

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ APLICATĂ ÎN UTILAJELE PENTRU CONSTRUCȚII

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONSTRUCTION MACHINES

PECSI, Robert, șef lucrări, dr. ing., Universitatea tehnică de Construcții București,
robert.pecsi@gmail.com

Rezumat: În lucrarea de față, autorul realizează o introducere în domeniul posibilităților aplicării inteligenței artificiale la utilajele din construcții, prezentând diferite opinii, definiții și metode existente în literatura de specialitate dar și unele păreri și viziuni proprii. Autorul analizează dintr-un punct de vedere teoretic și general câteva aspecte legate de implementarea inteligenței artificiale în comanda, exploatarea, utilizarea și întreținerea utilajelor din construcții. Autorul propune un model de sistem inteligent multipunct și un algoritm de funcționare, de educare a acestui sistem pentru ca să asimileze deprinderile și cunoștințele de la alte sisteme pentru a putea deveni într-un final un sistem inteligent autonom și eficient pentru comanda proceselor conexe cu exploatarea și întreținerea utilajelor din construcții.

Abstract: In this paper, the author performs an introduction into the field of the possibilities of applying the artificial intelligence to the construction machines, through presenting different opinions, definitions and methods, already existing in the literature, but also some of his own opinions and views. The author analyzes from a theoretical and general standpoint some issues related to the implementation of artificial intelligence into the construction machines' control, operation, use and maintenance. The author proposes a multipoint system model and an operational, learning algorithm for this model, in order to assimilate the skills and knowledge from other systems, to become, in an end, an autonomous and effective intelligent system for the control of the processes related to the operation and maintenance of the construction machines.

1. O încercare de definire a noțiunii de inteligență artificială

În încercarea de defini noțiunea de inteligență artificială, înainte de a analiza părerile autorilor de până în prezent și exprimarea propriei opinii, vom analiza sensurile noțiunii de inteligență. Inteligență este unul dintre cuvintele foarte des utilizate, dar foarte puțin aprofundate ca sens și implicații. De cele mai multe ori, în mod greșit se consideră că este inteligent cel ce știe multe într-un anumit domeniu. Alții [1] consideră că inteligența este o facultate de a identifica proprietățile obiectelor, evenimentelor, proceselor și fenomenelor, a relațiilor și intercorelațiilor dintre acestea și de a găsi soluții la probleme noi, asemănătoare cu cele analizate și identificate. Termenul de inteligență este utilizat de foarte mult timp, pentru a desemna capacitatea unei ființe sau a unui sistem de a identifica și a face corelații. De fapt etimologia cuvântului provine de la termenul latinesc „inter-legere”, semnificând reunirea a două sensuri și discriminarea între două situații. Alte surse bibliografice [2] definesc inteligența în mod asemănător, dar cu ușoare nuanțe, drept fiind capacitatea de a înțelege corect și rapid, de a sesiza esențialul, de a rezolva corect situațiile noi pe baza experienței acumulate anterior.

Plecând de la aceste definiții a noțiunii de inteligență, noțiunea de inteligență artificială a apărut în literatura științifică și tehnică din nevoia de a defini și identifica sistemele și echipamentele capabile de un comportament cvasi-inteligent, o comandă și conducere inteligentă a proceselor pentru a

