



Ciclul „INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN MEDICINĂ”

Oct. – Dec. 2025

Coordonator ciclu: Prof. dr. Daniel LIGHEZAN

Coordonator științific: Prof. dr. Gheorghe Ioan MIHALAȘ

AI în Medicina Modernă

Cum să înveți, folosești și controlezi tehnologia care schimbă medicina

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



„AI will not replace you, but a person using AI will”

Kai-Fu Lee / Tom Davenport

*„AI will not replace you, but a person using AI ~~will~~ could,
unless you learn and understand AI”*

Motivația / Îndemnul cursului nostru

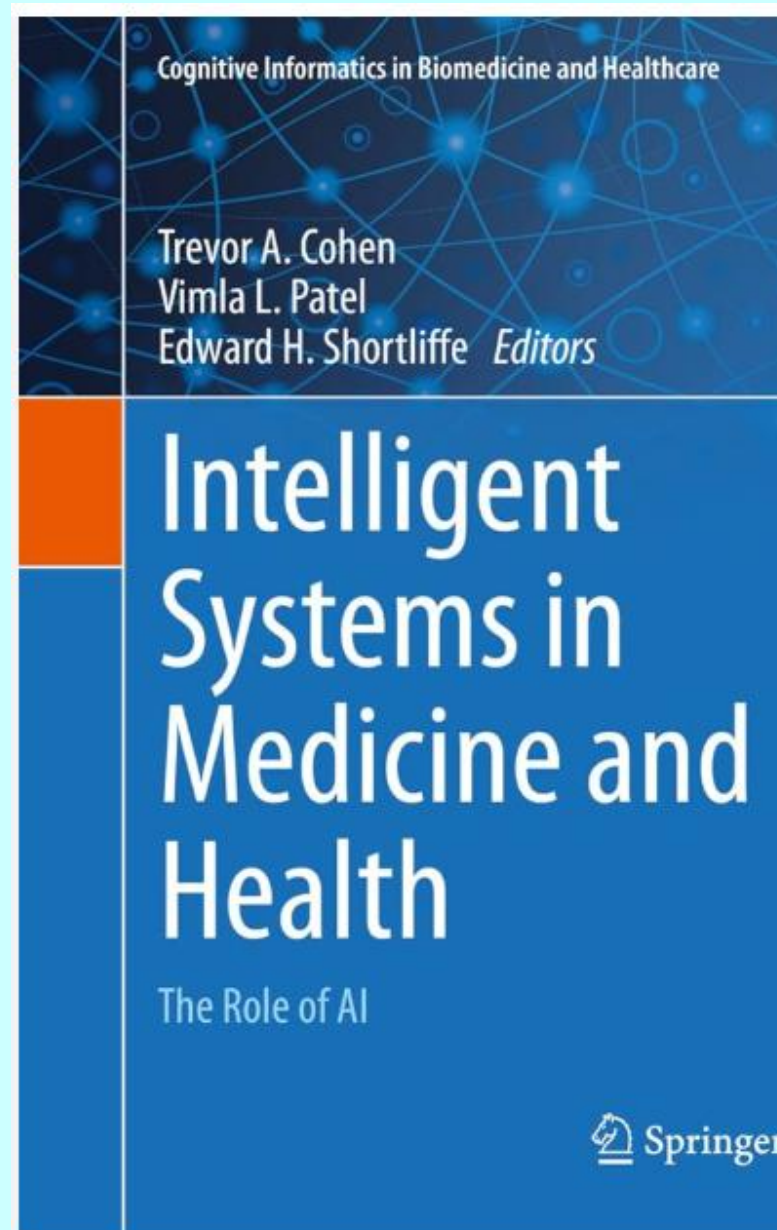
Planul tematic al ciclului de A.I. - 2025



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



Referințe



Referințe



INTRODUCERE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ



Introducere în AI

1. Ce este inteligența artificială?

- Definiții
- Tipuri de AI: clasificare funcțională

2. Scurt istoric. Evoluția AI - repere și valuri tehnologice

3. Concepte fundamentale.

- a) Abordări fundamentale: abordarea cognitivă vs. abordarea conexionistă
- b) Sisteme discriminative și generative

4. AI în medicină

- De ce AI în medicină?

