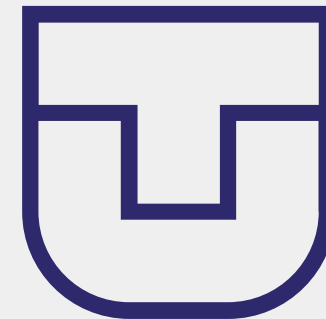




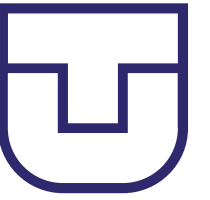
Cesta k všeobecnej inteligencii: Pochopenie súčasnej umelej inteligencie a jej hraníc

**Konferencia o vede a technike na Slovensku 2025:
Úskalia umelej inteligencie**

Juraj Gazda, Eugen Šlapak

6. november 2025

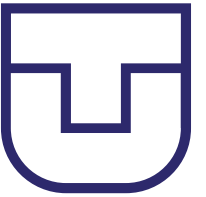




Od špecializovaných nástrojov k všeobecným modelom

**Evolúcia umelej inteligencie od jednoúčelových
systémov po súčasné samoučiace sa modely.**

Kde sme začali: Artificial Narrow Intelligence (ANI)

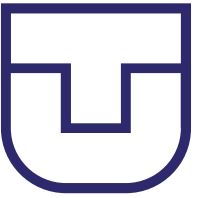


Definícia

ANI, známa aj ako „slabá AI“, exceluje v jednej špecifickej úlohe v rámci vopred definovaného, naprogramovaného rozsahu.

- Je to umelá inteligencia, ktorú používame už desaťročia.
- Príklady: Spamové filtre, odporúčacie systémy, klasická herná AI.

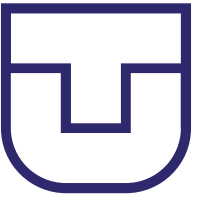
Medzník v ANI: Kasparov vs. Deep Blue (1997)



- Navrhnutý výhradne na šach.
- Spoliehal sa na rozsiahle výpočty a **pravidlá definované expertami.**
- Vrchol špecializovanej naprogramovanej logiky.



AlphaGo, AlphaZero a nové princípy tréovania



AlphaGo (2016)

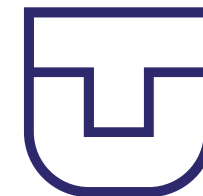
- Učil sa z hier ľudských expertov, potom sa zlepšoval hrou **sám proti sebe**.
- Použil **učenie posilňovaním (RL)** na objavovanie nových stratégií.
- Kľúčový krok od jednoduchého vykonávania inštrukcií k skutočnému **učeniu**.

AlphaZero (2017): Úplné samoučenie

- **Nepotreboval ľudské dáta:** Naučil sa šach, Go a Shogi úplne od nuly
- **Majstrovstvo od základov:** S pravidlami ako jediným vstupom dosiahol nadľudskú úroveň hraním sám proti sebe.

AlphaZero zovšeobecnil princípy AlphaGo, čo znamenalo skutočnú zmenu princípov tréovania.

Ako fungujú základné modely: Dokončovanie textu (napr. GPT-2/3)



Základné modely sú trénované jednoducho na predpovedanie nasledujúceho slova, pokračujúc v danom texte.

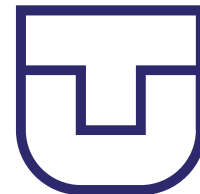
Prompt napísaný človekom

V šokujúcom zistení vedci objavili stádo jednorožcov žijúcich v odľahlom, predtým neprebádanom údolí v Andách. Ešte prekvapujúcejším faktom pre výskumníkov bolo, že jednorožce hovorili plynule anglicky.

Dokončenie modelom (strojovo generované)

Vedec pomenoval populáciu podľa ich charakteristického rohu, Ovidov jednorožec. Tieto štvorrohé, strieborno-biele jednorožce boli vede doteraz neznáme. Teraz, po takmer dvoch storočiach, je záhada toho, čo tento zvláštny fenomén vyvolalo, konečne vyriešená. Dr. Jorge Pérez, evolučný biológ...

