

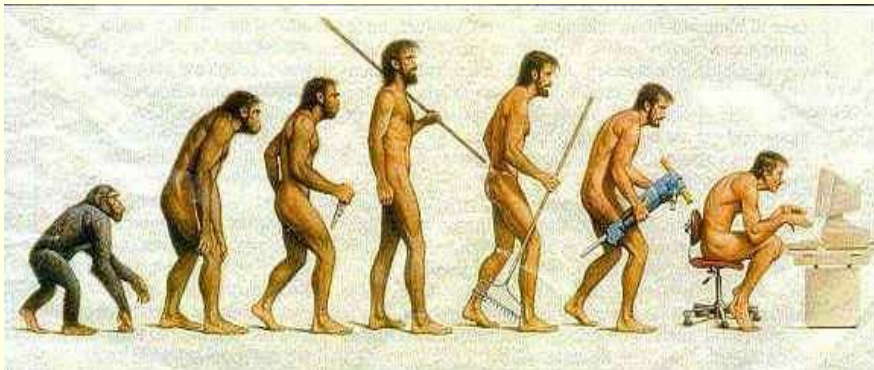
Inteligența artificială

Petrica C. Pop Sitar

Departamentul de Matematică și Informatică
Centrul Universitar de Nord Baia Mare, UTC-N

Inteligența artificială

- Obiectul de studiu al Inteligenței artificiale (IA). Definiții
- Istoricul IA
- Domenii de cercetare și aplicații



Somewhere,
something
went wrong ...

Inteligența artificială

- În 1984, în filmul „The Terminator” apărea posibilitatea ca roboții și inteligența artificială să preia controlul asupra planetei.
- Oamenii ar putea dispărea de pe Terra, în cel mai negru scenariu, în mai puțin de 100 de ani din cauza roboților, a avertizat recent Lordul Martin Rees, un astrofizician care ocupă funcția de Astronomer Royal la curtea Reginei Elisabeta a II-a. El crede că roboții dezvoltați de oameni se vor revolta împotriva creatorilor lor.
- Sunt, însă, și voci care susțin că AI va rezolva toate marile probleme ale omenirii: cele energetice, poluarea, sărăcia și bolile grave.
- Marile companii investesc masiv în inteligență artificială, iar toate serviciile foarte populare pe care le folosim pe internet, de la Google, Microsoft sau Facebook, au în spate astfel de tehnologii. Chiar și multe dintre reclamele pe care le primim pe internet au în spate algoritmi AI.

La ce nivel a ajuns inteligența artificială astăzi?

- Mari campioni mondiali la șah sau go au fost deja învinși de supercomputere. Anul trecut, confruntarea dintre campionul mondial la jocul go, sud-coreeanul Lee Se-dol, și supercomputerul Google AlphaGo s-a încheiat cu victoria mașinii, scor 1-4. AlphaGo a fost dezvoltat de divizia DeepMind AI Google și este conceput să prevadă cele mai probabile mutări ale oponentului uman și să reacționeze în consecință.
- Multe dintre postările pe care utilizatorii le văd pe Facebook sunt alese și afișate de rețeaua de socializare cu ajutorul unui sistem bazat pe inteligență artificială. Mai mult, șeful companiei, Mark Zuckerberg, a confirmat recent la conferința F8 a dezvoltatorilor Facebook că se lucrează la o interfață pentru creier, care să le permită oamenilor să comunice folosind doar puterea minții.
- Inteligența artificială este deja prezentă și în sistemele autopilot de pe mașinile autonome. Tehnologia le permite computerelor din automobile să învețe, să evolueze și să răspundă la situații neprevăzute. De curând, un automobil Tesla a „presimțit” un accident înainte ca acesta să aibă loc, ceva ce un șofer uman nu ar fi fost capabil să facă.

La ce nivel a ajuns inteligența artificială astăzi?

- Sophia este un robot umanoid dezvoltat de către compania Hanson Robotics din Hong Kong. Ea a fost concepută pentru a învăța și a se adapta la comportamentul uman pentru a lucra cu oameni și a fost interviuată în întreaga lume.
- Totodată, NVIDIA a lansat DGX-1, primul supercomputer capabil să învețe, creat special pentru sisteme de IA. DGX-1 oferă capacități deep-learning accelerate prin hardware, permițându-le cercetătorilor să pună în practică noi concepte pentru sisteme de IA.
- Roboții și sistemele AI reprezintă un pericol imediat pentru oameni la locul de muncă. Potrivit analiștilor, până în 2030 sistemele de inteligență artificială și roboții vor reprezenta cea mai mare parte a forței de muncă din America.
- Elon Musk, co-fondatorul Tesla Motors și fondatorul Space X, a declarat că inteligența artificială este mai periculoasă decât bombele nucleare. „Trebuie să fim foarte atenți cu inteligența artificială, deoarece este mai periculoasă decât bombele nucleare”.