Ce este inteligența artificială?

Definiții

- **Alan Turing** - Testul Turing (1950):
„O mașină este considerată inteligentă dacă poate purta o conversație în scris astfel încât un evaluator uman să nu o distingă de un om”
- *„O colecție de tehnologii care pot efectua sarcini ce necesită în mod normal inteligență umană: percepție, raționament, învățare și luare a deciziilor.” (OCDE 2019)*

AIM – Inteligența Artificială în Medicină

Definiție - orientată pe scopuri (diagnosticare, raționament, generare)

- În context medical, AI poate fi definită în mod operațional drept:

„Un sistem informatic capabil să sprijine activități specifice în medicină – cum ar fi diagnosticarea, predicția riscului, propunerea de tratamente, extracția informației din texte sau imagini – prin metode care imită funcții cognitive umane.”



Agenți inteligenți

Definiție generală:

„Un agent este un sistem care percepe mediul său prin senzori și acționează asupra acestuia prin efectori, cu scopul de a maximiza un anumit obiectiv.”

- **În AI:**

- „senzorii” pot fi: textul introdus, imagini medicale, date din dosarul pacientului
- „efectorii” sunt: răspunsul textual, o etichetă de diagnostic, predicție numerică etc

- Un *agent rațional* nu imită neapărat comportamentul uman, ci ia **decizii optime** în raport cu scopul și informațiile disponibile.

- **În medicină** - este util pentru a înțelege AI nu ca substitut al medicului, ci ca **partener de decizie**.

AI ca simulare a inteligenței umane

- **Raționament** – capacitatea de a formula concluzii din informații existente
 - *Reguli – inferențe logice / inferențe probabilistice*
- **Învățare** – proces prin care un organism sau un sistem dobândește, modifică sau consolidează cunoștințe, abilități (*prin instruire, experiență*)
 - *supervizată / nesupervizată / prin întărire*
- **Decizie** - rezultatul alegerii unei opțiuni în funcție de reguli, scoruri, funcții
- **Percepție** - Capacitatea unui sistem de a interpreta informații senzoriale (*imagini, sunete, texte etc.*) și de a construi o reprezentare internă
- **Comunicare** - Abilitatea unui sistem de a transmite sau de a primi informații în mod inteligibil (*prin limbaj natural, simboluri sau interfețe*)

