



APLICAȚII ALE INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN FUNDAMENTAREA DECIZIEI

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DECISION-MAKING PROCESS

Lect. univ.dr. Florentina-Loredana DRAGOMIR*
Col.(r) prof.univ.dr. Gelu ALEXANDRESCU**

Organizarea și funcționarea performantă a sistemelor cibernetice și informaționale complexe se bazează pe utilizarea inteligenței artificiale, ramură principală a științei calculatoarelor.

The organization and high level operation of powerful and complex cybernetic and information systems are based on using artificial intelligence, the main branch of computer science.

Cuvinte-cheie: informație; modelare; sistem informațional; sistem cibernetic; inteligență artificială.

Keywords: information; modeling; information system; cybernetics system; artificial intelligence.

Sistemele cibernetice și informaționale se regăsesc în toate domeniile vieții sociale contemporane, iar dezvoltarea acestora nu se poate baza decât pe utilizarea celor mai performante domenii ale științei moderne, capabile să aibă un impact hotărâtor asupra informațiilor, comunicațiilor și calculatoarelor.

Inteligența artificială, ca ramură principală a științei calculatoarelor, este un element de bază în organizarea și funcționarea sistemelor cibernetice și informaționale.

Cercetarea științifică în domeniul sistemelor cibernetice și informaționale are la bază construcția și exploatarea calculatoarelor electronice atât din punct de vedere hardware, dar mai ales software, împreună cu bazele de date aferente, astfel încât să fie în măsură nu numai să memoreze informații, ci să le asigure și un anumit nivel de prelucrare, care să conducă la o manipulare amplă și interpretare adecvată a acestora, transformându-le în *cunoștințe*.

Cunoștințele și tehnologiile utilizate în domeniul ciberneticii constituie domenii de vârf ale tehnologiei informației, având o contribuție hotărâtoare la apariția și dezvoltarea societății informaționale și a cunoașterii.

Sistemele cibernetice reprezintă un anumit tip de sisteme formale, se bazează pe anumite semnale (în cibernetică, semnalul este purtătorul material al informației inițiale), conduce la anumite semnale finale, având la bază un algoritm prestabilit (o succesiune de operatori care definește un proces de calcul destinat optimizării), care permit și organizarea după un principiu ierarhic al conceptelor asociate domeniului cibernetic, cât și asigurarea cunoștințelor cibernetice ca un tot unitar.

Informațiile și cunoștințele științifice aferente oricărui domeniu de activitate trebuie să fie studiate, analizate și procesate cu ajutorul tehnologiei moderne a informației și a comunicațiilor.

Informațiile despre o anumită activitate reținute și înțelese și care pot fi folosite în luarea și fundamentarea deciziei, pot forma judecăți și opinii, și astfel devin cunoștințe. Apariția cunoștințelor, ca ansamblu integrat și intercorelat de informații, a fost generată de dezvoltarea activității umane.

Cunoașterea¹ constituie un amestec dinamic de experiențe sociale, valori spirituale și informații

*Universitatea Națională de Apărare „Carol I”

e-mail: dragomir.florentina@myunap.net

**Universitatea Națională de Apărare „Carol I”

e-mail: alexandrescugelu@yahoo.com



contextuale, precum și experiență profesională, ce formează cadrul de evaluare și de încorporare de noi experiențe și informații.

Cunoașterea este nepuizabilă, cu cât utilizăm mai multă cunoaștere cu atât folosim mai multă informație. Cunoașterea nu poate fi măsurată decât prin efectele ei, devenind tot mai mult baza științifică și principiile care direcționează societatea, în general.

Cunoașterea creează premise pentru a modela și a înțelege procesul, pentru a produce asocieri cauzale, predicții, precum și decizii prescriptive, iar lucrul cu cunoștințele² reprezintă acea parte a activității în domeniul informațional care creează cunoștințe și informații noi.

Procesele de management a cunoștințelor trebuie să conducă la produse și servicii relevante, corecte, oportune, documentate și utilizabile liderilor pentru luarea deciziei. Cunoștințele au un caracter dinamic, deoarece sunt rezultatul interacțiunii sociale dintre indivizi, pot fi codificate asemeni informațiilor și păstrate în baze (depozite) de date, utilizate în standarde, cărți, manuale și instrucțiuni etc., iar transferul acestora între diferite categorii de personal se realizează prin mijloace de comunicare.

