

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN PROIECTAREA SISTEMELOR EVOLUTIVE DE CONDUCERE

Eugen NEGARĂ, Ion MOROȘAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract. *Domeniul inteligenței artificiale presupune studiul unor concepte și modele ale programării orientate pe obiect care fac posibilă funcționarea inteligentă a sistemelor naturale sau artificiale. Ipoteza principală reprezintă aceea că raționarea înseamnă calculare. Principalul scop este specificarea metodelor pentru proiectarea de obiecte inteligente și utile. Inteligența computațională cuprinde metode de rezolvare a problemelor "rău-puse" sau a celor pentru care modelele formale conduc la algoritmi cu preț ridicat.*

Cuvinte-cheie. *Inteligența computațională, calculul inteligent, calculul evolutiv, calculul membranar, logica Fuzzy, rețelele neuronale.*

Inteligența Artificială (calculul inteligent) oferă algoritmi necesari prelucrării informației în sistemele inteligente. Direcțiile de cercetare și proiectare în domeniul inteligenței artificiale sunt:

- **Logica Fuzzy** – care este utilizată atunci când datele problemei și relațiile dintre acestea nu pot fi descrise cu precizie, ci persistă un grad de incertitudine ("fuzziness"). Ideea de bază a logicii Fuzzy este de a înlocui valorile exacte cu valori "fuzzy", descrise prin funcții de apartenență [1,2].
- **Rețelele neuronale** – este un tip de rețele destinate pentru rezolvarea problemelor de asociere, prin învățare a unui model pornind de la exemple. Prototipul rețelelor neuronale o reprezintă structura și funcționarea creierului uman.
- **Calculul evolutiv** – este utilizat în rezolvarea problemelor bazate pe căutarea unei soluții într-un spațiu mare de soluții existente. Modelul calculului evolutiv reprezintă principiile evoluționismului darwinist. O caracteristică a sistemelor care folosesc metode din inteligența artificială reprezintă aceea că rezultatele obținute nu sunt exacte (nu sunt metode exacte de rezolvare a problemelor), însă sunt suficient de bune raportate la costul metodei de rezolvare a problemei. Pentru multe dintre aceste probleme nu există rezultate teoretice care să asigure convergența sigură către rezultatul exact, ci doar convergența în sens probabilistic.

Pentru a compensa caracterul incomplet sau inconsistent al datelor problemei, în metodele inteligenței computaționale sunt introduse frecvent elemente aleatoare, fie prin simularea unor variabile aleatoare (în cazul calculului neuronal și a celui evolutiv), fie prin introducerea unui alt tip de nedeterminism (în cazul calculului fuzzy). În fiecare dintre cele trei direcții, majoritatea operațiilor care se efectuează au caracter numeric, fiind necesară o codificare numerică corespunzătoare problemei. Aceasta motivează prezența cuvântului *calcul* în denumirea domeniului. Pe de altă parte, în fiecare dintre direcțiile de mai sus se încearcă simularea unor comportamente inteligente, ceea ce motivează prezența termenului *inteligent*.

Principiul fundamental al calculului neuronal și al celui evolutiv reprezintă de a dezvolta sisteme de calcul inteligente, pornind de la implementarea unor reguli simple, comportamentul complex al acestor sisteme derivând din aplicarea în paralel și în manieră interactivă, a acestor reguli. Această abordare de tip "bottom-up" reprezintă în contrast cu abordarea de tip "top-down" specifică celorlalte domenii ale inteligenței artificiale [2].

În figura 1 sunt prezentate domeniile care cuprinde Inteligența Artificială. Totodată pot fi clasificate în funcție de forma de cunoaștere (de exemplu, structurată/nestructurată) și de modul în care cunoștințele sunt prelucrate spre exemplu, simbolic/numeric. Pentru aplicații de control, cunoștințele pot fi structurate sau nu în timp ce prelucrarea lor este invariabilă numeric. Sistemele expert, deși apar în această clasificare sunt tratate de teoria Inteligenței Artificiale [2].

