



# *Ciclul „INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN MEDICINĂ”*

*Oct. – Dec. 2025*

**Coordonator ciclu: Prof. dr. Daniel LIGHEZAN**

**Coordonator științific: Prof. dr. Gheorghe Ioan MIHALAȘ**



## Tema 5

# Prelucrarea Limbajului Natural în AI

**Prof. Dr. Gheorghe I MIHALAS**

**Universitatea de Medicină și Farmacie Victor Babeș Timișoara**

*Centrul de Modelare a Sistemelor Biologice și Analiza Datelor*

*Laboratorul de Inteligență Artificială*

și

**Academia de Științe Medicale**

*Comisia de Informatică Medicală, Inteligență Artificială și Protecția Datelor*

*„Cuvintele sunt ca niște lentile -  
focalizează gândurile”*

*Denis Diderot (1713 - 1784)  
filosof și scriitor francez*



# Planul tematic al ciclului de A.I. - 2025



| Data   | Tema prelegerii                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 oct  | <b>Introducere în AI.</b> Definiții, istoric. Abordări cognitive și conexiuniste. Sisteme discriminative și generative. Agenți AI. Aplicații medicale – privire generală, clasificări. Integrarea AI în activitatea medicală.                  |
| 14 oct | <b>„Machine learning”,</b> învățare supervizată și nesupervizată. Analiza datelor medicale: predicții, clasificări. Date sintetice, simulări. Modelarea proceselor, proiectarea studiilor clinice, evaluare.                                   |
| 28 oct | <b>AI pentru decizia medicală.</b> Reprezentarea cunoștințelor, ontologii medicale, codificări. Sisteme logice, sisteme baysiene. Logica fuzzy. Sisteme expert medicale, decizie asistată. Monitorizarea pacienților.                          |
| 4 nov  | <b>Rețele neuronale:</b> principii, clasificări. Perceptronul, „deep learning”. Aplicații în imagistica medicală, bioinformatică, medicina de precizie. Performanță vs. transparență, criterii de validare.                                    |
| 11 nov | <b>Sisteme generative conversaționale.</b> Prelucrarea limbajului natural, „LLM – large language models”. Construcția și funcționarea unui Chat-bot. Aplicații medicale, chatboți specializați. Prompt engineering. Limite și capcane.         |
| 18 nov | <b>AI în învățământul medical și în cercetare.</b> Generare întrebări, cazuri clinice interactive. Utilizarea LLM în redactarea științifică. Construcția și antrenarea de chatboți specializați. Etica utilizării AI în educație și cercetare. |
| 25 nov | <b>Limitele actuale, aspecte etice și juridice.</b> Limite: confidențialitate, bias. Transparență, sisteme explicabile XAI. Tehnologia empatică, riscuri și abuzuri. Competențe AI, responsabilități. Reglementări.                            |

# Planul prelegerii

- **De la NLP la LLM**
  - De ce *NLP-Natural Language Processing* în medicină?
  - Conceptele fundamentale ale NLP
  - Scurt istoric: de la NLP clasic la *LLM-Large Language Models*
  - Fazele prelucrării unui Prompt
- **Introducere în Chatboți și Prompt engineering**
  - Chatboturi, aplicații conversaționale medicale
  - Bazele PE – *Prompt Engineering*
  - Limite, erori, capcane
- **Concluzii și reflecții**

# De la Natural Language Processing la Large Language Models

# De ce NLP medicină?

- **Argumente:**

- 80% din informația medicală este în format text (rapoarte, observații, articole)
- Limbajul medical este complex, ambiguu, variabil
- NLP permite înțelegerea automată a acestor texte
- Este poarta către AI clinică, predicții și decizii informate.

- **Exemple de aplicații medicale:**

- Extracția datelor clinice din fișe și rapoarte (diagnostic, simptome, tratamente)
- Analiza notelor de evoluție – identificarea riscurilor sau complicațiilor
- Procesarea articolelor științifice – revizuri automate, meta-analize
- Chatboturi medicale și educaționale – comunicare pacient–AI
- Clasificarea și codificarea automată (ICD, SNOMED CT).

# De la text la decizie

***Text medical →***

***Analiză NLP →***

***Cunoștințe extrase →***

***Suport decizional / predicții***

- ***Avantaje:***

- Integrarea cu baze de date și modele predictive (AI clinică)
- Reducerea timpului de documentare
- Suport pentru educație, cercetare și dialog cu pacientul



# Conceptele fundamentale ale NLP



- **Definiție:** Ramură a inteligenței artificiale care permite computerelor să înțeleagă, interpreteze și genereze limbajul uman.
- **Scop:**
  - Transformarea textului (sau vorbirii) în informație utilizabilă
  - Acționează la interfața dintre lingvistică, informatică și AI
  - În medicină, NLP permite extragerea de sens clinic din texte nestructurate

***Limbaj natural →***

***Prelucrare automată →***

***Înțelegere semantică***

# Etapele procesării clasice a limbajului natural



## • **TEXT BRUT** →

→ **Preprocesare** (*tokenizare, curățare*)

- descompune și normalizează textul

→ **Analiză sintactică** (*structură gramaticală*)

