



**BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY**

Faculty of Mathematics and Computer Science



# Inteligență Artificială

Camelia Chira

[camelia.chira@ubbcluj.ro](mailto:camelia.chira@ubbcluj.ro)

# Objective

- Rezolvarea problemelor reale cu metode inteligente
  - Intelegerea si modelarea problemei
  - Utilizarea / adaptarea unei metode inteligente pentru rezolvarea problemei
- Dezvoltarea de algoritmi si aplicatii pentru rezolvarea unor probleme complexe
  - Orice limbaj de programare
- **Modele din sfera IA**
  - Cautare locala
  - Simulated Annealing, Tabu search
  - Algoritmi Evolutivi
  - Algoritmi de tip Swarm Intelligence

# Curs **Inteligenta Artificiala (IA): Scop**

- A intelege in ce consta IA
  - Scop
  - Abilitati
  - Metodologie
  - Algoritmi
  - Aplicativitate
- A acumula informatii despre metode noi de rezolvare a problemelor prin:
  - Dezvoltarea de aplicatii inteligente
  - Introducerea conceptelor si tehnicilor de baza din IA
  - Intelegerea problemelor si dificultatilor intalnite in rezolvarea lor
  - Cunoasterea avantajelor si dezavantajelor unei anumite tehnici de rezolvare a problemelor
  - Exprimarea unei opinii critice asupra a ceea ce poate IA sa faca

# Bibliografie

- Z. Michalewicz, D. B. Fogel, How to solve it: Modern Heuristics, 2nd edition, Springer, 2004.
- S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 1995.
- C. Groşan, A. Abraham, Intelligent Systems: A Modern Approach, Springer, 2011.
- El-Ghazali Talbi, Metaheuristics - From Design to Implementation, Wiley 2009.
- M. Mitchell, An introduction to genetic algorithms, MIT Press, 1996.
- Back T, Fogel D.B, Michalewicz Z.; *Evolutionary Computation I. Basic Algorithms and Operators*, IOP Publ., 2000
- Back T, Fogel D.B, Michalewicz Z.; *Evolutionary Computation II. Advanced Algorithms and Operators*, IOP Publ., 2000
- A. E. Eiben, J.E. Smith, Introduction to Evolutionary Computing. Springer, 2003.
- D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley, 1989.
- K. A. De Jong, Evolutionary Computation: A Unified Approach. MIT Press, Cambridge, MA, 2006.

# Organizare

- **Structura**

- 12 cursuri
- 6 laboratoare
- 6 seminarii

- **Evaluare**

- Teme laborator
- Examen



<http://www.cs.ubbcluj.ro/~cchira>

MS Teams

# Evaluare

- **Punctaj total posibil 1100 puncte**

- **Teme Laborator - 50%**

**P1** = max. 550 puncte

*4 teme laborator*

- **Examen - 50%**

**P2** = max. 550 puncte

*Examen scris: intrebari grila si deschise*

*sau*

*Proiect*

- **Nota finala se calculeaza in functie de punctajul total  $P = P1 + P2$**



Punctaj P	Nota
< 500	Nepromovat
[500, 599]	5
[600, 699]	6
[700, 799]	7
[800, 899]	8
[900, 999]	9
$\geq 1000$	10

# Continut curs

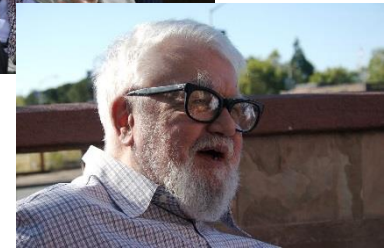
- Scurta introducere in IA
- Modelarea si rezolvarea problemelor, optimizare
- Algoritmi de cautare locala
  - Hill-climbing
- Algoritmi de tip single-point
  - Simulated Annealing
  - Tabu Search
- Algoritmi bazati pe populatii
  - Algoritmi Evolutivi
  - Algoritmi bazati pe inteligenta de grup (Swarm Intelligence)
- Modele hibride

# Ce este IA?

- Intrebare dificila
- AI is a branch of science which deals with helping machines find solutions to complex problems in a more human-like fashion.
- Pe scurt: determinarea mașinilor de a efectua lucruri inteligente

- **Minsky si McCarthy, 1950s:**

*“any task performed by a program or a machine that, if a human carried out the same activity, we would say the human had to apply intelligence to accomplish the task”*



- **Strong AI**

- Calculatoarele pot fi programate să gândească la un nivel cel puțin egal cu cel uman și chiar să fie conștiente de acțiunile lor

- **Weak AI**

- Calculatoarele pot efectua anumite sarcini de gândire – ceea ce deja se întâmplă



# De ce avem nevoie de IA?

- Optimizare si planificare
- Sisteme de recomandare
- Ordonarea paginilor web
- Recunoașterea/analiza vocii
- Recunoașterea imaginilor, scrisului de mână
- Traducerea automată
- Diagnosticare medicală
- Planificarea sarcinilor
- Manipularea roboților în medii neprietenoase
- Filtrarea spam-urilor
- etc.

# Tipuri de IA

Google

amazon

IMDb

You Tube

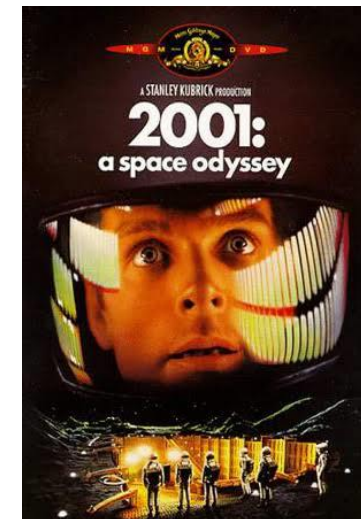
facebook

- **Narrow IA**

- Ceea ce vedem deja in calculatoare azi: sisteme inteligente care au fost invatate sa efectueze sarcini
- Exemple: optimizare in industrie, recunoastere voce (personal assistants), recunoastere imagini in self-driving cars, interpretare videos (drones), recomandare online pe baza unor preferinte, etc.

