

Uporaba tehnologija generativne umjetne inteligencije u izradi kolegija

izv. prof. dr. sc. Marko Horvat

Zavod za primijenjeno računarstvo

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Sveučilišta u Zagrebu



Sadržaj

- Uvod
 - O priručniku „Uporaba tehnologija generativne umjetne inteligencije u izradi kolegija”
 - Cilj, svrha, namjena, potrebna predznanja...
 - Što je zapravo umjetna inteligencija danas?
- Uvod u područje umjetne inteligencije
 - Povijest umjetne inteligencije, generativna umjetna inteligencija, veliki jezični modeli, potencijalne opasnosti i nužan oprez
- Izrada strukture kolegija i izbor nastavnih cjelina korištenjem generativne umjetne inteligencije
 - Konstruktivno poravnanje
 - Povezanost strukture kolegija s Bloomovom taksonomijom i s ishodima učenja
- Izrada provjera znanja korištenjem generativne umjetne inteligencije
 - Izrada različitih vrsta pitanja i testova
- Zaključak



Uvod

O priručniku



Cilj, svrha, namjena, potrebna predznanja...

- **Svrha priručnika?** Upoznati se s osnovama metoda i postupaka primjene tehnologija generativne umjetne inteligencije (UI) u izradi kolegija. Nakon završetka tečaja polaznik je osposobljen za samostalno korištenje UI alata u svrhu kreiranja nastavnih sadržaja, osobito u području generiranja tekstova, pitanja i zadataka.
- **Predznanja?** Osnove uporabe računala, osnove rada na Internetu, poželjna su i osnovna znanja iz programiranja.
- **Sadržaj priručnika?** Dvanaest poglavlja koja će biti detaljno obrađena u 16 školskih sati.
- **Kome je priručnik namijenjen?** Nastavnicima, predavačima i stručnjacima uključenima u izradu obrazovnih programa koji žele obogatiti online kolegije inovativnim i interaktivnim sadržajem uz pomoć generativne umjetne inteligencije i razgovornih agenata temeljenih na velikim jezičnim modelima.
- **Kako je priručnik oblikovan?**
 - Za označavanje važnijih pojmova rabe se podebljana slova. Upiti su označeni kurzivom, ako se nalaze unutar teksta ograničeni su navodnicima, a upiti u nekoliko redaka dodano su odvojeni u zasebne okvire.
 - Napomene i dodatne informacije se nalaze u okvirima sa strane.
 - Ispisi rezultata upita namjerno nisu navedeni. Razlozi su nedeterministička priroda razgovornih agenata, raznolikost modela, parametara rada i korištenih skupova za učenje. Zbog tih karakteristika, identičan upit može rezultirati različitim ispisima. Navođenje statičnih primjera bilo bi stoga zavaravajuće i ne bi pridonijelo boljem razumijevanju teme.



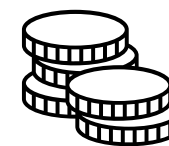
Uvod

Što je zapravo umjetna inteligencija danas?

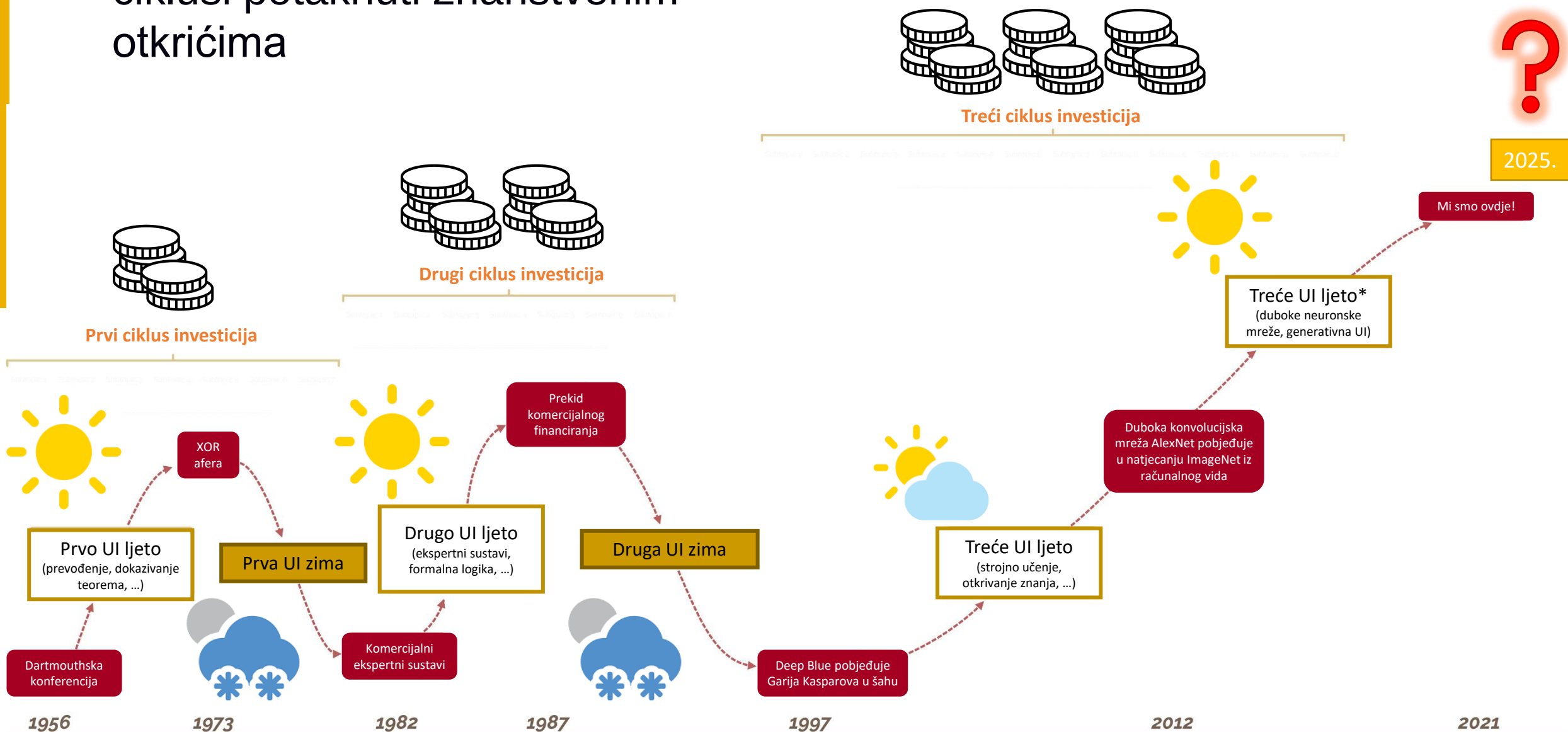


UI zime i UI ljeta – investicijski ciklusi potaknuti znanstvenim otkrićima

- Umjetna inteligencija (UI), engl. *artificial intelligence* (AI), kao znanstvena disciplina, relativno je mlada, no njezini korijeni sežu u kraj prve polovice 20. stoljeća. Razumijevanje povijesnog konteksta ključno je za shvaćanje današnjeg strelovitog razvoja, ali i za prepoznavanje cikličkih izmjena „UI ljeta“ i „UI zima“, kolokvijalnih naziva za razdoblja pojačanog, odnosno smanjenog financiranja i interesa koji su oblikovali razvoj područja umjetne inteligencije i danas dostupnih tehnologija.



UI zime i UI ljeta – investicijski ciklusi potaknuti znanstvenim otkrićima



LOST IN TIME: CLOCK AND CALENDAR UNDERSTANDING CHALLENGES IN MULTIMODAL LLMs

Rohit Saxena, Aryo Pradipta Gema, Pasquale Minervini
ILCC, School of Informatics, University of Edinburgh, Minimi.AI
{rohit.saxena, aryo.gema, p.minervini}@ed.ac.uk

ABSTRACT

Understanding time from visual representations is a fundamental cognitive skill, yet it remains a challenge for multimodal large language models (MLLMs). In this work, we investigate the capabilities of MLLMs in interpreting time and date through analogue clocks and yearly calendars. To facilitate this, we curated a structured dataset¹ comprising two subsets: (1) *ClockQA*, which comprises various types of clock styles—standard, black-dial, no-second-hand, Roman numeral, and arrow-hand clocks—paired with time-related questions; and (2) *CalendarQA*, which consists of yearly calendar images with questions ranging from commonly known dates (e.g., Christmas, New Year’s Day) to computationally derived ones (e.g., the 100th or 153rd day of the year). We aim to analyse how MLLMs can perform visual recognition, numerical reasoning, and temporal inference when presented with time-related visual data. Our evaluations show that despite recent advancements, reliably understanding time remains a significant challenge for MLLMs.

