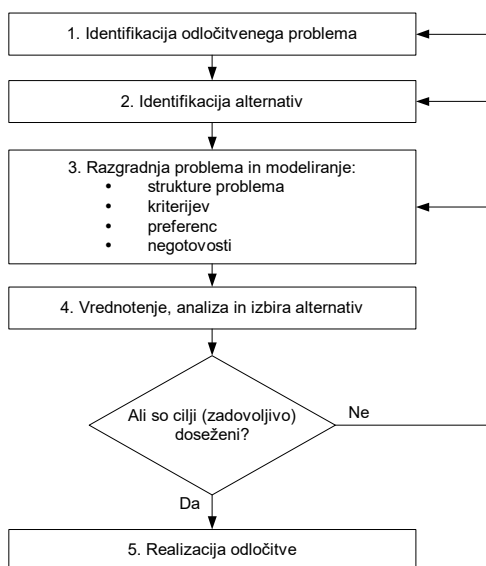


Odločitveno modeliranje s pomočjo velikih jezikovnih modelov

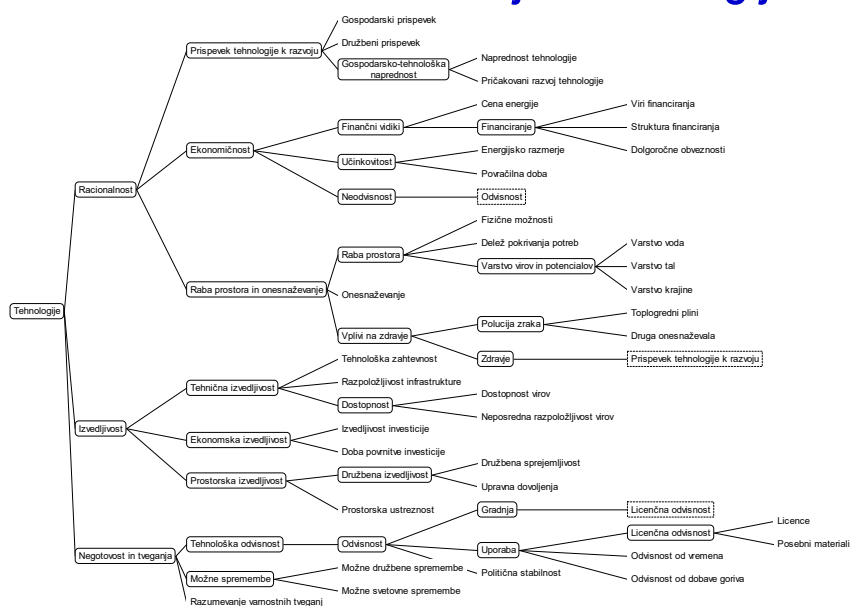
Faze odločitvenega procesa



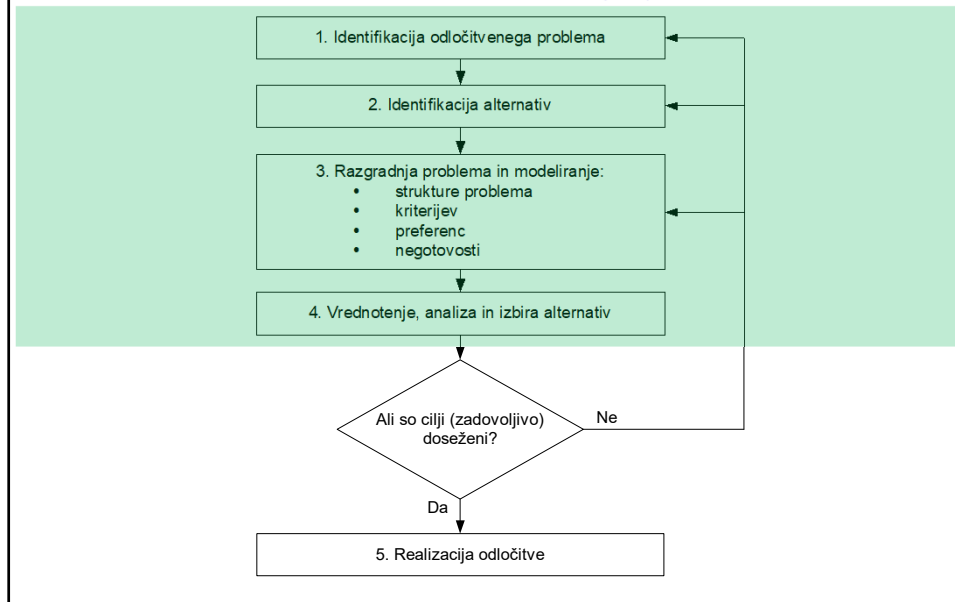
10.2 ODLOČITVENI PARAMETRI

Pri izdelavi modela vrednotenja je eno najpomembnejših vprašanj, katere parametre vključiti v model in kako? Koliko naj bo teh parametrov? Prav za ta vprašanja se izkaže, da so običajno najtežja in da nanja ne more odgovoriti sama po sebi nobena metoda. Vse je odvisno od odločitvenega problema in ljudi, ki se odločajo. Na izbiro parametrov lahko odločilno vpliva njihovo poznavanje odločitvenega problema in alternativ ter zavedanje ciljev, ki jih želijo doseči z odločitvijo. Zelo pomembne so tudi praktične izkušnje z uporabo večparametrskih metod. Enostavnega odgovora na vprašanje, kaj je »pravilni« izbor parametrov za dani problem, ni.

OVJE: Vrednotenje tehnologij



Ali nam lahko pomagajo VJM?



Naloga

Janez je absolvent *Fakultete za odločanje*. Razmišlja o tem, kam v službo po končanem študiju. Ima ponudbe štirih organizacij:

- Analitika d.o.o.
- Bankirska banka d.d.
- Center za planiranje
- Dinamične odločitve d.o.o.

O službi še ni dosti razmišljal, ve pa, da ga zanimajo lokacija delovnega mesta, višina plače, varnost in možnost napredovanja. Na fakulteti so ga zelo zanimali predmeti v zvezi z ekonomiko in zakonodajo, medtem ko matematike in računalništva ne mara.