- **General IA**

- O forma flexibila de inteligenta capabila sa efectueze orice sarcina
- Survey (V. Muller, N. Bostrom, 2013):
  - 50% sanse sa fie dezvoltata in 2040-2050
  - → 90% in 2075
- Ceea ce vedem in filme

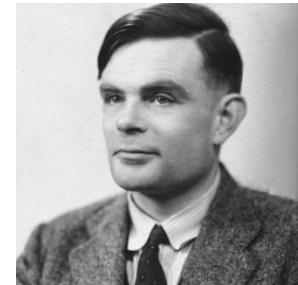


# Scurt istoric IA: etape majore

- Nașterea IA (1943-1956)
- Epoca de aur (1956-1974)
- Prima iarnă (1974-1980)
- Boom (1980-1987)
- A doua iarnă (1987-1993)
- IA meta-modernă (după 1993)

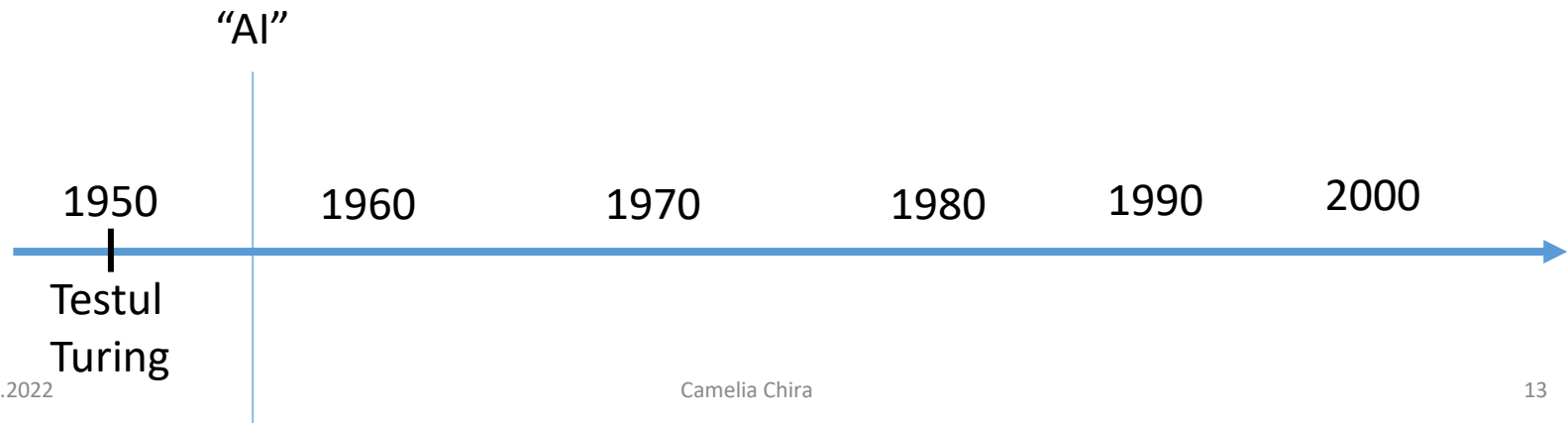
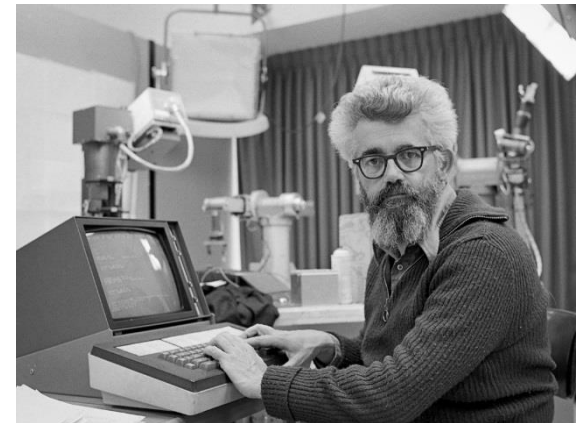
# Nasterea IA (1943-1956)

- Care sunt originile IA?
  - Matematică, logică, informatică, filozofie, psihologie, științe cognitive, biologie
- Primele noțiuni de IA
  - 1943 - Walter Pitts și Warren McCulloch propun neuronul artificial
  - 1950 - Alan Turing -> testul Turing
    - Mașinile pot gândi? Putem să ne dăm seama într-o conversație dacă interlocutorul este o mașină sau nu?
    - Demo - ALICE <http://www.alicebot.org>
  - 1951 - primele programe pentru jocuri (dame și șah)
  - 1955 - Allen Newell și Herbert Simon -> primul program pentru demonstrarea automată a teoremelor