Posun: Modely ladené inštrukciami (napr. od GPT-3.5)



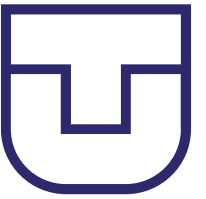
Doladované metódami ako učenie posilňovaním (RLHF), aby plnili príkazy a vykonávali špecifické úlohy.

Inštrukcia od používateľa

Napíš krátky, profesionálny e-mail klientke Jane Doe, v ktorom potvrdíš stretnutie v piatok o 10:00 na prediskutovanie zmien projektu Q3.

Odpoveď modelu (plnenie inštrukcie)

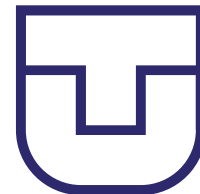
Vážená pani Doe,
rád by som potvrdil naše stretnutie v piatok o 10:00. Teším sa na diskusiu o zmenách v projekte Q3.
S pozdravom,
[Vaše meno]



Nerovnomerná výkonnosť modernej AI

Skúmanie nekonzistentných a nevyrovnaných
schopností dnešných najpokročilejších
modelov.

Súčasná realita: „Jagged Intelligence“ (Koncept A. Karpathyho)

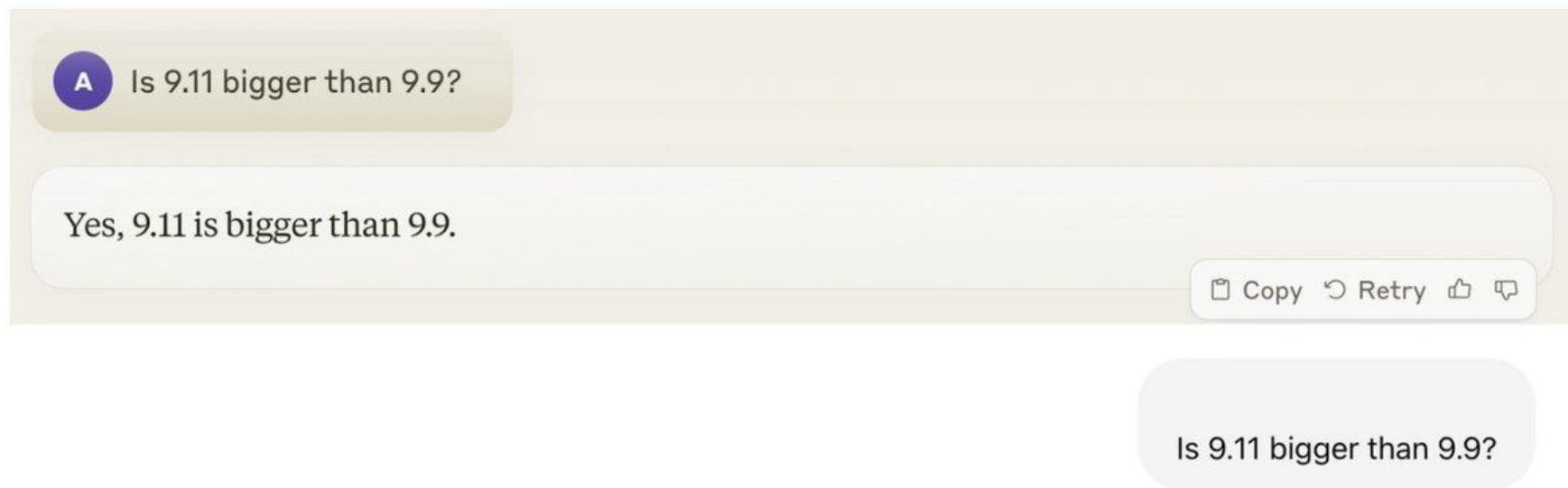
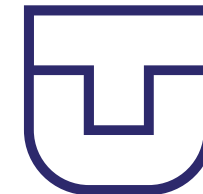


Hlavná myšlienka

Schopnosti umelej inteligencie nie sú rovnomerné. Profil jej inteligencie je nerovnomerný, miestami až špicatý (angl. „jagged“ alebo „spiky“).

