

ANALIZA MODELELOR DE CUNOȘTINȚE PENTRU SISTEME CU INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ

Vadim STRUNA*, **Adriana URSU**, **Maxim KAPUSTEANSKI**

Departamentul Informatica și Ingineria Sistemelor, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: drd, UTM, Vadim Strună, vadim.struna@iis.utm.md

Îndrumătorul/coordonatorul științific: **Victor ABABII**, conf.univ., dr., UTM

Rezumat. *Cunoștințele prezintă fundamentul inteligenței artificiale. După complexitatea cunoștințelor și modul de descriere a acestora putem identifica capacitatea intelectuală a unui subiect sau obiect. În lucrarea de față se propune o analiză comparativă a metodelor de reprezentare a cunoștințelor specifice sistemelor de calcul, așa ca: Modelul ierarhic, Modele relaționale, Modele bazate pe arbore, Modele ontologice, Modele bazate pe rețele neuronale artificiale, Modele de regresie, Modele bazate pe învățarea automată. O atenție aparte este acordată modelului de reprezentare și evoluție a cunoștințelor care se bazează pe proprietățile fundamentale ale paradigmei de programare obiect orientată: Atribute și Date, Metode, Relații, Încapsulare, Moștenire, Metodele Constructor și Destructor.*

Cuvinte cheie: *Cunoștințe, Inteligență Artificială, Model, Paradigmă, Obiect.*

Introducere

Sistemele decizionale prezintă o clasă de produse Hardware și Software destinate pentru a sprijini procesul de luare a deciziilor în raport cu mediul de activitate și starea acestuia. La baza funcționalității acestor sisteme se află inteligența artificială care poate gândi, înțelege, raționa, învăța și acționa în mod similar sau superior oamenilor în anumite contexte [1-4].

Baza fundamentală a inteligenței artificiale o constituie cunoștințele care reprezintă informații utilizate pentru a rezolva probleme și pentru a lua decizii. După complexitatea cunoștințelor și modul de descriere a acestora putem identifica capacitatea intelectuală a unui subiect sau obiect.

În lucrarea dată se propune o analiză comparativă a metodelor de reprezentare a cunoștințelor specifice sistemelor de calcul decizionale, așa ca: Modelul ierarhic, Modele relaționale, Modele bazate pe arbore, Modele ontologice, Modele bazate pe rețele neuronale artificiale, Modele de regresie, Modele bazate pe învățarea automată [5]. În special este abordată metoda de reprezentare a cunoștințelor bazată pe obiecte utilizată cu succes și în programarea orientată pe obiecte.

Rezultatele analizei modelelor de reprezentare a cunoștințelor

Modelul de cunoștințe ierarhic - se referă la o structură în formă de ierarhie în care cunoștințele sunt organizate și reprezentate. Această structură prezintă cunoștințele într-un mod în care se evidențiază relațiile și dependențele dintre diferite concepte sau informații. Modelul ierarhic al cunoștințelor este utilizat în diverse domenii, inclusiv în știința informației, în organizarea informațiilor în biblioteci și baze de date, în învățarea și educația structurată, precum și în proiectarea și dezvoltarea sistemelor de informații și a interfețelor utilizator. Este un instrument util pentru a organiza și a accesa cunoștințele într-un mod coerent și eficient [5, 7 - 9].

Modelul de cunoștințe relațional - este o abordare în care cunoștințele sunt reprezentate sub formă de entități și relații între aceste entități. Aceste modele se bazează pe ideea că cunoștințele pot fi împărțite în unități discrete de informații, iar relațiile dintre aceste unități pot fi folosite pentru a descrie conexiunile și interdependențele dintre ele. Modelele relaționale ale

cunoștințelor sunt utilizate în așa domenii ca: știința informației, medicină, gestionarea cunoștințelor în afaceri, și în inteligența artificială. Acestea oferă o modalitate flexibilă și eficientă de a organiza și de a accesa cunoștințele într-un mod structurat și coerent [5, 6].

Modelele de cunoștințe bazate pe arbore - sunt o metodă de organizare a cunoștințelor sub forma unei structuri ierarhice arborescente. Aceste modele utilizează un arbore în care fiecare nod reprezintă un concept sau o entitate, iar legăturile dintre noduri reprezintă relațiile sau conexiunile între aceste concepte. Sunt utilizate în organizarea informațiilor în biblioteci și baze de date, în structurarea cunoștințelor în sisteme de gestionare a cunoștințelor și în dezvoltarea interfețelor utilizator intuitive [5, 6, 8 -10].

Modelele ontologice ale cunoștințelor - sunt un cadru formal și structurat pentru reprezentarea cunoștințelor într-un domeniu specific. Aceste modele se bazează pe principii ale ontologiei, care este ramura filozofiei care se ocupă cu studiul ființei și al existenței, și au scopul de a defini conceptele și relațiile dintre ele într-un mod riguros și coerent. Aceste modele sunt utilizate în știința informației, în domeniul medical, în inginerie, în Web semantic și în inteligența artificială. Acestea oferă un cadru robust și formal pentru reprezentarea, organizarea și gestionarea cunoștințelor într-un mod coerent și structurat [5, 10].

Modelele de cunoștințe bazate pe rețele neuronale artificiale - sunt abordări care utilizează arhitecturile și capacitățile rețelelor neuronale pentru a reprezenta și a manipula cunoștințele. În aceste modele, cunoștințele sunt încorporate și reprezentate sub forma ponderilor și conexiunilor dintre neuronii artificiali ai rețelei. Modelele de cunoștințe bazate pe rețele neuronale artificiale sunt utilizate în învățarea automată, în inteligența artificială, în analiza datelor, în prelucrarea limbajului natural și în recunoașterea de modele și forme. Acestea oferă o modalitate puternică și flexibilă de a reprezenta, manipula și utiliza cunoștințele în sistemele informatice și în aplicațiile practice [5, 8, 10].