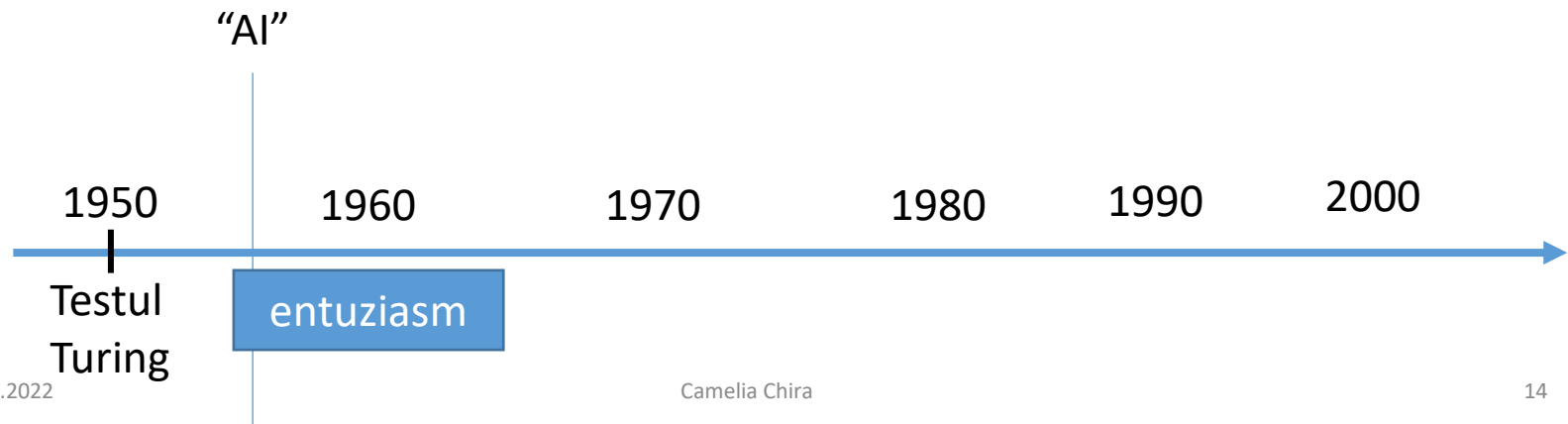
# Nasterea IA (1943-1956)

- Conceptul de IA
  - 1956 - John McCarthy, școala de vară de la Dartmouth, SUA, propune termenul de IA
  - 1956 - John McCarthy face prima demonstrație cu rularea unui program de IA la CMU (Carnegie Mellon University)



# Epoca de aur (1956-1974)

- Calculatoarele pot executa o anumită sarcină X
  - X = rezolvarea puzzle-urilor, demonstrarea teoremelor geometrice, jucarea jocului de dame
  - Multe dintre aceste probleme - toy problems
  - 1958 - John McCarthy propune limbajul LISP la MIT (Massachusetts Institute of Technology)
  - 1965 – ELIZA (MIT, J. Weizenbaum)
  - 1969 – robotul Shakey combină locomoția, percepția și rezolvarea problemelor (Stanford Research Institute)
  - 1970 – “nașterea” algoritmilor evolutivi



# Example: conversation with Eliza

```
Welcome to

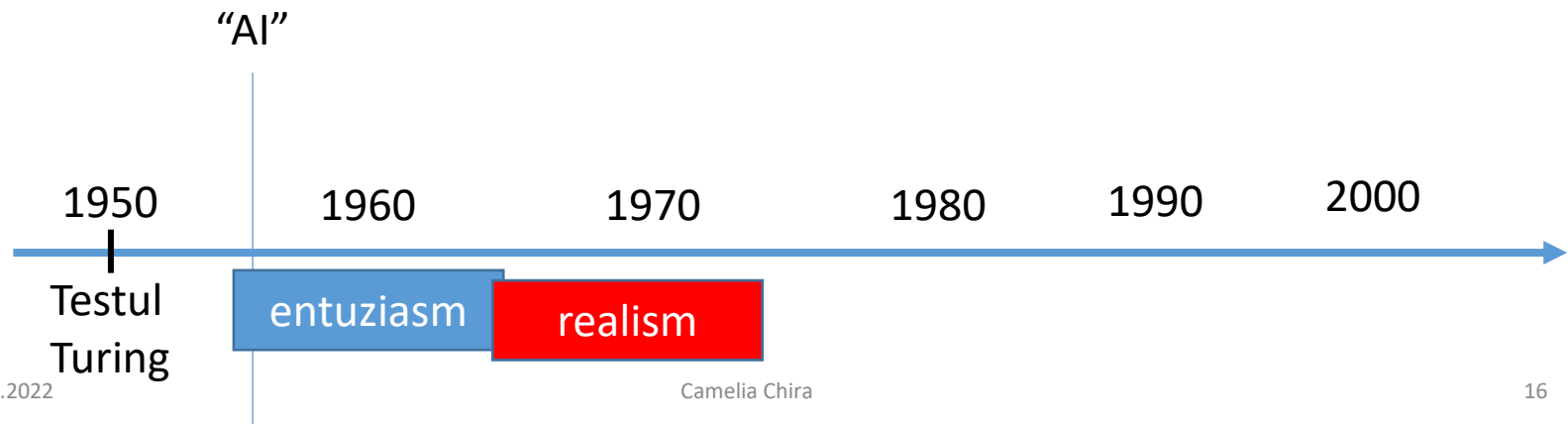
      EEEEE LL      IIII ZZZZZZZ AAAAA
      EE     LL      II     ZZ   AA  AA
      EEEEE LL      II     ZZ   AAAAAA
      EE     LL      II     ZZ   AA  AA
      EEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZZ AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:   █
```