Obiectul de studiu al IA. Definitii

- Este greu de dat o definitie precisa a domeniului inteligentei artificiale.
- In general, se considera ca obiectul sau de studiu se refera la modalitatile prin care poate fi imitata **inteligenta umana** cu ajutorul calculatoarelor electronice si a unor programe performante.
- Nici inteligenta umana nu este o notiune clarificata pe deplin.
- Exista sapte tipuri de inteligenta identificate de psihologul H. Gardner:

1. *Inteligenta lingvistica*
2. *Inteligenta logico-matematica*
3. *Inteligenta spatiala*
4. *Inteligenta corporal-kinestezica*
5. *Inteligenta muzicala*
6. *Inteligenta interpersonală*
7. *Inteligenta intrapersonala.*

Tipuri de inteligenta

1. *Inteligenta lingvistica* – se refera la capacitatea si placerea de a citi scrie, povesti sau rezolva cuvinte incrucisate.
2. *Inteligenta logico-matematica* – presupune descoperirea modelelor, categoriilor si relatiilor si se manifesta de exemplu in rezolvarea problemelor aritmetice sau in jocuri de strategie.
3. *Inteligenta spatiala* – se refera la posibilitatea de a gandi in imagini si la usurinta rezolvarii unor probleme geometrice spatiale; de exemplu gasirea drumului intr-un labirint, talentul de a desena sau de a construi figuri din cuburi Lego.
4. *Inteligenta corporal-kinestezica* – implica o mare sensibilitate in identificarea si prelucrarea senzatiilor fizice, de exemplu de a simti ritmul unui dans.
5. *Inteligenta muzicala* – presupune existenta “urechii muzicale”, adica a posibilitatii de a percepe si distinge sunete care par la fel altor persoane.

Tipuri de inteligenta

6. *Inteligenta interpersonală* – este dovedită de spiritul de conducător, de ușurința comunicării și de existența empatiei, adică a capacității de a înțelege sentimentele altora.
 7. *Inteligenta intrapersonală* – reflectă o bună cunoaștere a propriilor sentimente și posibilități.
- Testele de inteligență clasice cuprind de obicei întrebări referitoare la primele trei tipuri. Pentru o evaluare cât mai completă și exactă sunt necesare testări mult mai laborioase.

Ce este inteligența umană?

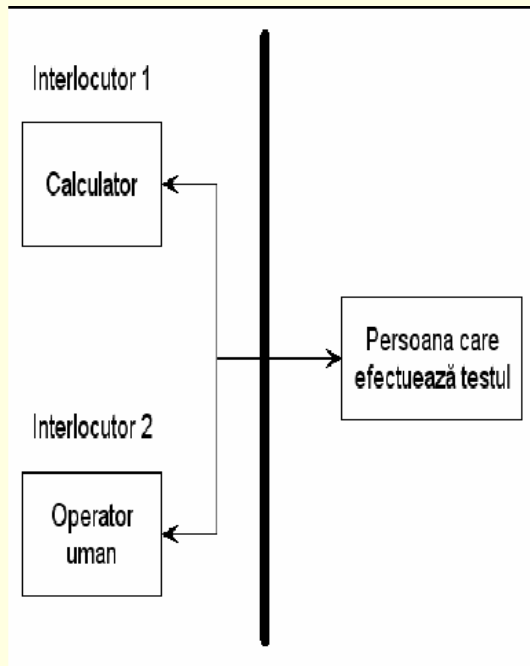
- Rezumând, putem spune că, în general, inteligența umană este capacitatea de a învăța ușor și bine, de a sesiza ceea ce este esențial, de a rezolva situații și probleme noi pe baza experienței acumulate anterior.

Inteligenta artificiala

Ce este inteligenta artificiala?

