

**Inteligența artificială** poate fi privită ca fiind o știință sui-generis al cărei obiect de studiu îl constituie modul de programare a calculatoarelor în vederea săvârșirii unor operațiuni pe care, deocamdată, oamenii le efectuează mai bine. Conform acestei definiții primare, putem gândi inteligența artificială ca fiind acel domeniu al informaticii care se ocupă de **automatizarea comportamentului inteligent**.

**Domeniu al informaticii => opereaza cu:**

- ***structurile de date*** folosite în reprezentarea cunoștințelor;
  - ***algoritmii*** necesari pentru aplicarea cunoștințelor;
  - ***limbajele și tehnicile de programare*** folosite la implementarea acestor algoritmi.
- problema definirii domeniului inteligenței artificiale devine, până la urmă, una a definirii conceptului însuși de **inteligență** => legătura inteligenței artificiale cu alte domenii, cum ar fi, în primul rând, filozofia.

➤ **Domeniul inteligenței artificiale își propune:**

- *înțelegerea entităților inteligente;*
- *construirea unor asemenea entități.*

➤ **IA are drept scop apariția unor calculatoare care să aibă o inteligență de nivel uman sau chiar mai bună.**

**Exista mai multe definiții ale domeniului. Acestea variază de-a lungul a două mari dimensiuni. Prima dimensiune este aceea a procesului de gândire și a raționamentului. Cea de-a doua adresează comportamentul (“behavior”). De asemenea, unele definiții măsoară succesul în termenii performanței umane, în timp ce altele îl măsoară relativ la un concept ideal de inteligență, pe care îl vom numi rațiune.**

**Aceste definiții pot fi grupate în patru mari categorii (care indică și patru țeluri majore urmărite în inteligența artificială):**

- sisteme care gândesc ca și ființele umane;**
- sisteme care se comportă ca și ființele umane;**
- sisteme care gândesc rațional;**
- sisteme care se comportă rațional.**

**Varietate de definiții ⇒**

- cercetători diferiți gândesc în mod diferit despre inteligența artificială;**
- IA apare ca o știință inter-disciplinară, în care își aduc contribuția filozofi, psihologi, lingviști, matematicieni, informaticieni și ingineri.**

**Prima lucrare recunoscută astăzi ca fiind de inteligență artificială aparține lui Warren McCulloch și Walter Pitts (1943). Aceștia s-au bazat pe *trei surse* și au conceput *un model de neuroni artificiali*. Cele *trei surse* utilizate au fost:**

- cunoștințele despre fiziologia și funcțiile de bază ale neuronilor în creier;
- analiza formală a logicii propoziționale datorate lui Russel și Whitehead;
- teoria despre calcul a lui Turing.

**O altă figură extrem de influentă în inteligența artificială este cea a lui John McCarthy, de la Princeton. După absolvire, McCarthy se mută la Dartmouth College, care va deveni locul oficial în care s-a născut domeniul.**

**In timpul workshop-ului organizat la Dartmouth, în vara anului 1956, se hotărăște și adoptarea, pentru noul domeniu, a numelui propus de McCarthy: cel de inteligență artificială.**

## SCURT ISTORIC

Un *an istoric* în evoluția domeniului este 1958, an în care McCarthy se mută de la Dartmouth la MIT (“Massachusetts Institute of Technology”). Aici el aduce trei contribuții vitale, toate în același an, 1958:

- definește limbajul de nivel înalt LISP, care urma să devină limbajul de programare dominant în inteligența artificială;
- introduce conceptul de *partajare* (“time-sharing”);
- publică articolul intitulat *Programs with Common Sense* (“Programe cu bun simț”) în care descrie un program ipotetic, numit “Advice Taker”, care poate fi privit ca reprezentând *primul sistem complet de inteligență artificială*.

# ADVICE TAKER

- Programul era proiectat să folosească *cunoștințe* pentru a căuta soluții la probleme.
- Spre deosebire de programele de până atunci, încorporează *cunoștințe generale despre lume*.
- Era conceput în așa fel încât să poată accepta noi axiome pe parcurs  $\Rightarrow$  i se permitea să dobândească competență în noi domenii, fără a fi reprogramat.

Acest program încorporează *principiile de bază ale reprezentării cunoștințelor și ale raționamentului*, și anume:

- este necesar să dispunem de o reprezentare formală a lumii și a felului în care acțiunile unui agent afectează lumea;
- este necesar să putem manipula aceste reprezentări cu ajutorul unor procese deductive.