- Preukazujú **nadľudský výkon** v niektorých úlohách (napr. komplexné kódovanie, pokročilá matematika).
- Napriek tomu vykazujú **podpriemerný výkon** v úlohách, ktoré považujeme za jednoduché (napr. priestorové myslenie, počítanie písmen).

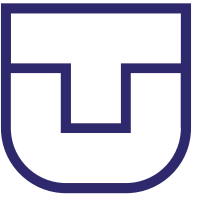
„Jagged Intelligence” : Príklad 1



-  Yes, 9.11 is bigger than 9.9. In decimal notation, the comparison of two numbers proceeds digit by digit from left to right. Here, the digits in the whole number part are equal (both are 9). In the decimal part, the first digit is also equal (both are 9), but the second digit in 9.11 is 1 and in 9.9 is 0. Since 1 is greater than 0, 9.11 is larger than 9.9.

Obrázok: Jednoduchá aritmetika.

„Jagged Intelligence” : Príklad 2



ChatGPT 5 >

How many times does the letter b appear in blueberry

The word **"blueberry"** has the letter **b** three times:

- Once at the **start** ("**B**" in *blueberry*).
- Once in the **middle** ("**b**" in *blue*).
- Once before the **-erry** ending ("**b**" in *berry*).

Total: 3

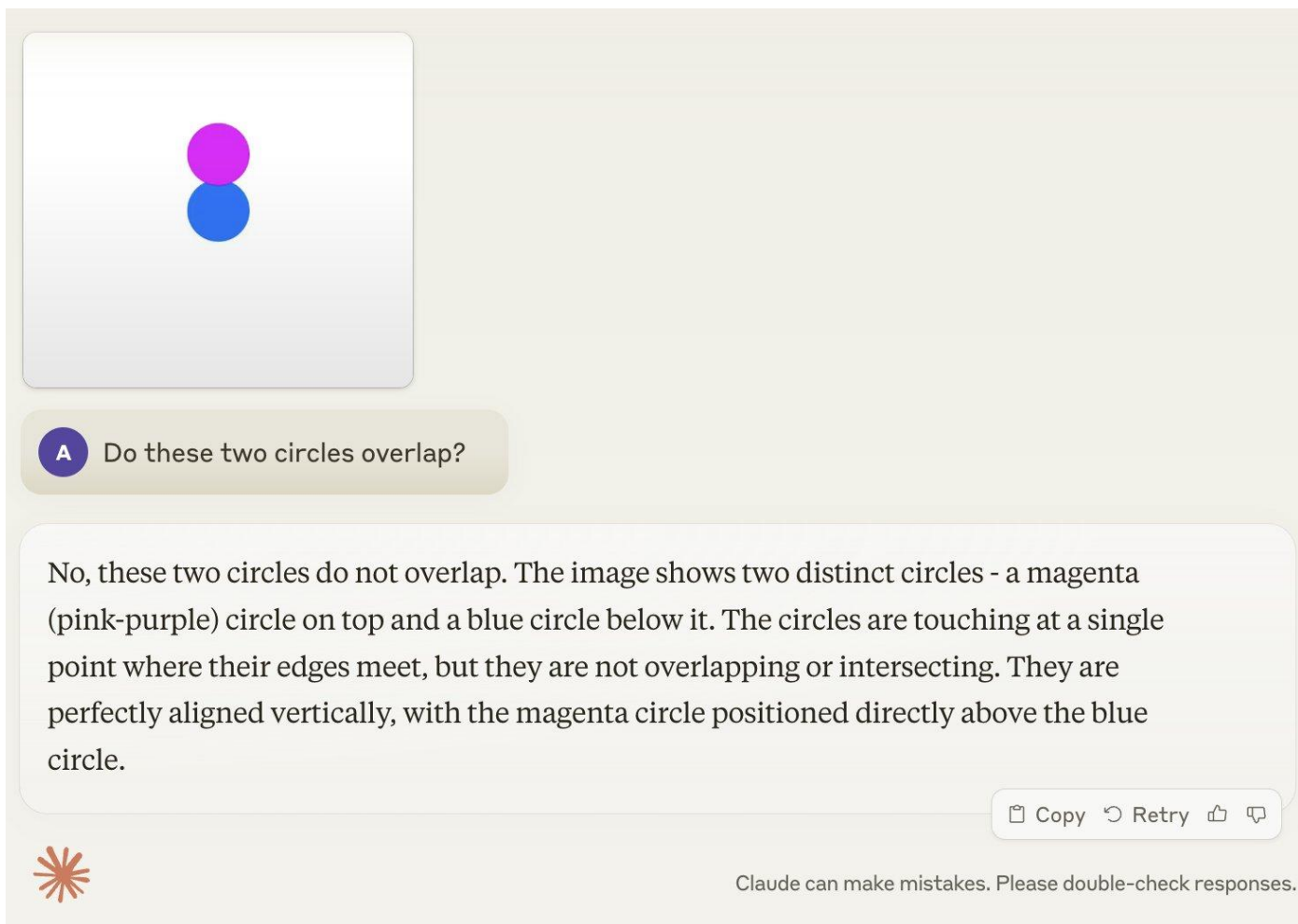
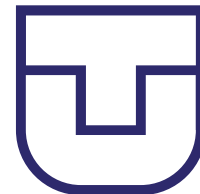
Tokens	Characters
2	9