# Epoca de aur (1956-1974)

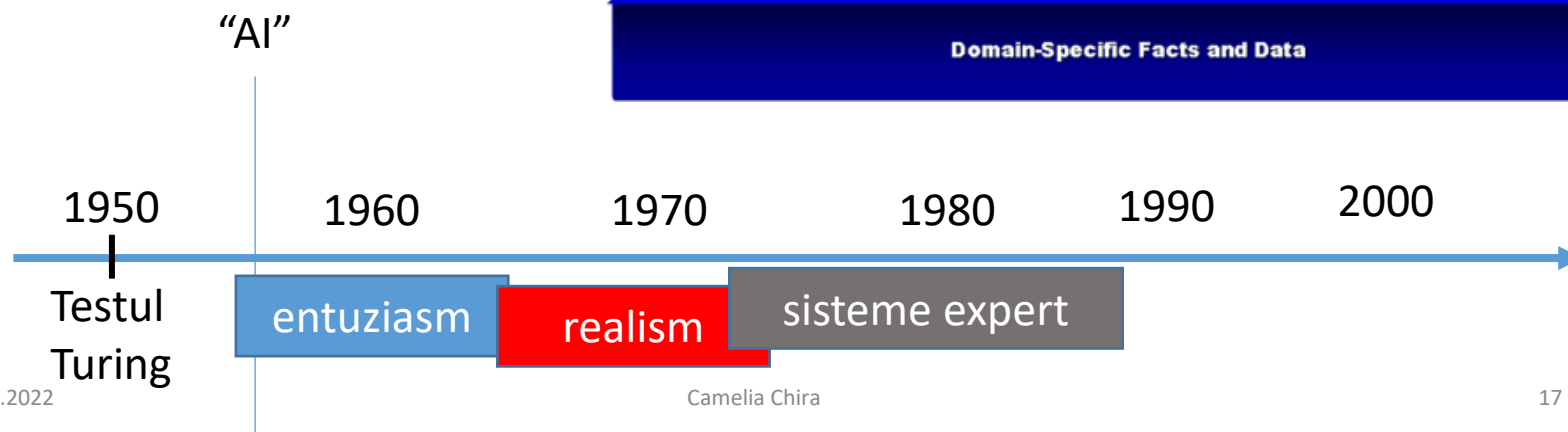
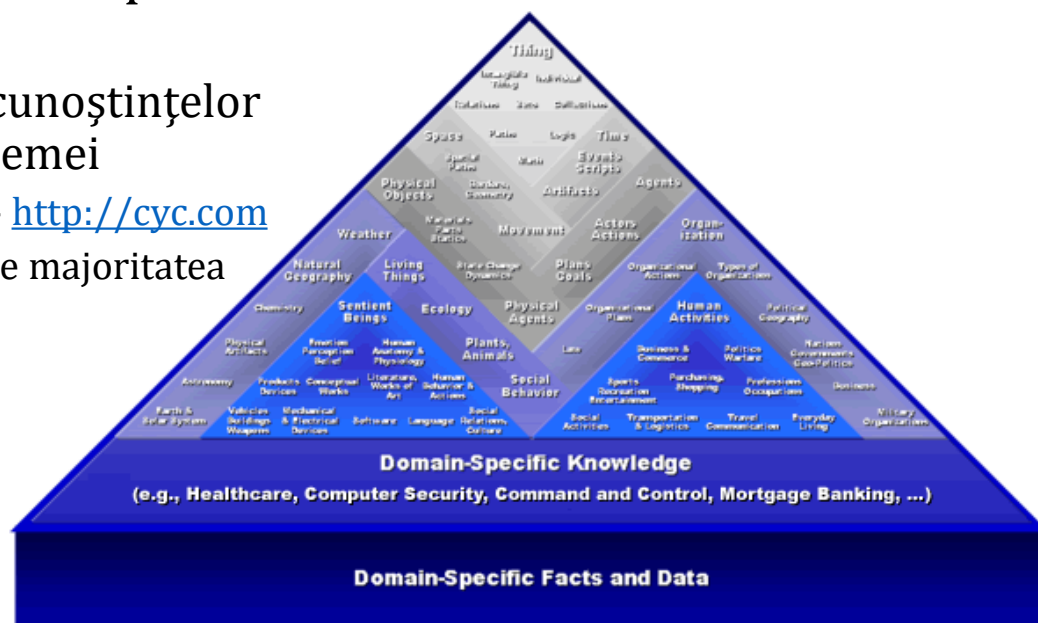
- 1966 – 1973 -> o doză de realism
  - Necesitatea cunoștințelor din domeniul problemei
    - Abordarea sintactică nu este suficientă -> translatorul automat rusă- engleză (US suspendă finanțarea)
  - Control dificil -> complexitate exponențială
    - Guvernul britanic suspendă finanțarea IA -> raportul lui Lighthill -> opinie pesimistă asupra cercetării în domeniul IA
  - Limite teoretice -> perceptronul nu poate rezolva problema XOR-ului
    - cercetarea rețelelor neuronale este suspendată