7 Feb 2025 17:11:23 UTC

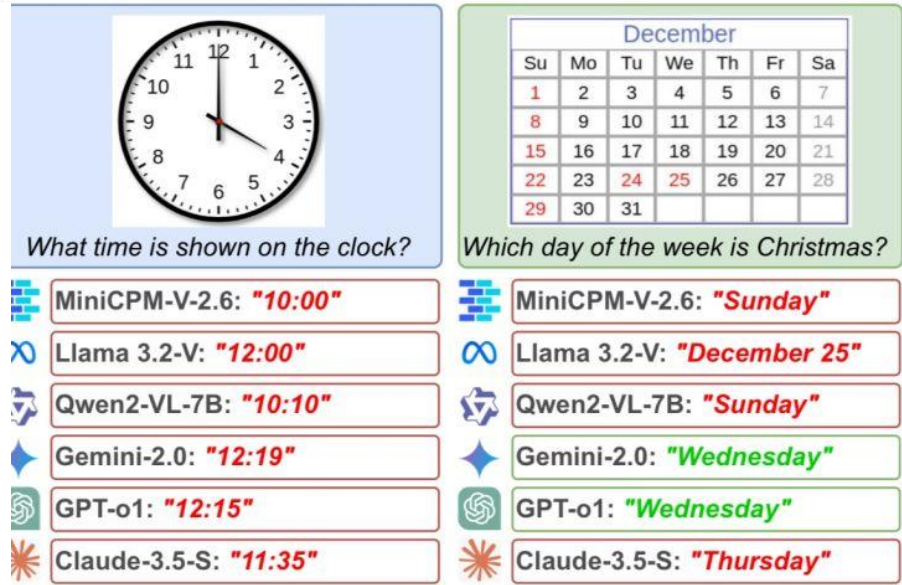
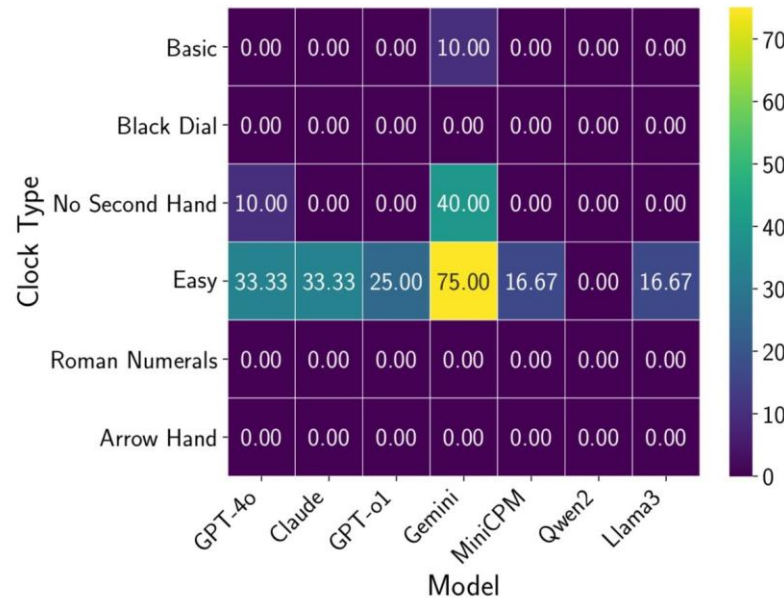
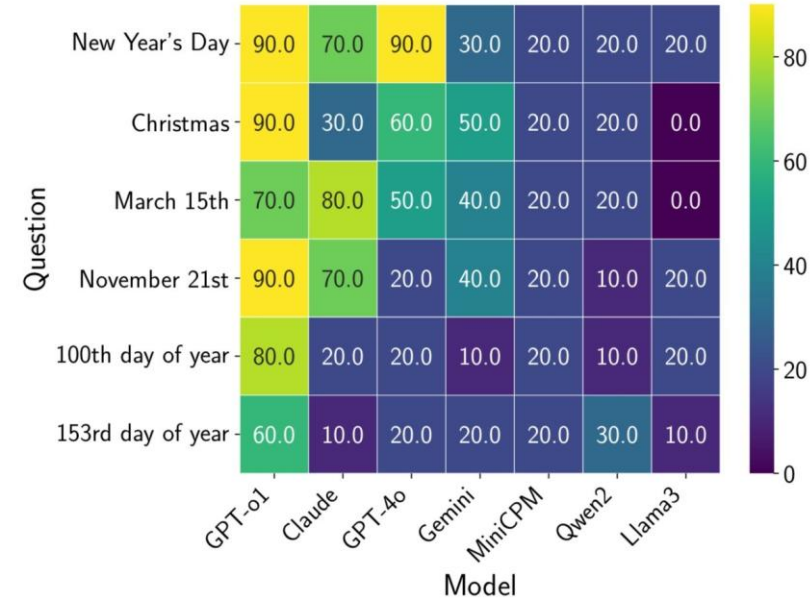


Figure 1: Predictions on ClockQA and CalendarQA.



(a) Clock category-wise accuracy of the models.



(b) Calendar question-wise accuracy of the models.

Even „smart“ LLMs have weaknesses at basic tasks.

Reading clocks is hard because AI vision systems are crude & calendar facts require vision & math.

As the paper shows, the best model, Gemini, gets only 22% of clocks rights, while o1 gets 80% of calendar questions right.



Prompt: "Calculate the product of 15580146 and 550624703. Please provide the final answer in the format: Final Answer: [result]"

Asking LLMs to multiply numbers is an important test.

This is a natural consequence of deep learning, in which the corpus entirely consists of positive claims, and categorically does not consist of samples we don't have.

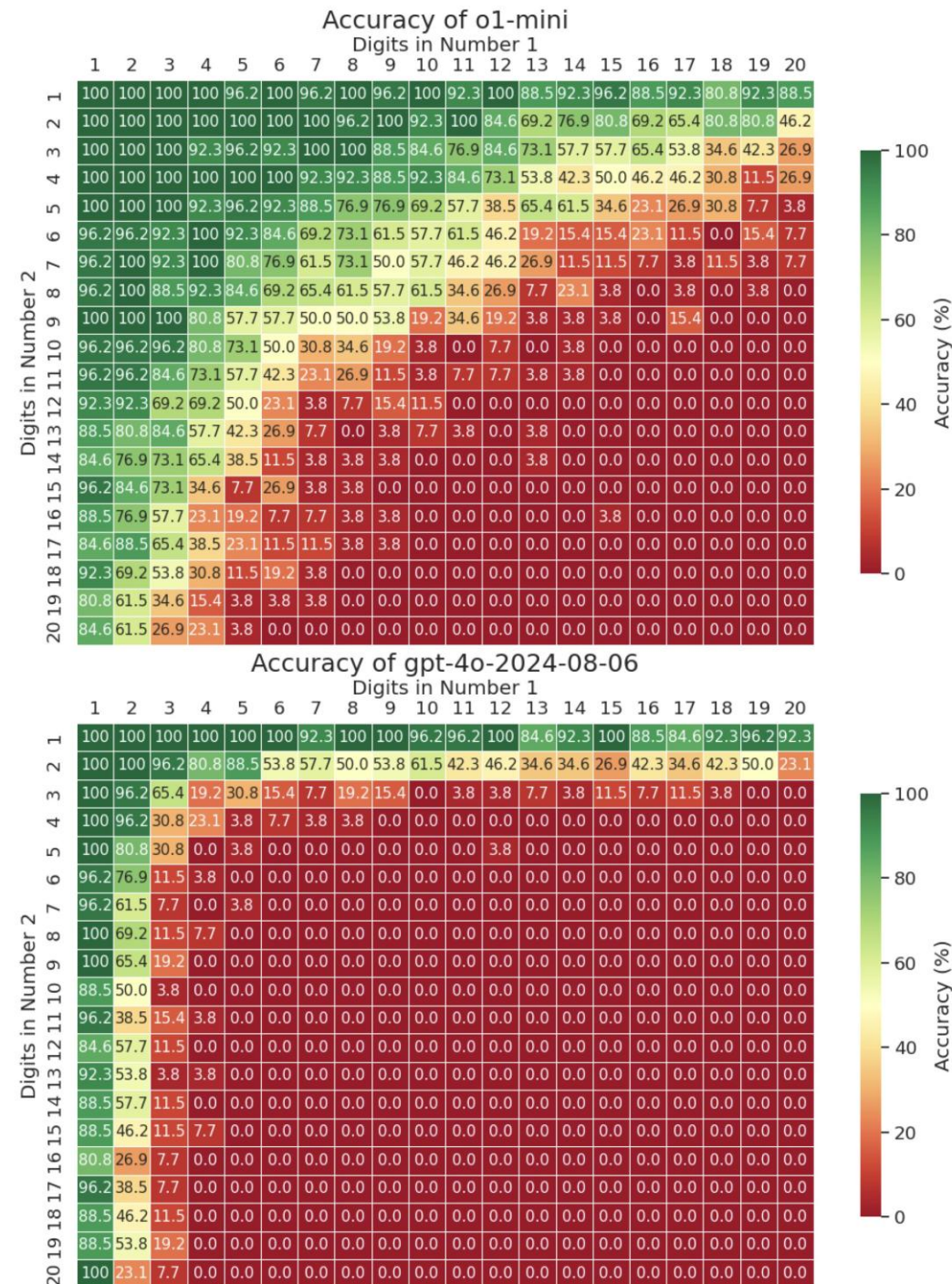
Life in the world is the opposite. You, I and every single organism lives in a perpetual, blinding fog of survival, and you're entirely adapted for that.

Our (usual) answer to „what's 19 times 17?" is „I don't know."

But if you put that in the corpus, you only train it to imitate limitations.

Ipak rezultati se popravljaju s novim modelima.

40 test examples per cell



Halucinacije kao svojstvo velikih jezičnih modela

Hallucinations in Large Language Models (LLMs) occur when the models generate content that is false, fabricated, or inconsistent with their training data.