Discuțiile de început asupra domeniului s-au concentrat mai degrabă asupra *reprezentării problemelor* decât asupra *reprezentării cunoștințelor*. Accentul s-a pus pe formularea problemei care trebuie rezolvată și NU pe formularea resurselor care sunt disponibile programului.

- În perioada 1969-1979 apar și se dezvoltă sistemele expert (sau *sistemele bazate pe cunoștințe*).

Caracteristica majoră a sistemelor expert este aceea că ele se bazează pe cunoștințele unui expert uman în domeniul care este studiat; mai exact, pe cunoștințele expertului uman asupra *strategiilor de rezolvare a problemelor tipice unui domeniu*.

La baza sistemelor expert se află utilizarea în rezolvarea problemelor a unor mari cantități de cunoștințe specifice domeniului.

Tot în perioada 1969-1979, numărul mare de aplicații referitoare la *problemele lumii reale* a determinat creșterea cererii de *scheme de reprezentare a cunoștințelor*. Au fost astfel dezvoltate diferite *limbaje de reprezentare*. Unele dintre ele se bazează pe *logică*, cum este cazul limbajului Prolog, extrem de popular în Europa.

*Limbajele programării logice* sunt *limbaje declarative*. Un limbaj de programare declarativ scutește programatorul de a mai menționa procedura exactă pe care trebuie să o execute calculatorul pentru a realiza o funcție. Programatorii folosesc limbajul pentru a descrie o mulțime de *fapte* și de *relații* astfel încât utilizatorul să poată *interoga* apoi sistemul pentru a obține un anumit rezultat.

- Primul compilator de Prolog a fost creat în 1972 de către Philippe Roussel, la Universitatea din Marsilia.



**În perioada 1980-1988 în inteligența artificială începe să se lucreze la nivel industrial.**

**Tot în această perioadă, în care inteligența artificială devine industrie, ea își propune noi țeluri ambițioase, cum ar fi acela al înțelegerii limbajului natural.**

**Începând din 1987 și până în prezent cercetătorii se bazează mult mai mult pe teoreme riguroase și mai puțin decât până acum pe intuiție. Spre exemplu, domeniul *recunoașterii limbajului* a ajuns să fie dominat de așa-numitele “hidden Markov models” (HMM-uri).**

## Subdomenii ale inteligenței artificiale

Principalele subdomenii ale inteligenței artificiale sunt considerate a fi următoarele:

- jocurile (bazate pe *căutarea* efectuată într-un spațiu de stări ale problemei);
- raționamentul automat și demonstrarea teoremelor (bazate pe rigoarea și generalitatea *logicii matematice*. Este cea mai veche ramură a inteligenței artificiale și cea care înregistrează cel mai mare succes. Cercetarea în domeniul demonstrării automate a teoremelor a dus la *formalizarea algoritmilor de căutare* și la dezvoltarea unor *limbaje de reprezentare formală*, cum ar fi calculul predicatelor și limbajul pentru programare logică Prolog).
- sistemele expert (care pun în evidență importanța *cunoștințelor specifice unui domeniu*).

- înțelegerea limbajului natural și modelarea semantică (Caracteristica de bază a oricărui sistem de înțelegere a limbajului natural o constituie reprezentarea sensului propozițiilor într-un anumit limbaj de reprezentare astfel încât aceasta să poată fi utilizată în prelucrări ulterioare).
- planificarea și robotica (Planificarea presupune existența unui robot capabil să execute anumite acțiuni atomice, cum ar fi deplasarea într-o cameră plină cu obstacole).
- învățarea automată (datorită căreia se realizează adaptarea la noi circumstanțe, precum și detectarea și extrapolarea unor șabloane - “patterns”. Învățarea se realizează, spre exemplu, prin intermediul așa-numitelor *rețele neurale* sau *neuronale*. O asemenea rețea reprezintă un tip de sistem de inteligență artificială modelat după neuronii -celulele nervoase- dintr-un sistem nervos biologic, în încercarea de a simula modul în care creierul prelucrează informațiile, învață sau își aduce aminte).