- IA este domeniul de studiu care isi propune sa explice si sa modeleze comportamentul inteligent in termenii proceselor de calcul.
- IA nu este o stiinta pura sau o noua disciplina, ci are o clara natura de interdisciplinaritate, fiind situata la confluenta mai multor domenii: informatica, matematica, stiinte cognitive, logica, neurostiintele, etc.
- Obiectivul IA este abordarea inteligentei ca pe un calcul posibil de efectuat, fezabil. Acest efort are doua directii:
 - Sa faca calculatoarele mai utile;
 - Sa se inteleaga inteligenta.
- IA se ocupa cu generarea reprezentarilor procedurilor care in mod automat si autonom permit rezolvarea problemelor rezolvate pana acum numai de oameni.

Testul Turing



- O definiție operatională a inteligenței este testul Turing
- Testul constă într-o conversație la distanță (de exemplu, pe chat) între un om și un calculator. La sfârșitul testului, calculatorul se consideră inteligent când omul nu poate spune dacă a dialogat cu un alt om sau cu o mașină
- Se înlocuiește în acest fel întrebarea “pot mașinile să gândească?” cu problema dacă “se pot comporta similar cu oamenii într-un context bine definit.

Testul Turing

- Din testul Turing se desprind cateva calitati implicite ale unui sistem inteligent:
 - Prelucrarea limbajului natural;
 - Posibilitatea reprezentarii cunoasterii, a informatiilor apriori si a celor capatate in timpul dialogului;
 - Rationamentul automat, pentru utilizarea informatiilor in raspunsuri, concluzii sau pentru construirea de intrebari proprii;
 - Invatarea, pentru adaptarea la noile circumstante.

Definitii ale Inteligentei Artificiale

- Patrick Winston
 - IA este totalitatea conceptelor (ideilor) care permit sa se dea inteligenta calculatoarelor. IA este studiul proceselor computationale care fac posibile perceptia, rationamentul si actiunea.
- Marvin Minsky
 - A initiat ipoteza conform careia inteligenta nu este un singur lucru, ci o colectie de strategii, iar IA este stiinta identificarii concrete a acestor strategii si a modului in care se incadreaza intr-un tot coerent.
- Elaine Rich
 - IA este domeniul care studiaza cum se executa cu calculatoarele sarcini pentru care omul este astazi mai bun.
- Dictionarul limbii romane
 - IA este facultatea de a intelege usor, de a sesiza esentialul, de a rezolva situatii sau probleme noi.

