

## Artificial Intelligence - From Theory to Application

Prof.dr. Ioan ANDONE  
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași  
[iandone@uaic.ro](mailto:iandone@uaic.ro)

*Thousands of person-years have been devoted to the research and development of various aspects of artificially intelligent systems. Theos Ek Mechanes was the Greek term for Artificial Intelligence (AI), and in Latin, it was Deus Ex Machina. The concept of creating an artificial intelligent system is almost as old as the written word. In the past over sixty years, it is closer to reality. Although the field of Artificial Intelligence has made great strides, it still lacks a crucial concept - a solid theory of intelligence that includes a definition of intelligence, tangible goals, and a method for their measure. The study of intelligent systems is not a single field of study, but rather many fields, ranging from control theory and neural nets to artificial intelligence and cognitive sciences. AI gives you the power to manage a complex set of problems common to anyone involved in product design, project, management, or manufacturing. While not required to construct an intelligent system, a theory of intelligence is important for the AI field to progress. The following theory enables the reader to view intelligent system problems from a different perspective, and more importantly, consider intelligence as a series of ever changing relationships, rather than just the analyzing of facts and knowledge.*

**Keywords:** *intelligence, scale of intelligence, emotional intelligence, artificial intelligence, intelligent system.*

### Introducere

Dezvoltarea impresionantă a informaticii, tehnologiilor informaționale, cognocției și inteligenței artificiale, comunicațiilor, materialelor inteligente și memoriilor de masă, au oferit șansa înfăptuirii marelui vis cibernetice – construirea de sisteme artificiale inteligente. Acestea sunt sisteme dotate cu simțuri și putere de manipulare a mediului real în care funcționează, prin colectarea datelor de la senzori sau din alte surse, compresia, reprezentarea simbolică și utilizarea acestor reprezentări în scopul raționării și învățării interacțiunii optime cu elementele mediului. Astăzi nu mai suntem impresionați de puterea de raționament a artefactelor de natura sistemelor inteligente, ci căutăm răspunsuri la probleme cum sunt: cunoașterea, inteligența, inteligența emoțională, sisteme artificiale inteligente, etc.

Scopul esențial al cercetătorilor în inteligența artificială constă în crearea unui artefact automat similar ființei umane. Desigur că acest lucru este fantastic, dar să vedem o situație ipotetică aproximativ similară. Ce-ar fi să ne

întoarcem cu trei secole în urmă și să cerem celor mai buni cercetători să proiecteze și să construiască un calculator electronic, fără nici un fel de alte informații ajutătoare ? Fără discuție că, ei nu vor putea să construiască un asemenea artefact datorită lipsurilor de tot felul și mai ales al stabilirii scopurilor unui asemenea artefact, ca să nu discutăm de impedimente de altă natură. Oricare dintre ei va întreba: ce este un calculator electronic ? La ce folosește un asemenea artefact? ș.a.m.d. Răspunsurile la astfel de întrebări vor putea contura scopul și-i va motiva pe creatorii în cauză. Aceeași problemă marchează și domeniul inteligenței artificiale, mai ales al aplicațiilor sale. Dar, odată stabilit scopul inteligenței artificiale – realizarea unui artefact asemănător ființei umane, aceasta nu va însemna nimic fără a înțelege ce este ființa umană. Ca și în cazul celor din exemplul calculatorului electronic, cercetătorii vor vrea să știe ce este o asemenea unealtă, ce caracteristici trebuie să aibă, ce funcții va trebui să îndeplinească. Și în acest caz, se impune înțe-

legerea a ceea ce este omul înainte de a crea un artefact similar omului.