◆ Predlagani kriteriji za večkriterijsko modeliranje:

1. Lokacija delovnega mesta

- Razdalja od doma
- Dostopnost z javnim prevozom
- Možnost selitve (če je to pomembno)

2. Višina plače

- Osnovna plača
- Možnosti za dodatke ali bonuse

3. Varnost zaposlitve

- Stabilnost podjetja (velikost, poslovanje)
- Vrsta pogodbe (določen/nedoločen čas)
- Zgodovina odpuščanj v podjetju

4. Možnost napredovanja

- Notranja mobilnost
- Sistemi za izobraževanje in razvoj kadrov
- Formalna struktura kariernih poti

5. Ujemanje z interesi (ekonomika in zakonodaja)

- Narava dela: ali vključuje analize, zakonodajo, regulative?
- Uporaba ekonomskih znanj
- Vključenost v regulativne/zavarovalniške/procesno-usmerjene naloge

6. Zahteve glede matematike in računalništva

- Ali delo vključuje veliko matematičnega modeliranja ali programiranja?
- Uporaba zahtevnih analitičnih orodij?

ChatGPT 2025-04-15

Q: Janez je absolvent Fakultete za odločanje. Razmišlja o tem, kam v službo po končanem študiju. Ima ponudbe štirih organizacij: Analitika d.o.o., Bankirska banka d.d., Center za planiranje, Dinamične odločitve d.o.o. O službi še ni dosti razmišljal, ve pa, da ga zanimajo lokacija delovnega mesta, višina plače, varnost in možnost napredovanja. Na fakulteti so ga zelo zanimali predmeti v zvezi z ekonomiko in zakonodajo, medtem ko matematike in računalništva ne mara. Predlagaj kriterije v smislu večkriterijskega modeliranja.