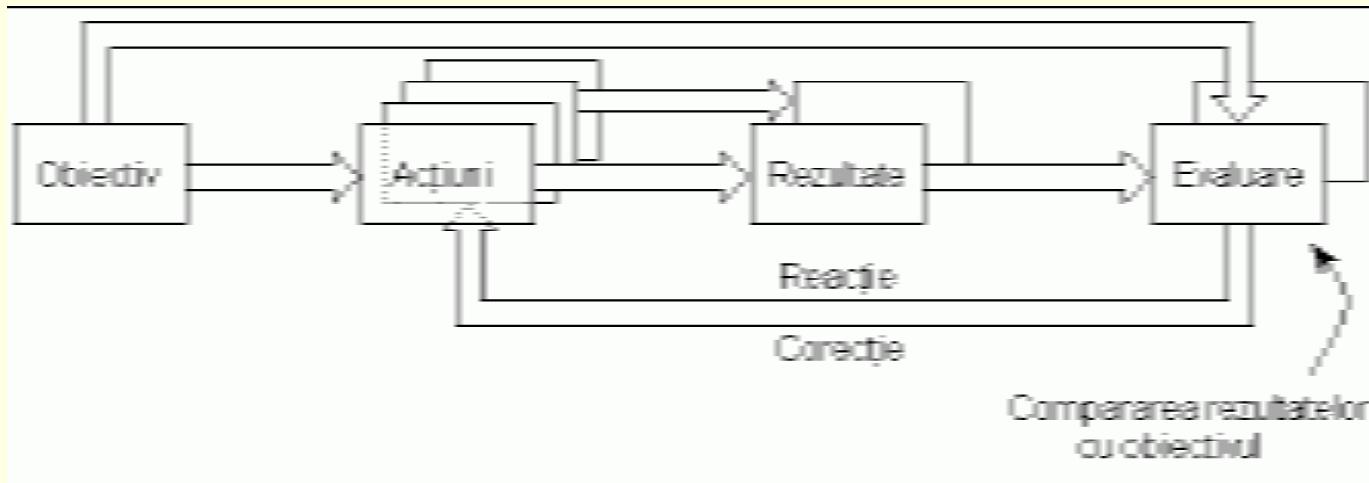
Definitii ale Inteligentei Artificiale

- In consecinta, **inteligenta artificiala** poate fi descrisa drept acel domeniu al informaticii care se ocupa cu proiectarea si construirea sistemelor capabile sa realizeze functii ale intelectului uman, cum ar fi invatarea din experienta, intelegerea limbajului natural sau utilizarea unui rationament pentru rezolvarea problemelor.
- Mai scurt, domeniul poate fi considerat partea computationala a capacitatii de a atinge scopuri.

Inteligența naturală și artificială

- Este evident faptul că este mai ușor de exprimat ce trebuie să facă mașinile inteligente decât descrierea a ceea ce trebuie să fie ele.
- Structura arhitecturală a calculatoarelor electronice rămâne încă foarte diferită de structura sistemelor biologice, și această diferență se regăsește și în tipurile de performanțe ale acestora.
- Recunoașterea limbajului nu este neapărat asociată cu inteligența unui om, de vreme ce marea majoritate a oamenilor sunt capabili să realizeze acest lucru, totuși această problemă este încă greu de realizat computațional.
- Reciproc, calculele aritmetice foarte complexe sunt rezolvate ușor de calculatoare, însă cu dificultate de către oameni.

Comportamentul inteligent



- *Flexibilitatea* – disponibilitatea de adaptare la conditii noi.
- *Feed-back (reactia)* – posibilitatea de a compara rezultatele actiunilor cu asteptarile si apoi modificarea corespunzatoare a actiunilor.
- *Memoria* – pentru inmagazinarea informatiilor in vederea utilizarii ulterioare.

Istoricul Inteligentei Artificiale

- Una din preocupările constante ale ființei umane a fost imaginarea unor modalități care să simplifice diverse aspecte ale vieții cotidiene.
- Invențiile ingineresti, de natură mecanică, și-au propus mereu maximizarea performanțelor și minimizarea efortului uman, însă prezenta factorului uman a fost o condiție sine qua non (necesară) a rezolvării oricărei probleme.
- Abia în secolul XX s-a pus cu adevărat problema automatizării unor procese și transformarea poziției omului din efectuant în supervisor.

ANTICHITATEA

- Urme ale preocupărilor pentru inteligența artificială se pot întâlni încă din antichitate.
- Primul sistem expert se considera a fi un papyrus egiptean, datând din mileniul III î.Hr. care consta în 48 de observații asupra diagnosticării și tratării ranilor la cap. Cunoștințele erau organizate sub formă de reguli: dacă există un anumit simptom, atunci se recomandă un anumit tratament.

Istoricul Inteligentei Artificiale

ANTICHITATEA

- Trebuie mentionat ca aceasta realizare se bazeaza pe o alta inventie extraordinara a omului, scrisul, prin intermediul caruia obiectele fizice ale lumii reale pot fi reprezentate si manipulate in mod simbolic.
- In secolul IV i.Hr. Aristotel descopera logica silogistica, primul sistem formal de rationament deductiv. Acesta a avut o influenta uriasa asupra dezvoltarii stiintifice ulterioare a societatii umane, deoarece noi cunostinte puteau fi adaugate la fondul de cunoastere existent prin demonstrarea unor teoreme.
- Sunt consacrate cele trei “Principii ale gandirii”:
 - al identitatii ($A \text{ este } A$)
 - al noncontradictiei ($A \text{ nu poate fi simultan } B \text{ si non-}B$)
 - al tertului exclus ($A \text{ este sau } B \text{ sau non-}B$)

Istoricul Inteligentei Artificiale

RENASTEREA

- In secolul XVII, Blaise Pascal realizeaza un calculator mecanic, capabil sa realizeze adunari si scaderi
- Masina a fost apoi perfectionata apoi de Gottfried Wilhelm Leibniz, astfel incat sa realizeze inmultiri si impartiri. Calculatorul nu s-a bucurat de mare succes, Leibniz a ramas cunoscut in special ca inventator al analizei matematice, desi la vremea respectiva nu era la fel de celebru, fiind eclipsat de Newton.