LLMs WILL ALWAYS HALLUCINATE, AND WE NEED TO LIVE WITH THIS

Sourav Banerjee*
DataLabs
United We Care
sb@unitedwecare.com

Ayushi Agarwal
DataLabs
United We Care
ayushi@unitedwecare.com

Saloni Singla
DataLabs
United We Care
saloni@unitedwecare.com

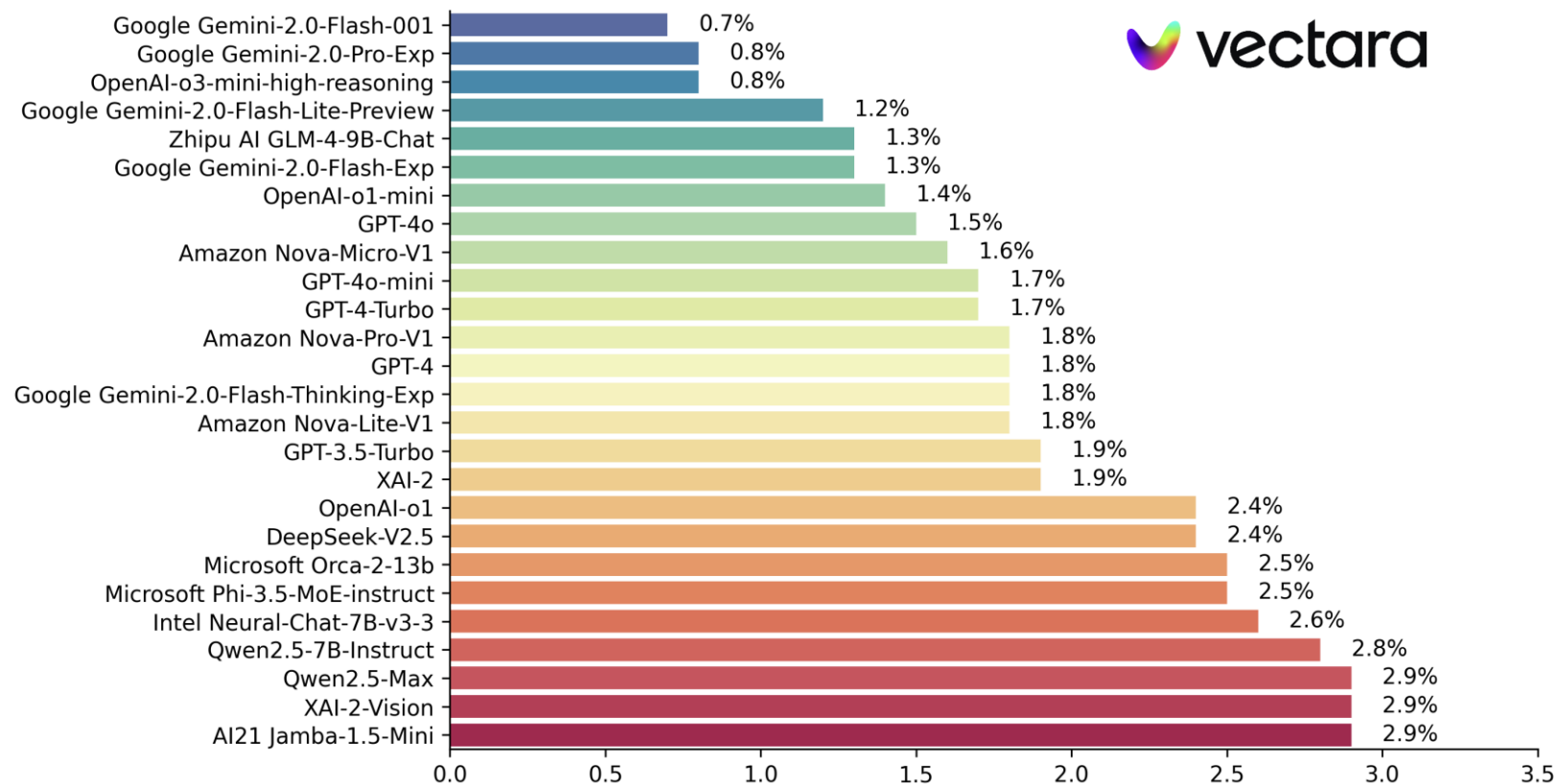
September 10, 2024

ABSTRACT

As Large Language Models become more ubiquitous across domains, it becomes important to examine their inherent limitations critically. This work argues that hallucinations in language models are not just occasional errors but an inevitable feature of these systems. We demonstrate that hallucinations stem from the fundamental mathematical and logical structure of LLMs. It is, therefore, impossible to eliminate them through architectural improvements, dataset enhancements, or fact-checking mechanisms. Our analysis draws on computational theory and Gödel's First Incompleteness Theorem, which references the undecidability of problems like the Halting, Emptiness, and Acceptance Problems. We demonstrate that every stage of the LLM process—from training data compilation to fact retrieval, intent classification, and text generation—will have a non-zero probability of producing hallucinations. This work introduces the concept of "Structural Hallucinations" as an intrinsic nature of these systems. By establishing the mathematical certainty of hallucinations, we challenge the prevailing notion that they can be fully mitigated.

Keywords Large Language Models, Hallucination, Structural Hallucinations

Hallucination Rates for Top 25 LLMs



Last updated on February 11th, 2025



Tjedan Centra za e-učenje 2025

<https://arxiv.org/abs/2409.05746v1>, <https://github.com/vectara/hallucination-leaderboard>

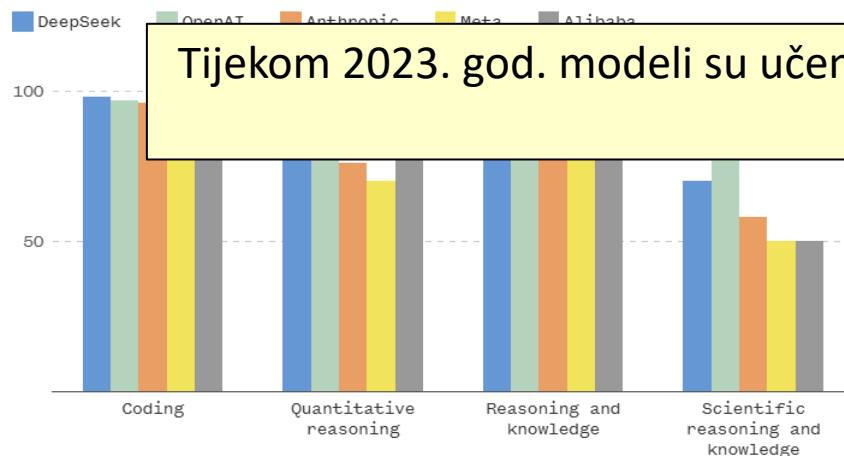
Usporedbe popularnih GenAI modela standardiziranim metrikama s primjenom u obrazovanju

Why DeepSeek is different, in three charts

The Chinese artificial intelligence model's innovative design allows it to outperform other popular models at significantly lower costs.

Performance compared

DeepSeek's R1 outperforms other companies' latest models on the commonly-used AI tests.



Notes: Scores are out of 100. The models for each company that are measured: for OpenAI, o1; for Alibaba, Qwen 2.5 72B; for Meta, Llama 3.1 405B; for Anthropic, Claude 3.5 Sonnet. The tests used are HumanEval, MATH-500, MMLU and GPQA Diamond.

Source: Artificial Analysis

Graphic: Jasmine Cui and Joe Murphy / NBC News

Jan. 28, 2025



Google DeepMind AlphaGeometry2 solves 84% of International Mathematical Olympiad (IMO) geometry problems from 2000 to 2024, [up from its predecessor's 54%](#). On the IMO-AG-50 benchmark, which includes 50 formalized IMO geometry problems, it solved 42 problems - slightly better than an average gold medalist, who typically solves around 40.

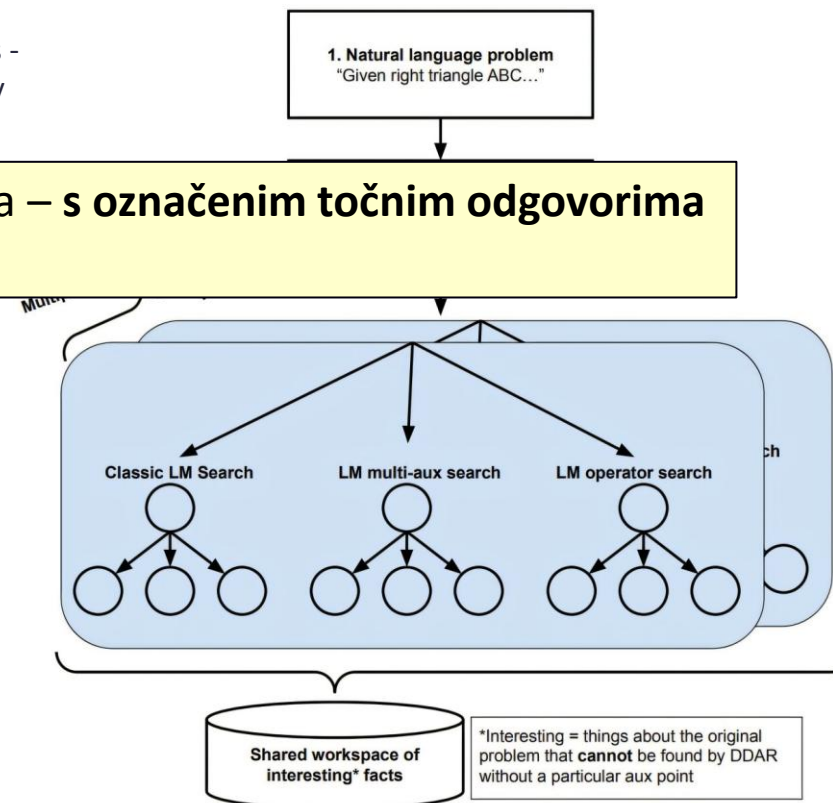
Google DeepMind

2025-2-7

Gold-medalist Performance in Solving Olympiad Geometry with AlphaGeometry2

Yuri Chervonyi^{1,*,}, Trieu H. Trinh^{1,*,}, Miroslav Olšák^{1,2,}, Xiaomeng Yang^{1,3,}, Hoang Nguyen^{1,3,}, Marcelo Menegali^{1,}, Junehyuk Jung^{1,4,}, Vikas Verma^{1,}, Quoc V. Le¹ and Thang Luong^{1,*,}

¹Google DeepMind, ²University of Cambridge, ³Georgia Institute of Technology, ⁴Brown University
This work was conducted entirely at Google DeepMind by all authors.