Deci, *cunoașterea* este un proces determinist bazat pe repetare, ce cuprinde informație cu înțeles și informație care acționează, constituind un element cheie al proceselor de comandă și control (management) în care se impune proliferarea, în procesele decizionale, a diverselor tipuri de date, tehnologii și aplicații informatice. În acest context, *inteligenta sistemului* poate fi definită ca o capacitate operațională de a construi și a raționa în mod logic pe diferite niveluri de abstractizare, cu scopul de a proiecta și a implementa anumite obiective specifice domeniului de activitate analizat.

Activitățile umane în cadrul fiecărei organizații au ca scop obținerea și prelucrarea informațiilor, acumularea cunoștințelor și utilizarea la nivel superior a *inteligentei umane și artificiale*, ceea ce va determina construirea echipamentelor moderne și a produselor virtuale (software, baze de date etc.) concomitent cu diminuarea relativă a produselor fizice.

În concordanță cu dezvoltarea tehnologiei informației și comunicațiilor, sistemul informațional trebuie să fie perfecționat continuu în concordanță

cu realizările științifice în domeniu, astfel se impune: adaptarea sistemului informațional la fluxul real al informațiilor, sporirea permanentă a capacității de memorare a datelor pe suporturi magnetice și, implicit, a bazelor (depozitului) de date, lărgirea sferei de cuprindere a componentelor sistemului informațional prin extinderea electronizării, cibernetizării și a *inteligentei artificiale* capabile să realizeze și să utilizeze un număr cât mai mare de echipamente cu funcții și cu destinații multiple, precum:

- un număr foarte mare de programe de bază și de aplicație (software) care să ofere posibilitatea realizării unui număr cât mai mare de acțiuni ale utilizatorilor, programe cât mai sofisticate și mai ușor de procurat (chiar *open source*), accesibile unui cerc larg de utilizatori;
- baze (depozite) de date accesibile utilizatorilor autorizați, care cuprind toate datele, informațiile și cunoștințele utile organizației.

În esență, *inteligenta artificială*³ reprezintă studiul ideilor care permit calculatoarelor să efectueze acele lucrări care fac ca oamenii să pară inteligenți. Inteligența pare a fi un amalgam din mai multe aptitudini de prelucrare și reprezentare a informației, implicând abilitatea de a percepe și raționa, de a dobândi și aplica cunoștințe, de a manipula și a comunica idei, precum și de a produce noi tehnologii.

Specialiștii în domeniu⁴ afirmă că un sistem este considerat a avea proprietatea de inteligență, pe baza observării comportării acestuia, dacă se poate adapta singur la noi situații, are capacitatea de a raționa, de a înțelege legăturile dintre fapte, de a descoperi înțelesuri și de a recunoaște adevărul, precum și dacă poate învăța, adică să-și îmbunătățească performanțele pe baza experienței trecute.

Obiectivele principale ale inteligenței artificiale constau în a face calculatoarele mai utile și de a se înțelege mai bine inteligența umană.

Calculatoarele trebuie să fie capabile nu numai de a executa operații obișnuite, ci și să efectueze calcule care demonstrează inteligență.

În acest context, se are în vedere utilizarea calculului simbolic⁵, bazat pe abilitatea programelor de a manipula simboluri, care necesită o capacitate imensă de memorare. Pentru a înțelege inteligența artificială sau lucrările din acest domeniu, trebuie să

fie înțelese ideile fundamentale privind organizarea cunoașterii, exploatarea restricțiilor, căutarea prin spații de soluții și problemele de control.

Astfel, se studiază posibilitatea creării calculatoarelor capabile să ia decizii în același fel ca oamenii. Deci, în sens restrâns, inteligența artificială se bazează pe programe de calculator. De aceea, se apreciază că inteligența artificială este o combinație a științei calculatoarelor, psihologiei și fiziologiei, ceea ce determină ca multe dintre preocupările intelectuale ale oamenilor să fie transferate mașinilor. În acțiunile militare, tehnologia inteligenței artificiale utilizată la elaborarea sistemelor informatice pentru luarea deciziilor ajută comandanții și ofițerii de stat major să vehiculeze corect și să sintetizeze volumul imens de informații despre spațiul de luptă pentru optimizarea proceselor de comandă și control.