Diferența între inteligența umană și cea artificială

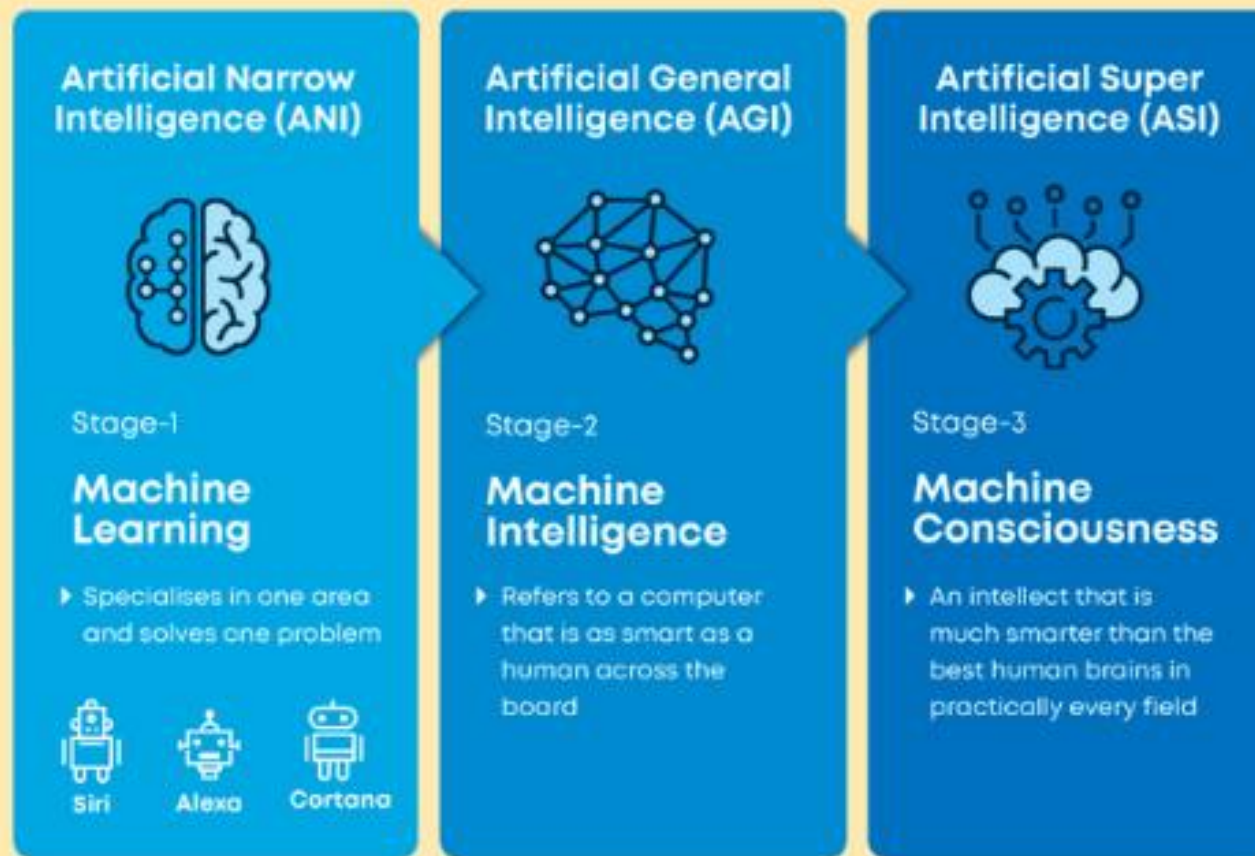
- (+) Vitează, capacitate de procesare, volum de date
- (-) *Lipsa conștiinței, intuiției și experienței afective*
- (-) *Dependența de date, antrenare și specificitate*
- Alte aspecte:
 - Uitare / memorare
 - Vulnerabilitate la date greșite
 - Analogii, inducții vs. Algoritmi, estimare probabilistică
 - Excepții, incertitudini, scepticism
 - Creație, „inspirație” vs. Asocieri de date

Tipuri de AI: clasificare funcțională

AI îngustă, AI generală, Superintelență

- **AI îngustă (Narrow AI) – AI actuală**
 - Specializate pe un singur tip de sarcină (recunoașteri imagini, chatboți)
 - Eficiență mare
 - Netransferabile la alte aplicații !
- **AI generală**
 - Formă ipotetică – înțelege și rezolvă probleme la nivel uman
 - Capacitate de generalizare
- **Superintelență**
 - Depășește inteligența umană

3 Types of Artificial Intelligence



Source: <https://www.mygreatlearning.com/blog/what-is-artificial-intelligence/#WhatisArtificialIntelligence>

Clasificare după capacitatea cognitivă

- **AI reactivă (Reactive AI)**
 - Fără memorie internă, fără învățare, sisteme cu reguli fixe (*clasificări logice*)
- **AI cu memorie limitată (Limited Memory AI) – *task oriented***
 - Cu memorie pe nivele, învățare complexă – majoritatea sistemelor actuale
- **AI cu „teorie a minții” (Theory of Mind AI) – *user oriented***
 - Detectează / modelează starea utilizatorului (*tehnologii empaticе, monitoring*)
- **AI conștientă de sine (Self-aware AI) – *sisteme ipotetice***
 - Auto-reprezentare / Motivație internă / Autonomie