Tijekom 2023. god. modeli su učeni nad skupovima podataka s natjecanjima – s označenim točnim odgovorima
Saznalo se tek 2025. god.

Arithmetic Reasoning).

The language model, trained on synthetic geometry problems, suggests potential steps and constructions that might help solve a problem. It does this by generating sentences in a specialized language that describes geometric objects and relationships.

DDAR then examines these suggestions, using logic to derive new facts from them. Following specific rules, it builds up what the team calls a "deduction closure" of all possible conclusions.

5 Feb 2025 19:02:03 UTC

Uvod u područje umjetne inteligencije



Povijest umjetne inteligencije

Počeci i Dartmouthska konferencija (1940-e – 1956.)

- Temelje modernom računarstvu i teoriji umjetne inteligencije postavili su znanstveni i pioniri ovog područja sredinom 20. stoljeća. Već 1943. godine, Warren McCulloch i Walter Pitts predstavili su prvi teorijski matematički model umjetnog neurona, pokazujući da mreža takvih neurona može izračunavati bilo koju logičku funkciju. Nekoliko godina kasnije, 1949., Donald Hebb definira algoritam za učenje umjetnog neurona, odnosno za modificiranje snage veza između neurona, što je postalo temelj za buduće algoritme učenja umjetnih neuronskih mreža.
- Ključni doprinos u ovom početnom razdoblju dao je Alan Turing, koji je 1950. godine u svom radu „Computing Machinery and Intelligence“ predložio test, danas poznat kao **Turingov test**, kao mjerilo za utvrđivanje inteligencije stroja. Testom se provjerava može li stroj oponašati ljudsku konverzaciju do te mjere da ga čovjek-ispitivač ne može razlikovati od drugog čovjeka. Manje je poznato, ali u istom radu Turing je postavio i temelje za strojno učenje, genetičke algoritme i podržano učenje (engl. *supervised learning*) koji će se puno kasnije razviti kao zasebna i vrlo obećavajuća područja istraživanja unutar umjetne inteligencije.



Konferencija u Dartmouthu

Službeni početak područja umjetne inteligencije

- Ovi rani teorijski i praktični pomaci kulminirali su 1956. godine na **Dartmouthskoj konferenciji**, ljetnoj istraživačkoj radionici koji su organizirali John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester i Claude Shannon. Na tom je događaju skovan sam pojam umjetna inteligencija i ta konferencija smatra se službenim stvaranjem UI kao akademske discipline. Okupljeni znanstvenici bili su iznimno optimistični, vjerujući da se svaki aspekt učenja ili inteligencije može precizno opisati i simulirati strojem unutar sljedećih 30 do 40 godina.



A PROPOSAL FOR THE
DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT
ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

J. McCarthy, Dartmouth College
M. L. Minsky, Harvard University
N. Rochester, I. B. M. Corporation
C. E. Shannon, Bell Telephone Laboratories

August 31, 1955

A Proposal for the
DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

We propose that a 2 month, 10 man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves. We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer.

Povijest umjetne inteligencije

Zlatno doba, velika očekivanja, prvo „UI ljeto“ i prva „UI zima“ (1956. – 1980.)

- Nakon Dartmouthske konferencije uslijedilo je razdoblje velikih ulaganja i brzog napretka područja, obilježeno nizom impresivnih demonstracija novih tehnologija. Arthur Samuel je već 1952. razvio program za igranje dame koji je bio sposoban učiti iz vlastitih partija. Godine 1956., Allen Newell, John Clifford Shaw i Herbert A. Simon predstavili su **Logic Theorist**, računalni program koji je samostalno dokazao 38 od 52 teorema iz djela *Principia Mathematica*, a njihov kasniji program, **General Problem Solver (GPS)**, bio je prvi koji je pokušao utjeloviti opći način rješavanja logičkih problema.
- U ovom je razdoblju John McCarthy izumio programski jezik **LISP** (1958.), koji je desetljećima bio dominantan jezik u UI istraživanju i još uvijek je važan programski alat za neke neke logičke probleme, eksperimentiranje i učenje umjetne inteligencije na fakultetima.
- Jedan od najpoznatijih primjera uspjeha UI iz tog doba je **ELIZA** (1965.), rani razgovorni agent (chatbot) Josepha Weizenbauma sa sveučilišta Massachusetts Institute of Technology koji je simulirao razgovor s psihoterapeutom i pokazao kako se jednostavnim manipulacijama može stvoriti iluzija razumijevanja prirodnog jezika.



Welcome to

```
EEEEEE LL      IIII ZZZZZZZZ  AAAAA
EE      LL      II      ZZ  AA  AA
EEEEEE LL      II      ZZZ  AAAAAA
EE      LL      II      ZZ  AA  AA
EEEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZZZ AA  AA
```

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.

The original program was described by Joseph Weizenbaum in
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Please tell me what's been bothering you.

YOU: I don't really know

ELIZA: Do you wish to be able to really know ?

YOU: Hmm.. well, I guess yes

ELIZA: Do you say you guess yes for some special reason ?

YOU: I don't really know

ELIZA: Does that trouble you ?

YOU: What do you think?

ELIZA: What are your feelings now ?

YOU: Sad

ELIZA: Does talking about this bother you ?

YOU: █

ELIZA efekt (1)

- Sredinom 60-ih godina prošlog stoljeća prof. **Joseph Weizenbaum** sa MIT-a, predvodnik i veliki stručnjak u AI-u, izradio je chatbota kojeg je nazvao "**ELIZA**".
- To je bio jedan od prvih NLP razgovornih programa uopće. Izvodio se na velikom mainframe računalu IBM 7094. Osim samog programa, Weizenbaum je napisao i skriptu "**DOCTOR**" koja je „imitirala“ psihoterapeuta.
- Algoritam je bio vrlo jednostavan – mogao je identificirati ključne riječi u tekstu kao npr. "mother", "father", "family", "love", "happy", "boyfriend", itd. i slijedio je nekoliko jednostavnih AKO-ONDA (IF-THEN) pravila kojima je koristio ključnu riječ da bi postavio pitanje ili dao odgovor na pitanje korisnika. Nije mogao prepoznati kontekst ili tok razgovora i često bi ponavljao iste fragmente teksta u petlji. Ali, svejedno, to je tada bilo nešto potpuno novo i do tada neviđeno. Pravi „**wow**“ efekt. ELIZA je mogla uvjeriti neke korisnike da misle da je stroj zapravo čovjek, odnosno razumno biće.

ELIZA efekt (2)

Jedan tipičan razgovor s ELIZA-om izgledao je ovako:

- Person: Men are all alike.
- ELIZA: In what ways?
- Person: They are always bugging us about something or other.
- ELIZA: Can you think of specific example?
- Person: Well, my boyfriend made me come here.
- ELIZA: Your boyfriend made you come here?
- Person: He says I am depressed much of the time.
- ELIZA: I am sorry that you are depressed.
- Person: Its true, I am unhappy.
- ELIZA: Do you think coming here will help you not to be unhappy?
- Person: I need some help that much seems certain.
- ELIZA: What would it mean to you if you got some help?
- Person: Perhaps I could learn to get along with my mother.
- ELIZA: Tell me more about your family.

- Jednog dana Wiezenbaum je zamolio svoju tajnicu da isproba njegov program. Ona nikad nije prije nije koristila *chatbot* i nije znala o kakvoj se tehnologiji zapravo radi, tj. što je to *chatbot*.
- Nakon samo nekoliko razmijenjenih rečenica, ona se iznenada okrenula prema Wiezenbaumu i ljubazno ga zamolila da **napusti sobu** jer „**ovo je pravi razgovor i postao je osoban i intiman.**”
- I još ljudi je reagiralo slično.

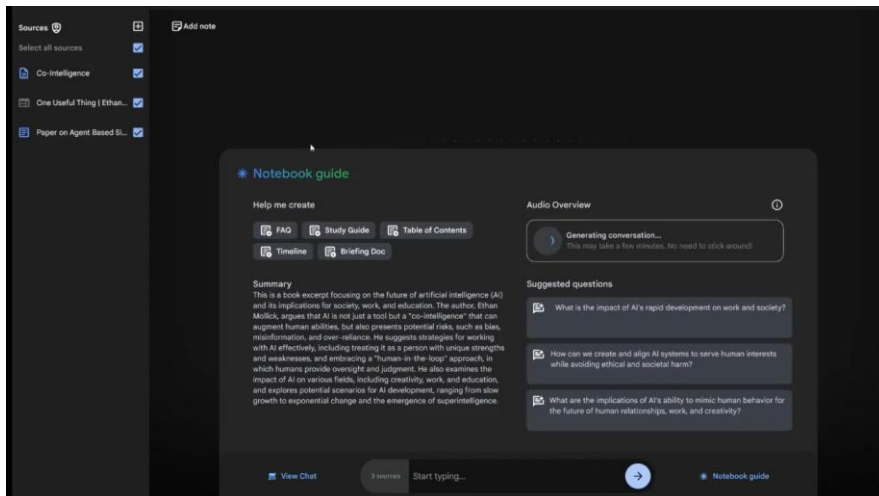
Wiezenbaum je kasnije primijetio: „*I had not realized ... that extremely short exposures to a relatively simple computer program could induce powerful delusional thinking in quite normal people*”.

