'mean',
 'K':'mean','Na':'mean'}).reset_index()
summary_cec
```

✓ [5] 43ms

1-10 40 rows × 9 cols

	group	type	CEC	Base_saturation	ESP	Ca	Mg
0	2	P	13.631155564193202	3.949544210423717	1.8985118743007827	0.18800437373321954	0.041381
1	2	S	33.45808419134665	2.2929609126582515	0.6414762028297929	0.4948455270289294	0.0465799
2	2	TM	9.767634655419377	3.30547306452837	1.8259481130290263	0.1068184868317356	0.026133
3	3	P	14.313534964820471	31.917090098473707	18.516421989913606	0.37768795281795325	0.051444
4	3	S	18.434831442989786	27.55726623564341	15.624061517868967	0.3816234180035685	0.104717
5	3	TM	2.6491729414121234	13.756328965150432	6.634410621866301	0.14090009249682967	0.034559
6	4	S	28.39295774988678	1.961883678109914	0.022746403015860887	0.4623095612485025	0.070272
7	5	P	24.566009587146	2.000407856793872	0.015186040863217523	0.43940840680259335	0.035829
8	5	S	13.989365475389684	2.27410544096851	0.01815647784430208	0.26712536768712797	0.0295327
9	5	TM	8.046812723887644	1.8500838962597632	0.03151983569141865	0.11036293955591796	0.0270552

Analyse van minerale stikstof

In deze sectie berekenen we de blanco-gecorrigeerde ammonium- (NH_4^+) en nitraat- (NO_3^-) concentraties. We gebruiken 1 M KCl als extractant; 10 g verse bodem wordt geëxtraheerd met 25 mL KCl (2 g voor het referentiestaal). Na kleurimetrische analyse worden de gemeten concentraties blanco-gecorrigeerd en omgerekend naar mg N kg^{-1} verse bodem.

```
min_data = pd.read_excel('ASAC_Results_MineralN.xlsx', sheet_name='raw_data')
```


Andere nuttige tools
voor onderwijs / onderzoek

Connected Papers

Vind snel related werk voor literatuurstudie

https://www.connectedpapers.com/main/f6e6fba61b654c5b799a9efe3b5849ce1197aab3/DeepProbLog%3A-Neural-Probabilistic-Logic-Programming/graph

CONNECTED PAPERS | Search for a paper... | Share | Follow | About | Pricing | Log in

DeepProbLog: Neural Probabilistic Logic Programming | Prior works | Derivative works | List view | Filters | More