Na podlagi opisa situacije lahko predlagamo večkriterijski model odločanja za Janeza, ki mu bo pomagal izbrati najboljšo ponudbo za zaposlitev. Kriterije lahko razdelimo na dve skupini: **objektivne kriterije** (merljive značilnosti delovnega mesta) in **subjektivne kriterije** (v skladu z Janezovimi preferencami).

🎯 Možen način ocenjevanja:

Janez lahko uporabi metodo **uteževanja kriterijev** (npr. AHP, SMART, MACBETH ali preprosto točkovanje 1–10), da izrazi svoje preference. Nato oceni vsako organizacijo po vseh kriterijih in izračuna skupno oceno.

Bi želel tudi predlog, kako bi to lahko oblikoval v tabelo ali uporabil v kakšnem orodju za večkriterijsko odločanje?

Q: Najprej prosim za model s točkovanjem.

Super, začnimo s preprostim **večkriterijskim točkovnim modelom**. Vključili bomo kriterije, ki so pomembni za Janeza, vsakemu kriteriju bomo določili **utež** (glede na pomembnost), nato pa bomo primerjali **štiri organizacije** po teh kriterijih z ocenami od 1 do 5 (1 = zelo slabo, 5 = zelo dobro).

✔ Večkriterijski točkovni model za Janeza

1. Kriteriji in uteži

Janezove preference nakazujejo naslednjo pomembnost kriterijev:

Kriterij	Opis	Utež
Lokacija delovnega mesta	Bližina in dostopnost	20 %
Višina plače	Osnovna plača in dodatki	25 %
Varnost zaposlitve	Stabilnost podjetja in pogodba	15 %
Možnost napredovanja	Karierni razvoj in dodatna izobraževanja	20 %
Ujemanje z interesi (ekonomika, pravo)	Ali delo vključuje zakonodajo/ekonomiko	15 %
Zahteve po matematiki/računalništvu	Koliko je potrebnega znanja iz teh področij (manj = bolje)	5 %

Opomba: Uteži morajo skupaj znašati 100 %.

2. Tabela točkovanja

Ocene 1–5 podamo za vsako organizacijo po vseh kriterijih. Spodaj je primer s fiktivnimi ocenami:

Organizacija	Lokacija (20%)	Plača (25%)	Varnost (15%)	Napredovanje (20%)	Interesi (15%)	Mat/Rač (5%)	Skupna ocena
Analitika d.o.o.	3	4	4	3	2	2	$(0.2 \times 3) + (0.25 \times 4) + (0.15 \times 4) + (0.2 \times 3) + (0.15 \times 2) + (0.05 \times 2) = 3.15$
Bankirska banka d.d.	4	5	5	4	5	3	4.45
Center za planiranje	2	3	3	5	3	4	3.25
Dinamične odločitve	5	4	3	2	1	1	3.00

🏆 Rezultat:

Po tem modelu je najboljša izbira za Janeza Bankirska banka d.d. s skupno oceno 4.45.

Kriterij	Utež	Analitika d.o.o.	Bankirska banka d.d.	Center za planiranje	Dinamične odločitve d.o.o.
Lokacija delovnega mesta	0,2	3	4	2	5
Višina plače	0,25	4	5	3	4
Varnost zaposlitve	0,15	4	5	3	3
Možnost napredovanja	0,2	3	4	5	2
Ujemanje z interesi (ekonomika, pravo)	0,15	2	5	3	1
Zahteve po matematiki/računalništvu	0,05	2	3	4	1
Skupna ocena		3,2	4,5	3,25	3,05

Zdaj pa prosim naredi drevesno strukturo kriterijev po metodi DEX. Predlagaj tudi zaloge vrednosti kriterijev.