## INVATAREA AUTOMATA

- Este subdomeniul IA care se ocupa de programe care invata din experienta.
- Invatarea statistica:
  - Intr-un scenariu tipic avem o masura de iesire care este cantitativa (pretul actiunilor) sau categorica (pacientul va face sau nu va face infarct) pe care vrem s-o prezicem pe baza unei multimi de caracteristici (cum ar fi dieta sau masuratorile clinice).
  - Avem o multime de date de antrenare corespunzator carora se observa rezultatul, precum si masuratorile caracteristicilor pentru o multime de obiecte (de ex. oameni).
  - Folosind aceste date construim un model de predictie – “learner” – care ne va permite sa prezicem rezultatul pentru obiecte noi, nevazute.
  - Acuratetea predictiei da calitatea learner-ului.
  - Aceasta problema de invatare este numita supervizata datorita prezentei variabilei rezultat, care ghideaza procesul de invatare.
  - In cazul unei probleme de invatare nesupervizate, sunt observate numai caracteristicile si nu exista masuratori ale rezultatului. Sarcina programatorului este, mai degraba, aceea de a descrie felul in care datele sunt organizate (în cluster-e; cluster = grup mic, multime).

**Majoritatea tehnicilor din inteligența artificială folosesc pentru implementarea inteligenței**

- *cunoștințe reprezentate în mod explicit*
- *algoritmi de căutare*
- *învățare automată*

- *cunoștințe reprezentate în mod explicit*
- *algoritmi de căutare*

Toate aceste subdomenii ale inteligenței artificiale au anumite trăsături în comun, și anume:

- O concentrare asupra problemelor care nu răspund la soluții algoritmice; din această cauză tehnica de rezolvare a problemelor specifică inteligenței artificiale este aceea de a se baza pe o *căutare euristică*.
- IA rezolvă probleme folosind și informație inexactă, care *lipsește* sau care *nu este complet definită* și utilizează formalisme de reprezentare ce constituie pentru programator o compensație față de aceste probleme.
- IA folosește raționamente asupra trăsăturilor calitative semnificative ale unei situații.
- IA folosește, în rezolvarea problemelor, mari cantități de cunoștințe specifice domeniului investigat.

**Vom folosi abordarea în cadrul căreia:**

- **Reprezentarea cunoștințelor** adresează problema reprezentării într-un limbaj formal, adică un limbaj adecvat pentru prelucrarea ulterioară de către un calculator, a întregii game de cunoștințe necesare comportamentului inteligent; în funcție de tehnica de reprezentare a cunoștințelor alese se folosește un anumit mecanism de inferență;
- **căutarea** este o tehnică de rezolvare a problemelor care explorează în mod sistematic un spațiu de stări ale problemei, adică de stadii succesive și alternative în procesul de rezolvare a acesteia. (Exemple de stări ale problemei pot fi configurațiile diferite ale tablei de șah în cadrul unui joc sau pașii intermediari într-un proces de raționament).

## Tehnici ale IA

***O tehnică a inteligenței artificiale este o metodă de exploatare și valorificare a cunoștințelor care, la rândul lor, ar trebui reprezentate într-un anumit mod, și anume conform următoarelor cerințe:***

- **Cunoștințele trebuie să înglobeze *generalizări*. Nu este necesară reprezentarea separată a fiecărei situații în parte. În schimb, situațiile care au în comun proprietăți importante pot fi grupate laolaltă. Dacă cunoștințele nu ar avea această proprietate, ar fi nevoie de foarte multă memorie și de multe operații de actualizare. Prin urmare, o mulțime de informații care nu posedă această proprietate nu va reprezenta cunoștințe, ci date.**
- **Cunoștințele trebuie să poată fi înțelese de către oamenii care le furnizează.**



- **Cunoștințele trebuie să poată fi ușor modificate pentru a se corecta erori și pentru a reflecta atât schimbările din lumea înconjurătoare, cât și schimbările din percepția și imaginea noastră despre aceasta.**
- **Cunoștințele trebuie să poată fi folosite în foarte multe situații, chiar dacă uneori duc lipsă de acuratețe și nu sunt complete.**
- **Cunoștințele trebuie să poată fi folosite astfel încât să ajute la îngustarea gamei de posibilități care trebuie luate în considerație.**
- **Scopul tehnicilor inteligenței artificiale este acela de a putea susține *o folosire eficientă a cunoștințelor.***

## **Un exemplu de problemă tipică în inteligența artificială** **(QUESTION ANSWERING)**

**Un exemplu de problemă tipică tratată de inteligența artificială îl constituie problema furnizării răspunsului la întrebări (“Question Answering”).**