căror automatizare au fost definite. Definierea noțiunii de inteligență artificială este în sine una destul de multiplă și diversă în literatura de specialitate. De la definiția lui Haugeland din 1989 [3], ca „un nou efort încântător de a transforma calculatoarele în mașini de gândire, în sensul integral și literar al cuvântului”, la definiția lui Schalkoff din 1990 [4], ca „un domeniu de studiu ce caută să explice și să emuleze comportamentul inteligent în termeni de procese computaționale”, la definiția din lucrarea lui Elaine Rich și Kevin Knight, din 1991 [5], ca „studiul modului în care calculatoarele pot fi determinate să îndeplinească sarcinile la care pe moment ființele umane sunt mai performante”, la definiția lui Ray Kurzweil [6] ca „Arta de a crea mașini ce îndeplinesc sarcini ce necesită inteligență atunci când sunt realizate de ființe umane”, la definiția lui Patrick Henry Winston din 1992 [7]: „Studiul proceselor de calcul care permit ca mașinile de calcul să simtă, să desfășoare raționamente și să acționeze”, definiția din lucrarea lui George F. Luger, William A. Stubblefield [8]: „Acea ramură a științei mașinilor de calcul, care se ocupă cu automatizarea comportamentului inteligent”, la definiția cea mai acceptată a inteligenței artificiale a fost dată de John McCarthy, ce datează încă din 1955: „o mașină care se comportă într-un mod care ar putea fi considerat inteligent, dacă ar fi vorba de un om”. Mai amplu, inteligența artificială vizează studiul și designul agenților inteligenți, sisteme care percep mediul înconjurător și maximizează șansele propriului succes prin comportament [9]. Așadar, așa cum a afirmat și Alan Turing [9], inteligența artificială presupune performanțe asemănătoare cu cele ale unei ființe umane inteligente în toate sarcinile de natură cognitivă.

În opinia proprie a autorului, inteligența artificială va putea face un salt semnificativ doar atunci când oamenii de știință vor înțelege cu adevărat natura adevărată a ființei umane, faptul că în cazul ființei umane, dincolo de mașinăria electrică reprezentată de creier există o viață și niște mecanisme subtile ce nu sunt încă pe deplin cunoscute de știința actuală. Să nu uităm de efectul celei de una suta maimuță [10] prezentat lumii științifice de omul de știință Malcolm Lyall-Watson, care a prezentat faptul că primatologii japonezi care studiau maimuțele macac, în anii 1950, au dat de un fenomen surprinzător. „Maimuța japoneza, Macaca fuscata, a fost observată în mediul ei natural, timp de 30 de ani. Astfel, în 1952, pe insula Koshima, oamenii de știință au dat maimuțelor cartofi dulci, aruncându-i în nisip. Maimuțelor le-a plăcut gustul cartofilor dulci și proaspeți, însă murdăria de pe ei nu le-a plăcut. Savanții au observat cum a rezolvat problema o maimuță Imo, care a spălat cartofii într-un izvor. Aceasta a învățat-o și pe mama ei și apoi și pe colegii de joacă această nouă modalitate. Aceasta nouă aptitudine a fost preluată, rând pe rând de celelalte maimuțe, sub ochii cercetătorilor. Între anii 1952 și 1958 toate maimuțele tinere au învățat să spele nisipul de pe cartofii dulci. Apoi a început să se întâmple ceva care la acea dată a părut uimitor. În toamna lui 1958, un anumit număr de maimuțe Koshima spălau cartofii dulci înainte de a-i mânca. Atunci când s-a ajuns la o „masă critică”, aproape toți membrii cetei își spălau cartofii, înainte de a-i manca. Un lucru extrem de surprinzător a fost ca obiceiul spălării cartofilor dulci a trecut apoi peste ape. Coloniile de maimuțe din alte insule și comunitatea de maimuțe de pe insula principală de la Takasakiyama au început să spele cartofii. Astfel, când un număr critic asimilează o nouă cunoaștere, aptitudine, aceasta va fi comunicată într-un mod instantaneu la toate mințile aflate într-o anumită rezonanță cognitivă de specie cu cele care au parcurs procesul asimilării respectivelor cunoștințe și aptitudini.

Desigur, în ziua de azi, în sociologie și psihologie este bine-cunoscută deja această realitate a asimilării în subconștientul colectiv al unei specii (umane sau animale, dar vii!) a aptitudinilor și cunoașterilor asimilate de către a masă critică de exemplare din respectiva specie. Acest comportament se datorează faptului că în ființele vii cunoașterea, gândirea, inteligența este structurată pe mai multe nivele, ce pot fi incluse însă în două „benzi de frecvență” diferite în funcție de capacitatea ființei respective de a le conștientiza: subconștient și conștient și faptului că dincolo de ceea ce se cunoaște despre ființa umană și comportamentul ei inteligent există multe elemente ce nu sunt încă cunoscute din cauza faptului că se află în umbra subconștientului.