O modalitate de a înțelege ființa umană constă în organizarea răspunsurilor la întrebarea: De ce există omul? Din răspunsurile la această întrebare se pot genera zeci de idei diferite, care pot fi ordonate de la „pentru a servi lui Dumnezeu” până la „perpetuarea speciei”, „crearea de produse de artă...”, sau „ca să învețe și să asculte”, ori „ca să plătească impozite”. Cu toate că unele răspunsuri sunt parțial corecte, ele sunt mult prea particulare ca să poată fi considerate complete. Asemenea răspunsuri reprezintă mai degrabă sarcini sau activități și nu rațiuni pentru care există ființa umană. Toate reprezintă soluții la o problemă. De exemplu, plata impozitelor soluționează problema finanțării guvernării unui stat. Crearea de produse de artă urmărește satisfacerea unor nevoi de divertisment. Perpetuarea speciei are directă legătura cu supraviețuirea ființei umane, ș.a.m.d. Așadar, toate activitățile umane zilnice îmbracă forma rezolvării unei probleme și tot ceea ce se creează de către om are legătură mai mult sau mai puțin directă cu soluționarea unei probleme curente. Fiecare mașină, fiecare unealtă, sau teorie oarecare este creată pentru a fi utilă trecerii mai ușoare și mai eficiente a omului prin viață. Acest curs al acțiunilor duce la întrebarea firească “Ce este o problemă?”.

### **Problema și inteligența**

Problemele sunt definite, în mod normal, ca o discrepanță dintre starea curentă și o stare sau o situație optimă. Discrepanța este aceea care determină problema. Soluțiile problemei reprezintă rezultatul unei acțiuni și multe acțiuni au drept țintă soluționarea unei probleme. Dacă rațiunea de a exista a ființei umane constă în soluționarea de probleme și soluțiile sunt urmarea acțiunilor, atunci o problemă reprezintă rațiunea de a acționa. Atât timp cât suntem în viață, vom fi mereu în acțiune și ca urmare rezolvăm probleme. Chiar și cele mai elementare acțiuni umane cum ar fi respirația și deplasarea soluționează probleme cum sunt cele de homeostază și de turism.

Simpla utilizare a unor asemenea informații la realizarea acțiunii, înseamnă a ne defini ca ființă capabilă să recunoască discrepanțele dintre starea curentă și starea optimă și care, prin acțiuni, soluționează discrepanțe.

În prezent, sunt deja definite principiile fundamentale ale ființei umane și s-a stabilit un scop pentru toate artefactele inteligente create, de aceea ne-a mai rămas de stabilit un standard cu care să măsurăm progresul/avansul către atingerea scopului.

Dezvoltarea unui standard pentru măsurarea progresului ființei umane către un anumit obiectiv reclamă *nevoia unei teorii a inteligenței*. Știm că, definiția inteligenței este necesară pentru sistemele inteligente, așa cum definiția valorii este utilă unui sistem economic și că fără asemenea definiții nu poate exista ca atare nici unul dintre sisteme. Definițiile care descriu inteligența suferă întotdeauna deoarece sunt orientate pe abilitatea unei ființe de a învăța sau a înțelege (Leake, Shapiro, etc.). Noi ne vom orienta pe ce este inteligența în realitate.

*Inteligența* este abilitatea unei ființe vii/unui artefact de a descoperi și manipula relații dintre ele înseși, dintre evenimente și obiecte din lumea reală.

Dar să revenim la noțiunea de problemă, la ce anume reprezintă cauza unei probleme? Discrepanțele sunt eventualele conflicte între starea curentă și starea optimă, ele reprezintă de fapt conflicte sesizate în relațiile de un anumit tip. Ele există tocmai pentru a descoperi și manipula asemenea relații. Ca urmare, abilitatea ființei umane și eficiența ei în descoperirea și manipularea unor asemenea relații, provocatoare de discrepanțe, sunt determinante pentru aprecierea nivelului de inteligență. Simpla deplasare cu autoturismul pe un anumit drum ne pune în fața unor zeci și sute de relații care pot fi monitorizate și manipulate în fiecare secundă: relația dintre roți și suprafața de rulare, poziția curentă a autoturismului față de destinație sau față de alte obiecte statice sau în mișcare.

