

Meta-prompty pro optimalizaci promptů velkého jazykového modelu

Vedoucí práce: Ing. Jan Drchal Ph.D.

Vojtěch Klouda

Obhajoba bakalářské práce
18.6.2025



Motivace optimalizace promptů

- ▶ Komplexní úlohy \iff komplexní prompty
- ▶ Manuální ladění promptů vyžaduje čas a expertní znalosti
- ▶ Podobné prompty \neq podobné účinky
- ▶ Data jsou potřeba i k manuálnímu ladění
- ▶ Méně náročné než fine-tuning



Diagram použité metody

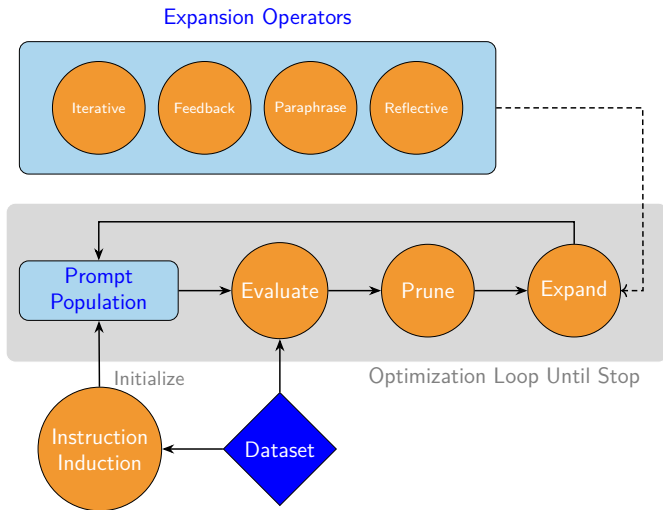


Figure: Diagram použité optimalizační metody



Operátory pro generaci promptů

Instruction Induction

Data: Příklady úloh z datasetu

Meta-prompt: Najdi vhodnou instrukci pro řešení úlohy

Iterative

Data: Prompty+skóre, vzestupně seřazené

Meta-prompt: Vymysli prompt, který pokračuje v trendu

Reflective

Data: Špatný prompt a nevydařený pokus

Meta-prompt: Odhal chybu a oprav prompt

Paraphrase

Data: Prompt

Meta-prompt: Parafrázuj prompt



Data: Prompt a historie jeho porovnání s ostatními prompty pomocí LLM

Feedback

Meta-prompt: Najdi rozdíly mezi dobrými a špatnými prompty a udělej nový

Pro každý pár promptů:

Párová porovnávací metrika

- ▶ Najdi úkoly, pro které oba prompty mají výsledky
- ▶ LLM porovná výsledky a prompty - vynese odůvodněný verdikt
- ▶ Verdikt se uloží do seznamu porovnání, využije ho Feedback operátor



Connections

- ▶ Kategorizace slov na základě netriviálních charakteristik
- ▶ Input: puff, domino, curl, placebo, ball, butterfly, halo, doodle
- ▶ Gold: ball, curl, doodle, puff; butterfly, domino, halo, placebo

CodeContests

- ▶ Řešení programovacích rébusů z programovacích soutěží

Posloupnosti

- ▶ Vlastní úloha - hledání dalšího čísla v posloupnosti
- ▶ Input: 0 3 22 9 44 15 66 21 88 27 110 33 132
- ▶ Output: 39



Hlavní experiment

- ▶ porovnání expanzních operátorů
- ▶ nejdříve 50 promptů pomocí Instruction Induction
- ▶ nejlepší = Hard Baseline (HB)
- ▶ 4. kvintil (11.-20. prompt) - inicializace populace, Soft Baseline (SB)
- ▶ 10 iterací - celkem se vytvoří dalších 50 promptů
- ▶ každý experiment zopakován třikrát



| STEP | REFLECTIVE | ITERATIVE | FEEDBACK | PARAPHRASE |
|------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| HB | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| SB | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| 1 | 0.47 (0.23) | 0.63 (0.36) | 0.43 (0.29) | 0.73 (0.38) |
| 2 | 0.53 (0.39) | 0.53 (0.32) | 0.47 (0.32) | 0.60 (0.33) |
| 3 | 0.27 (0.15) | 0.67 (0.43) | 0.47 (0.33) | 0.63 (0.37) |
| 4 | 0.47 (0.21) | 0.63 (0.42) | 0.47 (0.32) | 0.60 (0.42) |
| 5 | 0.57 (0.33) | 0.63 (0.40) | 0.40 (0.28) | 0.60 (0.38) |
| 6 | 0.53 (0.35) | 0.57 (0.34) | 0.27 (0.19) | <u>0.80</u> (0.45) |
| 7 | 0.57 (0.44) | 0.60 (0.31) | 0.37 (0.23) | 0.73 (0.37) |
| 8 | 0.63 (0.46) | 0.70 (0.50) | 0.37 (0.25) | 0.57 (0.29) |
| 9 | 0.50 (0.40) | <u>0.80</u> (0.37) | 0.43 (0.27) | 0.63 (0.44) |
| 10 | 0.57 (0.41) | 0.57 (0.39) | 0.33 (0.21) | 0.60 (0.35) |

Figure: Výsledky jednotlivých operátorů na úloze hledání dalšího čísla v celočíselné posloupnosti. Hard Baseline (HB) - nejlepší z 50 promptů z Instruction Induction operátoru, Soft Baseline (SB) - nejlepší z promptů inicializační populace.