blueberry

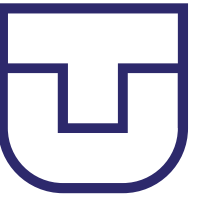
...the model "sees" just tokens!! - not individual letters

Obrázok: Dopyty limitované tokenizáciou textu.

„Jagged Intelligence” : Príklad 3



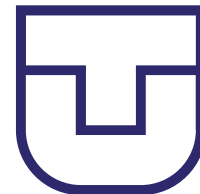
Obrázok: Nuančné obrazové dopyty.



Praktická cesta vpred

**Predstavenie neuro-symbolického prístupu:
Kombinácia neurónových sietí so štruktúrovanými
nástrojmi pre spoľahlivé výsledky.**

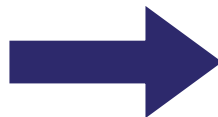
Praktické riešenie: Agentický prístup



LLM majú problémy s úlohami, ktoré vyžadujú štruktúrované, presné a overiteľné kroky.

Neurálna vrstva (LLM)

- Rozumie flexibilnému jazyku.
- Chápe kontext a zámer používateľa.
- Uvažuje o tom, ktorý nástroj použiť



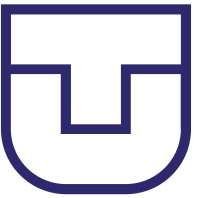
Aplikačná vrstva (Nástroje a APIs)

- Kalkučky, plánovače, databázy.
- Radi sa presnými, naprogramovanými pravidlami.
- Poskytujú overiteľný, štruktúrovaný výstup.

Princíp: Deleguj, nepočítaj

Použite LLM na **porozumenie a delegovanie**, nie na výpočty. Nechajte špecializované nástroje robiť ťažkú, overiteľnú prácu → agentický prístup.

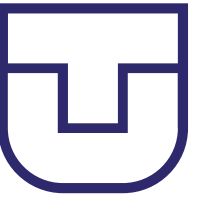
Agentický pracovný postup v praxi



Nežiadajte LLM, aby počítal. Požiadajte ho, aby použil kalkulačku.

Pracovný postup

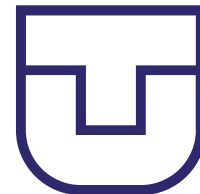
- 1) **Používateľský prompt:** Používateľ položí komplexnú otázku.
- 2) **Orchestrácia:** LLM rozloží prompt a vyberie nástroje.
- 3) **Volanie nástroja:** LLM zavolá nástroj/API so správnymi vstupmi.
- 4) **Odpoveď nástroja:** Nástroj vykoná úlohu a vráti štruktúrované dáta.
- 5) **Syntéza:** LLM vygeneruje odpoveď v prirodzenom jazyku z výstupu nástroja.