Principalele avantaje ale inteligenței artificiale în raport cu inteligența umană ar putea fi considerate următoarele:

- este permanentă, nefiind influențată de factori externi cum sunt stresul sau oboseala;
- poate fi încorporată în timp foarte scurt în echipamentele tehnice pentru care a fost creată;
- asigură coerență logică și poate fi actualizată ori de câte ori este necesar, dacă s-au acumulat cunoștințele necesare;
- este accesibilă, verificabilă și reproductibilă.

Totuși, inteligența artificială se caracterizează și prin dezavantaje importante față de inteligența umană, astfel:

- este necreatoare și neadaptivă (de rutină, rigidă);
- se realizează prin comunicare simbolică, spre deosebire de cea umană care se bazează pe comunicarea senzorială;
- este mai restrânsă decât inteligența umană.

În general, nu există un domeniu al activității umane în care inteligența artificială să nu poată fi utilizată.

Mesajul inteligenței artificiale către alte științe este de punere, pe prim plan, în locul noțiunii abstracte de „informație” formalizată într-o teorie a informației, dar neutră în raport cu conținutul său, a noțiunii de „cunoștință”.

Reprezentabilitatea pentru limbajul mașinilor, a acestor cunoștințe, constituie una dintre problemele cele mai actuale. Capacitatea calculatoarelor de

a memora volume foarte mari de date și de a le prelucra în timp extrem de scurt (aproape în timp real), produc schimbări fundamentale în abordarea diferitelor științe, în principal, a ciberneticii, care acum folosesc și realizările în domeniul inteligenței artificiale pentru abordarea sistematică a realității.

Funcțiile principale ale echipamentelor ce utilizează inteligența artificială sunt realizate prin programele calculatoarelor acestora, bazate pe prelucrarea în paralel a datelor, completate cu capacitatea lor de a învăța continuu din activitatea desfășurată. Logica impune ca adevărată demonstrare a inteligenței calculatoarelor să nu depindă de producerea unor performanțe supraumane.

Există exemple reprezentative privind învățarea, pe baza dobândirii de către unii roboți cibernetici a cunoașterii procedurale, prin reamintirea și adaptarea în timp real a vechilor planuri de acțiune la noile situații.

Matematicile reprezintă primul domeniu care solicită inteligență, în care calculatoarele au atins performanțe de expert, efectuând calcule cu viteze incredibile.

În sensul larg al cuvântului, inteligența calculatoarelor se va baza pe descriere, reprezentare, rezolvarea de probleme și alte asemenea idei consistente, în niciun caz pe dezordine. Se apreciază chiar că, în loc de a intensifica inteligența unui sistem, studiul acesteia o diluează prin expunerea detaliilor și cunoașterea limitelor, întrucât din momentul în care un proces este disecat, studiat, analizat și cunoscut, inteligența sa pare să se estompeze în mod invariabil.

Datorită avantajelor mari pe care le oferă percepția vizuală în raport cu cea auditivă, în studiile de inteligență artificială se acordă o mare atenție acesteia.

De aceea, o idee bună despre percepția vizuală se transformă cu repeziciune într-un fundament de progres pentru rezolvarea problemelor la nivel de expert. Întrucât inteligența artificială necesită multe virtuți, problemele cu care se confruntă se intersectează, sunt similare cu cele ale unor discipline tradiționale. Lingvistica, recunoașterea formelor, *teoria deciziei* și demonstrarea automată a teoremelor sunt discipline cu importante aplicații în inteligența artificială. Desigur, domeniul militar a fost și rămâne un câmp larg de aplicare, avându-se în vedere că acesta a fost cel care a generat și apariția inteligenței artificiale.