# Epoca de aur (1956-1974)

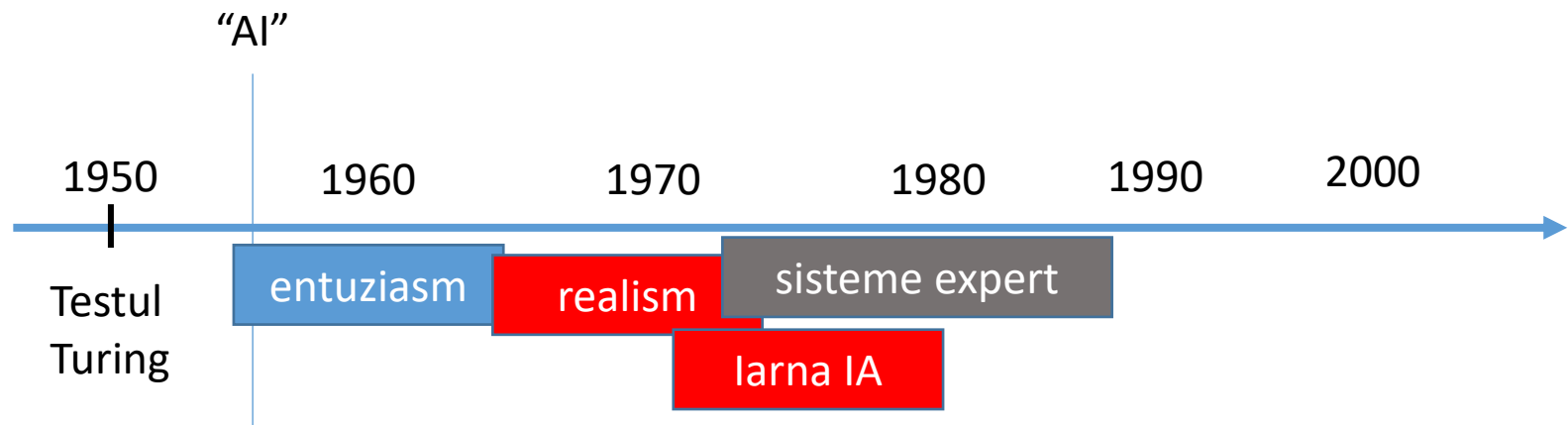
- 1969 – 1988 -> sisteme bazate pe cunoștințe
  - Ghidarea căutării pe baza cunoștințelor specifice domeniului problemei
    - Cyc -> o bază de cunoștințe- <http://cyc.com>
    - Sisteme expert dezvoltate de majoritatea companiilor



# Prima iarnă (1974-1980)

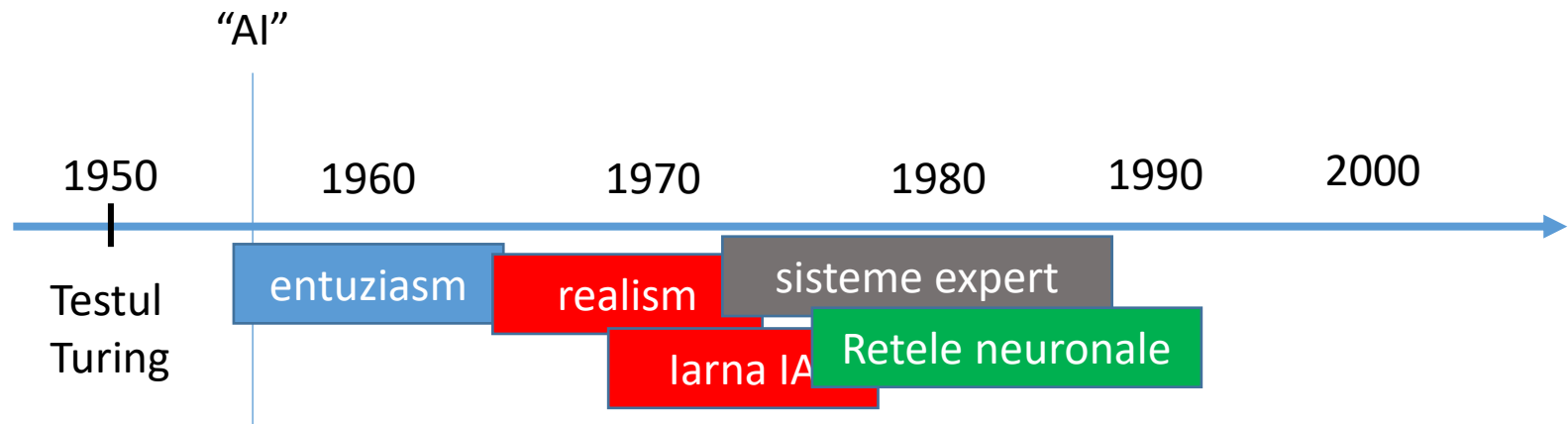
- Probleme

- Puterea limitată a calculatoarelor
- Creșterea exponențială a timpului necesar rezolvării unei probleme cu tehnici IA
- Necesitatea unei baze de cunoștințe specifice domeniului problemei
- Sistarea finanțării



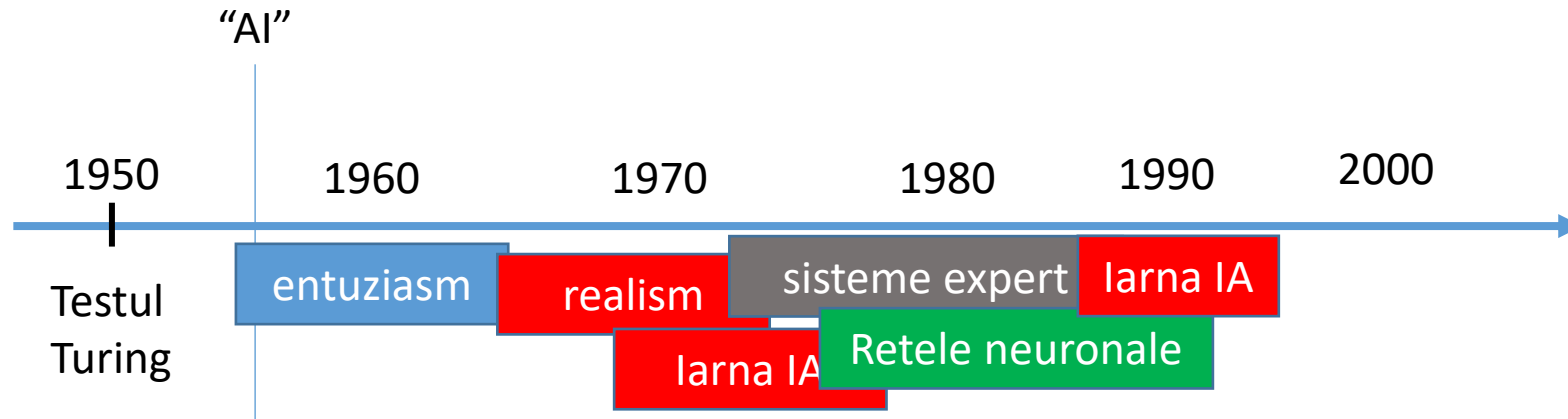
# Boom (1980-1987)