Alati za produktivnost Google NotebookLM i NotebookLlama

NotebookLM

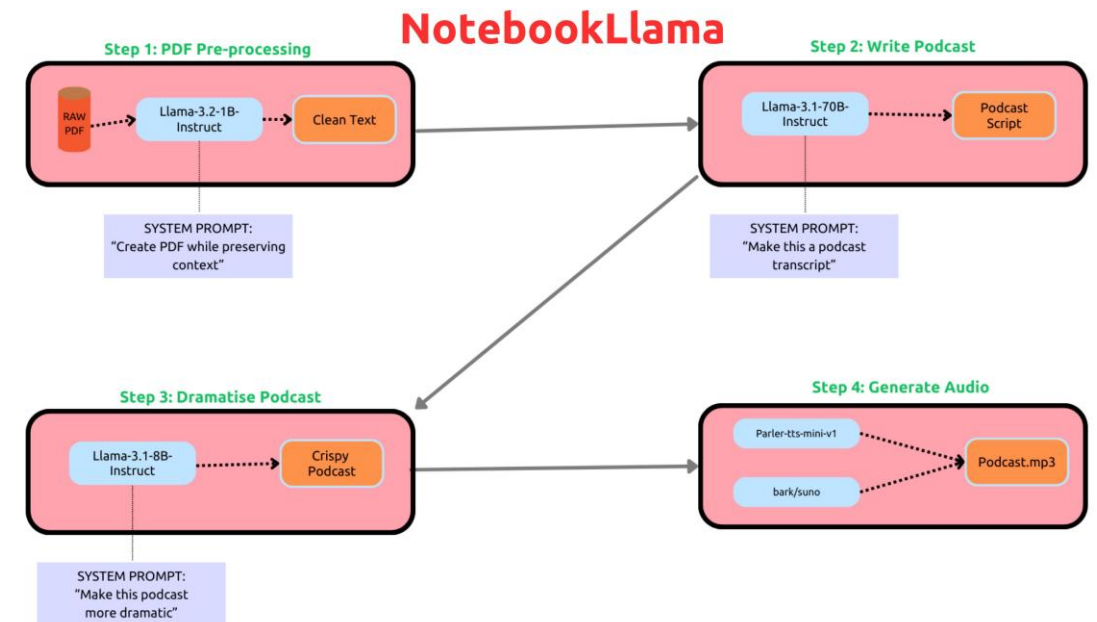
Think Smarter, Not Harder

The ultimate tool for understanding the information that matters most to you, built with Gemini 1.5



<https://notebooklm.google.com/>

„Your Personalized AI Research Assistant“



<https://github.com/meta-llama/llama-recipes/tree/main/recipes/quickstart/NotebookLlama>

Povijest umjetne inteligencije

Perceptron

- Unutar ovog zlatnog razdoblja za UI jedan od najznačajnijih doprinosa na području razvoja umjetnih neuronskih mreža bio je rad američkog psihologa Franka Rosenblatta. On je razvio **Perceptron**, jedan od prvih i najjednostavnijih tipova umjetnih neuronskih mreža. Perceptron je bio dizajniran kao model s jednim slojem neurona sposoban za binarnu klasifikaciju, odnosno razdvajanje podataka u dvije kategorije.
- Njegov ključni teorijski doprinos bio je **dokaz konvergencije perceptrona** iz 1962. godine. Ovim teoremom, Rosenblatt je matematički dokazao da je njegov algoritam učenja sposoban pronaći rješenje za bilo koji problem klasifikacije, pod uvjetom da je taj problem linearno odvojiv (tj. da se dvije kategorije podataka mogu razdvojiti jednom ravnom crtom ili hiperravninom).
- Veliki optimizam jer se nudilo jamstvo temeljeno u matematičkom formalizmu za sposobnost strojnog učenja.



Povijest umjetne inteligencije

Obrada prirodnog jezika – naivni pristup

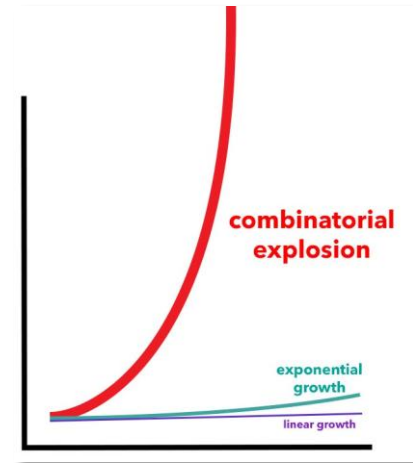


- Međutim, početni entuzijazam počeo je slabiti krajem 1960-ih. Pokazalo se da su rani programi, koji su sadržavali malo ili nimalo stvarnog znanja, bili uspješni samo u pojednostavljenim i odvojenim slučajevima. Njihov uspjeh temeljio se na jednostavnim sintaktičkim manipulacijama, direktnom zamjenom riječi bez razmatranja konteksta, prenesenog i značenja i stvarne semantike, što se pokazalo nedostatnim za rješavanje složenijih problema iz stvarnog svijeta.
- Ali, neuspjeh projekta strojnog prevođenja financiranog koji se temeljio na zamjeni riječi i transformacijama gramatike, slikovito je pokazao sve nedostatke naivnosti i neutemeljenog entuzijazma u prve UI tehnologije.
- Ograničenja ovakvog pristupa slikovito ilustrira slavni, iako možda apokrifni, primjer prijevoda biblijske fraze „Duh je voljan, ali je tijelo slabo“ (engl. „The spirit is willing, but the flesh is weak“). Kada je rečenica prevedena na ruski i potom natrag na engleski, rezultat je navodno glasio: „Votka je dobra, ali je meso trulo“ (engl. „The vodka is good but the flesh is rotten“). Do ove pogreške došlo je jer riječ „spirit“ na engleskom može značiti i „duh“ i „alkoholno piće“, a riječ „weak“ (slab) mogla se pogrešno povezati s lošom kvalitetom. U nedostatku konteksta, sustav je odabrao pogrešne direktne prijevode riječi.



Povijest umjetne inteligencije

Kombinatorna eksplozija – netraktabilnost



- Drugi veliki problem, usko povezan s hardverskim ograničenjima ranih sustava, bila je fundamentalna **računska složenost** mnogih problema koje je UI pokušavala riješiti. Rani uspjesi bili su mogući jer su se sustavi primjenjivali unutar strogo definiranih „mikrosvjetova“ (npr. svijet blokova), gdje je broj objekata i mogućih interakcija u njima bio vrlo malen. U takvim kontroliranim uvjetima, problem **kombinatorne eksplozije** (eksponencijalnog rasta broja mogućih stanja ili rješenja s povećanjem broja varijabli) nije dolazio do izražaja.
- Međutim, kada su istraživači pokušali te iste algoritme primijeniti na složenije, realne probleme, suočili su se s fenomenom **netraktabilnosti**. U teoriji računske složenosti, problem se smatra **netraktabilnim** (engl. *intractable*) ako za njega ne postoji učinkovit algoritam koji bi ga mogao riješiti u razumnom (polinomijalnom) vremenu. Vrijeme potrebno za rješavanje takvih problema raste eksponencijalno s veličinom ulaza, što ih čini praktički nerješivima čak i za hipotetski najbrža računala, čim problem dosegne bilo kakvu realističnu veličinu.
- Prije razvoja teorije računske složenosti, vladalo je uvjerenje da je skaliranje na veće probleme isključivo hardversko pitanje. Vjerovalo se da će se netraktabilnost riješiti jednostavnim povećanjem procesorske snage i memorije računala. Istraživači su tek kasnije shvatili da temeljni problem nije bio u snazi računala, već u samoj prirodi problema. Mnogi od ambicioznih ciljeva tijekom ranog razvoja UI, poput općeg planiranja ili potpunog razumijevanja prirodnog jezika, inherentno su **netraktabilni**.



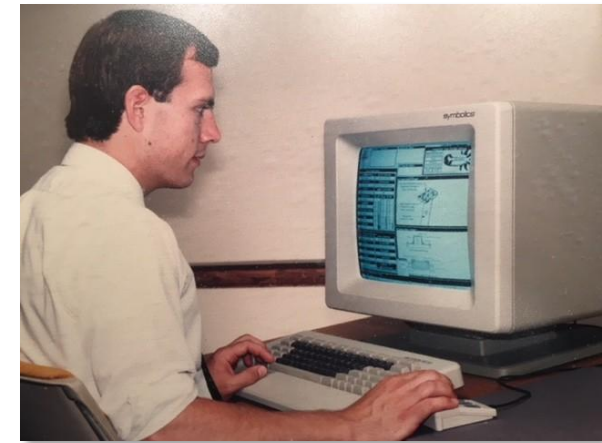
Povijest umjetne inteligencije

Prva „AI-zima”



- Uz sve to, utjecajna knjiga „Perceptrons” (objavljena 1969.) Marvinia Minskog i Seymoura Paperta matematički je dokazala ozbiljna ograničenja jednostavnih neuronskih mreža. Naime, izbila je tzv. XOR afera (engl. *The XOR Affair*). XOR je fundamentalna logička operacija koja daje istinit izlaz samo ako su ulazne vrijednosti različite (0 i 1 ili 1 i 0, ali ne 0 i 0, ili 1 i 1). Problem XOR je arhetipski primjer **nelinearno odvojivog problema**: nije moguće povući jednu ravnu crtu koja bi odvojila istinite od neistinitih ishoda. Minsky i Papert su u svojoj knjizi dokazali da Rosenblattov jednostavni, jednoslojni Perceptron fundamentalno nije u stanju riješiti ovaj vrlo jednostavan problem. Iako je njihova analiza bila matematički ispravna i primjenjiva isključivo na jednoslojne mreže, njezine su posljedice bile dalekosežne. Knjiga je u široj znanstvenoj zajednici interpretirana kao dokaz opće nemoći i besperspektivnosti čitavog polja neuronskih mreža.
- To je, uz već postojeće razočaranje zbog nerealiziranih obećanja, dramatično **obeshrabrilo daljnja istraživanja i dovelo do prekida projekata vezanih uz neuronske mreže** na gotovo cijelo desetljeće.
- Sve je to dovelo do drastičnog smanjenja financiranja i razdoblja poznatog kao prva „**UI zima**” (engl. *AI-winter*).