SCURT ISTORIC

EVOLUȚIA

INTELIGENȚEI ARTIFICIALE

History of AI

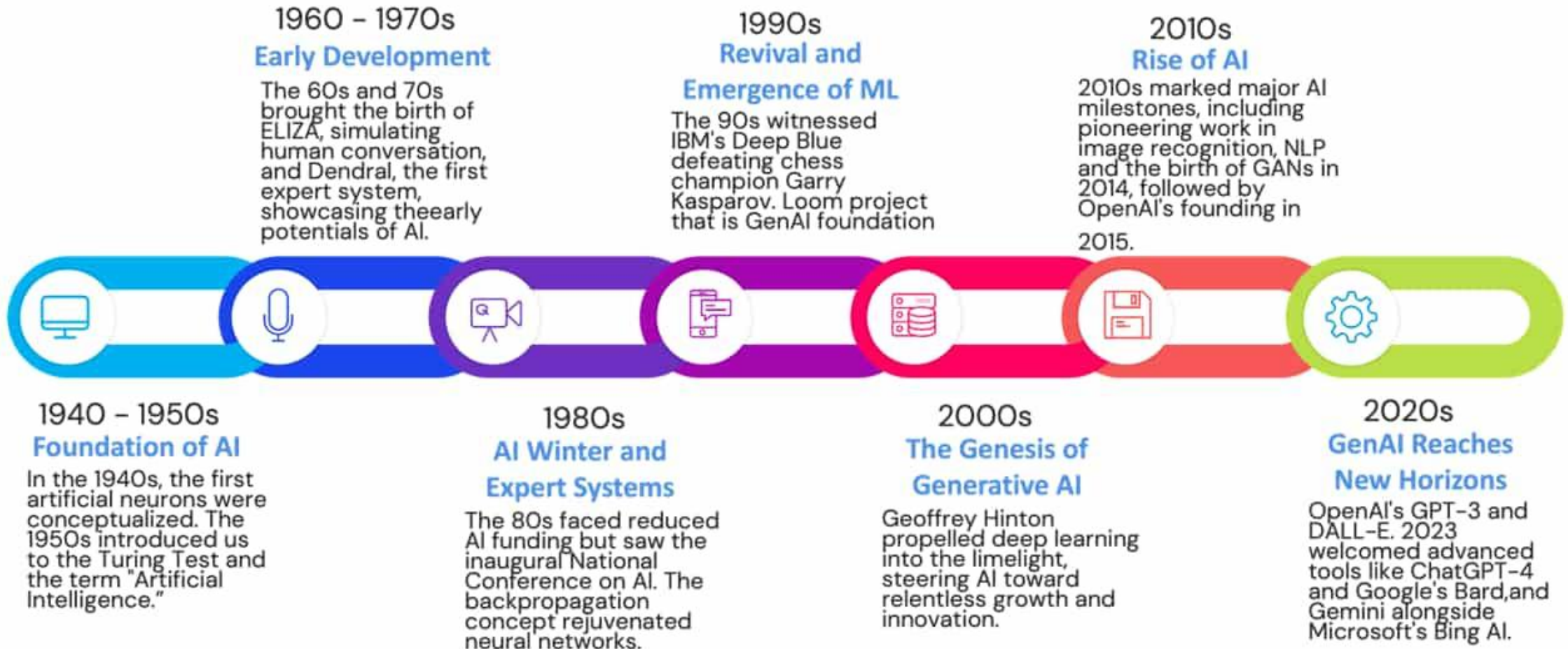
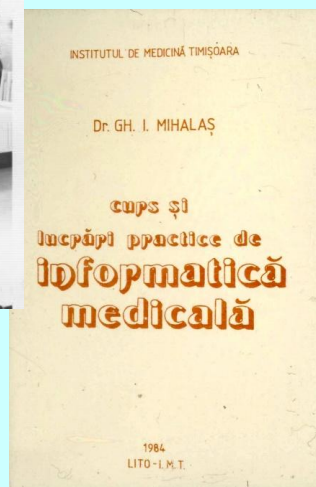
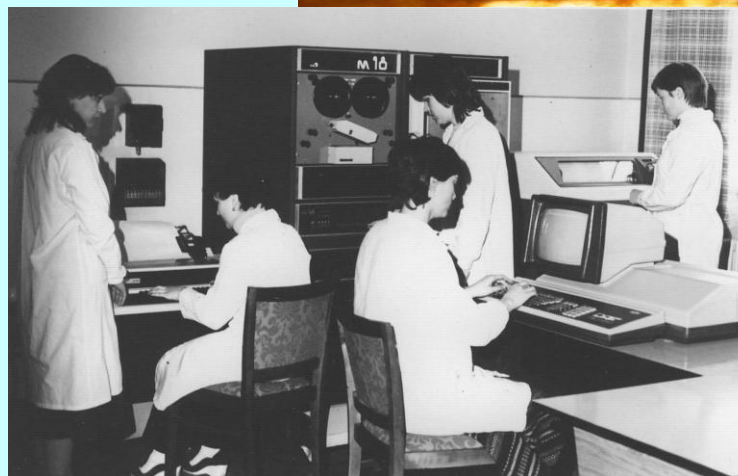
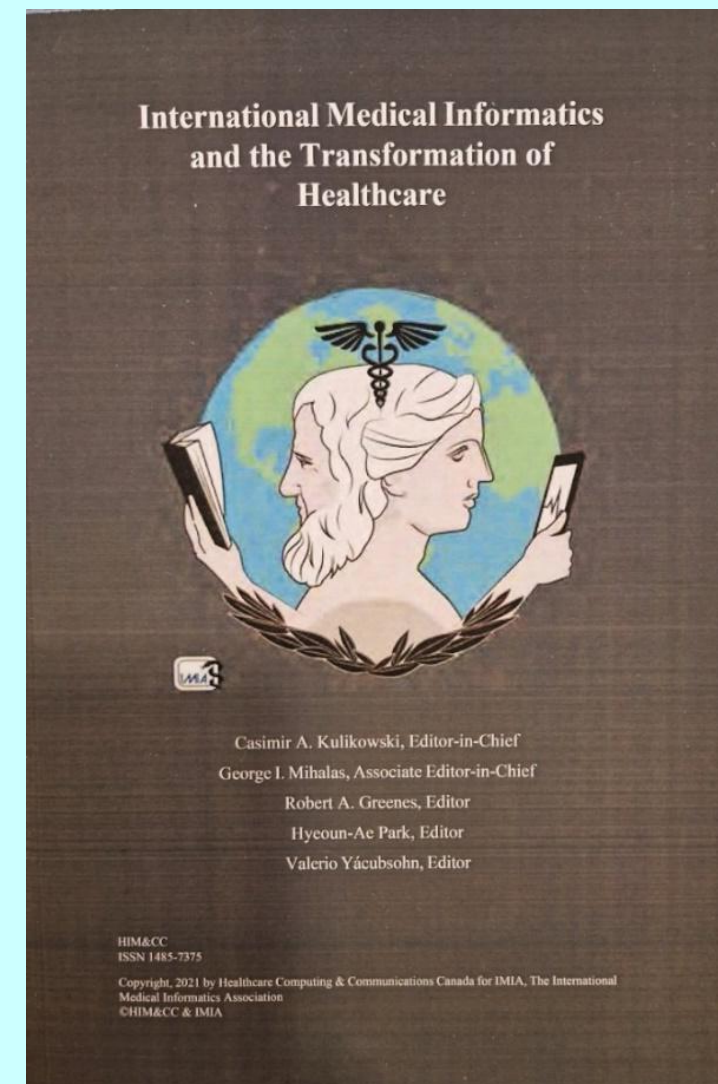