- identifică subiect, predicat, complemente

→ **Analiză semantică** (*înțelegerea sensului*)

- atribuie sens pe baza regulilor și dicționarelor

→ **Faza Pragmatică** (*intenție, context*)

- interpretează intenția, contextul situațional

→ **Rezultat** (*răspuns, clasificare, traducere etc.*)

# Nivelurile de analiză lingvistică (vedere „în profunzime”)

| <b><i>Nivel</i></b>      | <b><i>Ce analizează</i></b> | <b><i>Exemplu</i></b>                        |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| <b><i>Fonetic</i></b>    | sunete / vorbire            | „durere” – pronunție                         |
| <b><i>Morfologic</i></b> | structura cuvintelor        | „torac-ic-ă”                                 |
| <b><i>Sintactic</i></b>  | ordinea și funcția          | „durere toracică” –<br>substantiv + adjectiv |
| <b><i>Semantic</i></b>   | sensul                      | „durere în piept”                            |
| <b><i>Pragmatic</i></b>  | intenția / contextul        | descriere de simptom                         |
| <b><i>Discursiv</i></b>  | legătura cu textul anterior | evoluția pacientului                         |

# Exemple de utilizări medicale

- **Text Classification**
  - ex: detectarea diagnosticului dintr-un raport
- **Named Entity Recognition (NER)**
  - recunoașterea automată a entităților (simptome, medicamente)
- **Relation Extraction**
  - relații între concepte („tratament – boală”)
- **Text Generation / Summarization**
  - rezumate, explicații pentru pacienți
- **Machine Translation**
  - traducerea articolelor științifice.

# De la NLP clasic la LLM

**(De la analiză lingvistică la generare contextuală)**  
(de la limbajul explicat prin reguli la limbajul învățat din date)

| Perioadă     | Abordare                                      | Caracteristici                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1950–1990    | <b>Simbolică</b> /<br><i>bazată pe reguli</i> | Gramatici, dicționare, ontologii;<br>programe precum ELIZA, SHRDLU         |
| 1990–2015    | <b>Statistică</b> /<br><i>probabilistică</i>  | n-gram, modele Markov, bag-of-words;<br>apariția corpusurilor mari de text |
| 2015–prezent | <b>Neuronală</b> /<br><i>generativă</i>       | Rețele Transformer, embeddings, LLM<br>(BERT, GPT, T5)                     |

# Evoluția spre Modelele Mari de Limbaj

## • Etapa 1 – Modelele statistice (1990–2010)

- *n-gram models, Hidden Markov Models (HMM)*
  - Bazate pe probabilități de co-apariție a cuvintelor, necesitau corpusuri mari
  - Sisteme de recunoaștere a vorbirii și traducere automată

## • Etapa 2 – Reprezentări vectoriale (2010–2016)

- *Word2Vec (Mikolov, 2013), GloVe (Stanford), FastText (Facebook)*
  - Cuvintele devin **vectori într-un spațiu semantic** ([embeddings](#)).
  - Relațiile semantice apar numeric

## • Etapa 3 – Revoluția Transformer (2017–2019)

- *Lucrarea „Attention Is All You Need” (Vaswani et al., 2017)*
  - Introduce **self-attention** → modelul învață relații între toate cuvintele simultan

## • Etapa 4 – Epoca sistemelor generative (2020–prezent)

- *GPT-3, T5, ChatGPT, Claude, Gemini, LLaMA, Mistral*
  - Modele de miliarde de parametri, antrenate pe texte diverse (multi-limbă, multimodal).
  - Pot genera, traduce, rezuma, conversa
  - Introducerea RLHF (*Reinforcement Learning from Human Feedback*).

# De la text brut la înțelegere contextuală (Evoluția NLP → LLM)



| Etapă                                           | Perioadă<br>aproximativă | Exemplu                                                                       | Ce făcea sistemul                                                     |
|-------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> Analiza brută a textului (Pre-NLP)     | ~1950–1970               | ana are mere punct                                                            | Procesare la nivel de caractere – fără segmentare, fără sens.         |
| <b>2</b> Reguli și gramatici (NLP simbolic)     | ~1970–1990               | Ana are mere punct                                                            | Separare în cuvinte, reguli gramaticale rigide, fără interpretare.    |
| <b>3</b> Modele statistice (NLP probabilistic)  | ~1990–2015               | Ana are mere.                                                                 | Înțelegere gramaticală + sens probabilistic (frecvență, co-ocurență). |
| <b>4</b> Modele generative și contextuale (LLM) | ~2018→                   | <b>Ana are mere.</b> ( <i>copilul mănâncă un fruct, context educațional</i> ) | Înțelegere semantică, contextuală, relațională – cu sens și intenție. |

# De la Analiză la Generare

| <b><i>Caracteristică</i></b>  | <b><i>NLP clasic</i></b>         | <b><i>LLM</i></b>                 |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b><i>Scop</i></b>            | Analizează și etichetează textul | Generează și continuă textul      |
| <b><i>Fundament</i></b>       | Reguli, gramatici, statistici    | Învățare din date masive          |
| <b><i>Unități</i></b>         | Cuvinte, sintagme, propoziții    | Tokeni și vectori contextualizați |
| <b><i>Cunoștințe</i></b>      | Externe (ontologii)              | Încorporate în ponderi (weights)  |
| <b><i>Dezambiguizare</i></b>  | Pas explicit                     | Emergentă prin context            |
| <b><i>Explicabilitate</i></b> | Ridică                           | Scăzută, dar performantă          |