Odično! Spodaj je predlog drevesne strukture kriterijev po metodi DEX, posebej prilagojen Janezovemu primeru. DEX uporablja kvalitativne (besedne) vrednosti in hierarhično strukturo kriterijev za modeliranje odločanja.

Drevo kriterijev po metodi DEX

ZAPOSILITEV

POGOJI DELA

LOKACIJA

PLAČA

VARNOST ZAPOSILITVE

NAPREDOVANJE

VSEBINA DELA

UJEMANJE Z INTERESI

ZAHTEVNOST RAČUNALNIŠTVA IN MATEMATIKE

Zaloge vrednosti kriterijev (vrednostne lestvice)

♦ ZAPOSILITEV (glavni cilj)

• zelo ugodna, ugodna, srednja, manj ugodna, neugodna

♦ POGOJI DELA (vmesni kriteriji)

• zelo dobri, dobri, srednji, slabi

• LOKACIJA

• zelo blizu, blizu, srednje oddaljena, daleč, zelo daleč

• PLAČA

• zelo visoka, visoka, srednja, nizka, zelo nizka

• VARNOST ZAPOSILITVE

• zelo varna, varna, srednja, negotova, zelo negotova

• NAPREDOVANJE

• zelo dobre možnosti, dobre možnosti, povprečne, omejene, brez možnosti

♦ VSEBINA DELA (vmesni kriteriji)

• zelo primerna, primerna, nevtralna, neprimerna

• UJEMANJE Z INTERESI

• zelo dobro, dobro, delno, slabo, zelo slabo
(Ali je vsebina povezana z ekonomiko in zakonodajo?)

• ZAHTEVNOST RAČUNALNIŠTVA IN MATEMATIKE

• zelo nizka, nizka, srednja, visoka, zelo visoka
(Ker Janez tega ne mara, je nižja vrednost bolj zaželena)

✅ Kaj sledi?

• Lahko zgradim DEX-kompatibilno strukturo (npr. v obliki CSV ali XML za uvoz v DEX).

• Lahko skupaj definirava odločitvena pravila (utility functions) za sestavljanje vrednosti vmesnih in glavnega kriterija.

• Lahko ustvarim primer ocene za vsako izmed štirih organizacij.

Bi želel nadaljevati z definiranjem pravil ali primerjalno analizo v DEX slogu?

Marko Bohanec, Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta

5

Q: Izboljšaj strukturo. Vsako v vozlišče v drevesu naj ima največ tri naslednike. Smiselno skombiniraj vseh šest skupin kriterijev zgornje diskusije.

Super, število naslednikov (največ 3 na vozlišče) je pomembna lastnost v metodah kot je DEX, saj ohranja preglednost in enostavnost definiranja pravil. Spodaj je izboljšana hierarhična struktura kriterijev po načelu največ 3 podkriterijev na vozlišču pri čemer smo smiselno razdelili 6 osnovnih kriterijev iz prejšnje razprave:

IZBOLJŠANA DEX STRUKTURA ZA JANEZA

ZAPOSLOITEV

- DELOVNI POGOJI
 - LOKACIJA
 - PLAČA
 - VARNOST
- KARIERNE MOŽNOSTI
 - NAPREDOVANJE
 - STABILNOST PODJETJA
- VSEBINA DELA
 - UJEMANJE Z INTERESI
 - ZAHTEVNOST MATEMATIKE IN RAČUNALNIŠTVA

Pojasnilo sprememb

- Napredovanje in varnost zaposlitve sta ločena – napredovanje je zdaj del kariernih možnosti, medtem ko je varnost ostala med delovnimi pogoji skupaj z lokacijo in plačo.
- Dodali smo novo komponento "stabilnost podjetja", ki smiselno dopolnjuje napredovanje kot del kariernih možnosti.
- Vsebina dela ostaja preprosta z dvema ključnima kriterijema: interes in matematične/računalniške zahteve.