ROBOT

- La inceputul secolului XX, este mentionata pentru prima data o masina capabila sa indeplineasca sarcini in locul omului.
- In 1920, scriitorul ceh Karel Capek publica piesa de teatru R.U.R. (Robotii universali ai lui Rosum) in care apare termenul *robot* (muncitor, servitor), adoptat pe plan international dupa traducerea in limba engleza

Istoricul Inteligentei Artificiale

John von Neumann

- In 1928, John von Neumann propune *teorema minimax* fundamentala in teoria jocurilor, care specifica faptul ca orice joc de suma zero cu doi jucatori poate fi jucat rational, cu o strategie optima.
- Cea mai cunoscuta realizare a sa este *arhitectura secventiala* pentru calculatoarele electronice.
- Von Neumann a colaborat la dezvoltarea primelor calculatoare in Statele Unite – in 1945 la Universitatea Pennsylvannia, a fost construit ENIAC.

PRIMELE CALCULATOARE

- Primul calculator functional programabil, numit Z3, a fost produs in Germania, in 1941, de catre Konrad Zuse.
- Calculatorul a fost distrus in 1944, in timpul celui de-al doilea razboi mondial si a fost reconstruit mai tarziu, ca piesa de muzeu.

Istoricul Inteligentei Artificiale

PRIMELE CALCULATOARE

- In 1948, la Universitatea Manchester din Marea Britanie s-a realizat *Mark I*, primul calculator valorificat din punct de vedere comercial.
- Calculatoarele mentionate se bazau pe tehnologia tubului vidat (a lampii electronice).

RETELE NEURONALE

- In 1943, W. McCulloch si W. Pitts propun o arhitectura inteligenta bazata pe *retele neuronale artificiale*, care incearca sa simuleze functionarea creierului organismelor vii.
- Ca element distinctiv de logica simbolica explicita, in aceasta abordare cunostintele sunt inmagazinate de conexiunile dintre neuroni.
- Retelele neuronale sunt sisteme paralele, distribuite, cu o capacitate de a invata.

Istoricul Inteligentei Artificiale

RETELE NEURONALE

- Dupa sase ani in 1949, D. Hebb formuleaza o lege de baza pentru *invatarea neuronală*: conexiunile dintre neuronii care se activeaza simultan se intaresc, iar cele dintre neuronii care se activeaza in contratimp slabesc.
- In 1958, F. Rosenblatt propune un model practic al acestei paradigme, si anume *Perceptronul*.

NASTEREA INTELIGENTEI ARTIFICIALE

- In 1956 are loc conferinta de la Darmouth College, organizata de J. McCarthy, pentru a dezbate modalitatile in care calculatoarele pot fi facute sa se comporte inteligent
- Unii cercetatori erau interesati de imbunatatirea capacitatii de a rezolvare a problemelor, altii de recunoasterea modelelor sau de prelucrarea limbajului natural.
- Aici s-a lansat pentru prima data termenul de *Inteligenta Artificiala*.
- Desi la vremea respectiva conferinta nu a fost considerata un succes, in anii care au urmat au aparut tot mai multe laboratoare de cercetare a domeniului IA.

Istoricul Inteligentei Artificiale

RATIONAMENTUL LOGIC

- Tot in 1956, A. Newell si H. Simon propun un program care simuleaza rationamentul uman, *General Problem Solver*, bazat pe logica predicativa.
- Erau evidente acum cele doua directii de cercetare: maniera logico-simbolica si cea conexionista.
- McCarthy inventeaza in 1959, la MIT AI Lab, *limbajul LISP*, destinat programarii declarative. Acest limbaj, cu unele modificari se foloseste si azi dupa aproape 50 ani.

ANII '60

- Din punct de vedere tehnologic, apare *tranzistorul*, un evident progres avand in vedere ca un tranzistor inlocuia cam 40 de lampi electronice.
- In 1962 apar primii *roboti industriali*.
- In 1965, Lotfi Zahed pune bazele *logicii fuzzy*, care contrazice principiul tertului exclus; teoria a fost intampinata cu scepticism si chiar ostilitate, insa succesul aplicatiilor sale practice ulterioare a fost de necontestat.