Cert este că unul dintre elementele cheie ale acestui comportament de specie ar fi indicat să fie preluat și în cazul utilajelor comandate de sisteme de inteligență artificiale: atunci când un anumit comportament, o anumită procedură s-a dovedit a fi de succes în cazul a mai multor elemente ale aceleiași specii, modele de utilaj, ea poate fi preluată și generalizată pe calea telepatică a comunicației fără fir, dintre ele.

Pe de altă parte, dificultatea majoră în dezvoltarea unor sisteme de inteligență artificială constă în procesul de extragere a expertizei, a cunoașterii și aptitudinii de la un alt sistem expert. În acest sens, autorul propune în cadrul prezentului articol un sistem inteligent care să învețe de la ființa umană, urmărind comenzile, deciziile acestuia în cadrul sarcinilor de planificare, de operare, etc. și apoi să le coreleze, să le analizeze și, dacă este cazul să le împărtășească cu alte sisteme similare pentru a putea îndeplini aceleași sarcini, în viitor, fără intervenție umană.

2. Câteva modele actuale de implementare a inteligenței artificiale

Oamenii de știință au dezvoltat de-a lungul timpului o serie de modele de comportament inteligent pentru sistemele de automatizare, modele parțiale dar fiecare reprezentând un pas înainte pe calea dezvoltării și cercetării în domeniu. Vom enumera în cele de mai jos câteva dintre aceste modele și vom defini foarte succint teoria de la baza acestora.

Logica fuzzy

Așa cum este definită și detaliată și în cadrul lucrărilor de specialitate [11], Logica fuzzy (de la termenul din limba engleză „fuzzy” = „vag”, „neclar”) este definită ca un „supraset al logicii convenționale boolene, logică care a fost extinsă pentru a cuprinde adevărul parțial, valori ale adevărului cuprinse între „complet adevărat” și „complet fals”. Noțiunea a fost introdusă în 1965 de către profesorul Lotfi Zadeh de la Universitatea Berkeley. Spre deosebire de logica clasică, în care se lucrează cu două valori de adevăr exacte (0 și 1 sau fals și adevărat), logica fuzzy folosește o plajă continuă de valori logice cuprinse în intervalul $[0, 1]$, unde 0 indică falsitatea completă, iar 1 indică adevărul complet. Dacă în logica clasică un obiect poate aparține sau nu unei mulțimi date (valoarea de adevăr a acestei apartenențe fiind în consecință de 1 sau de 0), logica fuzzy lucrează cu diferite grade de apartenență al obiectului la mulțime, ce pot lua valori în intervalul $[0, 1]$. Logica fuzzy a avut ca punct de plecare, printre altele, observația comportamentului și a logicii umane și oferă instrumentele necesare pentru reprezentarea în sistemele inteligente a unor concepte

imprecise cum sunt „bun”, „mare”, „fierbinte”, „scump” etc., concepte care poartă denumirea de variabile fuzzy sau variabile lingvistice.