Povijest umjetne inteligencije

Druga „Al-zima” (1970. – 1993.)

- Kao odgovor na ograničenja ranijih sustava, razvoj se u 1970-ima prebacio na **sustave temeljene na znanju**, poznate i kao **ekspertni sustavi**. Ideja je bila kodirati znanje ljudskih stručnjaka u obliku „ako-onda“ pravila kako bi se riješili specifični problemi. Dva najznačajnija primjera razvijena su na Sveučilištu Stanford:
- **DENDRAL**, koji je na temelju 450 pravila zaključivao o molekularnim strukturama iz podataka masene spektroskopije , i
- **MYCIN**, koji je s oko 550 pravila pomagao u dijagnostici krvnih infekcija, uvodeći pritom i faktore izvjesnosti za rad s nepouzdanim informacijama. Ovi su sustavi postigli komercijalni uspjeh i početkom 1980-ih pretvorili umjetnu inteligenciju u industriju vrijednu milijarde dolara.
- Ovi rani ekspertni sustavi umjetne inteligencije, kao i **PROSPECTOR**, **XCON**, bili su snažno usmjereni na simboličko zaključivanje i ručno kodificirana pravila, statističko rasuđivanje i heuristiku.
- Usporedno s tim, napredovala je obrada prirodnog jezika, a u Europi je popularnost stekao logički programski jezik **PROLOG**.
- Ipak, i ovaj je val entuzijazma splasnuo. Izrada i održavanje ekspertnih sustava pokazalo se preskupim i složenim. Sustavi se nisu mogli nositi sa situacijama izvan svoje usko definirane domene znanja. Uslijedila je druga **Ul zima** krajem 80-ih i početkom 90-ih, iako je u pozadini ponovno oživjelo istraživanje neuronskih mreža, potaknuto razvojem **algoritma unazadnog učenja** (engl. *backpropagation*).



Povijest umjetne inteligencije

Posljednje „AI-ljeto” (1993. – danas)



- Od sredine 1990-ih umjetna inteligencija doživljava renesansu, potaknutu dvama ključnim faktorima:
- **Eksponencijalni rast računalne snage** (prema Mooreovom zakonu).
- **Dostupnost ogromnih količina podataka** (pojava brzog interneta i digitalizacija velikih skupova podataka).
- Razvoj se prebacio s ručne izrade skupa znanja na **strojno učenje** (engl. *machine learning*), gdje sustavi „uče“ izravno iz podataka i otkrivaju novo znanje u postojećim podacima.
- Još jedan ključni trenutak dogodio se 1997. godine, kada je IBM-ovo superračunalo **Deep Blue** pobijedilo svjetskog prvaka u šahu Garija Kasparova. Makar simbolički taj događaj je pokazao da UI ipak može nadmašiti ljudske sposobnosti u zadacima koji zahtijevaju složenu strategiju.
- U 21. stoljeću, s razvojem **dubokog učenja** (engl. *deep learning*), podvrste strojnog učenja koja koristi višeslojne neuronske mreže duboke arhitekture događa se nova revolucija. Pobjeda Googleovog programa **AlphaGo** nad svjetskim prvakom u igri Go 2016. godine demonstrirala je snagu dubokog učenja na problemu koji se smatrao intuitivski i kreativno daleko zahtjevnijim od šaha. Ovaj napredak u obradi podataka i prepoznavanju uzoraka, zajedno s razvojem inteligentnih agenata i robotike, izravno je doveo do razvoja današnjih velikih jezičnih modela i generativne umjetne inteligencije.



Izrada strukture kolegija i izbor nastavnih cjelina korištenjem generativne umjetne inteligencije

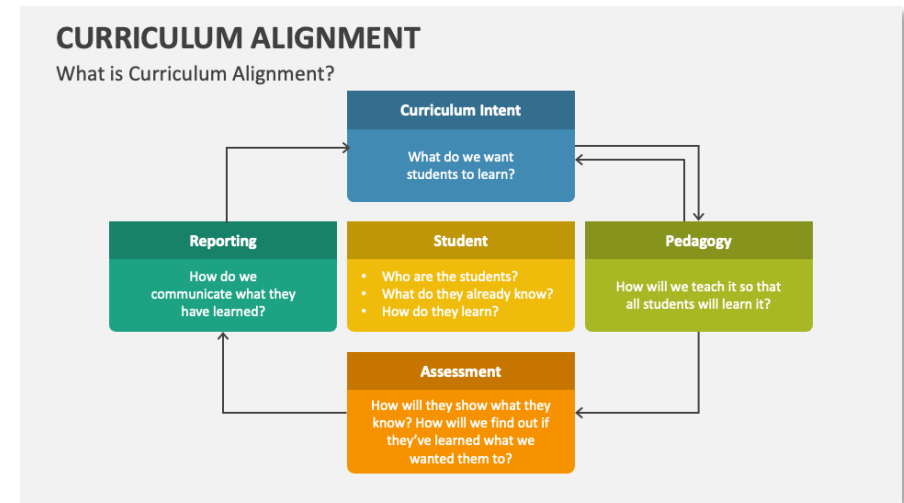
Konstruktivno poravnanje

Povezanost strukture kolegija s Bloomovom taksonomijom i s ishodima učenja



Matrica konstruktivnog poravnanja

- Kako bi se osigurala preglednost i koherentnost, strukturu kolegija poželjno je prikazati u obliku matrice poravnanja kolegija (engl. *curriculum alignment matrix*).
- Takva matrica obično uključuje:
 - naziv modula ili nastavne cjeline,
 - povezane ishode učenja,
 - ključne teme i koncepte,
 - planirane aktivnosti učenja,
 - metode provjere (formativne i sumativne),
 - procjenu potrebnog vremena,
 - potrebne resurse i alate,
 - napomene o pristupačnosti, privatnosti i autorskim pravima.



Primjeri upita za kreiranje strukture kolegija (1)

- Generativna umjetna inteligencija može znatno ubrzati i olakšati oblikovanje strukture kolegija. Primjeri upita u tu svrhu uključuju:
- „Predloži strukturu kolegija u trajanju od 12 školskih sati za ciljnu skupinu sveučilišnih nastavnika. Predloži module, ishode učenja, aktivnosti i načine vrednovanja. Uključi smjernice za pristupačnost i privatnost.“
- „Izradi matricu konstruktivnog poravnanja u tabličnom obliku sa stupcima: Modul, Ishodi učenja, Teme, Aktivnosti, Provjere, Vrijeme, Resursi.“
- „Pripremi detaljnu agendu prvoga susreta (2 sata) s vremenskim rasporedom aktivnosti, uključujući uvod, praktičnu vježbu, pauzu i zaključnu provjeru.“
- Takvi upiti daju početnu strukturu koja se potom prilagođava specifičnim uvjetima i pedagoškim zahtjevima.



Primjeri upita za kreiranje strukture kolegija (2)

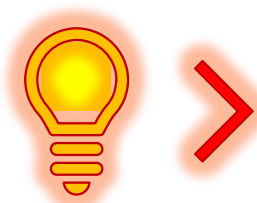
- Primjer osnovnog upita za kreiranje strukture kolegija:

Ponašaj se kao sveučilišni profesor iz računarstva i stručnjak za metodiku nastave. Kreiraj mi detaljan silabus za preddiplomski kolegij "Uvod u programiranje". Kolegij traje 15 tjedana. Studenti nemaju predznanja iz programiranja. Za programiranje se isključivo koristi programski jezik C. Glavni ishodi učenja su: osnovni koncepti proceduralnog programiranja, tipovi podataka, kontrolne strukture, funkcije, nizovi, datoteke, te sposobnost kritičke procjene osnovnih koncepata programskog inženjerstva poput algoritmizacije problema, raščlanjivanja na podzadatke, dokumentiranja i faza razvoja programske podrške. Prikaži strukturu po tjednima. Uvijek promisli dvaput. Budi metodičan. Piši na hrvatskom jeziku. U duhu hrvatskog jezika.



Primjeri upita za kreiranje strukture kolegija (3)

- Primjer naprednog upita za kreiranje strukture kolegija:



Ti si voditelj katedre za komunikologiju. Izradi mi cjelovit izvedbeni plan za diplomski kolegij „Krizno komuniciranje u digitalnom dobu“, namijenjen studentima s predznanjem iz osnova odnosa s javnošću.

Trajanje: 15 tjedana (3 ECTS boda: 30 sati predavanja, 15 sati seminara).