Modelele de cunoștințe de regresie - sunt utilizate în analiza datelor pentru a prezice sau a estima o valoare numerică pe baza altor caracteristici sau atribute cunoscute. Acest tip de modele se concentrează pe identificarea relațiilor între variabilele de intrare și variabila de ieșire, și pe construirea unei funcții matematice care poate aproxima aceste relații. Așa tip de modele sunt utilizate în analiza financiară, predicția de prețuri, previziuni meteorologice, inginerie, științe sociale și multe altele. Ele oferă o modalitate eficientă și precisă de a estima valori numerice pe baza datelor disponibile [5, 6, 8].

Modelele de cunoștințe bazate pe învățarea automată - sunt metode și tehnici utilizate pentru a extrage cunoștințe și a lua decizii pe baza datelor disponibile, folosind algoritmi și tehnologii de învățare automată. Aceste modele își îmbunătățesc performanța odată cu creșterea volumului de date pe care le primesc și învață din experiență, fără a fi nevoie de programare manuală. Modelele de cunoștințe bazate pe învățarea automată sunt utilizate în analiza datelor, în recunoașterea de modele și forme, în procesarea limbajului natural, în computer vision, în sistemele de recomandare și multe altele. Acestea oferă o modalitate puternică și eficientă de a extrage cunoștințe și de a lua decizii pe baza datelor disponibile [5].

Modelele de cunoștințe bazate pe obiecte - sunt un cadru pentru reprezentarea și gestionarea cunoștințelor într-un mod în care se reflectă structura și interacțiunile dintre obiecte sau entități. Aceste modele se concentrează pe definirea și utilizarea conceptelor de: atribute, date, relații, metode și comportament, moștenire și încapsulare, și polimorfism. Modelele de cunoștințe bazate pe obiecte sunt utilizate în programarea orientată pe obiecte, în sistemele de baze de date orientate pe obiecte, în ingineria software, în inteligența artificială și în multe altele. Ele oferă un cadru flexibil evolutiv și eficient pentru reprezentarea și gestionarea cunoștințelor într-un mod în care se reflectă natura obiectelor și relațiile dintre ele [5, 6, 11-13].

Moștenire și încapsulare. Modelele de cunoștințe bazate pe obiecte pot utiliza concepte precum moștenirea și încapsularea pentru a organiza și a gestiona cunoștințele într-un mod eficient. Moștenirea permite definirea de obiecte noi pe baza altor obiecte existente, în timp ce

încapsularea permite ascunderea detaliilor interne ale obiectelor și oferirea unei interfețe publice pentru interacțiune.

Polimorfism. Modelele de cunoștințe bazate pe obiecte pot utiliza concepte precum polimorfism care pentru a organiza și a gestiona cunoștințele într-un mod eficient oferă capacitatea obiectului de a selecta din mai multe metode, metoda corectă, în dependență de tipul de date primite în mesaj, sau altfel zis, posibilitatea de a denumi identic diferite acțiuni la diferite niveluri ale ierarhiei de clase. Polimorfismul, la general, putem spune că simplifică programarea, din motiv că selectarea acțiunii necesare se realizează automat [11, 14].

Referințe

- [1] Sudacevschi V., Ababii V., Munteanu S. Distributed Decision-Making Multi-Agent System in Multi-Dimensional Environment. *ARA Journal of Sciences*, 3/2020, pp. 74-80, ISSN 0896-1018.
- [2] Ababii V., Sudacevschi V., Munteanu S., Turcan A., Borozan O. Decision-Making Support System for Quality Smart City Services. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. Vol. 39, No 1, June 2023, pp. 450-456. ISSN: 2509-0119., DOI: 10.52155/ijpsat.v39.1.5436.
- [3] Ziziuchin A., Ababii V., Carbune V. Decision Support System for Monitoring of Patients with Diabets, In *Proceedings of Workshop on Intelligent Information Systems: WIIS-2023*, October 19-21, 2023, Chișinău, pp. 233-241, ISBN: 978-9975-68-492-7.
- [4] Melnic R., Ababii V., Sudacevschi V., Sachenko O., Borozan O., Lendiuk T. Multi-Objective Based Multi-Agent Decision-Making System. *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS-2023)*, Volume 2, September 7-9, 2023, Dortmund, Germany, pp. 834-839, ISSN: 2770-4254, ISBN: 979-8-3503-5804-9, DOI: 10.1109/IDAACS58523.2023.10348725.
- [5] Russell S., & Norvig P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Pearson.
- [6] Bratko I. (2019). *Prolog Programming for Artificial Intelligence* (4th ed.). Pearson.
- [7] Poole D., & Mackworth A. (2017). *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- [8] Hayes-Roth F., & Hayes-Roth B. (2018). A Cognitive Model of Decision Making. In *Proceedings of the Second International Conference on Artificial Intelligence Planning Systems* (pp. 244-249). AAAI Press.
- [9] Pearl J. (2018). *Causality: Models, Reasoning, and Inference* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- [10] Stachowicz A., & Ślęzak D. (2016). Rough Sets: A Tutorial. In *Foundations of Computational Intelligence Volume 6: Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications* (pp. 25-68). Springer.
- [11] Lutz M. (2019). *Learning Python* (5th Edition). O'Reilly Media.
- [12] McKinney W. (2017). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython* (2nd Edition). O'Reilly Media.
- [13] Summerfield M. (2013). *Programming in Python 3: A Complete Introduction to the Python Language* (2nd Edition). Addison-Wesley.
- [14] Vitalie Cotelea (2022). *Python: prima mea carte*.