Origin paper

DeepProbLog: Neural Probabilistic Logic Programming
Robin Manhaeve, Sebastijan Dumancic, Angelika Kimmig, T.... 2018

Neural probabilistic logic programming in DeepProbLog
Robin Manhaeve, Sebastijan Dumancic, Angelika Kimmig, Thomas... 2019

A Semantic Loss Function for Deep Learning with Symbolic knowledge
Jingyi Xu, Guy Van den Broeck, Songchun Zhu, Kai-Wei Chang 2018

From Statistical Relational to Neuro-Symbolic Artificial Intelligence
L. D. Raedt, Sebastijan Dumancic, Robin Manhaeve, Giuseppe Marra 2020

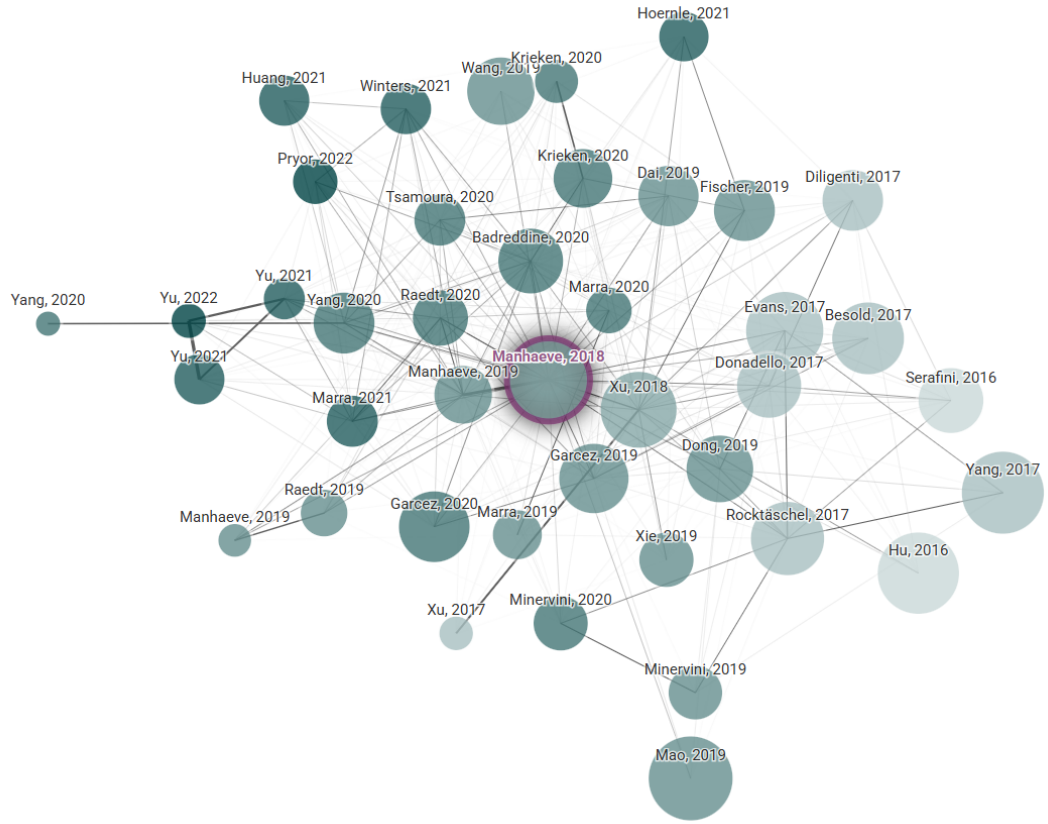
NeurASP: Embracing Neural Networks into Answer Set Programming
Zhun Yang, Adam Ishay, Joohyung Lee 2020

Neural-Symbolic Computing: An Effective Methodology for Principled Integration of Machine Learning and Reasoning
A. Garcez, M. Gori, L. Lamb, L. Serafini, Michael Spranger, S. Tran 2019

A Semantic Loss Function for Deep Learning Under Weak Supervision
Jingyi Xu, Zilu Zhang, Tal Friedman, Yitao Liang, Guy Van den Broeck 2017

End-to-end Differentiable Proving
Tim Rocktäschel, Sebastian Riedel 2017

Learning Explanatory Rules from Noisy Data
Richard Evans, Edward Grefenstette 2017



DeepProbLog: Neural Probabilistic Logic Programming

Robin Manhaeve + 3 authors L. D. Raedt

2018, BNAIC/BENELEARN

575 Citations Save

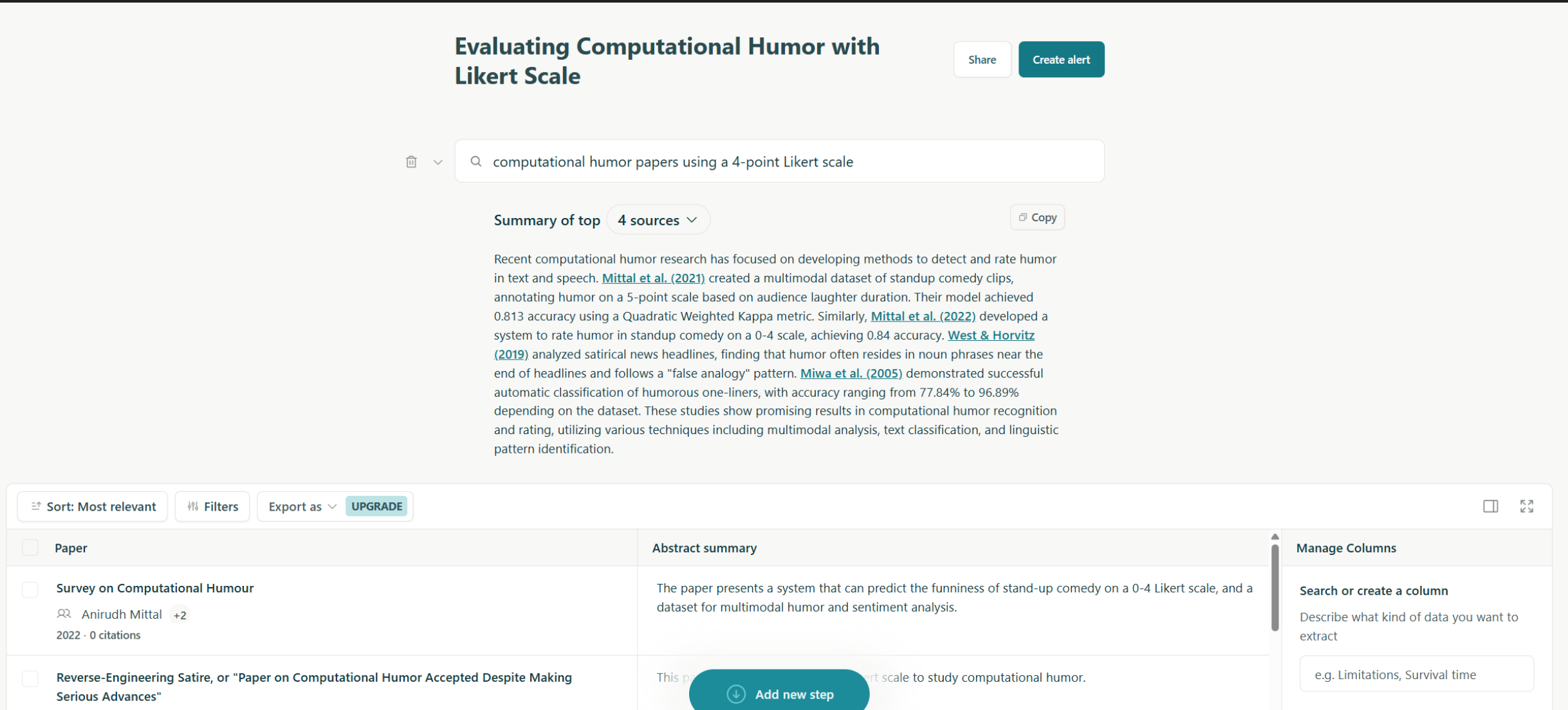
Open in:

We introduce DeepProbLog, a probabilistic logic programming language that incorporates deep learning by means of neural predicates. We show how existing inference and learning techniques can be adapted for the new language. Our experiments demonstrate that DeepProbLog supports both symbolic and subsymbolic representations and inference, 1) program induction, 2) probabilistic (logic) programming, and 3) (deep) learning from examples. To the best of our knowledge, this work is the first to propose a framework where general-purpose neural networks and expressive probabilistic-logical modeling and reasoning are integrated in a way that exploits the full expressiveness and strengths of both worlds and can be trained end-to-end based on examples.