# Etapele procesării în modelele LLM



## • **TEXT BRUT** →

### → **Preprocesare (Tokenizare)**

- Împarte textul în unități elementare

### → **Reprezentare vectorială (Embeddings)**

- Fiecare token devine un vector numeric al sensului

### → **Procesare contextuală (Self-attention)**

- Evaluează relațiile dintre toate cuvintele

### → **Predicția următorului token (Generare)**

- Alege probabilistic continuarea coerentă

### → **Răspuns** (*text, clasificare, conversație etc.*)

# Fazele prelucrării unui Prompt



## Preprocesarea promptului

- Textul este împărțit în tokeni (fragmente de cuvinte)
  - Tokenii sunt codificați numeric
  - Se adaugă marcatori speciali: început, sfârșit, rol (user/assistant)
  - Tot istoricul conversației este inclus în „fereastra de context” (context window).
- 
- Token  $\neq$  Cuvânt. Ex:
    - [Pacientul] [este] [non-diabetic] [și] [rehidratat] [corespunzător]. – 6 cuvinte
    - ["Pacient", "ul", "este", "non", "-", "diabetic", "și", "re", „hidratat", "corespunzător", "."] – 11 tokeni
  - Versiune numerică internă (*modelul „vede” doar coduri*):
    - [1465, 407, 326, 1058, 12, 9034, 245, 148, 7120, 8621, 13]

## Embedding (Reprezentarea vectorială)

- După tokenizare, **fiecare token devine un vector** numeric
- Acest vector (de ex. 768 componente) descrie sensul contextual al tokenului
- Valorile nu au semnificație individuală → sensul e distribuit în întregul vector
- Vectorii cu sensuri apropiate sunt aproape geometric (*spațiu semantic*).
- Ex. simplificat (4 componente) :
  - *Pacient* → *ID 1465* → [0.42, 0.11, -0.20, 0.67]
  - *ul* → *ID 407* → [0.10, -0.03, 0.05, -0.02]
  - ...
  - *diabetic* → *ID 9034* → [0.50, 0.15, -0.22, 0.71]
- Vectorul rezultat este **modelul numeric al sensului tokenului**
- În straturile următoare, **acești vectori sunt actualizați prin atenție** (self-attention).

# Self-attention (Procesare contextuală)

- **Cum „înțelege” modelul legăturile dintre cuvinte**
  - Fiecare token are propriul vector de embedding
  - Modelul calculează cât de relevant este fiecare token pentru ceilalți din propoziție
  - „Atenția” este o matrice de ponderi care arată cine se uită la cine și cât de mult
  - Astfel, sensul fiecărui cuvânt se actualizează în funcție de context.
- **Cum funcționează atenția: fiecare token „se uită” la toți ceilalți**
- Se construiesc trei seturi de vectori pentru fiecare token:
  - $Q$  = Query (ce caută)
  - $K$  = Key (ce oferă)
  - $V$  = Value (informația proprie)
- Se calculează atenția dintre fiecare pereche de cuvinte  $\rightarrow \text{similaritate}(Q, K)$
- Rezultă un nou vector ponderat, care integrează informația relevantă din ceilalți

- ***Sensul contextual actualizat***

- După aplicarea atenției, vectorul fiecărui token este modificat, el nu mai reprezintă cuvântul „în general”, ci ***cuvântul în acel context***
- Ex:
  - „*non*” + „*diabetic*” → *sens compus* = „fără diabet”
  - „*este*” + „*pacientul*” → *sensul unei afirmații descriptive*
- Astfel, apare semnificația frazei, nu doar a cuvintelor.

- ***Self-attention: cheia revoluției Transformer***

- Procesare ***paralelă***, nu secvențială [RNN] (*toate cuvintele se analizează simultan*)
- Permite „vederea globală” a propoziției
- Este ***scalabil*** – funcționează și pentru fraze scurte, și pentru texte de pagini întregi
- Asigură ***coerență contextuală*** în dialog (*ține minte ce s-a spus anterior*).

# Generarea răspunsului



## • **Construcția răspunsului**

- După analiză, modelul are o reprezentare internă a contextului
  - (vectorii actualizați prin atenție)
- Apoi, pentru fiecare poziție următoare, estimează probabilitatea ca fiecare token din vocabular să fie următorul
- Alege un token, îl adaugă la șir, și reia procesul pentru pasul următor.