Figure 3. Chronicles of AI: From Turing's Test to Today's Tech Titans

Repere Istorice în UMF Victor Babeș Timișoara



04.06.2006



CONCEPTE FUNDAMENTALE în A.I.



8 Techslang

What Are the Basic AI Concepts? — Techslang

Modele/sisteme fundamentale în AI

Abordare epistemologică

- ***Abordare simbolică / cognitivă***
- ***Abordare conexionistă***

După funcționalitate / scop

- ***Sisteme discriminative***
- ***Sisteme generative***

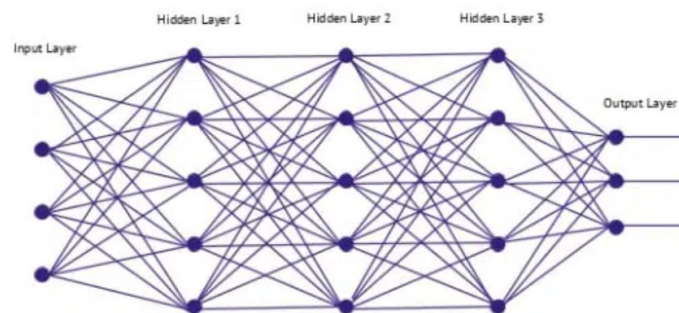
Abordare cognitivă / simbolică

VS.