Zaloge vrednosti (kvalitativne lestvice)

- ZAPOSLOITEV (glavni kriterij)**
 - zelo ugodna, ugodna, srednja, manj ugodna, neugodna
- DELOVNI POGOJI**
 - zelo dobri, dobri, srednji, slabi
- LOKACIJA**
 - zelo blizu, blizu, srednje, daleč, zelo daleč
- PLAČA**
 - zelo visoka, visoka, srednja, nizka, zelo nizka
- VARNOST**
 - zelo varna, varna, srednja, negotova, zelo negotova
- KARIERNE MOŽNOSTI**
 - odlične, dobre, povprečne, slabe
- NAPREDOVANJE**
 - zelo dobre možnosti, dobre, povprečne, omejene, brez možnosti
- STABILNOST PODJETJA**
 - zelo stabilno, stabilno, srednje, nestabilno
- VSEBINA DELA**
 - zelo primerna, primerna, nevtralna, neprimerna
- UJEMANJE Z INTERESI**
 - zelo dobro, dobro, delno, slabo, zelo slabo
- ZAHTEVNOST MATEMATIKE IN RAČUNALNIŠTVA**
 - zelo nizka, nizka, srednja, visoka, zelo visoka (manj je bolje za Janeza)

Možnosti za naprej:

- Lahko pripravim odločitvena pravila (utility functions) za vmesna vozlišča.
- Lahko pripravim DEXi datoteko za uvoz.
- Lahko izvedemo kvalitativno ocenjevanje posameznih organizacij.

Bi želel, da gremo naprej z ocenjevanjem organizacij po tej strukturi? Lahko naredim tabelo za ocenjevanje ali celo pripravim datoteko za DEXi.

Q: Da, prosim tabelo odločitvenih pravil za Delovni pogoji.

Odlično! Spodaj je tabela odločitvenih pravil za vozlišče *Delovni pogoji*, ki ima tri podkriterije:

- LOKACIJA
- PLAČA
- VARNOST

Vsak kriterij ima kvalitativne vrednosti, pravila pa določajo, kako se kombinacije teh vrednosti **agregirajo** v skupno oceno delovnih pogojev (zelo dobri, dobri, srednji, slabi).

 Zaloge vrednosti

Kriterij	Vrednosti (od najboljše do najslabše)
LOKACIJA	zelo blizu, blizu, srednje, daleč, zelo daleč
PLAČA	zelo visoka, visoka, srednja, nizka, zelo nizka
VARNOST	zelo varna, varna, srednja, negotova, zelo negotova
DELOVNI POGOJI	zelo dobri, dobri, srednji, slabi

 Tabela odločitvenih pravil za *Delovni pogoji*

(izbrani reprezentativni primeri, ne vseh 125 možnih kombinacij)

LOKACIJA	PLAČA	VARNOST	DELOVNI POGOJI
zelo blizu	zelo visoka	zelo varna	zelo dobri
blizu	visoka	varna	zelo dobri
srednje	srednja	srednja	srednji
daleč	visoka	varna	dobri
zelo daleč	srednja	varna	srednji
zelo daleč	nizka	negotova	slabi
srednje	zelo nizka	srednja	slabi
zelo blizu	nizka	zelo negotova	srednji
zelo daleč	zelo nizka	zelo negotova	slabi
blizu	visoka	srednja	dobri
srednje	visoka	varna	dobri
blizu	srednja	negotova	srednji
daleč	nizka	srednja	slabi