### Exemplu:

- **Prompt:** "Pacientul are febră și..."
- → modelul estimează probabilități:
  - 0.42 "tuse"
  - 0.47 "frisoane"
  - 0.08 "apetit"
  - 0.05 "alergie"
  - 0.18 "dureri"
- → alege "frisoane" → adaugă → reia ciclul
- **Modelul nu caută o propoziție memorată – o construiește, token cu token.**

## Mecanismul de predicție pas cu pas

- **Predicția autoregresivă:** fiecare cuvânt depinde de cei anteriori
  - LLM-urile generează text autoregresiv — adică fiecare nou token e prezis pe baza **tuturor** celor anterioare
  - După ce tokenul este ales, este introdus înapoi în secvență ca intrare pentru pasul următor
  - Fiecare pas actualizează starea internă și contextul (fereastra de atenție).
- **Parametrii de sampling**
- **Factori** ce influențează generarea răspunsului (Nu schimbă **înțelesul**, ci **formularea** răspunsului):
  - **Temperatura** – modifică distribuția de probabilitate:  
 $T$  mică (0.2, distribuție ascuțită) = răspuns ~determinist,  $T$  mare (0.9, distribuție plată) = **creativitate**
  - **Top-k** – alege aleator dintre cei mai probabili  $k$  tokeni (limitează opțiunile)
  - **Top-p** – păstrează tokenii care însumează  $p\%$  din probabilitate (se adaptează la context)

# Post-procesare



- **Fazele post-procesării**

- Tokenii selectați sunt decodificați în text lizibil
  - Se aplică eventual filtre suplimentare:
    - corectare de formatare
    - verificare logică
    - filtre etice / de siguranță
  - Rezultatul este trimis utilizatorului
    - *într-o interfață conversațională, chatbot, aplicație medicală etc.*
- 
- Întregul proces — de la înțelegere la exprimare — se desfășoară de zeci de ori pe secundă
  - AI nu repetă texte, ci calculează, pentru fiecare cuvânt, cea mai potrivită continuare.



# Introducere în Chatbots & Prompt Engineering

# Ce este un CHATBOT

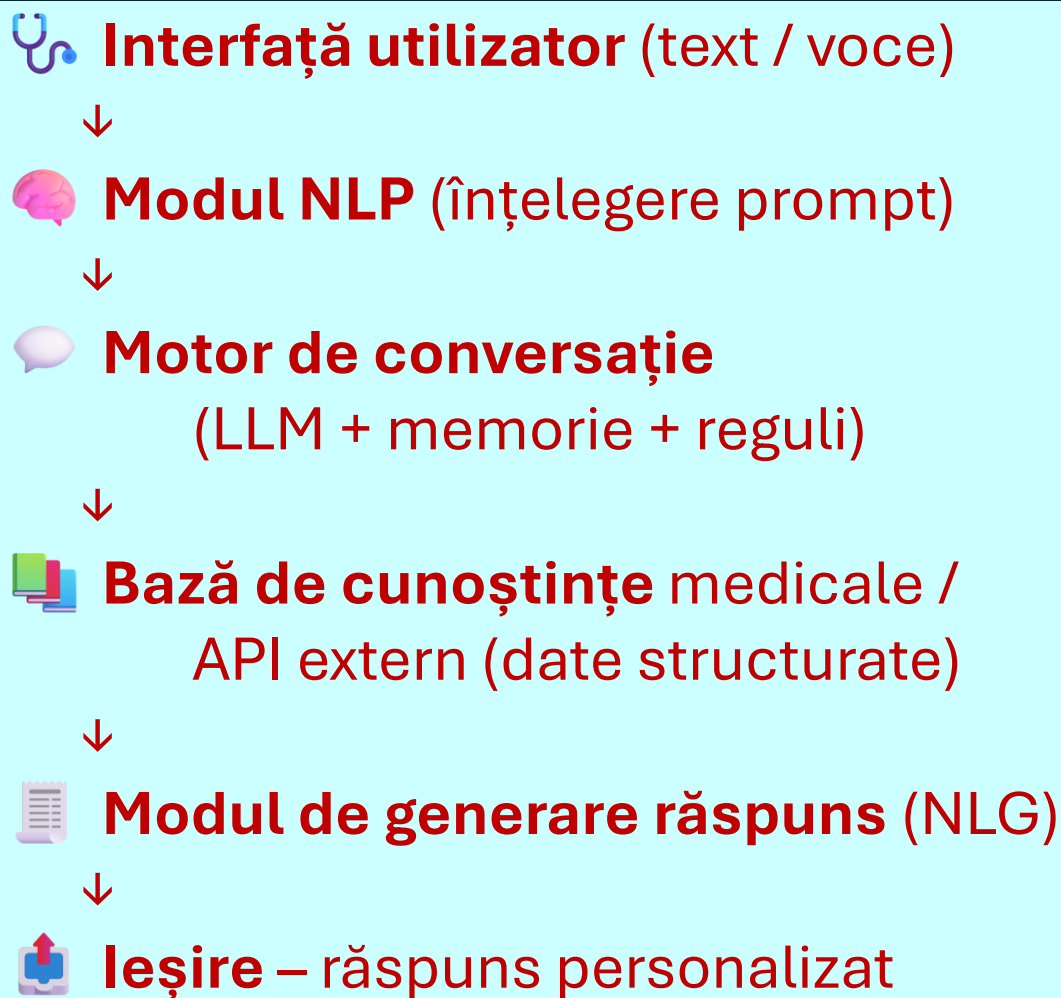
- **Chatbot = interfața conversațională OM – AI**
- **Proprietăți:**
  - Capabil să înțeleagă text (NLP)
  - Generează răspuns contextual
  - Funcționare:
    - pe reguli predefinite (NLP clasic)
    - pe modele generative (LLM)

**Utilizator → (Prompt) → NLP → LLM → Generare răspuns → Utilizator**

# Arhitectura unui Chatbot

## • **Componentele principale:**

- **NLP:** identifică intenția și extrage entități (simptome, medicamente etc.)
- **LLM:** formulează răspunsul coerent, contextual și sigur
- **Memoria:** păstrează firul conversației
- **Filtrele** (medicale): verifică coerența, conformitatea și evită recomandări riscante.