Abordare conexiunistă

Abordare simbolică / cognitivă – bazată pe logica formală

Abordare conexiunistă – bazată pe rețele neuronale



Schema of symbolic AI (left). Schema of connectionist AI (right).

Abordare simbolică / logică (sisteme cognitive)

- **Sisteme bazate pe reguli**
 - Logica formală: *concept / logica propozițiilor / logica predicatelor*
- **Reprezentarea cunoștințelor**
 - Nivele informaționale: *date / informații / cunoștințe / înțelepciune*
 - Nivele de cunoștințe: *formale / conceptuale / metacunoștințe*
 - Tipuri de cunoștințe:
 - *Explicite: formalizabile – learning / teaching*
 - *Tacite / skills (deprinderi) – training / coaching*
 - **Localizare în AI** – în memoria calculatorului, sub forma formală
- **Inferență logică** (baza Sist.Exp.: modus ponens, modus tollens, silogismul)
- **Explicație / transparență** – trasabilitatea raționamentului + localizare

Abordare conexiunistă

- **Modele inspirate de creier - Rețele neuronale**
 - Neuronul artificial – 2+ intrări – 1 ieșire
 - Conectarea între neuroni – „ponderi” ajustabile prin învățare
 - Rețele neuronale – straturi (input / hidden / output)
- **Învățarea**
 - Perceptronul – stabilirea ponderilor conexiunilor, Back-propagation
 - Date numeroase pentru antrenare și validare
- **Reprezentarea cunoștințelor – *ponderile conexiunilor !***
- **Modele opace (*fără trasabilitate, fără localizare*)**

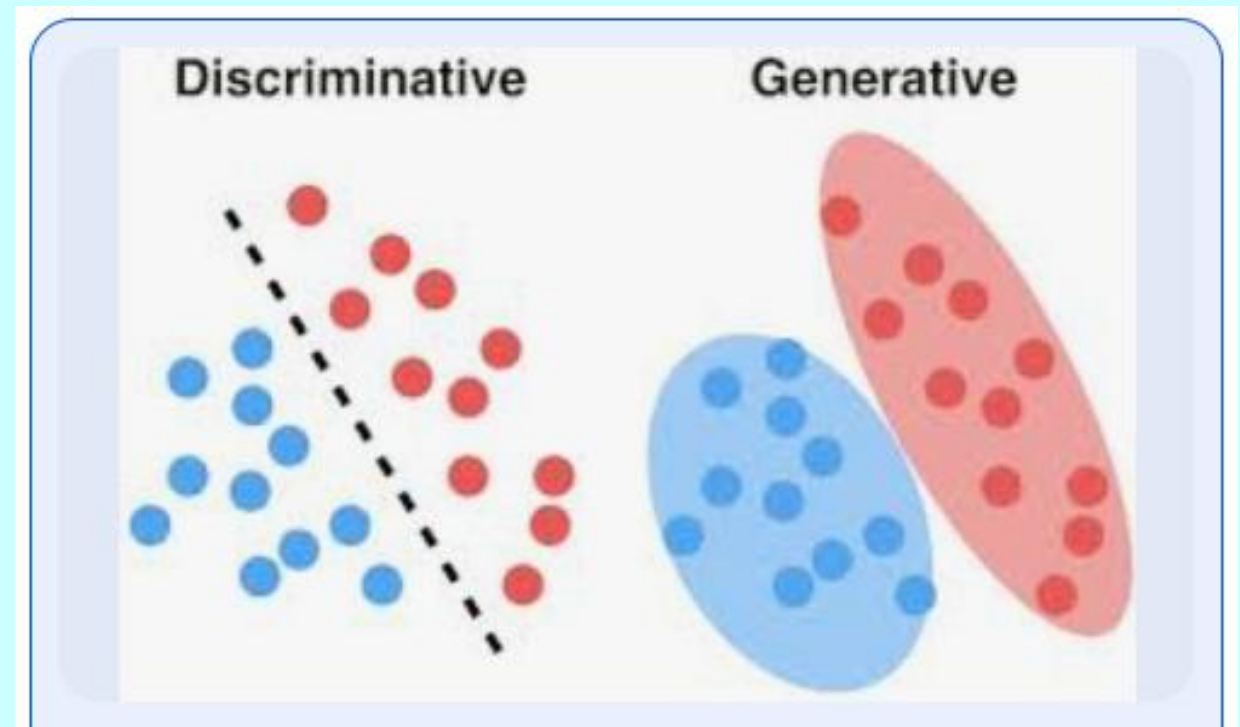
Sisteme discriminative *VS.* *Sisteme generative*