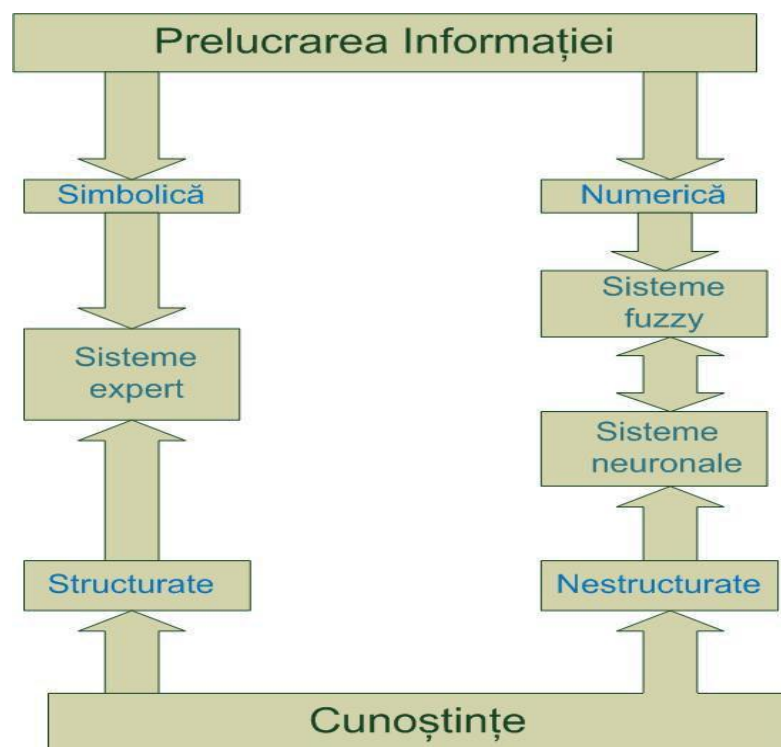


Figura 1. Clasificarea sistemelor de inteligență artificială.

Calculul membranar - reprezintă un domeniu al Inteligenței Artificiale care reflectă un tip de calcul abstract utilizând modelul structural și funcțional al celulelor vii, precum și prezența acestora în țesuturi și organe. Calculul membranar mai poate fi privit ca un model de calcul paralel, care procesează multiseturi de obiecte-simbol într-o manieră definită de regulile de evoluție, ca și obiectele dezvoltate, fiind încapsulate în regiunile delimitate de membrane, un rol deosebit avându-l interacțiunea dintre regiuni (și în același timp cu mediul ambiant). Sistemele membranare poartă numele academicianului român Gheorghe Păun sau P-sisteme. Principalul component al unui P – sistem reprezintă *structura membranară*. Aceasta poate fi prezentată ca o structură membranară de tip ierarhic (exact ca într-o celulă) sau o rețea membranară, ca într-un țesut [2,3].

Conceptul de calcul membranar interpretează membrana ca fiind un separator între două regiuni, una „interioară” finită și alta „exterioră” infinită. De asemenea, persistă și posibilitatea comunicării selective între cele două regiuni. Calculul membranar mai poate fi conceput ca un domeniu nou, care se bazează atât pe structura moleculară a celulei vii, cât și pe formalismul matematic. Recent apărut, sunt propuse deja multe tipuri de P – sisteme, și din câte se pare, flexibilitatea și varietatea P – sistemelor sunt, în principiu, nelimitate.

În continuare vom prezenta într-o manieră mai precisă modelul descris până acum și vom începe prin introducerea unuia dintre ingredientele fundamentale ale P-sistemelor, *structura membranară* [3].

În figura 2 este prezentată structura unei membrane ca concept teoretic utilizat în elaborarea și descrierea sistemelor inteligente evolutive, care abordează reguli de evoluție naturale. O “membrană” are în componența sa următoarele elemente: 1 - Corpul membranei, 2,4,6,8,9 – Membrane (simple), 3,7 – Regiuni membranare, 5 – Membrană elementară. Cu alte cuvinte, *corpul membranei* este învelișul care delimitează „membrana” de exterior, *membranele elementare* nu includ alte membrane în componența sa, *membranele (simple)* sunt componente ale corpului membranei delimitate de *regiuni*. Prin urmare, informația este prelucrată în ansamblu de toate membranele concomitent. Un P-sistem evoluează în anumite stări datorită interacțiunii între elementele sale logice de funcționare care conform modelului expus, oferă posibilitatea de adaptabilitate la anumite condiții, într-un timp anumit pentru generarea unui răspuns al sistemului [2,3].