Istoricul Inteligentei Artificiale

ANII '60

- In 1966, J. Weizenbaum si K. Colby creeaza programul *Eliza*, psihologul computerizat, care se va dovedi unul din cele mai celebre programe de IA create vreodata.
- El converseaza in limbaj natural, analizeaza frazele interlocutorului pentru a extrage cuvinte cheie si apoi afiseaza o replica, selectata dintr-o multime de variante predefinite. In multe situatii conversatia este fluenta, iar unii dintre “pacienti” chiar s-au atasat emotional de program spre disperarea cercetatorilor.
- Tot in perioada anilor '60 are loc un nou salt tehnologic, dand startul *generatiei a treia de calculatoare*, bazata pe *circuitele integrate* (sau chip-urile semiconductoare).
- In 1967 apare primul program de sah care invinge un jucator profesionist MacHack, inventat de R. Greenblatt.
- In 1969, lucrarea *Perceptronii* a lui M. Minsky determina intreruperea finantarilor pentru studiul retelelor neuronale. In studiu se arata limitele retelelor neuronale cu un singur strat, care de exemplu nu puteau sa aproximeze functia binara XOR, deoarece valorile acesteia nu sunt liniar separabile.

Istoricul Inteligentei Artificiale

Alt limbaj declarativ

- In 1970, a luat fiinta limbajul *Prolog*, ca rezultat al cercetarilor lui A. Colmerauer, de la Universitatea din Marsilia, legate de formalizarea logica, ca baza a unui limbaj pentru prelucrarea limbajului natural.
- Prolog este cel mai utilizat limbaj de programare logica si declarativa si este intens utilizat pentru dezvoltarea aplicatiilor de IA, fiind un instrument eficient de construire a sistemelor expert.

Alt sistem expert

- In acelasi an, E. Shortliffe propune la Universitatea din Stanford sistemul *Mycin*, unul din cele mai renumite sisteme expert.
- Acesta este construit pentru a sugera diagnostice medicale, insa multi doctori nu erau siguri de diagnosticul pus de calculator
- De aceea, s-a adaugat modulul *Teiresias* care, raspunzand la comanda “why”, putea justifica raspunsul prin afisarea regulilor urmate si a concluziilor.

Istoricul Inteligentei Artificiale

Pietre de temelie

- In 1973, J. Holland publica o lucrare in care introduce notiunea de *algorithm genetic*.
- Algoritmii genetici sunt strategii de rezolvare a problemelor cu ajutorul computerelor bazate pe teorii evolutioniste. Solutiile potentiale sunt fortate sa conlucreze intr-un anumit mediu, avand ca rezultat solutiile cele mai bune in timp. Unul din principalele beneficii ale algoritmilor genetici este acela ca pentru a rezolva o anumita problema este nevoie de o cunoastere a evolutiei solutiilor potentiale si nu construirea dinainte a uneia optime. Acest lucru devine evident cu cat complexitatea unei probleme se mareste, solutia optima in acest caz este mult mai greu de determinat, o astfel de abordare fiind mult mai buna.
- Se poate spune ca algoritmii genetici sunt proceduri de cautare bazate pe mecanisme naturale de selectie naturala si genetica.
- Doi ani mai tarziu M. Minsky propune reprezentarea cunoasterii prin *cadre*.

Istoricul Inteligentei Artificiale

Microprocesoarele

- Inceputul anilor '70 aduce si o noua etapa tehnologica, cea a *microprocesoarelor*, care determina aparitia generatiei a patra de calculatoare, care continua pana in prezent.
- Asa-numitele circuite integrate monolitice contin milioane de tranzistoare pe un singur chip.

Progrese recente

- In 1985, apare un nou limbaj de programare declarativ, *Clips*, propus de NASA.
- In 1986, Minsky, in lucrarea *Societatea mintii*, descrie teoretic mintea umana ca o colectie de agenti cooperanti, care interactioneaza.
- La inceputul anilor '90 G. Tesauro demonstreaza ca invatarea cu intarire este suficient de puternica pentru a face un program care invata singur sa invinga jucatori profesioniști, programul sau este un joc de table, numit TD-Gammon.

Istoricul Inteligentei Artificiale

Agenti inteligenți

- Tot la începutul anilor '90, se dezvoltă paradigma rezolvării inteligente distribuite a problemelor, prin intermediul agenților
- R. Brooks imaginează o arhitectură reactivă pentru agenți, care să constituie o alternativă la abordarea logică clasică. Tot Brooks coordonează la MIT un proiect care aduce un mare progres în tentativa de a construi un robot umanoid.
- În 1991, Rao și Georgeff propun arhitectura BDI în care starea agentului este definită de trei caracteristici: *convingeri* (beliefs), *dorinte* (desires) și *intenții* (intentions)
 - *Convingerile* reprezintă cunoștințele pe care le are agentul despre mediu
 - *Dorintele* corespund scopurilor agentului sau, altfel spus, task-urilor pe care trebuie să le îndeplinească acesta
 - *Intențiile* pot fi văzute ca o mulțime de planuri care, executate de obicei într-o ordine bine stabilită, conduc la îndeplinirea unui scop.