- Se dezvoltă puternic sistemele expert
  - MYCIN – Stanford University -> diagnosticul bolilor infecțioase de sânge
  - XCON (eXpert CONfigurer) - Carnegie Mellon University -> Selectarea componentelor unui calculator în funcție de opțiunile utilizatorului
- 1986 – rețele neuronale artificiale
  - Perceptronul multistrat
  - Redescoperirea algoritmului de antrenare backpropagation
  - Noi dezvoltări:
    - Modelele simbolice (Newell, Simon)
    - Modelele logistice (McCarthy)



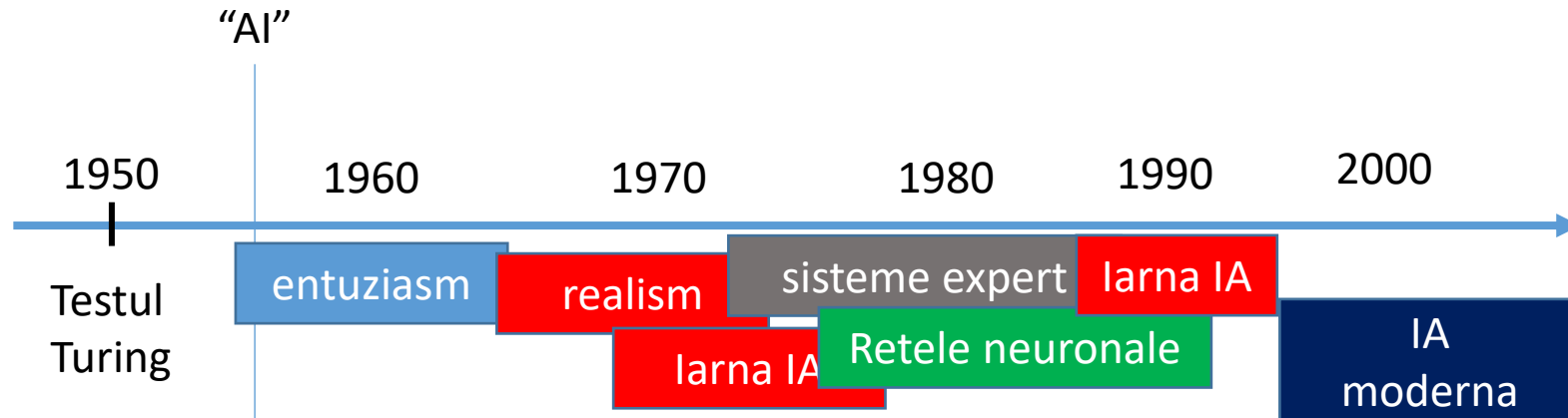
# A doua iarnă (1987-1993)

- Puterea de calcul limitată
- Suspiciunea companiilor
  - Banii au fost dirijați spre alte domenii de cercetare (diferite de IA)



# IA meta-modernă (1993 – prezent)

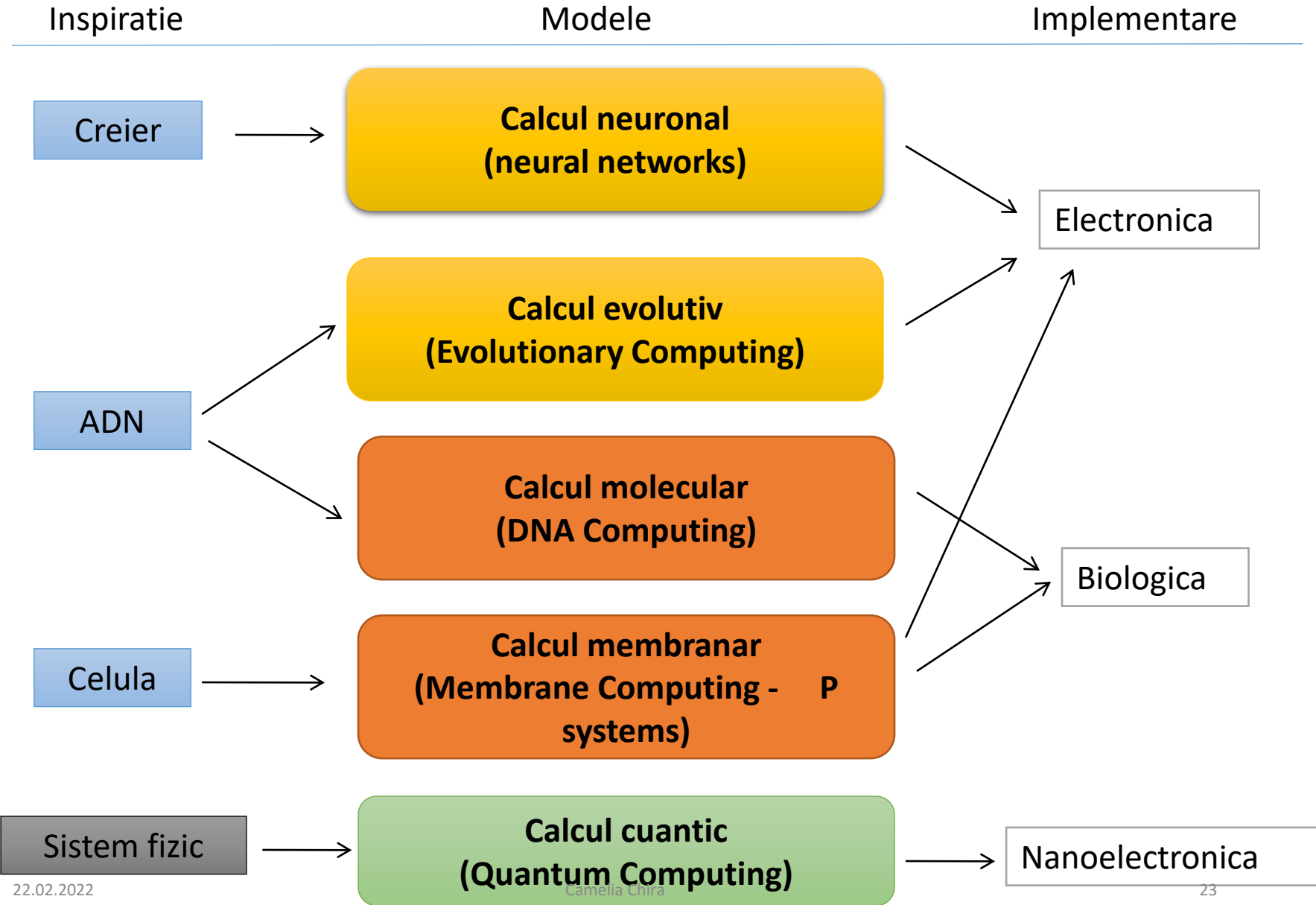
- 1997 – Deep Blue
- 1998 – programarea genetică
- 2000 – roboți pe post de animale de companie