Implementarea acestui model prezintă la moment o problemă științifică relevantă, practic, astfel de sisteme pot fi modelate la nivel de software ceea ce ar permite evoluția programului până la o anumită etapă, în cazul nivelului hardware apare necesitatea de elaborare sau/și implementare a unor circuite inteligente auto-reconfigurabile în dependență de stările interne ale sistemului și factorii exteriori [2,3].

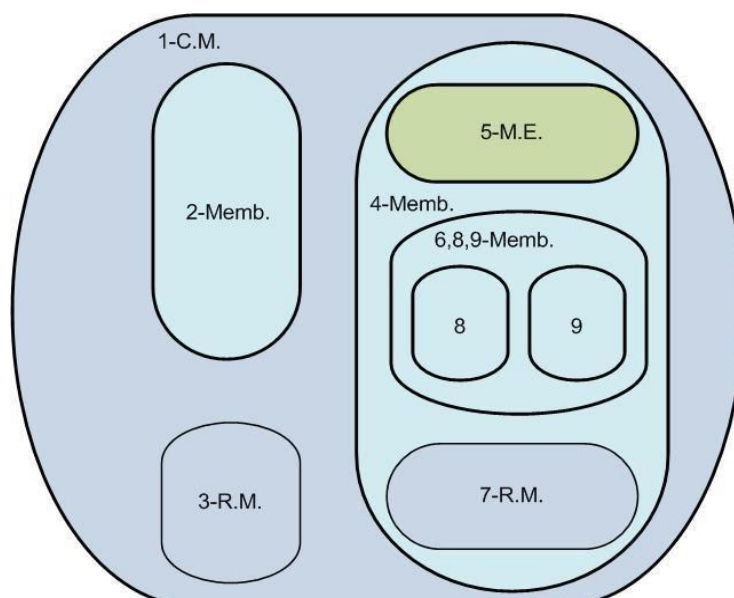


Figura 2. Modelul membranei în calculul membranal [3].

În tabelul 1 este prezentat nivelul de aplicare a limbajelor de programare pentru implementarea aplicațiilor de Inteligență Artificială. O pondere bună în acest sens este întâlnită la limbajele de nivel înalt precum sunt C++, Python, PHP. Aceasta se explică prin rularea programelor pe diverse platforme. Limbajele AHDL și Scratch fiind de nivel hardware, au posibilități mai reduse la modelarea și rularea aplicațiilor inteligente evolutive [1,2,3].

Tabelul 1. Eficiența limbajelor aplicate în Inteligența Artificială.

<i>Limbaje de programare</i>	<i>Rețele neuronale</i>	<i>Logica Fuzzy</i>	<i>Sisteme evolutive (Calculul evolutiv)</i>	<i>P-Sisteme (Calculul membranal)</i>	<i>Domenii de aplicație</i>
C++	*	*	*	*	MCU, MPU
Python	*	*	*	*	
PHP	*	*	*	*	
AHDL	*	*	-	-	FPGA, SCH
Scratch	*	*	-	-	

MCU – sistem microcontroler; **MPU** – sistem microprocesor.

Concluzii

Limbajele orientate pe obiect oferă avantaje la modelarea și elaborarea sistemelor evolutive inteligente. O problemă în acest sens este implementarea unui astfel de model în sisteme evolutive reconfigurabile de nivel hardware.

Bibliografie:

- 1) <http://www.ace.tuiasi.ro/users/103/2009Dosoftei%20Catalin%20PhD%202009.pdf> (02.11.2015).
- 2) Dzițac I. *Inteligența artificială*, 2008, 182p. (formă electronică).
- 3) Curs nr.13 *Introducere în calculul membranal*, 2009, 12p. (formă electronică).