Sisteme discriminative

- clasifică date
 - Sisteme simbolice
 - Modele statistice/ML

Sisteme generative

- creează conținut nou
 - text, imagini etc



SISTEME DISCRIMINATIVE

Modele care selectează o variantă corectă dintre opțiuni

Sisteme simbolice (Sisteme expert)

- Bazate pe reguli logice și/sau ontologii introduse explicit în baza de cunoștințe – KB (*nu învață din date!*)
- Efectuează inferențe logice pentru diagnostice, recomandări
- Aplicații medicale:
 - *Sisteme expert pentru diagnostic*
 - *Interpretare date (laborator, semnale – ECG)*
- Limite:
 - *Necesită codificare manuală a cunoștințelor – ontologii, UMLS*
 - *Dificultăți la menținere / actualizare pentru sistemele mari*

Modele statistice

- Scop: **CLASIFICARE** – calculează / învață limita de separare între clase
 - Regresia logistică, SVM – Support Vector Machine, Random Forest
 - FFN - Rețele neuronale Feed-Forward
- Scop: **PREDICȚIE** – estimează o valoare numerică sau o probabilitate
 - Regresia liniară, regresia Cox
 - RNN – Rețele neuronale recurente
- Antrenare – exemple etichetate (învățare supervizată), evaluare
- Aplicații medicale – analiza riscului. stadializare
- Limite și recomandări de utilizare:
 - Nu „creează” conținut nou: nu generează text, nu face rezumat etc
 - Excelente pentru: sisteme de triere, screening automat, prelucrări date

SISTEME GENERATIVE

Modele capabile să creeze conținut nou – text, imagini etc
pe baza unor instrucțiuni + context

- **Generare de text** – modele mari de limbaj LLM

- Antrenate pe cantități uriașe de text pentru a învăța probabilitățile de succesiune a cuvintelor
- **AI conversaționale**: Chat GPT 4o / 5, DeepSeek, Gemini, Perplexity etc
- **Capacități**: dialog, rezumare / generare text, explicații adaptate
- **Ex. aplicații**: suport decizional, asistent virtual pentru pacienți, întrebări grilă, pregătire lucrări / prezentări etc

- **Generare de imagini**

- **Tipuri:**

- bazate pe descrieri – DALL-E, MidJourney (text-to-image)
- rețele adversare – GAN (2 rețele – una generează, alta evaluează)
- ghidare semantică – VQ-GAN (context din prompt)
- platforme hibride – Canva (design + generare imagini)