Principalele rezultate ale cercetării științifice efectuate s-au materializat prin elaborarea câtorva clase de roboți cibernetici cu diferite destinații în spațiul de luptă, inclusiv pentru utilizarea inteligenței artificiale în rețelele informaționale pentru culegerea de date, la diferite categorii de arme, la munițiile inteligente și avioanele fără pilot, precum și la construirea unor sisteme autonome de cercetare, supraveghere a spațiului de luptă, alarmare timpurie, identificare și achiziție a țintelor.

O aplicație importantă a inteligenței artificiale constă în studiul, cu calculatorul electronic, a comportării sistemelor reale, prin simularea funcționării acestora printr-un model logico-matematic, metodă de studiu care poate avea o largă utilizare și pentru elaborarea sistemelor informaționale și a celor *decizionale*.

Electronizarea și cibernetizarea spațiului de luptă, prin construirea unor categorii moderne de armament și tehnică, cu mare precizie de lovire și putere de foc ridicată, constituie principalul domeniu în care inteligența artificială are un câmp vast de aplicare, determinând schimbarea profundă a caracterului războiului.

O aplicație importantă a inteligenței artificiale s-a realizat în sistemul pentru asistarea operațiilor de pilotaj în acțiunile aeriene, bazat pe tehnica de calcul, prin utilizarea algoritmilor evoluți pentru identificarea și combaterea țintelor descoperite prin radar, prin folosirea de imagini tridimensionale (3D) sau bidimensionale (2D).

Prin mijloace tehnice specifice, care încorporează și inteligență artificială, se asigură achiziția datelor prin imagini care se prelucrează și se analizează automat, în timp real.

Automatizarea, cibernetizarea și inteligența artificială au o largă utilizare și pentru monitorizarea și reconfigurarea rețelelor de comunicații în cursul acțiunilor militare, pentru a se realiza flexibilitatea în transmiterea informațiilor în spațiul de luptă, în condițiile acțiunilor agresive ale adversarului și ale războiului informațional, asigurând stabilitatea legăturilor la bruij și interceptare. De asemenea, inteligența artificială are o importanță deosebită pentru rezolvarea problemelor privind criptarea automată, direct în linie, a comunicărilor și mesajelor, precum și a informațiilor din bazele de date, folosindu-se relații logico-matematice programate corespunzător pe o tehnică de calcul specifică.

În acest context, comunicațiile asigură și funcționarea cu performanțe superioare a sistemului automat de distribuire a cunoștințelor despre situațiile specifice câmpului de luptă. Pentru sistemele cibernetice și informaționale, în general, inteligența artificială rezolvă probleme⁶ privind corelația inteligență-comunicații, recunoașterea scrisului și a vorbirii, înțelegerea limbajului și reprezentarea cunoștințelor.

Recunoașterea feței este probabil una dintre cele mai proeminente domenii de cercetare în imagistică și are o gamă largă de aplicații în lumea reală: supraveghere, control acces, identitate, autentificare. Sistemele de recunoaștere a persoanelor dezvoltă o verificare facială prin gruparea în perechi a imaginilor, adică o clasificare a perechilor de imagini ce aparțin aceluiași individ punând o etichetă acestei identificări ce va face parte dintr-un set de date de antrenament⁷.

În ultimii treizeci de ani, recunoașterea automată a feței a înregistrat progrese considerabile. În ciuda acestui fapt, recunoașterea feței este o problemă foarte dificilă atunci când instrumentele de prelucrare sunt puține ca număr. Literatura de specialitate⁸ prezintă printre dificultățile întâmpinate în recunoașterea facială nevoia de hardware-ul specializat sau procesarea paralelă pentru identificarea imaginilor în timp real pe un PC.

Recunoașterea caracterelor scrise

În esență, un sistem de recunoaștere automată a scrisului este constituit din cititoare de documente care înregistrează datele (litere, cifre, desene) și dintr-un calculator care prelucrează aceste date.

Recunoașterea în timp real (simultan cu scrierea) se face cu ajutorul unei table grafice, pe care se scrie cu un stilou special, ale cărui mișcări sunt înregistrate magnetic sau electrostatic și transmise calculatorului sub forma unei succesiuni de puncte.

Dacă textul este recunoscut, este scris imediat și prezentat în totalitate mașinii de achiziție a datelor.