# Aplicații conversaționale în medicină

| <b><i>Domeniu</i></b>       | <b><i>Scop principal</i></b>               | <b><i>Exemple / funcționalități</i></b>                    |
|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Educație medicală</b>    | Explicarea termenilor, simulări de caz     | Chatbot profesor: „ <i>Explică cetoacidoza diabetică</i> ” |
| <b>Suport pacienți</b>      | Interpretare analize, sfaturi generale     | „ <i>Ce înseamnă glucoză 130 mg/dL?</i> ”                  |
| <b>Asistență clinică</b>    | Suport decizional, verificare simptome     | „ <i>Ce afecțiuni pot cauza durere toracică?</i> ”         |
| <b>Suport psihologic</b>    | Conversații empaticе, monitorizare stări   | Chatboturi pentru vârstnici, depresie ușoară etc.          |
| <b>Cercetare / Trialuri</b> | Colectare automată date, feedback pacienți | „ <i>Cum vă simțiți după administrarea dozei?</i> ”        |

# Memoria conversațională în chatboturi

**Memorie de lucru** — **Memorie extinsă** — **Memorie învățată**  
*(context activ)* *(istoric + profil)* *(cunoștințe generale)*

| <b>Tip de memorie</b>                                   | <b>Descriere</b>                                                             | <b>Persistență</b>                            | <b>Reprezentare</b>                                                  |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Memorie de lucru</b><br>(sau <i>context window</i> ) | Conține ultimele interacțiuni din conversație (prompt + răspunsuri recente). | Temporară (până se atinge limita de context). | Textuală, explicită – sub formă de șir de tokeni.                    |
| <b>Memorie extinsă</b><br>(persistentă)                 | Reține informații despre utilizator, sesiuni anterioare, stil de răspuns.    | De durată (stocată extern).                   | Textuală sau simbolică (ex: profil utilizator, istoric conversații). |
| <b>Memorie „învățată”</b><br>(parametrică)              | Cunoștințele generale învățate în timpul antrenării modelului.               | Permanentă (în greutatea rețelei neuronale).  | Implicită, distribuită numeric – codificată în vectori de ponderi.   |

# Rolurile AI în conversații

- **Rolul = configurație de comportament conversațional al AI**
  - Definește **cine este** modelul în dialog și **cum comunică**
  - Este stabilit de promptul de sistem sau de instrucțiunile explicite din dialog
  - Prin roluri, **AI își poate simula o personalitate**, o profesie, un registru lingvistic sau un nivel de expertiză.
- **Exemplu:**
  - „*You are a friendly tutor explaining medical terms to students.*”
  - → AI adoptă ton cald, clarificator, fără jargon excesiv.

# Axe fundamentale ale comportamentului conversațional

| <b><i>Axă</i></b>              | <b><i>Ce controlează</i></b>                    | <b><i>Exemple de valori</i></b>                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Tonul</b>                   | Emoția / atitudinea transmisă                   | neutru, formal, empatic, prietenos, ironic              |
| <b>Stilul</b>                  | Registrul lingvistic și formularea              | academic, popular, narativ, concis                      |
| <b>Nivelul de detaliu</b>      | Profundimea și granularitatea explicației       | superficial, mediu, avansat, tehnic                     |
| <b>Rolul funcțional</b>        | Poziția asumată în dialog                       | profesor, elev, consilier, pacient                      |
| <b>Scopul comunicării</b>      | Intenția dominantă                              | informare, persuasiune, consolare, instruire            |
| <b>Formatul răspunsului</b>    | Structura vizibilă a ieșirii                    | paragraf, listă, tabel, pas-cu-pas                      |
| <b>Gradul de personalizare</b> | Adaptarea la interlocutor                       | general → individualizat (în funcție de date / istoric) |
| <b>Formalitatea</b>            | Nivelul de rigoare și limbaj tehnic             | colocvial ↔ științific                                  |
| <b>Temporalitatea</b>          | Raportarea în timp (prezent, trecut, predicție) | de ex: „În prezent...”, „Pe viitor...”                  |

# Exemple de Roluri AI



**Axele pot fi combinate liber → definind „persoana” conversațională**

- **Ex:** „Asistent empatic pentru pacienți” =
  - Ton empatic + Stil popular + Nivel mediu + Rol consilier + Scop informativ
- **Comportamentul AI este o combinație de ton, stil, profunzime și scop – configurată prin prompt**
- **Ex:** Aceeași întrebare – roluri și tonuri diferite
- **Întrebarea:** „Ce este inteligența artificială?”