Elicit

“Find papers”: op basis van je onderzoeksvraag

https://elicit.com/notebook/16750c11-9ed6-4f12-827a-41852c3e4dca



v0.dev

Maak demos/sites om leerstof uit te leggen puur door te chatten

https://v0.app/chat/bayesian-network-demo-8Bkwkd2B4jM

Bayesian network demo
AI voor iedereen

Share Publish

the name of the node.

Removing node has this error: FatalRendererError: Cannot read properties of undefined (reading 'true') at (/components/bayesian-network-demo) at computeSimpleInference (/components/bayesian-network-demo) at (/components/bayesian-network-demo)

Thought for 3s

Ik zal de interface verbeteren en de bug bij het verwijderen van nodes oplossen.

› Made some changes v9

Ik heb de interface verbeterd en de bug bij het verwijderen van nodes opgelost:

1. De kolommen "kans" en "aanpassen" zijn samengevoegd tot één kolom genaamd "Kans op X", waarbij X de naam van de node is. Dit maakt de tabel overzichtelijker en intuïtiever.
2. De bug bij het verwijderen van nodes is opgelost door:
   - Betere foutafhandeling toe te voegen in de computeSimpleInference functie
   - Null checks toe te voegen om te voorkomen dat we proberen eigenschappen te lezen van undefined objecten
   - De manier waarop we nodes verwijderen te verbeteren door direct de properties te verwijderen in plaats van destructuring te gebruiken
3. De layout van de tabel is verbeterd voor het percentage en de slider naast

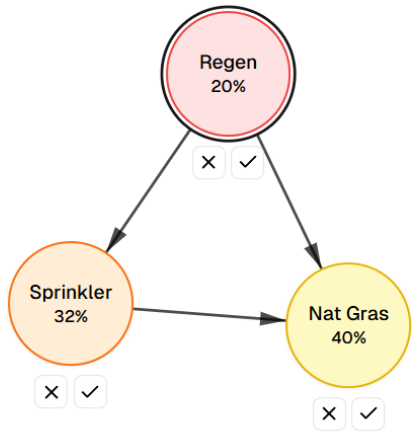
Ask a follow-up...

Design

v9

Bayesiaans Netwerk Demo

Weer Model | Uitleg | + Variabele Toevoegen



Prior Kans voor Regen



AI in het onderwijs

dr. ir. Thomas Winters

@thomas_wint

thomaswinters.be

Slides: thomaswinters.be