Rețelele neuronale

Rețelele neuronale reprezintă o ramură a inteligenței artificiale, și sunt alcătuite din rețele de elemente de procesare simple, puternic interconectate și operând în paralel, fiecare având o memorie locală și urmărind să interacționeze cu mediul înconjurător într-un mod asemănător creierelor biologice [12]. Rețelele neuronale se compun din neuroni artificiali și sunt cel mai adesea definite ca „rețele de elemente simple puternic interconectate prin intermediul unor legături numite interconexiuni prin care se propagă informație numerică”. Originea introducerii în literatura de specialitate și în știință a acestor rețele se găsește în studiul rețelelor bioelectrice din creier formate de neuroni și sinapsele acestora – caracterizate în primul rând de capacitatea de a învăța pe bază de exemple, folosindu-se de experiența anterioară pentru a-și îmbunătăți performanțele. Deși se aseamănă în funcționare cu creierul uman, rețelele neuronale sunt mult mai simple decât corespondentul său uman, dar la fel ca și creierul uman, sunt compuse din unități puternice cu capacitate de calcul, mult inferioare însă corespondentului uman, neuronul. Există mai multe modalități de interconectare a neuronilor elementari, dar pot fi identificate două clase de arhitecturi: arhitectura cu propagarea informației numai dinspre intrare spre ieșire, adică rețele de tip feedforward și rețelele recurente (cu reacție - feedback). Un dezavantaj al rețelelor neuronale îl constituie lipsa teoriei care să precizeze tipul rețelei și numărul de neuroni elementari, precum și modalitatea de interconectare. Există câteva tehnici de tip „pruning” sau de tip „learn and grow”, dar acestea sunt în curs de cercetare.

Algoritmii genetici

Algoritmii genetici reprezintă anumite tehnici adaptative de căutare euristică, ce se bazează pe principiile geneticii și ale selecției naturale, enunțate cândva de Darwin („supraviețuiește cel care e cel mai bine adaptat”). Mecanismul evoluției similar procesului biologic posedă o trăsătură prin care numai speciile care se adaptează rapid și corect la mediu sunt capabile să supraviețuiască și să evolueze peste generații. Probabilitatea ca specia să supraviețuiască și să evolueze peste generații devine cu atât mai mare cu cât gradul de adaptare crește. Algoritmii genetici este de fapt un model informatic ce emulează modelul biologic evoluționist pentru a rezolva diferite probleme de optimizare ori de căutare. Algoritmii genetici cuprind seturi de elemente individuale reprezentate sub forma unor șiruri binare (populații) și seturi de operatori de natură biologică definiți asupra populațiilor.

3. Aplicarea inteligenței artificiale în domeniul utilajelor pentru construcții

Inteligența artificială are numeroase aplicații în toate domeniile, întrucât ea permite asimilarea prin învățare și reproducere, corelarea și dezvoltarea unor aptitudini și cunoștințe de la alte sisteme, în particular, chiar de la ființa umană. Astfel, Un sistem complex și multipunct de inteligență artificială va poate fi utilizat într-un viitor mai mult sau mai puțin apropiat, depinzând și de eforturile ce vor fi întreprinse în această direcție – pentru a prelua în urma unor faze de urmărire,

de învățare, de executare sub supraveghere și apoi de executare independentă a unei game de sarcini de o complexitate practic de neimaginat, de la planificarea utilajelor necesare pentru un șantier, la planificarea și chiar executarea intervențiilor de service periodic și de mentenanță a acestora, la operarea efectivă a acestora, la reparația lor, la planificarea înlocuirii utilajelor existente cu unele noi etc. Desigur, procesul va fi unul îndelungat și va necesita o infrastructură hardware și software implicate de dimensiuni considerabile. Să nu uităm, că:

- creierul uman, deși reprezintă doar circa 2% din masa corporală medie a ființei umane, consumă 20% din energia necesară funcționării acestuia,
- creierul uman se compune din circa 100 de miliarde de neuroni, fiecare având circa 40.000 de sinapse,
- există în creier 10.000 de tipuri de neuroni,
- viteza de procesare a creierului atinge valori de 432 km/oră.

Aceste câteva date referitoare la creierul uman au fost oferite doar pentru a ilustra cât de mare este capacitatea sistemului de la care va fi necesar să învețe sistemele de inteligență artificială.