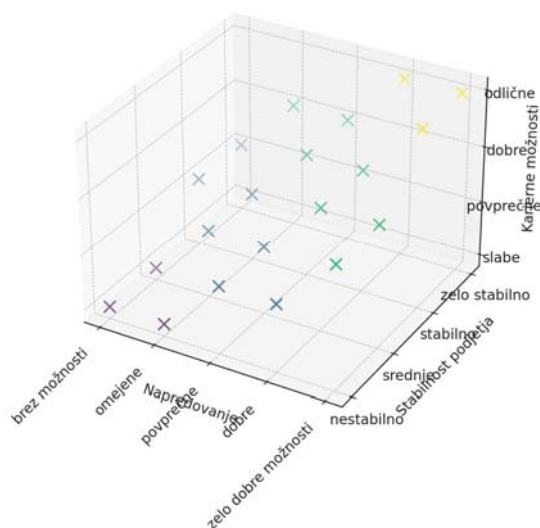
 Pravila (načela, po katerih so nastala):

- PLAČA in VARNOST imata večjo težo kot LOKACIJA, ker bolj neposredno vplivata na kakovost delovnih pogojev.
- Če sta vsaj dva kriterija *dobra*, je ocena delovnih pogojev praviloma *dobri* ali *zelo dobri*.
- Slaba ocena plače ali varnosti močno zniža skupno oceno – tudi če je lokacija dobra.
- **Kombinacija vseh treh slabih vrednosti vodi do ocene slabi.**

 Želiš, da nadaljujem še s pravili za Karierne možnosti ali Vsebina dela? Lahko jih pripravim tudi v CSV/Excel obliki.

Q: Da, prosim še za Karierne možnosti. Rezultat nariši v 3D grafikonu.