| Configurație                | Răspuns generat (exemplu scurt)                                                                                                                          |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stil academic, ton neutru   | „Inteligența artificială reprezintă un domeniu interdisciplinar care studiază metode de simulare a proceselor cognitive umane prin sisteme informatice.” |
| Stil popular, ton prietenos | „AI este o tehnologie care permite computerelor să ‘gândească’ puțin ca oamenii – să învețe, să recunoască imagini și să răspundă la întrebări.”         |
| Ton empatic, rol consilier  | „AI poate părea complicată, dar te ajută în fiecare zi – de la aplicații medicale la asistenți digitali. E o formă de ajutor, nu o amenințare.”          |



# Rolurile AI în conversațiile medicale

| <b>Rol AI</b>                               | <b>Public / scop</b>        | <b>Caracteristici principale</b>                          |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Asistent medical virtual</b>             | Pacienți                    | Explică termeni, oferă îndrumări generale, empatic, clar. |
| <b>Consilier educațional / profesor</b>     | Studenti, rezidenți         | Explicativ, gradual, orientat pe concepte medicale.       |
| <b>Suport decizional clinic</b>             | Medici, echipe              | Tehnic, precis, orientat pe date și ghiduri.              |
| <b>Simulare Pacient</b>                     | Formare / training          | Răspunde la întrebări clinice, reacționează la anamneză.  |
| <b>Asistent empatic / suport psihologic</b> | Vârstnici, pacienți cronici | Limbaj cald, empatie simulată, dialog de sprijin.         |

# Tipuri de Chatboți



## • Clasificare după funcționare și arhitectură

| Tip de chatbot               | Caracteristici                                                                        | Exemple                                |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Bazat pe reguli</b>       | Răspunde pe baza unor modele fixe de dialog (if-then).                                | Chatbot de triaj sau programări.       |
| <b>Bazat pe NLP clasic</b>   | Înțelege textul prin analiză sintactică și semantică, dar răspunde dintr-o bază fixă. | Sistem FAQ inteligent.                 |
| <b>Generativ (LLM-based)</b> | Generează text nou pe baza contextului și cunoștințelor învățate.                     | ChatGPT, MedPaLM, GPT-4-turbo, Claude. |

# Evaluarea calității conversației

- **Caracteristicile unei conversații:**
  - **Coerență** – are sens logic în raport cu întrebarea?
  - **Relevanță** – răspunde la subiectul cerut?
  - **Acuratețe** – informația e corectă medical?
  - **Completitudine** – acoperă toate aspectele importante?
  - **Empatie / ton** – e potrivit pentru interlocutor?

# Bazele Prompt Engineering (PE)

- ***PE = arta de a dialoga eficient cu modelele generative***
- ***Noțiuni de bază:***
  - **Prompt** = instrucțiunea pe care o dăm modelului pentru a genera un răspuns
  - **Prompt Engineering** = conceputul și formularea strategică a acestor instrucțiuni pentru a obține rezultate relevante, clare și sigure
  - În modelele LLM, **calitatea promptului  $\approx$  calitatea rezultatului.**

Prompt → Înțelegere internă (NLP + LLM) → Generare → Răspuns

# Caracteristicile unui Prompt eficient

| Principiu               | Explicație                    | Exemplu                                                                    |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Claritate</b>        | exprimă exact scopul          | „Explică rolul ficatului în metabolism.”                                   |
| <b>Context</b>          | oferă detalii suficiente      | „Explică rolul ficatului în metabolismul glucozei la un pacient diabetic.” |
| <b>Constrângeri</b>     | definește formatul / stilul   | „Răspunde în 5 puncte, limbaj accesibil.”                                  |
| <b>Rol definit</b>      | specifică perspectiva AI      | „Răspunde ca profesor universitar de medicină.”                            |
| <b>Verificabilitate</b> | cere referințe sau explicații | „Include sursa sau raționamentul medical.”                                 |

# Principalele tipuri de prompturi

| Tip                             | Scop                                    | Exemplu generic                                          |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Instrucțional</b>            | Obține o explicație, rezumat, definiție | „Explică în termeni simpli ce este insuficiența renală.” |
| <b>Analitic / comparativ</b>    | Solicită raționament sau comparație     | „Compară CT și RMN în diagnosticul AVC.”                 |
| <b>Generativ / creativ</b>      | Produce text nou (scenarii, scrisori)   | „Formulează o scrisoare medicală de externare.”          |
| <b>Conversational / Q&amp;A</b> | Menține dialogul continuu               | „Ce analize se recomandă mai departe?”                   |
| <b>Evaluativ</b>                | Solicită apreciere / corectare          | „Evaluează următorul diagnostic diferențial.”            |
| <b>Simulativ / rol</b>          | Creează scenarii educaționale           | „Joacă rolul unui pacient cu durere toracică.”           |

# Capcane frecvente și erori

| Capcană                                   | Cauză - Explicație                        | Soluție                                     |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Ambiguitate</b>                        | întrebări vagi,<br>incomplete             | clarifică termenii<br>medicali              |
| <b>Suprainstructare</b>                   | prea multe cerințe<br>simultan            | structurează în pași                        |
| <b>Prompt circular</b>                    | răspunsul e conținut în<br>întrebare      | reformulează neutru                         |
| <b>Lipsa rolului</b>                      | AI nu știe din ce<br>perspectivă răspunde | definește rolul<br>(doctor/student/pacient) |
| <b>Ignorarea contextului<br/>anterior</b> | se pierde firul<br>conversației           | reamintește datele<br>relevante             |