Istoricul Inteligentei Artificiale

Prezentul

- In 1997, Deep Blue il invinge pe Garry Kasparov, campionul mondial de sah la acea vreme. Tot in acelasi an are loc primul campionat de fotbal cu roboti.
- La sfarsitul anilor '90, tehnici de IA sunt folosite de programele de cautare pe Internet pentru extragerea de cunostinte. Alte proiecte interesante, dezvoltate in aceasta perioada, sunt asa numitele *Camera inteligenta* si *Agentii emotionali*.
- In 2000, se construiesc deja animale de casa robotizate (robot-pets) interactive, cu mare succes comercial, campionii in acest domeniu fiind firmele japoneze.
- C. Breazeal coordoneaza proiectul Kismet, care incearca construirea unui robot cu o fata care exprima sentimente.
- Se inregistreaza un progres si in sectorul masinilor inteligente autonome. Robotul Nomad exploreaza regiuni indepartate din Antarctica in cautare de fragmente de meteoriti.
- Se dezvolta roboti care sa poata transmite imagini de pe suprafata planetei Marte si se cerceteaza posibilitatile de crestere a autonomiei vehiculelor spatiale.

Istoricul Inteligentei Artificiale

Viitorul

- Se preconizeaza ca in jurul anilor 2030, calculatoarele vor egala din punctul de vedere al complexitatii si puterii de procesare capacitatea oamenilor.
- Vise si temeri
 - Case inteligente
 - Roboti de familie conectati la intranet
 - Automobile autonome
 - Explorarea spatiului
 - Educatie personalizata
 - Interfete neuronale
 - Omul – pe cale de disparitie?
 - Nemurirea artificiala
 - Degradarea relatiilor sociale umane.

Domenii de cercetare ale IA

- *Retele neuronale* – se bazeaza pe analogiile cu modul de organizare a sistemului nervos uman pentru inmagazinarea implicita a cunostintelor si pentru realizarea unor procese de invatare si generalizare in conditii de informatii incomplete sau afectate de zgomote
- *Teoria jocurilor* – studiaza strategiile pe care trebuie sa le urmeze intr-o confruntare cu reguli bine definite participanti ale caror interese nu coincid
- *Rationament logic* – se bazeaza pe teoria logico-matematica clasica si anliceaza modul in care noi cunostinte pot fi derivate din altele existente in mod deductiv
- *Reprezentarea cunoasterii* – este un domeniu fundamental, deoarece studiaza modalitatile in care cunostintele din lumea reala pot fi exprimate si simbolizate in vederea manipularii computationale
- *Perceptia* – cerceteaza reprezentarea intr-o forma accesibila computational a stimulilor care provoaca reactii la nivelul organelor senzoriale umane; cele mai studiate sunt perceptia vizuala si cea auditiva

Domenii de cercetare ale IA

- *Algorimii genetici* – studiaza modul in care solutia unei probleme poate fi gasita prin mecanisme inspirate din procesele evolutiei biologice
- *Invatarea automata* – se ocupa de studiul procedeeilor care determina invatarea prin interactiunea continua cu mediul de executie
- *Agentii* – cerceteaza comportamentul unor entitati autonome (programe, roboti, etc.) distribuite logic sau spatial si in interactiune.

Ramuri de aplicatie ale IA

- Rezolvarea generala a problemelor, care cauta solutii bazate in special pe rationament logic
- Sisteme expert, care inmagazineaza cunostinte specializate, provenite de la experti umani
- Prelucrarea limbajului natural
- Recunoasterea textului sau vocii
- Robotica
- Educatie, invatare asistata de calculator
- Ingineria programarii, programe de tip “wizard”, generatoare de cod, pe baza optiunilor programatorilor
- Diagnosticarea defectelor si repararea lor
- Proiectare: sisteme, echipamente, instrumente inteligente de proiectare
- Asistenta inteligenta: diagnoza medicala, instrumente de mentenanta, sisteme expert interactive.