Să luăm în considerație exemplul redactării unei scrisori către un partener de afaceri. Simplul fapt de redactare a unei scrisori pre-

supune existența unei relații între două entități (persoane). În timpul redactării scrisorii, persoana care elaborează scrisoarea se află într-o relație permanentă de monitorizare referitor la cuvintele și expresiile utilizate, poziția mâinii în relație cu instrumentul de scris și cu hârtia sau tastatura, respectiv ecranul calculatorului și desigur textul propriu-zis în relație cu persoana care recepționează scrisoarea și o va interpreta. Există și o relație între interpretarea persoanei receptoare și ceea ce intenționa ea să afle din scrisoare. Orice neînțelegere în asemenea comunicații se datorează unui punct slab în relația dintre destinatar și expeditor. Asemenea discrepanță poate fi interpretată ca o relație proastă dintre cuvântul sau ideea comunicată și ceea ce interpretează receptorul în legătură cu acel cuvânt sau acea idee.

### Scara inteligenței

Pentru a folosi inteligența ca pe un etalon este nevoie de o metodă de măsurare a sa. Desigur că definiția noastră anterioară este suficientă pentru a detecta un anumit grad de inteligență la ființele vii și la artefacte. Deoarece cercetătorii arată că inteligența unei ființe vii, în general, este determinată de locul său pe scara inteligenței, atunci ne putem imagina o scară cu cinci trepte, denumite astfel: logica, mișcarea, comunicarea, matematica și filosofia (figura nr.1).

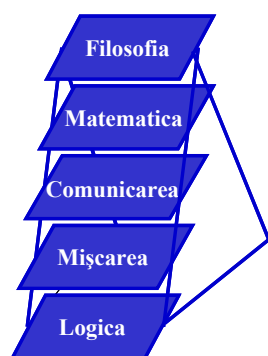


Fig.1. Scara inteligenței

Logica oferă fundamentele gândirii inteligente și a soluționării problemelor în aceeași manieră. Din perspectivă logică, pentru a fi considerată inteligentă o ființă vie trebuie să

aibă abilitatea de a acționa logic, de a dovedi comportament logic. Folosirea logicii la soluționarea problemelor nu garantează implicit obținerea unor rezultate corecte, ci doar a unor rezultate consistente. De aceea o acțiune executată pur și simplu logic este aproape identică de fiecare dată, dar e dificil să se determine dacă logica trebuie să precedă neapărat următoarea treaptă. Totuși, cum fiecare mișcare trebuie să fie logică se presupune că treapta logicii reprezintă un fundament obligatoriu.

*Mișcarea* se referă la abilitatea deplasării în spațiul tridimensional, indiferent că este vorba de autopropulsie sau de un sistem extern de propulsie. Când o ființă se deplasează, ea stabilește o destinație și își controlează în mod permanent poziția față de acel reper final. Întrucât intervine necesitatea unei comportări impecabile, este nevoie de mișcarea inteligentă, iar ființele vii își autoanalizează impulsurile cu ajutorul simțurilor: 1) *pipăitul*-cel mai primitiv simț - cel tactil, unul fundamental observat de specialiști, pentru detectarea unei eventuale coliziuni. Abilitatea de a detecta o potențială coliziune, reevaluarea situației, corecția traseului de urmat și continuarea mișcării în conformitate cu punctul destinație constituie un exemplu de mișcare de bază; 2) *vederea* este cel de al doilea simț fundamental în evitarea coliziunilor. Orice ființă vie folosește vederea pentru a evalua și ajusta mișcarea sa înainte de a pătrunde într-un nou spațiu tridimensional. Scopul mișcării bazate pe vedere este evitarea contactului cu obiectele de pe traseul pe care are loc deplasarea; 3) *auzul, mirosul și gustul* sunt simțuri care, deși nu specifice mișcării, oferă posibilitatea reconsiderării poziției prin estimarea unei poziții și a unor noi analize ale ambientului deplasării. Așa s-a observat că procedează orbii, dotați cu aceste simțuri mult mai acute decât oamenii fără acest handicap.