# Aplicații medicale ale Prompt Engineering

| Domeniu                      | Exemplu de prompt                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Educație</b>              | „Simulează o consultație între un student și un pacient cu hipertensiune.” |
| <b>Interpretare analize</b>  | „Explică rezultatele hemogramei unui pacient cu leucocitoză.”              |
| <b>Suport clinic</b>         | „Enumără cele mai probabile diagnostice pentru febră și erupție cutanată.” |
| <b>Comunicare empatică</b>   | „Redactează un mesaj empatic pentru un pacient cu diagnostic recent.”      |
| <b>Cercetare / redactare</b> | „Formulează introducerea pentru un articol despre AI în cardiologie.”      |



# Aplicații medicale ale Prompt Engineering

| Domeniu               | Exemplu de prompt                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Educație              | „Simulează o consultație între un student și un pacient cu hipertensiune.” |
| Interpretare analize  | „Explică rezultatele hemogramei unui pacient cu leucocitoză.”              |
| Suport clinic         | „Enumără cele mai probabile diagnostice pentru febră și erupție cutanată.” |
| Comunicare empatică   | „Redactează un mesaj empatic pentru un pacient cu diagnostic recent.”      |
| Cercetare / redactare | „Formulează introducerea pentru un articol despre AI în cardiologie.”      |

# Aplicații medicale ale Prompt Engineering

| Domeniu               | Exemplu de prompt                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Educație              | „Simulează o consultație între un student și un pacient cu hipertensiune.” |
| Interpretare analize  | „Explică rezultatele hemogramei unui pacient cu leucocitoză.”              |
| Suport clinic         | „Enumără cele mai probabile diagnostice pentru febră și erupție cutanată.” |
| Comunicare empatică   | „Redactează un mesaj empatic pentru un pacient cu diagnostic recent.”      |
| Cercetare / redactare | „Formulează introducerea pentru un articol despre AI în cardiologie.”      |

# Limite și provocări

- *Lipsa accesului în timp real la date noi (dacă nu e conectat la o bază actualizată)*
- *Potențialul de halucinații („confidently wrong”)*
- *Interpretarea greșită a ambiguității din limbaj natural*
- *Dificultăți în înțelegerea contextelor clinice complexe*
- *Riscuri legate de confidențialitatea datelor pacienților.*

# Sfaturi pentru interacțiunea cu Chatbotii medicali și AI generativă

- **Înțelegeți ce este AI-ul conversațional**
  - Nu este o bază de date, ci un model predictiv de limbaj
  - El „generează”, nu „știe” — deci verificați întotdeauna răspunsurile
  - AI niciodată nu spune **NU ȘTIU**, ci generează întotdeauna un răspuns
  - Contextul promptului influențează puternic rezultatul.
- **Formulați prompturi clare, specifice și contextuale**
  - Includeți detalii relevante (vârstă, simptome, context clinic)
  - **Specificați rolul AI-ului:** profesor, pacient, coleg, asistent
  - **Cereți formatul dorit:** „în 5 puncte”, „într-un paragraf scurt”
  - Reformulați dacă răspunsul este vag sau prea general.

- ***Folosiți chatbotul ca instrument complementar, nu ca autoritate***
  - Consultați AI pentru explicații, alternative, clarificări, nu pentru decizii medicale
  - Verificați răspunsurile cu surse valide (ghiduri, articole, colegi)
  - AI nu poate evalua pacientul real – doar descrieri verbale
  - În cercetare: folosiți AI pentru brainstorming și redactare, dar verificați sursele.
- ***Observați cum se comportă AI în funcție de prompt***
  - Experimentați tonuri, stiluri și roluri diferite
  - Comparați rezultate cu și fără context suplimentar
  - Analizați dacă răspunsul rămâne coerent între etape
  - Folosiți același caz medical cu prompturi diferite pentru a observa variația.

- ***Respectați regulile de etică și confidențialitate***

- Nu introduceți date reale ale pacienților (nume, CNP, ID-uri)
- Nu cereți AI-ului să emită diagnostice personalizate
- Nu publicați texte generate de AI fără verificare și recunoaștere a sursei
- Folosiți AI pentru gândire asistată, nu pentru decizie substitutivă.

- ***Învățați să recunoașteți limitele sistemului***

- AI poate greși cu siguranță și eleganță („confidently wrong”)
- Poate inventa surse sau confunda concepte
- Când un răspuns pare „prea frumos”, verificați
- Nu uitați: responsabilitatea medicală rămâne umană!

# 5 reguli de aur pentru conversațiile cu AI

- **1 Fii clar, dar contextual**
  - AI nu ghicește — înțelege exact ce îi spui
    - Include toate detaliile relevante
    - Fii specific, nu general
- **2 Definește rolul**
  - Spune-i cine e și pentru cine vorbește
    - „Răspunde ca profesor / medic / pacient.”
    - Tonul și profunzimea depind de rol
- **3 Ghidează formatul**
  - Spune-i cum vrei răspunsul
    - „Listează în 5 puncte.”
    - „Explică în limbaj accesibil pacientului.”