Așadar sistemul multipunct propus va urmări, într-o primă fază, modul în care diferite sarcini, operații sunt realizate de un factor uman. Apoi, într-o fază ulterioară, când sistemul va fi memorat deja un șablon de îndeplinire a respectivei sarcini, va semnala „operatorului” uman, care îi va putea da prin intermediul unei interfețe și o denumire. Pe viitor, aceeași operație va putea fi efectuată de către sistemul de inteligență artificială, dar sub supravegherea operatorului, care va avea posibilitatea să intervină prin acționarea directă a comenzilor (într-un mod analogic comportamentului pilotului automat de la un vehicul, care iese imediat din modul de pilotare automată, în momentul în care conducătorul vehiculului apasă pe frână, pe ambreiaj sau pe un alt element de comandă semnificativ pentru respectiva operațiune automatizată). Ulterior procesul, operațiunea va putea fi efectuată chiar fără supraveghere, și se va semnala către un „creier central” experiența asimilată, care va fi corelată cu alte experiențe asimilate de alte utilaje, sisteme similare și se va putea crea o sinteză din acestea, fiind astfel posibilă învățarea a tot ce este mai bun la fiecare operator în parte și combinarea celor mai avantajoase îndemânări ale acestora.

Simultan, prin intermediul modelelor actuale de învățare, sistemul de inteligență artificială va dezvolta și propriile sale „deducții” fiind capabil să adapteze cele învățate deja la situații noi, similare și ușor diferite de cele deja întâlnite. Fiecare succes sau eșec va fi analizat, memorat și integrat în fața de învățare. Toate acestea până în faza în care prezența factorului uman nu va mai fi o necesitate, toate operațiile necesare putând fi efectuate în mod corect și eficient de către utilajele aflate sub comanda sistemului de inteligență artificială.

Un asemenea proiect, pentru a fi eficient și de succes, implică resurse și în mod necesar, o interconectare a mai multor unități, puncte de lucru, șantiere, utilaje pentru a fi posibil și efectul de copiere a șabloanelor asimilate deja de o anumită masă critică, cea va fi reglată tot de creierul inteligent central al sistemului, în funcție de experiența acumulată cu acest proces de multiplicare a cunoașterii.

4. Concluzii

În lucrarea de față autorul a analizat câteva aspecte – dintr-un punct de vedere teoretic și general – legate de implementarea inteligenței artificiale în comanda, exploatarea, utilizarea și întreținerea utilajelor din construcții. A fost propus un model de sistem inteligent multipunct și un mod, un algoritm de funcționare, de educare a acestui sistem pentru ca acesta să asimileze deprinderile și cunoștințele de la alte sisteme – umane sau nu – pentru a putea deveni într-un final un sistem inteligent autonom și eficient pentru comanda proceselor conexe cu exploatarea și întreținerea utilajelor din construcții.

Bibliografie

1. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Inteligentă>;
2. <https://dexonline.ro/definitie/inteligenta>;
3. Jean R. Brink and C. Roland Haden, eds., “Artificial Intelligence and the Western Mind,” in: *The Computer and the Brain: Perspectives on Human and Artificial Intelligence*, Elsevier Science Publishers (1989) 17-30;
4. Robert J. Schalkoff, *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*, McGraw-Hill, 1990;
5. Elaine Rich & Kevin Knight, *Artificial Intelligence*, Second Ed, Tata McGraw Hill, 1991;
6. Ray Kurzweil, *The Age of Intelligent Machines*, Association of American Publishers, 1990;
7. Patrick Henry Winston, *Artificial Intelligence* (3rd Edition), Pearson (May 10, 1992);
8. George F. Luger, William A. Stubblefield, *Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving*, Benjamin/Cummings Pub. Co;
9. Jack Copeland. „What is Artificial Intelligence?”, B.J. Copeland, May 2000;
10. Malcolm Lyall-Watson, *Lifetide: a Biology of the Unconscious* (1979);
11. C. Negoită, A. Ralescu, *Mulțimi vagi și aplicațiile lor*, Editura Tehnică, București, 1974;
12. https://ro.wikipedia.org/wiki/Rețea_neuronală;