- **Problema:** Se citește de la tastatură text într-un limbaj natural (spre exemplu în limba engleză) și apoi se răspunde unor întrebări referitoare la acel text, formulate tot în engleză.
- **Observație:** În cazul unei astfel de probleme este mai greu de precizat care este răspunsul corect, așa cum se va vedea în următorul exemplu:

## **Exemplul nr. 1**

**Presupunem că textul reprezentând input-ul este dat de unica propoziție**

***“Russia massed troops on the Czech border.”***

**Corespunzător unui astfel de input este posibilă existența ambelor dialoguri care urmează. Aceste dialoguri au reprezentat efectiv output-ul programului numit POLITICS (Carbonell, 1980):**

### **Dialogul nr. 1**

**Q: Why did Russia do this?**

**A: Because Russia thought that it could take political control of Czechoslovakia by sending troops.**

**Q: What should the United States do?**

**A: The United States should intervene militarily.**

## **Dialogul nr. 2**

**Q: Why did Russia do this?**

**A: Because Russia wanted to increase its political influence over Czechoslovakia.**

**Q: What should the United States do?**

**A: The United States should denounce the Russian action in the United Nations.**

**În programul POLITICS răspunsurile au fost construite luând în considerație atât textul reprezentând input-ul, cât și un model separat referitor la concepțiile și acțiunile diverselor entități politice, inclusiv cele ale fostei Uniuni Sovietice. Între cele două dialoguri acest model a fost schimbat. Atunci când modelul se schimbă și răspunsurile sistemului se schimbă. Astfel, primul dialog a fost produs de programul POLITICS atunci când i s-a dat acestuia un model care corespunde concepțiilor unui *conservator* american. Cel de-al doilea a fost produs atunci când i s-a dat un model care corespunde concepțiilor unui *liberal* american. Prin urmare, în acest caz este foarte greu de spus ce înseamnă un *răspuns corect*. Acest lucru depinde de model.**

- Corectitudinea răspunsului *depinde de model*.
- O procedură eficientă de “răspunsuri la întrebări” trebuie să se bazeze în mod solid pe cunoștințe și pe exploatarea computațională a acelor cunoștințe.
- Însuși scopul tehnicilor inteligenței artificiale este acela de a putea susține o folosire eficientă a cunoștințelor.

## Concluzii

**IA**  $\equiv$  acel domeniu al informaticii care se ocupă de automatizarea comportamentului inteligent.

### Scopul urmarit de domeniul IA

Scopul stiintific al IA este acela al determinarii de teorii cu privire la reprezentarea cunostintelor, invatare, sisteme bazate pe reguli si cautare, teorii care sa explice diverse tipuri de inteligenta.

Scopul ingineresc al IA este acela de a conferi masinii abilitatea de a rezolva problem ale lumii reale.

Principalele tehnici folosite in IA cu acest scop sunt: reprezentarea cunostintelor, invatarea automata, sistemele bazate pe reguli si cautarea in spatiul de stari.

Tehnici folosite in IA: reprezentarea, invatarea, regulile, cautarea

## Reprezentarea

Toate sistemele IA au o importanta trasatura (caracteristica) de reprezentare a cunostintelor. Sistemele bazate pe reguli, sistemele bazate pe cadre si rețelele semantice folosesc o secventa de *reguli if-then*, in timp ce rețelele neuronale artificiale folosesc conexiuni impreuna cu ponderi ale conexiunilor.



## **Invatarea**

**Toate sistemele IA au capacitatea de a invata. Folosind aceasta capacitate, ele achizitioneaza automat cunostinte din mediul inconjurator. De exemplu, pot achizitiona regulile pentru un sistem expert bazat pe reguli sau determina ponderile adecvate ale conexiunilor intr-o retea neuronală artificială.**

## Reguli

**Regulile unui sistem IA pot fi implicite sau explicite. Atunci cand sunt explicite, regulile sunt create de catre un inginer specializat in ingineria cunostintelor (de pilda regulile pentru un sistem expert). Reguli implicite pot sa apara, de pilda, sub forma ponderilor conexiunilor intr-o retea neuronală.**

## Cautarea

**Cautarea poate sa apara in multiple forme, de pilda sub forma cautarii succesiunii de stari care conduce cel mai repede la o solutie, ori sub forma cautarii unei multimi optime de ponderi ale conexiunilor intr-un ANN – prin minimizarea functiei de fitness. (ANN  $\equiv$  Artificial Neural Network).**

**N.B.** Acest curs introductiv are doua parti distincte: una dintre ele se refera la cautare si reprezentarea cunostintelor, cealalta la invatarea automata.