# 5 reguli de aur pentru conversațiile cu AI

- **4 Verifică și compară**
  - AI poate fi convingător, dar greșit
    - Confirmă cu surse, ghiduri, colegi
    - Nu cita AI fără verificare
- **5 Păstrează etica medicală**
  - Respectă intimitatea și limitele profesionale
    - Nu folosi date reale
    - Nu lăsa AI-ul să decidă în locul tău.

*Promptul este începutul unei conversații inteligente,  
nu sfârșitul gândirii critice.*

# De vorbă cu AI despre ...

Auditoriul fiind interesat mai ales de aplicațiile medicale, iar acum sistemele generative au devenit atât de user-friendly încât lumea deja le folosește, ar mai avea rost să prezint evoluția de la NLP la LLM și câteva elemente de bază ale prelucrării limbajului, sau să trec foarte sumar peste aceste aspecte și să dau detalii despre aplicații și sfaturi de utilizare?



## 1 Dacă treci *complet* peste evoluție și prelucrarea limbajului

- Avantaj: câștigi timp pentru aplicații și exemple.
- Dezavantaj: pierzi *înțelegerea conceptuală* — audiența ar putea folosi AI ca pe o „cutie neagră”, fără a înțelege limitările fundamentale (de unde apar erorile, halucinațiile, incoerențele).

● **Recomandat doar** pentru ateliere scurte, hands-on, de 30 minute sau traininguri strict aplicative.



## 2 Dacă menții partea teoretică *detaliat*, ca în varianta actuală

- Avantaj: formare solidă, claritate conceptuală, înțelegere profundă.
- Dezavantaj: riști să pierzi atenția pe segmentele „tehnice” (tokenizare, embeddings, self-attention) — studenții vor recunoaște termenii, dar vor simți că „nu pot aplica” imediat.

● **Recomandat doar** pentru cursuri introductive teoretice sau module de tip „*AI Fundamentals in Medicine*”.

Acum spunem că AI poate fi solicitat pentru o "a doua opinie". Se poate ajunge la o utilizare atât de intensă în medicină, cu încredere atât de mare, încât să ajungă doctorii umani să fie solicitați pentru o "a doua opinie"?

Întrebarea ta e superbă — și profundă, atât din perspectivă profesională, cât și epistemologică. Ai formulat, de fapt, o inversiune simbolică a paradigmei actuale:

azi spunem „*AI poate fi consultat pentru a doua opinie*”,  
dar mâine am putea spune „*medicul uman este chemat pentru o a doua opinie după AI*”

Hai să desfacem problema pe trei planuri — **tehnologic**, **medical** și **filozofic / etic** — ca să vedem dacă și cum ar putea deveni realitate.

## 1 Planul tehnologic – „poate”

Da, **tehnologic**, este posibil ca AI să ajungă mai performant decât un medic mediu în unele sarcini bine delimitate:

- Analiza imagistică: AI deja depășește acuratețea medie a radiologilor în detectarea unor leziuni mici.
- Predicția riscurilor: rețelele neuronale integrate cu date EHR oferă scoruri de risc mai precise decât scorurile clasice.
- Generarea de rezumate și comparații între ghiduri clinice: LLM-urile pot procesa rapid mii de documente.

 În aceste domenii, e realist să spunem că „AI dă prima opinie”, iar medicul uman o confirmă, corectează sau contextualizează.

Dar asta nu e „inversare a rolurilor”, ci *redistribuire a competențelor* — omul devine **filtru și interpret**, nu „a doua roată”.



## 2 Planul medical – „ar trebui?”

În medicină, *încrederea* nu e doar o chestiune de acuratețe, ci și de **responsabilitate, empatie și comprehensiune globală a pacientului.**

AI poate face următoarele:

- analiza datelor și semnelor,
- sugerarea diagnosticelor probabile,
- explicarea opțiunilor terapeutice.

Dar AI **nu poate evalua sensul subiectiv al suferinței, nici particularitățile non-verbale, psihosociale sau etice** ale deciziei clinice.



### 3 Planul filozofic și etic – „ar fi bine?”

O lume în care medicul e „a doua opinie după AI” ar ridica o problemă gravă: **transferul de autoritate epistemică** de la oameni la sisteme netransparente.

Într-un fel, medicina s-ar întoarce la dogmă – dar de data asta, dogma ar fi algoritmică.

Am avea un „AI-șaman” căruia i se acordă încredere totală, dar pe care nimeni nu-l înțelege.

Aici e linia roșie:

competența poate fi delegată, dar **responsabilitatea morală nu.**

### Concluzie de curs / citat posibil

„AI-ul poate fi un consultant neobosit, dar nu un conștiincios.”

Poate fi prima opinie, dar niciodată ultimul cuvânt.

sau mai memorabil (în stilul tău):

„Poate va veni ziua când medicii vor fi solicitați pentru a doua opinie – dar sper că tot ei vor avea ultimul cuvânt.”





**ș.a.m.d...**

***The danger is not that AI will become smarter than us,  
but that we will stop being curious.”***

***Stephen Hawking (1942-2018)***  
***physicist, UK***