După culegerea datelor urmează anteprelucrarea, prin care se elimină elementele structurale parazite, apoi se efectuează analiza scrisului și stocarea în memorie a acestuia.

Etapa de identificare a caracterelor realizează compararea acestora cu caracterele de referință, ale căror caracteristici sunt deduse prin învățare și



înregistrate în memoria calculatorului. Modul de învățare depinde de mecanismul de recunoaștere, care se poate baza pe metode statistice sau metode structurale.

Recunoașterea vorbirii

În sistemele cibernetice și informaționale, un element principal de progres l-ar reprezenta recunoașterea automată a vorbirii în comunicarea om-tehnică, simplificând astfel transmiterea comenzilor și a procesului de introducere a datelor în calculator, ce presupune utilizarea unor elemente avansate de inteligență artificială.

Recunoașterea și sinteza vorbirii umane reprezintă tehnici pentru realizarea interfeței vocale om - mașină, aceasta fiind cea mai ușoară și naturală cale de intercomunicare.

Avantajele principale⁹ ale vorbirii ca mijloc de comunicare om - mașină sunt următoarele: timp scurt necesar pentru instruirea operatorului, interacțiune imediată, întrucât vorbirea este de circa două ori mai rapidă decât introducerea datelor de la tastatură și eliberarea mâinilor utilizatorului pentru executarea altor operațiuni.

Criteriile de decizie în recunoașterea vorbirii se situează la nivel fonetic (sunete elementare), fonologic (acțiunea reciprocă a sunetelor în cuvinte sau fraze), sintactic (structura propoziției sau frazei), semantic (sensul frazei) și pragmatic (utilizarea vorbirii).

Prelucrarea acestui volum mare de informații necesită utilizarea calculatoarelor, a metodelor științifice și tehnicilor specifice inteligenței artificiale moderne, singurele capabile să rezolve problema recunoașterii vorbirii.

Prin folosirea modelării matematice și a calculatoarelor electronice, cresc posibilitățile de alegere a soluțiilor optime, dintr-un număr de variante posibile ale domeniului cercetat, ceea ce oferă garanții pentru rezolvarea problemei abordate.

Înțelegerea limbajului

Ca și în cazul recunoașterii vorbirii, înțelegerea acesteia poate fi studiată și rezolvată fie analitic, fie pe baza unei soluții globale.

În cazul abordării analitice, etapa inițială este cea morfologică în care se identifică cuvintele, care se realizează mai ușor la texte scrise decât la exprimarea orală a unei comunicări. În etapa următoare, cea lexicală, se rezolvă ambiguitățile

etapei morfologice și se creează condiții pentru faza sintactică și semantică. Rezultatul analizei semantice este interpretat în ultima fază a analizei, cea pragmatică, prin luarea în considerație a informațiilor suplimentare privind utilizarea textului, care sunt memorate în baza de date a calculatorului destinat pentru înțelegerea vorbirii. Prin combinarea logică a rezultatului analizei efectuate și a datelor memorate printr-un mecanism inferențial¹⁰ se dobândesc cunoștințe noi care asigură înțelegerea limbajului, considerat un proces cognitiv.

Rezultă că limbajul în care se structurează și se realizează comunicarea în interacțiunea om-mașină este condiționat de performanțele inteligenței artificiale ale echipamentelor tehnice cu care trebuie efectuat dialogul, iar influența structurilor lingvistice asupra celor cognitive ale acestora reflectă condiționarea reciprocă dintre gândire și limbajul uman.

Reprezentarea cunoștințelor

În inteligența artificială, prin tehnicile de reprezentare a cunoștințelor se înțeleg¹¹ combinațiile de structuri de date și proceduri de interpretare utilizabile în programe în scopul evidențierii comportării inteligente și generării de inferențe. Cunoștințele folosite în reprezentări ale sistemelor de inteligență artificială sunt constituite din obiective, evenimente, performanțe și metacunoștințe¹².

Utilizarea cunoștințelor în programe pentru recunoașterea obiectivelor, aflarea răspunsului la întrebări sau manipularea roboților, implică achiziționarea de date noi, regăsirea faptelor din baza de cunoștințe și efectuarea raționamentului în vederea găsirii soluției căutate. Fără interacțiunea structurilor de date nu poate fi realizată comportarea inteligentă a diferitelor sisteme, inclusiv a celor informaționale.