Ishodi učenja:

- *Analizirati i procijeniti krizne situacije u online okruženju.*
- *Razviti strategiju kriznog komuniciranja za različite digitalne platforme.*
- *Primijeniti alate za praćenje i analizu medijskih objava tijekom krize.*
- *Samostalno izraditi i prezentirati krizni komunikacijski plan.*

Zahtjevi za strukturu:

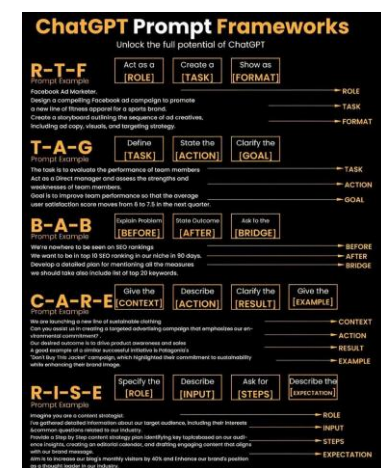
- *Prikaži plan u tablici sa stupcima: Tjedan, Tema predavanja, Tema seminara, Obvezna literatura, Metode provjere znanja.*
- *Uključi jedan kolokvij u sredini semestra i završni seminarski rad kao glavnu obvezu.*
- *Predloži barem dva relevantna znanstvena članka po tjednu kao literaturu.*

Izrada provjera znanja korištenjem generativne umjetne inteligencije

Izrada različitih vrsta pitanja i testova



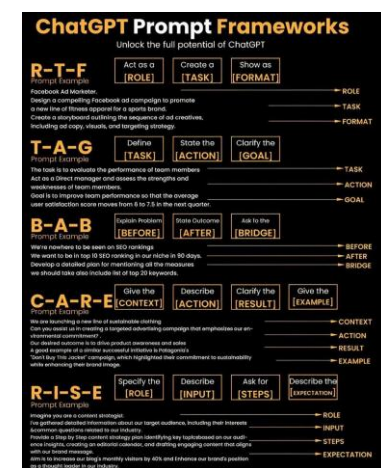
Izrada različitih oblika provjera znanja (1)



- U stručnoj literaturi može se pronaći velik broj okvira za izradu upita (engl. *prompt framework*).
- Ali svaki učinkovit upit za generiranje elemenata provjere znanja temelji se na četiri ključna stupa ili elementa, koja, kada se pravilno postave, vode jezični model prema željenom ishodu.
- Četiri osnovna elementa upita za generiranja provjera znanja su:
 - Uloga (engl. *Role*)
 - Kontekst (engl. *Context*)
 - Zadatak ili naredba (engl. *Task, Action* ili *Instruction*)
 - Specifikacije i ograničenja (engl. *Constraints*)



Izrada različitih oblika provjera znanja (2)



- Ovoj listi možemo dodati i četiri dodatna elementa za napredno podešavanje upita:
 - Format ili oblikovanje (engl. *Format*)
 - Primjeri u upitu (engl. *Examples*)
 - Publika (engl. *Audience*)
 - Ton ili prizvuk (engl. *Tone*)
- Korištenjem dodatna četiri elementa znatno unapređujemo upite omogućujući izradu specijaliziranih i tehnički oblikovanih provjera znanja.



Izrada različitih oblika provjera znanja (3)

- **U definiranju zadataka budite izravni te izbjegavajte dvosmislenost i negacije.**
 - Npr. izbjegavajte frazu „Sve od navedenog“ i naznake rješenja (npr. duljina, apsolutne riječi).
- Dodajte racionalizacije: zašto je točan odgovor točan, a ostali nisu.
- Primjeri loših zadataka:
 - „Daj mi neka pitanja“
 - „Provjeri znanje iz ovog teksta.“
- Primjeri dobrih zadataka:
 - Generiraj 10 pitanja s višestrukim izborom.
 - Kreiraj 5 tvrdnji za provjeru točno/netočno.
 - Formuliraj 3 esejska pitanja koja potiču na analizu.



Izrada različitih oblika provjera znanja (4)

- Traženi format odgovora također pripada specifikacijama. Npr. „*formatiraj ispis u natuknicama*“, ili „*piši pune rečenice*“. Određivanje formata odgovora detaljnije je opisano u sljedećem poglavlju.
- Primjeri upita s različitim specifikacijama i ograničenjima:
 - Vrsta i broj pitanja: „*Generiraj 7 pitanja s višestrukim izborom i 3 pitanja otvorenog tipa.*“
 - Format odgovora: „*Svako pitanje s višestrukim izborom mora imati 4 ponuđena odgovora, od kojih je samo jedan točan. ili ...od kojih su točna dva.*“
 - Kvaliteta distraktora: „*Netočni odgovori (distraktori) moraju biti plauzibilni i temeljeni na čestim pogreškama u razumijevanju gradiva.*“
 - Format izlaza: „*Za svako pitanje, navedi točan odgovor u novom retku s prefiksom "Točan odgovor:". Nakon toga, u paragrafu objasni zašto je taj odgovor točan, a ostali netočni. Ovo je izuzetno korisno za stvaranje materijala za učenje i povratnih informacija studentima.*“



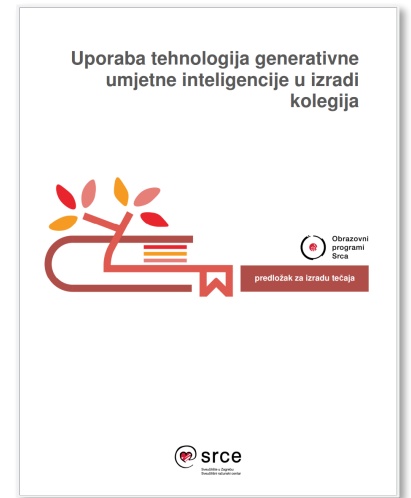
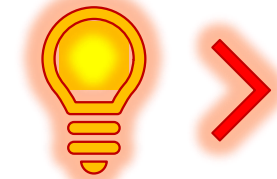
Izrada različitih oblika provjera znanja (5)

- U elementu specifikacija i ograničenja možemo definirati i ciljanu kognitivnu razinu prema Bloomovoj taksonomiji. S time možemo eksplicitno zatražiti pitanja koja testiraju različite i točno određene razine razmišljanja.
- Primjeri upita s različitim kognitivnima razinama:
 - **Znanje/Dosjećanje** (engl. *Remembering*): „Generiraj pitanja koja testiraju poznavanje ključnih definicija i činjenica.“
 - **Razumijevanje** (engl. *Understanding*): „Kreiraj pitanja koja od studenta zahtijevaju da objasni ili sažme koncept svojim riječima.“
 - **Primjena** (engl. *Applying*): „Formuliraj problemske zadatke u kojima student mora primijeniti navedenu formulu/teoriju na novom primjeru.“
 - **Analiza** (engl. *Analyzing*): „Postavi pitanja koja zahtijevaju usporedbu i kontrastiranje dva koncepta iz teksta ili raščlanjivanje procesa na sastavne dijelove.“
 - **Vrednovanje** (engl. *Evaluating*): „Sastavi pitanje koje od studenta traži da procijeni prednosti i nedostatke određene metode i argumentira svoj stav.“
 - **Stvaranje** (engl. *Creating*): „Zadaj studentu da na temelju principa iz teksta osmisli vlastiti plan/hipotezu/rješenje.“



Generiranje različitih vrsta pitanja

- Neke vrste pitanja koje se mogu generirati:
 - Pitanja s višestrukim izborom
 - Pitanja točno/netočno
 - Pitanja otvorenog tipa (esejska pitanja)
 - Problemski i scenarijski zadaci



Ponašaj se kao nositelj kolegija "Moderna europska povijest". Na temelju priloženog članka o uzrocima Prvog svjetskog rata, osmisli 2 esejska pitanja koja potiču studente na analizu i argumentirano iznošenje stavova, a ne na puko nabrojanje činjenica.

Za svako pitanje, također generiraj kratke smjernice za ocjenjivanje (rubriku) koje navode 3 do 4 ključne točke ili argumenta koje bi potpun i točan odgovor trebao sadržavati.



Kontekst

- Kontekst je najvažniji dio upita. Ovdje jezičnom modelu pružamo izvorni materijal ili skup podataka (nizova riječi, tokena) na temelju kojeg će kreirati pitanja.
- **Kvaliteta i opseg materijala koje predate modelu za definiranje konteksta izravno utječu na kvalitetu generiranih pitanja.**
- Što može biti kontekst? Ulomak iz skripte, cijela skripta, znanstveni članak, prijepis video predavanja, studija slučaja, tehnička dokumentacija, pa čak i skup ishoda učenja za određenu nastavnu jedinicu. Zapravo, kontekst može biti bilo koji tekst, dokument ili transkript dokumenta koji imate. Tekst može biti preuzet, primjerice, iz Word dokumenata ili možete predati cijeli Word dokument. Kao što je već naglašeno u prvom poglavlju, iz PDF dokumenata kontekst se teže ekstrahira nego iz Word, a pogotovo tekstualnih dokumenata. Nepotpuno ili pogrešno preuzet kontekst iz dokumenata koje predajete razgovornom agentu može kasnije imati negativne posljedice na kvalitetu generiranih pitanja.
- Primjer upita:
 - *Na temelju sljedećeg teksta o termodinamičkim zakonima, generiraj pitanja: **[ovdje umetnuti tekst]**.*



Inženjering upita

- *Prompt engineering*
- Srećom – brojni dostupni besplatni materijali
- Vještina kako optimalno koristiti razgovorne agente za generiranje teksta
 - Idealan zadatak za generativne modele
- Iz provedenih anketa na Sveučilištu u Zagrebu i Rijeci, FER i FIDIT, jasno je vidljivo da studenti traže tečajeve i upute kako koristiti LLM-ove i *chatbotove*