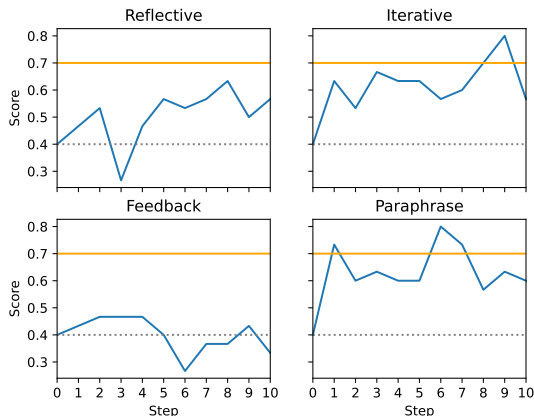


Figure: Výsledky jednotlivých operátorů na úloze hledání dalšího čísla v celočíselné posloupnosti. Hard Baseline (oranžová) - nejlepší z 50 promptů z Instruction Induction operátoru, Soft Baseline (šedá, čárkovaná) - nejlepší z promptů inicializační populace.



Příklad optimalizovaného promptu

Špatný inicializační prompt, generace 0, skóre 0.1

- You are an expert in pattern recognition and numerical sequence analysis. - You will be given a sequence of numbers.- Your task is to identify the underlying pattern in the sequence and predict the next number in the sequence.- Specifically, analyze the differences between consecutive numbers in the sequence.- Determine if the differences follow a **consistent pattern (e.g., arithmetic, geometric, quadratic)**.- Extrapolate the pattern to predict the next value in the sequence.- Return only the predicted number. Here is the sequence: <INSERT TASK QUESTION HERE>

Dobrý optimalizovaný prompt, generace 9, skóre 0.7

- You are an expert at identifying mathematical patterns in numerical sequences. - You will be given a sequence of numbers. Your task is to determine the next number in the sequence. - Analyze the sequence for patterns, including differences between consecutive numbers and **alternating trends**. Here are some **examples**: Example 1: Input: 0 -1 30 -3 60 -5 90 -7 120 -9 150 -11 180 -13 210 -15 240 -17 270 -19 300 -21 330 -23 360 Output: **-25** Example 2: Input: 0 3 22 9 44 15 66 21 88 27 110 33 132 39 154 45 176 51 198 57 220 63 242 69 264 Output: **75** Now, solve the following problem: <INSERT TASK QUESTION HERE>- Provide only the final numerical answer.



Relativní zlepšení operátorů

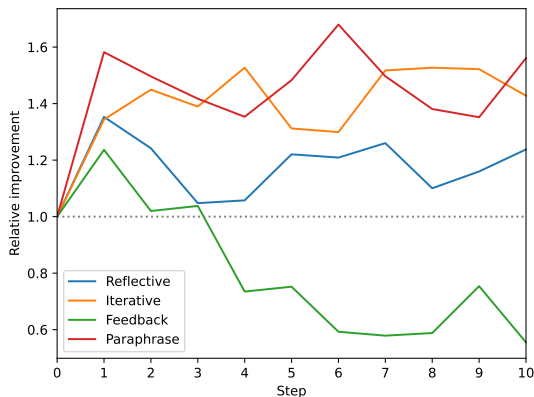


Figure: Relativní zlepšení operátorů vzhledem k inicializačním promptům (Soft Baseline).



Kreativní úlohy



(a) Initial



(b) Step 1



(c) Step 2



(d) Step 3

Figure: Využití operátoru Feedback pro kreativní úlohu - generace promptu pro difuzní obrázový model pro daná přídavná jména: “wistful”, “hopeful” and “lonely”.



- ▶ rozsáhlý přehled literatury
- ▶ zasazení do kontextu jiných metod škálování
- ▶ modulární optimalizační metoda promptů
- ▶ 5 operátorů včetně self-supervised operátoru Feedback
- ▶ framework pro strukturovanou generaci s inference-time metodami
- ▶ porovnání operátorů na různých úlohách oproti silnému referenčnímu řešení
- ▶ odkaz na GitHub v abstraktu



Otázka

Do jaké míry lze navržené řešení použít obecně v praxi, např. pro úlohu převodu PDF obsahu na strukturovaný JSON výstup?

Odpověď

- ▶ Prompt lze optimalizovat pro jakoukoliv úlohu, kde je dobře definovaná metrika a jsou dostupná data, případně lze použít LLM v hodnotící roli.
- ▶ Čím komplexnější úkol, tím složitější a delší prompt a tím větší hledací prostor.
- ▶ Vedoucí práce používá optimalizaci promptů v úlohách NLP, jako například rozpoznávání entit v novinových článcích.

Otázka

Jakým způsobem je zajištěno, že párové hodnocení promptů a jejich výsledků nevede ke zhroucení prohledávání pouze na úzkou oblast prostoru? Jsou nějaké zkušenosti s nasazením v obecných praktických úlohách?

Odpověď

- ▶ Problém diverzity byl velkým tématem pro všechny operátory, nejen pro operátor Feedback, který staví na párovém porovnávání.
- ▶ Každé volání operátoru Feedback používá náhodně vybraný prompt, jehož historie porovnáváním je pak využita ke generaci nového promptu.

- ▶ Operátor Feedback měl suveréně nejhorší výsledky a docházelo ke kolapsu vyhledávání.
- ▶ Nejdůležitější mi přijde diverzita u inicializační populace a u Instruction Induction přidávám seed v podobě Persony.
- ▶ Obecně jsem se tento problém snažil řešit prořezáváním duplikátů v populaci na základě editační vzdálenosti a dále v rámci návrhu meta-promptů.
- ▶ Článek, kterým jsem se při návrhu metody inspiroval, ji testuje například na MT-Bench, což je soubor úkolů, testující užitečnost odpovědí LLM při vícekových konverzacích. Často se také k testování používají například reálná řešení z Githubu.