Concluzii

Din enumerarea domeniilor de utilizare a inteligenței artificiale rezultă impactul important al acesteia asupra organizării și funcționării sistemelor informaționale, care determină asigurarea unui înalt grad de automatizare și cibernetizare a lor, precum și un model nou de realizare a corelației om - tehnică.

Armele înalt automatizate și bazate pe utilizarea teoriei sistemelor, ciberneticii, inteligenței artificiale



și a tehnologiei informației și comunicațiilor au devenit preponderente în armatele moderne, contribuind la reducerea pierderilor umane proprii, concomitent cu sporirea considerabilă a eficacității acțiunilor de luptă desfășurate.

De mare interes și utilitate practică este principiul conexiunii inverse (*feedback*) care, împreună cu cele privind ierarhizarea conducerii, predicției și compatibilității informaționale, constituie suportul științific principal al multor sisteme autonome, utilizate în diferite domenii de activitate, cu precădere în cel militar.

NOTE:

1 D. Fusaru, Z. Gherasim, *Informatica generală*, Editura Fundației România de Măine, București, 2008, pp. 14, 15.

2 *Ibidem*, pp. 153, 154.

3 Patrick H. Winston, *Inteligența artificială*, Editura Tehnică, București, 1981, pp. 17-19.

4 M.I. Findler, *Artificial Intelligence*, in "Encyclopedia of Computer Science", Petrocelli/Charter, New-York, 1996, p. 106.

5 Allan M. Din, *Arms and Artificial Intelligence*, Oxford University, Press, 1987, pp. 47, 51.

6 Mariana Beliş, *Inteligență și comunicație*, în volumul „Sisteme de inteligență artificială”, Editura Academiei Române, București, 1991, p. 107.

7 Yi Sun, Ding Liang, Xiaogang Wang, and Xiaou Tang, *DeepID3: Face Recognition with Very Deep Neural Networks*, February 2015.

8 Michel Owayjan, Amer Dergham, Gerges Haber, Nidal Fakih, Ahmad Hamoush, and Elie Abdo, *Face recognition security system*, in New Trends in Network-ing, Computing, E-learning, Systems Sciences, and En-gineering, Springer, 2015, pp. 343-348.

9 P. Tabarcea, Gh. Ghiur, *Sisteme de inteligență artificială și roboți*, Editura Militară, București, 1986, p. 184.

10 *Inferența* reprezintă o colecție de cunoștințe generale privind modul de rezolvare a unei probleme sau de interacțiune cu utilizatorii.

11 P. Tabarcea, Gh. Ghiur, *op.cit.*, pp. 40, 132.

12 *Metacunoștințele*, sau cunoștințele despre ceea ce știm, reprezintă cunoștințe despre cunoștințe sau cunoștințe privind modul de lucru sau de realizare a raționamentelor de către un sistem expert.

BIBLIOGRAFIE

Beliș Mariana, *Inteligență și comunicație*, în volumul „Sisteme de inteligență artificială”, Editura Academiei Române, București, 1991.

Din M. Allan, *Arms and Artificial Intelligence*, Oxford University, Press, 1987.

Findler M.I., *Artificial Intelligence*, in "Encyclopedia of Computer Science", Petrocelli/Charter, New-York, 1996.

Fusaru D., Gherasim Z., *Informatica generală*, Editura Fundației România de Măine, București, 2008.

Owayjan Michel, Dergham Amer, Haber Gerges, Fakih Nidal, Hamoush Ahmad, Abdo Elie, *Face recog-nition security system*, in New Trends in Network-ing, Computing, E-learning, Systems Sciences, and En-gineering, Springer, 2015.

Tabarcea P., Ghiur Gh., *Sisteme de inteligență artificială și roboți*, Editura Militară, București, 1986.

Winston Patrick H., *Inteligența artificială*, Editura Tehnică, București, 1981.

Yi Sun, Ding Liang, Xiaogang Wang, Xiaou Tang, *DeepID3: Face Recognition with Very Deep Neural Networks*, February 2015.