Odločitvena pravila: Karierne možnosti



Q: Za konec pa vse skupaj prosim na datoteko za program DEXi ali DEXiWin.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<DexiModel name="Zaposlitev_Janez">
  <Domains>
    <Domain name="Zaposlitev" type="qualitative">
      <Value>neugodna</Value>
      <Value>manj_ugodna</Value>
      <Value>srednja</Value>
      <Value>ugodna</Value>
      <Value>zelo_ugodna</Value>
    </Domain>
    <Domain name="Delovni_pogoji" type="qualitative">
      <Value>slabi</Value>
      <Value>srednji</Value>
      <Value>dobri</Value>
      <Value>zelo_dobri</Value>
    </Domain>
    <Domain name="Karierne_moznosti" type="qualitative">
      <Value>slabe</Value>
      <Value>povprečne</Value>
      <Value>dobre</Value>
      <Value>odlične</Value>
    </Domain>
    <Domain name="Vsebinska_dela" type="qualitative">
      <Value>neprimerna</Value>
      <Value>nevtralna</Value>
      <Value>primerna</Value>
      <Value>zelo_primerna</Value>
    </Domain>
  </Domains>
</DexiModel>
```

NI format .dxi!

Ugotovitve

VJM nudijo koristno pomoč, ki pohitri in poenostavi:

- iskanje in strukturiranje kriterijev
- pripravo predlog za večkriterijsko modeliranje

Osebnostne preference:

- v osnovi niso zajete
- možno upoštevanje na zahtevo

VJM ne naredijo vsega prav:

- le delno poznavanje metod, napake
- zahtevajo stalni nadzor in izboljševanje odgovorov

➔ Nova organizacija procesa odločanja v povezavi človek - VJM

Ugotovitve

Tega še ni v učbenikih

Se pa pojavljajo prvi članki...



Abstract

In this study, we explore the integration of vast knowledge from large language models to enhance the data-induced decision expert (DEX) model's ability to understand and forecast internal migrations in Serbia. We combine LLMs with Decision Support Systems (DSS), specifically focusing on data-induced decision expert (DIDEX) methodology, to significantly improve attribute selection, and model interpretation, which is vital for making informed decisions. The fundamental idea of this paper involves utilizing LLMs to define a hierarchy of attributes and using DIDEX on data utilizing those attributes to generate the necessary decision rules for the DEX model. The proposed DSS is enabling policymakers in evaluating the impact of various potential municipal interventions for sustainable internal migrations across Serbian local self governments. A comparative analysis of traditional machine learning models and DIDEX was performed, utilizing both GPT 3.5 Turbo and GPT 4 Turbo. The findings indicate that LLMs achieve results comparable to machine learning models while inheriting the advantages of DEX models. More specifically, classification accuracy is around 64%, while the DIDEX model achieves 65%. While the time needed to create a DIDEX model reduced significantly by using LLMs the interpretation of the obtained DEX model was highly increased.

Ugotovitve

Tega še ni v učbenikih
Se pa pojavljajo prvi članki...

Enhancing Multi-Criteria Decision Analysis with AI: Integrating Analytic Hierarchy Process and GPT-4 for Automated Decision Support

Igor Svoboda
Information Security department of National
Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic
Institute"
Kyiv, Ukraine
i.svoboda@kpi.ua
ORCID: 0009-0001-1709-2904

Danyro Lande
Information Security department of National
Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic
Institute"
Kyiv, Ukraine
danlande@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3945-1178

Abstract – Our study presents a new framework that incorporates the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Generative Pre-trained Transformer 4 (GPT-4) large language model (LLM), bringing novel approaches to cybersecurity Multiple-criteria Decision Analysis (MCDA). By utilizing the capabilities of GPT-4 autonomous agents as virtual experts, we automate the decision-making process, enhancing both efficiency and reliability. This new approach focuses on leveraging LLMs for sophisticated decision analysis, highlighting the synergy between traditional decision-making models and cutting-edge AI technologies. Our innovative methodology demonstrates significant advancements in using AI-driven agents for complex decision-making scenarios, highlighting the importance of AI in strategic cybersecurity applications. The findings reveal the transformative potential of combining AHP and LLMs, establishing a new paradigm for intelligent decision support systems in cybersecurity and beyond.

Ugotovitve

One for All: A General Framework of LLMs-based Multi-Criteria Decision Making on Human Expert Level

Hui Wang^{1,2}, Fafa Zhang^{1,2}, Chaoxu Mu^{1,2}
¹Anhui University

²Anhui Provincial Key Laboratory of Security Artificial Intelligence
h.wang.13@ahu.edu.cn, wa23301160@stu.ahu.edu.cn, cxmu@tju.edu.cn

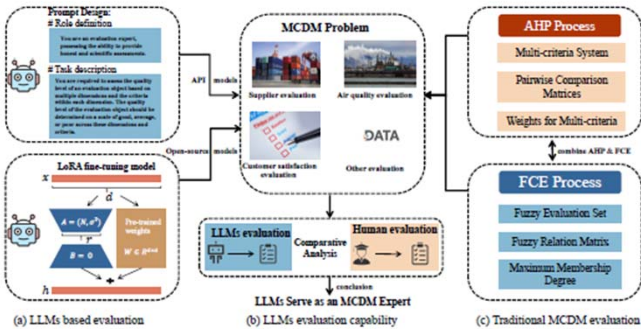


Figure 1: Overview of the proposed LLMs-based MCDM Framework. (a) The API models and the LoRA fine-tuned models are evaluated separately for MCDM. (b) Comparative analysis of the two sets of evaluation results. (c) Conducting MCDM evaluation combining traditional Models.

Domača naloga 10

Vrnimo se na primer iz Domače naloge 7:

„Razvijte drevo kriterijev za nakup novega družinskega avtomobila“
Kriterijev naj bo okrog 10-15, razvrščenih v 3-5 ravni

Preizkusite, kako bi lahko takšno drevo razvili s pomočjo velikega jezikovnega modela (ChatGPT, DeepSeek, Llama, Copilot, ...):

- Pridobite seznam kriterijev
- Strukturirajte kriterije v drevo
- Določite preferenčne informacije (uteži, pravila, ...)
- Preizkusite, ali lahko pridobite upraben model (AHP, MAUT, DEX)
- Ovrednotite nekaj alternativ, analizirajte njihove dobre in slabe strani