# Inteligența Artificială

- Artificial Intelligence (sometimes Computational Intelligence sau Soft Computing)
- **Calcul evolutiv** – algoritmi evolutivi
- **Calcul neuronal** – rețele neuronale
- **Calcul fuzzy** – sisteme fuzzy
- Inteligența de grup – **swarm intelligence**
- Invățare automată – **machine learning**

# Calcul Natural



# Paradigma IA folosita cu succes:

- Impact social si economic
- Exemple
  - Folosirea motoarelor de cautare online
  - Sistemul bancar: citirea cecurilor prin coduri zip sau citirea cecurilor scrise de mana
  - Obtinerea directiilor de condus pe o anumita ruta
  - Algoritmi de detectare a fraudelor
  - Filtru spam
- Boeing, NASA – algoritmi genetici pentru optimizari
- 2011: Google self-driving cars
  - [https://www.youtube.com/watch?v=eXeUu\\_Y6W0w](https://www.youtube.com/watch?v=eXeUu_Y6W0w)

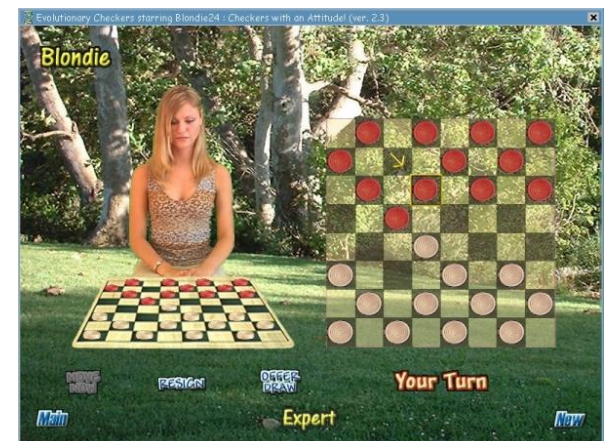


# Aplicatii in jocuri

- IBM – Deep Blue
  - A castigat in partida de sah cu Garry Kasparov, 1997



- Blondie24
  - A castigat un turneu de dame
  - A jucat impotriva a 165 oameni cu o rata mai buna decat ~99%
- Multe jocuri comerciale folosesc tehnici AI



# Aplicatii in jocuri

- **2011:** IBM's Watson a invins 2 castigatori anteriori ai jocului televizat Jeopardy
  - Sistemul a fost dezvoltat pentru a raspunde intrebarilor in limbaj natural
- **2015:** AI system called Claudico was 4<sup>th</sup> on a poker game
  - Poker: informatii lipsa!

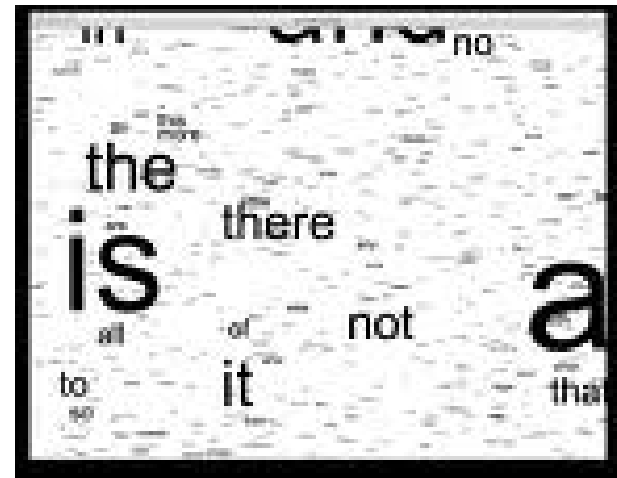


# Aplicatii in Logistica

- Itinerarii de drum
  - Directii de drum de la o locatie data la destinatie
  - Exemplu: MapQuest
- Analiza dinamica si replanificare
  - DART (Dynamic Analysis and Replanning Tool)
  - 1991 Razboiul din Golf, admin peste 50000 oameni, vehicule si echipamente cargo
- Planificarea traficului aerian
  - Mai ales in cazul intarzierilor sau re-rutarilor
  - Replanificare plecari/sosiri