- **Aplicații medicale:**

- imagini de antrenament, simulare cazuri rare, vizualizare interactivă

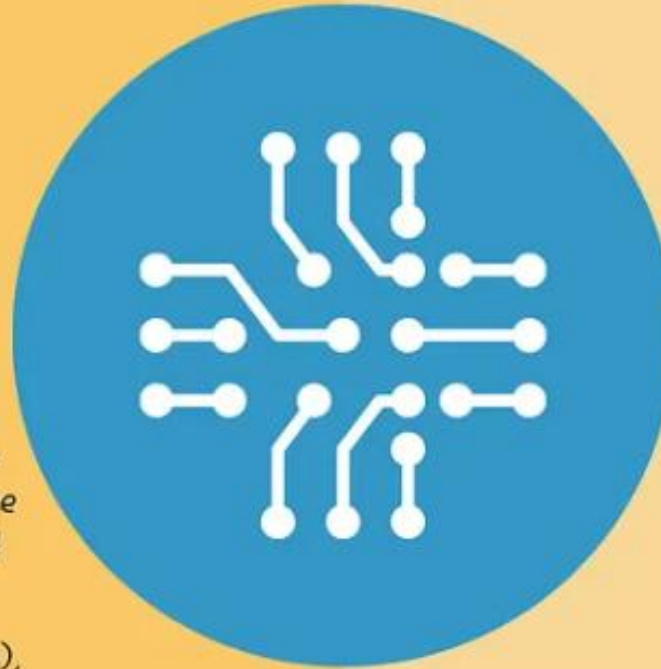
- **Limitări**

- posibile artefacte, validitatea medicală trebuie verificată!

- **Generare de scenarii**
- ***Aplicații clinice:***
 - scenarii clinice alternative
 - planuri de tratament (pentru comorbidități)
- ***Asistență în activitatea de cercetare***
 - ipoteze de cercetare, „experimental design”
 - simulare de date
 - asistență la elaborarea lucrărilor științifice
- ***Aplicații educaționale***
 - elaborare de chestionare
 - prezentări PowerPoint pentru cursuri

Generative AI

- Typically trained on huge language models to perform almost any task
- Objective of the model is to create entirely new content using the data the model has been trained on
- Input and output are very flexible, often requiring prompt engineering to determine the best input to get the output needed
- Sometimes makes things up (hallucinates), which requires a human to confirm the output's accuracy



Discriminative AI

- Can be trained on narrow models to perform very specific tasks
- Objective of the model is to make a decision based on data the model has been trained on
- Input is typically fixed schema
- Having a human reviewer in the loop to moderate low confidence decisions and retrain the model with new annotated data can help improve model performance

Nyckel

Avantaje și limite ale sistemelor discriminative



Avantaje:

- Sunt **orientate spre sarcini bine definite**: clasificare, predicție, selecție
- De obicei, sunt **mai rapide și mai eficiente computațional**
- Modelele clasice (regr. Logistică) sunt **interpretabile și validate clinic**
- Funcționează bine și cu **seturi de date mai mici**, bine etichetate

Limite:

- Nu pot genera conținut nou
- Nu funcționează bine cu **seturi mari de date** sau pentru situații complexe

Avantaje și limite ale sistemelor generative

Avantaje:

- Pot genera **Text natural** (rezumate, explicații), **Imagini, scenarii, întrebări**
- Sunt extrem de utile în interacțiuni cu **pacienți, studenți** sau **clinicieni**
- Pot **simula cazuri rare**, alternative evolutive sau întrebări neprevăzute
- Învăță din **volume mari de date nestructurate**

Limite:

- Sunt **netransparente** (raționamentul nu poate fi urmărit)
- Răspunsurile pot fi **imprevizibile**, pot produce **halucinații!**
- Necesită resurse mari (hardware + seturi de date + supervizare)

Ce variantă alegem?

- Nu există „cel mai bun sistem”, ci doar „cel mai potrivit pentru ...”
- Alegerea depinde de:
 - Sarcina medicală, scopul aplicației
 - Volumul și tipul datelor disponibile
 - Gradul de risc asociat deciziei
 - Nevoia de interacțiune, explicabilitate sau personalizare
- Pentru aplicații medicale este esențial ca **modelele generative**:
 - *să fie complementate de reguli sau filtre*
 - *să includă mecanisme de verificare internă*
 - *să fie integrate cu surse verificate (ontologii, ghiduri clinice)*

CONCLUZII

- Abordarea cognitivă vs. abordarea conexionistă
- Deosebirea între sistemele discriminative și sistemele generative

Ilya Eftimovici Repin (1844 – 1930) – Edecarii de pe Volga (1873)





Mulumesc !