*Comunicarea* este abilitatea unei ființe vii de a-și transmite ideile unei alte ființe. Comunicarea unei idei se poate realiza cu ajutorul unei acțiuni, de regulă prin transmiterea acesteia cu ajutorul simțurilor: vedere, sunet, pi-

păit și chiar prin mirosire ori gust. Oamenii execută comunicarea bazată pe acțiuni cum sunt mesajele scrise, limbajul corpului, vorbirea și muzica. Abilitatea de a folosi comunicarea în scopul dezvoltării unor strategii de grup reflectă un nivel de inteligență foarte ridicat, deoarece este nevoie de cooperare cu alte ființe și acționare pe baza unui plan. Ca exemplu, acest fel de acțiune strategică se observă la vânătorii care acționează în grupuri deoarece le conferă avantajul inteligenței strategice în urmărirea și capturarea vânatului.

*Matematica* este abilitatea de a opera cu relații complexe în care intervin valori abstracte și vagi. Numerele și simbolurile reprezintă astfel de relații, care sunt cazuri particulare din algebră. De exemplu, relația  $P=2*C$  arată că prețul  $P$  este de două ori mai mare decât costul  $C$ .

*Filosofia* se referă la felul în care omul percepe cunoașterea și pe sine însuși. (Cunoașterea reprezintă fapte sau idei achiziționate prin studiu, cercetare, observare sau experiență (<http://www.m-w.com/cgi-bin/dictionary?book=Dictionary&va=knowledge>)) Ea reprezintă finalitatea și totodată cel mai complex nivel al scării inteligenței, iar

prin însușirea unei filosofii, ființa umană devine creativă, se poate descoperi pe sine și defini relații deosebit de complexe. De exemplu, de-a lungul vieții lor economiștii care au primit premiul Nobel au dovedit că sunt capabili să identifice, pe baza unor calcule matematice și observații pertinente, relații care explică fenomene economice foarte complexe și modul cum pot fi controlate.

Un asemenea demers, prezentat de noi pe scurt, cunoscut sub denumirea de „teoria conștiinței cunoașterii”, descrie abilitatea unei ființe de a exprima cunoașterea implicită (subconștientă) în cunoaștere conștientă (explicită). Odată achiziționată, cunoașterea conștientă poate fi utilizată pentru crearea unor obiecte sau evenimente (artefacte), ori pentru a fi transferată asupra unor alte ființe vii (prin procesul de învățare). Numai oamenii sunt deținătorii „cunoașterii conștiente”, explicite. Desigur că investigațiile întreprinse de psihologia cognitivă, neurofiziologia sau alte discipline vor oferi explicații și mai complete despre cele cinci trepte ale scării inteligenței. Noi prezentăm, pe scurt, în tabelul nr.1, cum se prezintă aceste aspecte în lumea ființelor vii și artefactelor inteligente.

Treapta inteligenței	Ființe vii	Artefacte
<b>Mișcarea și logica:</b>		
simplă	Ființe unicelulare	Roboți industriali
intermediară	Plante	Automobile
avansată	Oamenii și animalele	Obiecte zburătoare autonome
<b>Comunicarea:</b>		
simplă	Insecte	Rețele de calculatoare
intermediară	Animale	Agenți inteligenți
avansată	Oameni	-
<b>Matematica:</b>		
simplă	Primate	Calculatorul de birou
intermediară	Oameni	PC și asimilate
avansată	Oameni	Supercalculatorul
<b>Filosofia:</b>		
simplă	Oameni	-
intermediară	Oameni	-
avansată	Oameni	-

### Măsurarea inteligenței

Este știut că există mai multe niveluri pe fiecare treaptă a inteligenței. În tabelul nr.1 am prezentat numai câteva exemple, cu totul generale, la ființele vii și la artefacte. Considerăm că aceste exemple pot sta la baza unor îmbunătățiri importante în aplicațiile inteligenței artificiale de toate tipurile (sisteme expert, sisteme fuzzy, rețele neuronale artificiale, algoritmi genetici, agenți inteligenți, sisteme hibride, etc.). Nu trebuie să ne surprindă că plantele și organismele unicelulare sunt considerate inteligente, totul a plecat de la definiția inteligenței de mai sus. Se știe deja că plantele interpretează condițiile de mediu și întreprind acțiuni în scopul supraviețuirii și înmulțirii pe baza propriei percepții.