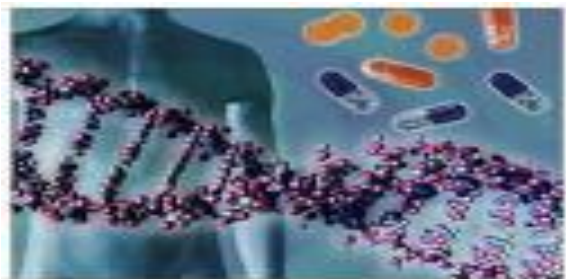
# Aplicatii in procesarea de text

- Traducerea automata dintr-o limba in alta
- Descoperirea informatiilor
- Clasificarea si organizarea textului
- Prezentarea unor informatii sumarizate



# Alte Aplicatii

- Recunoasterea vorbirii
  - Sisteme de rezervari
  - Transcrierea automata - monitorizarea continutului in programele live de radio si televiziune
- Recunoasterea formelor
  - Recunoasterea scrisului de mana
  - Recunoasterea fetei
- Biologie si medicina
  - Diagnoza automata
  - Analiza genomului



# Probleme

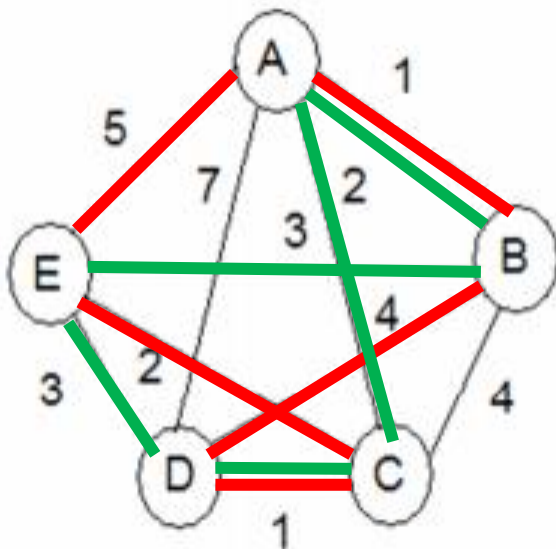


- O **problema** este descrisa de mai multi *parametri* si *cerinte* pe care o solutie a problemei trebuie sa le satisfaca
- O **instanta a problemei** este obtinuta prin specificarea unor valori particulare pentru parametrii problemei
- Un **algoritm** este o procedura de rezolvare a problemei.
- Un **algoritm** rezolva o problema ***P*** daca poate fi aplicat oricarei instante ***I*** a lui ***P*** si garanteaza intotdeauna obtinerea unei solutii pentru instanta ***I***

# Problema comis-voiajorului

*Comis-voiajorul trebuie sa viziteze fiecare oras si sa se intoarca acasa pe drumul cel mai scurt.*

Fie  $G = (V, E)$  un graf neorientat în care oricare două vârfuri diferite ale grafului sunt unite printr-o latură căreia îi este asociat un cost pozitiv. Cerința este de a determina un ciclu care începe de la un nod, trece exact o dată prin toate celelalte noduri și se întoarce la nodul inițial, cu condiția ca ciclul să aibă un cost minim.



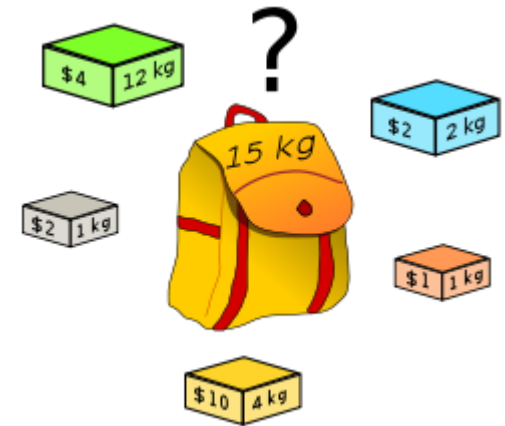
$$\text{A-B-D-C-E-A} = 1+4+1+2+5=13$$

$$\text{A-C-D-E-B-A} = 2+1+3+3+1=10$$



# Problema rucsacului (0/1 knapsack problem)

- Fiecare item are o valoare ( $v$ ) si o greutate ( $w$ ).
- Puneti in rucsac valoarea maxima fara a depasi greutatea maxima admisa.



$$\begin{aligned} &\text{maximize} \sum_{i=1}^n v_i x_i \\ &\text{subject to} \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W \text{ and } x_i \in \{0, 1\}. \end{aligned}$$



# Exemplu: Burgler's dilemma



- Greutatea maxima a rucsacului : 20 kg



valoare

greutate

Problema de optimizare:  
**Max. suma valorilor**  
DAR  
Nu depasi greutatea  
totala de 20 kg!

0/1 knapsack problem

# Greedy approach



- Selectează cel mai bun item dacă adăugarea lui în rucsac nu conduce la depășirea limitei de 20 kg
- *Cel mai bun?*
- ***O metrica:***
  - *Max. valoare*
  - *Min. greutate*
  - *Max. valoare/greutate*
- Repeta până când rucsacul este plin
- Care metrica este cea mai bună?

# Cursul urmator

- Complexitate
- Probleme de optimizare
- Cautare locala