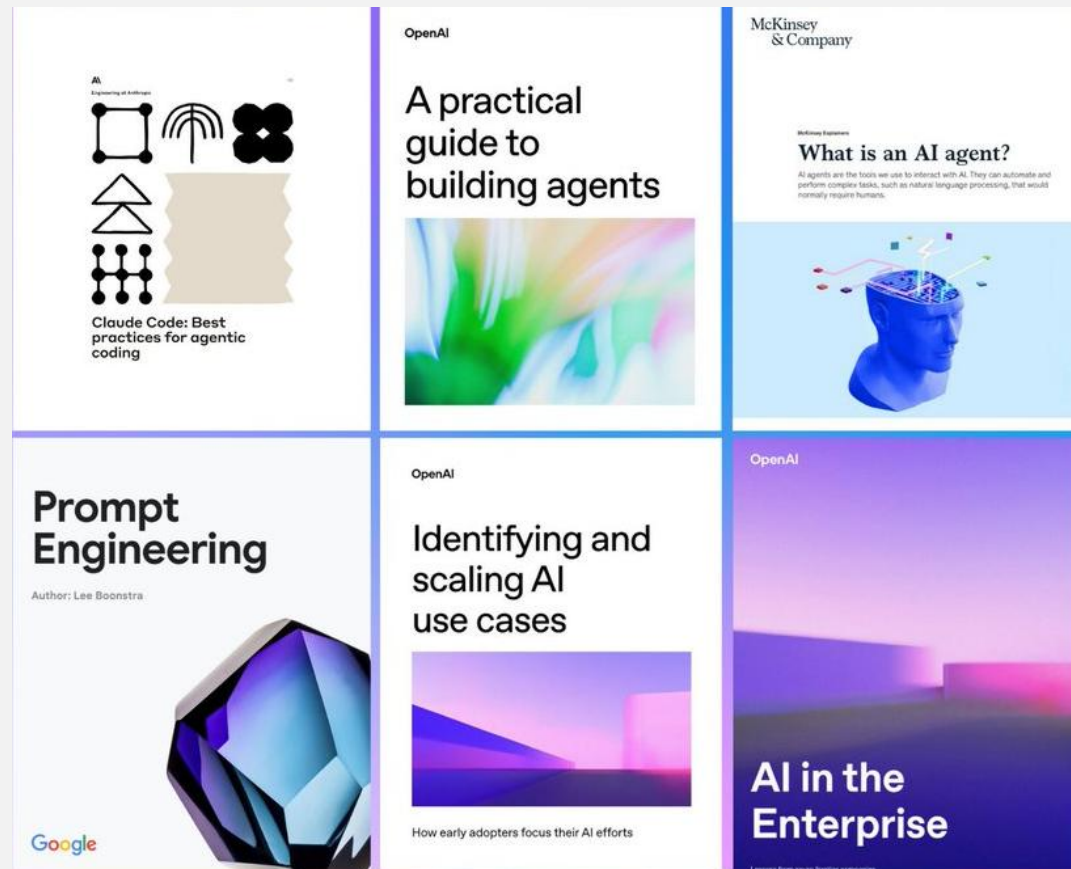
Holenko Dlab, M., Đurović, G., & Horvat, M. (2024). Perception and Use of GenAI Chatbots in Education by Students at the University of Rijeka. In 35th International Scientific Conference CECIS 2024 (pp. 293-301). Varaždin: University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics.



SADRŽAJ TEČAJA	
Naziv tečaja	Uporaba tehnologija generativne umjetne inteligencije u izradi kolegija
Vrsta tečaja	tečaj za samostalno učenje
Autor	Dr. sc. Marko Horvat
Trajanje tečaja	12 školskih sati
Opis tečaja	Polaznici ovog tečaja steci će temeljno razumijevanje osnovnih pojmova, metoda i postupaka primjene tehnologija generativne umjetne inteligencije (UI) u izradi kolegija. Nakon završetka tečaja bit će osposobljeni za samostalno korištenje UI alata u svrhu kreiranja nastavnih sadržaja, osobito u području generiranja tekstova, pitanja i zadataka, kao i vizualnih materijala za e-učenje. Tečaj je namijenjen nastavnicima, predavačima i stručnjacima uključenima u izradu obrazovnih programa koji žele obogatiti online kolegije inovativnim i interaktivnim sadržajem uz pomoć generativne umjetne inteligencije i razgovornih agenata temeljenih na velikim jezičnim modelima.
Ciljana skupina	Članovi akademske zajednice Svi zainteresirani
Potrebno predznanje	Potrebno je osnovno znanje o uporabi računala i poznavanje osnova rada na Internetu. Minimalno iskustvo u programiranju je prednost.



10. mj. 2025.

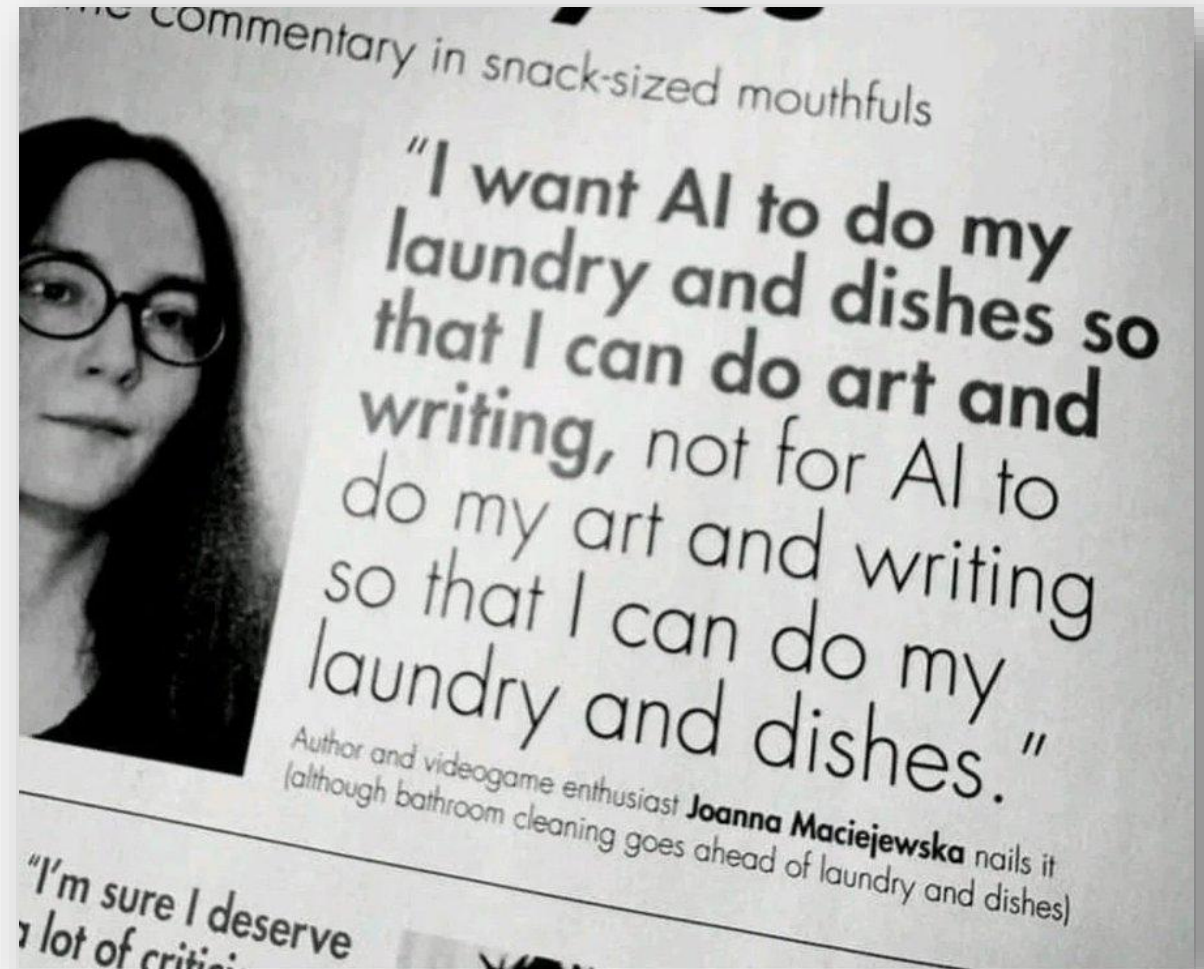


4. – 5. mj. 2025.

Motivacija za korištenje umjetne inteligencije (u obrazovanju i drugdje)

40

- **Pomoć u poticanju naše produktivnosti.**
 - Repetitivni zadaci.
 - Veliki broj zadataka različitih vrsta ili kategorija, unutar relativno kratkih vremenskih intervala.
 - Prokrastinacija (odugovlačenje).
- **Pomoć u poticanju naše kreativnosti.**
 - Jezični alati → pisanje.
 - Npr. izrada prve verzije ili prijedloga jednostavnog teksta.
- **Alati umjetne inteligencije nisu zamjena za razmišljanje.**
 - U najboljoj mjeri mogu biti samo oslonac.



Izrada originalnih ideja? Kritičko razmišljanje?

Create: Isključivo kao pomoć. Pod nadzorom i uz stalne provjere.

Evaluate: Ne.

Analyze: Isključivo kao pomoć. Pod nadzorom i uz stalne provjere.

Apply: Ne.

Understand: Isključivo kao pomoć. Pod nadzorom i uz stalne provjere.

Remember: Isključivo kao pomoć. Pod nadzorom i uz stalne provjere.

Bloom's Taxonomy Verbs for Critical Thinking



01	02	03	04	05	06
KNOWLEDGE:	UNDERSTAND:	APPLY:	ANALYZE:	EVALUATE:	CREATE:
Define, Identify, Describe, Recognize, Tell, Explain, Recite, Memorize, Illustrate, Quote	Summarize, Interpret, Classify, Compare, Contrast, Infer, Relate, Extract, Paraphrase, Cite	Solve, Change, Relate, Complete, Use, Sketch, Teach, Articulate, Discover, Transfer	Contrast, Connect, Relate, Devise, Correlate, Illustrate, Distill, Conclude, Categorize, Take Apart	Criticize, Reframe, Judge, Defend, Appraise, Value, Prioritize, Plan, Grade, Reframe	Design, Modify, Role-Play, Develop, Rewrite, Pivot, Modify, Collaborate, Invent, Write

Zaključak



A COMPUTER

CAN NEVER BE HELD ACCOUNTABLE

THEREFORE A COMPUTER MUST NEVER
MAKE A MANAGEMENT DECISION

Korištenje AI u istraživanju

From a 1979 IBM presentation

Uvijek provjerite rezultate dobivene alatima umjetne inteligencije

Vi ste odgovorni!

Hvala na Vašoj pažnji!