John Searle, prin argumentul camerei chinezești, o parodie a testului Turing generalizat, ne arată că este nepotrivit sau chiar imposibil să ne așteptăm la gândire inteligentă de la un calculator electronic obișnuit. Tot John Searle demonstrează că dacă o persoană folosește un set de reguli pentru a descifra un mesaj în limba chineză, acea persoană va reuși să ofere un răspuns însă nu face mai mult decât ar face un calculator folosit în același scop. Demersul său poate fi utilizat ca un auxiliar pentru relevarea inteligenței, dar nu în scop de măsurare.

Apreciem doar că asemenea realizări ajută la imaginarea unor instrumente de măsurare a inteligenței și la formularea unor considerente pertinente legate de inteligență.

### Emoția și măsurarea inteligenței emoționale

Cu toate că gândirea logică este privită ca semn a inteligenței, în multe demersuri științifice, emoția este considerată opusul inteligenței. Când o ființă ia o decizie, ea este influențată de intelect și de emoție. Emoția, înseamnă orice acțiune mentală care împiedică o gândire logică. Ea include concepte cum sunt pasiunea, anxietatea, senzualitatea, teama și furia. Cu alte cuvinte, prin definiție iubirea, ura, fericirea și tristețea nu sunt considerate emoții, ci mai degrabă stări rezultate

din interpretarea informației din habitatul ființei.

Intelectul este ordonat, rațional, rezonabil și logic în același timp, dar este capabil de gândire emoțională. În raport cu asemenea abordări, psihologii au dezvoltat teste pentru măsurarea inteligenței emoționale, denumite „EQ” (Emotional Quotient), care inventariază enunțurile formulate de cei chestionați, prin selecții, recunoașteri vizuale ale fizionomiei sau decid încadrarea între anumite limite numerice ale observațiilor lor. Aceste teste urmăresc să ofere un instrument pentru măsurarea obiectivă a inteligenței emoționale. La rândul lor, cercetările de genetică ne arată că mediul influențează inteligența emoțională, dar acest lucru nu este acceptat de psihologi. Deși nu se știe sigur dacă inteligența emoțională poate fi amplificată sau nu, se știe totuși că inteligența emoțională poate influența pozitiv performanța emoțională. De aceea din studiul inteligenței emoționale au rezultat componentele acesteia (Salovey, Mayer, 1990): 1) *autocunoașterea* (observarea propriilor stări și recunoașterea a ceea ce simțim că se întâmplă), 2) *controlul emoțiilor* (controlul simțămintelor în așa fel încât să acționăm corect și în cazuri de anxietate, furie, melancolie, etc.), 3) *automotivarea* (folosirea emoțiilor pentru a realiza scopurile, autocontrol și depășirea impulsurilor de distrugere, etc.), 4) *empatia* (sensibilitate și reacție pozitivă față de simțămintele și preocupările altora, aprecierea altor puncte de vedere, etc.) și 5) *gestionarea relațiilor* (înțelegerea emoțiilor altora, sociabilitate, gestionarea conflictelor, crizelor și problemelor dificile). Când atât emoția cât și intelectul coexistă într-o armonie perfectă, ființa poate fi considerată că are un intelect normal, iar acea ființă confruntată cu o problemă va lua decizii în aceeași manieră mereu. Când fie intelectul, fie emoția se depășesc una pe cealaltă, dar nu în întregime, atunci ființa este considerată anormală sau geniu. Dacă intelectul depășește emoția atunci prosperă știința, matematica și filosofia, iar deciziile vor fi bazate în principal pe logică. În caz contrar, când dominantă este emoția, vor prospera creația artistică și

literatura, poezia mai ales, iar ființa aflată în aceste situații va lua decizii bazate mai ales pe emoții. Dacă intelectul sau emoția sunt izolate una de cealaltă, ființa este considerată anormală. Operând strict cu intelectul o ființă poate claca mental și social, în timp ce dacă operează numai pe baze emoționale va lua decizii iraționale. Se înțelege cât de importantă este menținerea echilibrului între intelect și emoție pe tot parcursul vieții individului.