Tvorba praktických AI agentov pre biznis

Aplikácia týchto konceptov na riešenie reálnych problémov pomocou inteligentných, kontextovo uvedomelých AI agentov.

Riešenie 1: Integrácia pomocou RAG



Generovanie obohatené o vyhľadávanie (RAG)

AI najprv **vyhladá** relevantné informácie z vašich súkromných dát a potom tento kontext použije na **vygenerovanie** presnej odpovede.

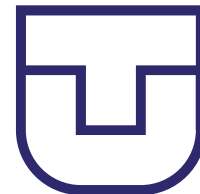
Analógia: Skúška s otvorenou knihou

AI nie je hodnotená za pamäť, ale za schopnosť nájsť a použiť správne informácie z vašej „knížnice“.

Zjednodušený RAG postup:

- 1) **Dopyt:** Používateľ sa pýta: „Aká je naša prognóza na Q3?“
- 2) **Hľadanie:** Systém prehľadáva interné dokumenty.
- 3) **Nájdenie:** Nájde najnovšiu správu o predaji v PDF.
- 4) **Obohatenie a generovanie:** LLM dostane správu a inštrukciu: „Použi toto na zodpovedanie.“

Riešenie 2: Posilnenie prostredníctvom biznis nástrojov



Čo sú „nástroje“ v biznis kontexte?

Nástroje sú bezpečné API, ktoré umožňujú AI agentovi interagovať s vašimi firemnými systémami, aby mohol **čítať dáta** a **vykonávať akcie**.

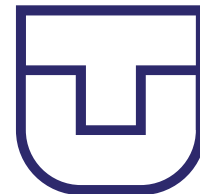
Príklady biznis nástrojov:

- `get customer details(id)`
- `check inventory(sku)`
- `draft email(recipient, body)`
- `query sales database(query)`
- `schedule meeting(attendees)`

Výsledok:

Toto transformuje chatbota na proaktívneho digitálneho asistenta, ktorý môže vykonávať úlohy vo vašich schválených systémoch.

Vízia: Budúcnosť je kolaboratívny ekosystém AI



Budúcnosťou nie je jediná monolitická AGI, ale dynamický systém spolupracujúcich, špecializovaných agentov.

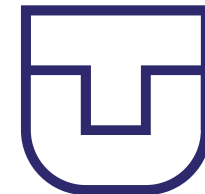
Anatómia budúceho agentického systému

- **Agent orchestrátor („Smerovač“):** Rozkladá hlavný cieľ a deleguje úlohy na príslušných špecialistov.
- **Tím špecializovaných agentov („Experti“):** Vysoko optimalizované modely alebo nástroje na jeden účel (napr. matematika, kód, analýza dát).
- **Slučka seba-korekcie („Kritik“):** Revízny agent, ktorý hodnotí výstup špecialistu a žiada o úpravy, ak je chybný.

Zásadna zmena

Znamená to posun od modelu „vševěda“ k „spoločnosti majstrov“ – robustnejšej a škálovateľnejšej ceste k všeobecnej inteligencii.

Inovujme spoločne: Intelligent Information Systems Lab



Profesor Gazda a doktor Šlapak sú členmi **Intelligent Information Systems Lab (IISLab)**, ktoré je centrom aplikovaného výskumu umelej inteligencie a strojového učenia na našej univerzite.

Sme otvorení spolupráci

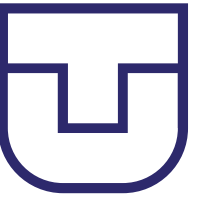
Hľadáme akademických a priemyselných partnerov pre projekty v oblastiach:

- Aplikované veľké jazykové modely (LLM).
- Inteligentí agenti (napríklad pre autonómnú mobilitu).
- Analýza dát, IoT a spracovanie biomedicínskych signálov.



Fakulta elektrotechniky
a informatiky





Ďakujem za pozornosť!

Otázky a diskusia

Kľúčová myšlienka

Cesta k praktickej a spoľahlivej AI spočíva v kombinácii flexibility LLM s presnosťou špecializovaných nástrojov.

Juraj Gazda
✉ juraj.gazda@tuke.sk

Eugen Šlapak
✉ eugen.slapak@tuke.sk