Un sistem artificial inteligent, fiind liber de emoții, va fi 100% rațional și predictibil. Emoțiile sunt apanajul ființelor vii, întotdeauna nepredictibile și chiar ilogice. Deoarece de la marea majoritate a sistemelor artefacte se așteaptă executarea unor funcții în condiții de siguranță în funcționare, nu este de dorit ca ele să aibă emoții sau comportamente nepredictibile. De aceea identificarea funcțiilor informatizabile cu tehnologii inteligente și încorporarea lor în artefacte reprezintă o activitate esențială a dezvoltatorilor de sisteme inteligente pentru tot mai multe domenii, în care este dovedită nevoia utilizării lor repetate în condiții de siguranță și eficiență.

### Concluzii

Scopul final al cercetărilor în inteligența artificială, ca domeniu major în configurarea economiei bazată pe cunoaștere, este crearea artefactelor inteligente capabile să rezolve probleme mai bine și mai repede decât expertul uman, întotdeauna la un nivel de inteligență comparabil. Pentru a avea comportament inteligent, artefactul trebuie să aibă abilitatea de a *descoperi și manipula relații - chintesența gândirii logice*. Procesările logice identifică și creează relații, care pot fi influențate de emoții și de nivelul cunoașterii. Emoția este doar unul dintre motivele pentru care ființele umane pot produce rezultate diferite la probleme identice soluționate în aceleași contexte. Acest aspect a stat în atenția noastră pentru a fundamenta nevoia utilizării tehnologiilor inteligente în aplicații de toate tipurile. Aplicațiile inteligenței artificiale vor fi din ce în ce mai mult centrate în jurul rela-

țiilor, pentru care dovedesc gradul lor de inteligență. Privind inteligența ca pe o serie de relații dinamice și nu ca pe o succesiune de fapte sau date, vor putea fi dezvoltate soluții de sisteme artificiale inteligente din ce în ce mai performante. Crearea de aplicații care operează cu relații dinamice și nu în baza unor reguli<sup>1</sup>, iată o direcție de viitor a inteligenței artificiale și calea corectă de abordare a problemelor prin soluții inteligente. Dotând soluțiile software cu posibilitatea identificării de relații noi, încorporăm în ele mai multă inteligență, flexibilitate și totodată performanță în crearea de reguli noi, pentru o performanță uneori neașteptată în rezolvarea problemelor.

### Bibliografie

- Andone, I., (2002). *Sisteme inteligente hibride. Teorie, studii de caz pentru aplicații economice și ghidul dezvoltatorului*, Ed. Economică, București;
- R. W. Dawson, R.W., Medlar, D.A., (2004). *Cognitive Science Dictionary*. University of Alberta.
- Leake, D.B., (2002). *Artificial Intelligence*. Van Nostrand Scientific Encyclopedia. Wiley, New York;
- Troncone, P.E., (2003). *The Art of Intelligence. A Theory of Intelligent Thought*, <http://www.pcai.com/Paid/Issues/PCAI-Online-Issues/16.4> ;
- Russell, S., Norvig, P. (1995). *Artificial intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall;
- Searle, J. R. (1980). *Minds, brains and programs. Behavioral and Brain Sciences*, vol. 3, Chinese Room Argument, <http://www.iep.utm.edu/c/chineser.htm>;
- Shapiro, S.C., (2000); *Artificial Intelligence Encyclopedia of Computer Science*, Fourth Edition;
- Simmons, S.P., Simmons, J.C., (2004). *Measuring Emotional Intelligence*, Summit Publishing Group.

<sup>1</sup> Regula este o relație predeterminată și va fi întotdeauna o piatră în calea evoluției unei soluții inteligente.