

CZU: 004.4:007.52:378

## INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ÎN ÎNVĂȚĂMÂNT

Natalia APETRII

Universitatea de Stat din Moldova

Societatea contemporană operează zilnic cu tehnologii informaționale pentru a rezolva problemele sale stringente. Inteligența Artificială este o ramură a informaticii care a demarat tehnologiile informaționale inteligente. Aceste tehnologii au demonstrat o dezvoltare spectaculoasă în toate domeniile de activitate ale omului. Tehnologiile inteligente demonstrează putere și productivitate mare în soluționarea problemelor formulate de către utilizatorii finali. *Data Mining* reprezintă o direcție de cercetare în domeniul inteligenței artificiale. Tehnologia *Data Mining* permite explorarea cunoștințelor non-triviale în baze mari de date. Actualitatea și importanța tehnologiei *Data Mining* poate fi privită din perspectivă tehnologică și din perspectivă pedagogică. În articol sunt descrise succint direcțiile de aplicare a tehnologiei inteligente *Data Mining* și sunt prezentate modalitățile de implementare a inteligenței artificiale în învățământ.

**Cuvinte-cheie:** *intelență artificială, tehnologie informațională inteligentă, Data Mining.*

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

Contemporary society operates with information technologies daily in order to solve certain problems. Artificial Intelligence is a branch of computer science that gave rise to intelligent information technologies. These technologies have a spectacular development and application in all areas of human activity. Intelligent technologies demonstrate great power in solving the problems posed by end users with the application of specialized software. Data Mining is a field of research of artificial intelligence. Data Mining technology allows the exploration of non-trivial knowledge in the large databases. The actuality and importance of Data Mining technology can be seen from a technological and pedagogical perspectives. This article briefly describes the directions of application of Data Mining technology and presents the ways of implementing artificial intelligence in education.

**Keywords:** *artificial intelligence, intelligent information technology, Data Mining.*

## Introducere

Problemele sunt entități folosite de oameni și de tehnologiile informaționale. Fiecare om rezolvă nonstop probleme stringente referitoare la nevoile sale de existență. O parte din aceste probleme sunt rezolvate cu asistența calculatorului electronic.

Actualmente, prin termenul „tehnologie informațională” (TI) se înțelege un oarecare mijloc de prelucrare a datelor.

Tehnologiile informaționale asigură interacțiunea dintre date și utilizator.

Tehnologiile informaționale sunt *convenționale* și *inteligente*.

TI *convenționale* se bazează pe conceptele algoritm, limbaje imperative de programare și activități considerabile din partea informaticienilor, care elaborează modele, algoritmi și software comandate de către beneficiarii problemelor.

TI *inteligente* demonstrează un grad înalt de automatizare a elaborării produsului software pentru problemele utilizatorilor finali. Aceste tehnologii, automat și fără asistența obligatorie a informaticienilor, oferă și însuși utilizatorului final oportunități:

- de elaborare operativă a software aplicativ pentru rezolvarea problemei sale;
- de asistență, modificare și dezvoltare a software aplicativ.

Pentru aceste activități tehnologiile informaționale *inteligente* solicită o bază de cunoștințe în domeniul cercetat.

Termenul *intelență* provine de la latinescul *intelligenția* cu semnificația „capacitatea de a înțelege ușor și bine, de a sesiza ceea ce este esențial, de a rezolva situații sau probleme noi pe baza experienței acumulate anterior; deșteptăciune” [1].

Termenul *intelență artificială* a apărut în anii '50 ai secolului trecut, dar a căpătat popularitate în prezent datorită dezvoltării tehnologiilor noi de stocare a datelor și a algoritmilor avansați de procesare a datelor.

În informatică, *intelență artificială* (IA) este inteligența expusă de mașini, spre deosebire de inteligența naturală, expusă de oameni și de unele animale. Inteligența artificială dezvoltă sisteme tehnice capabile să rezolve probleme dificile legate de inteligența umană (adaptat după [2]).

*Inteligența Artificială* reprezintă o ramură a informaticii, cu ajutorul careia se construiesc mașini inteligente și se modelează inteligența umană.

Tehnologiile informaționale inteligente cunosc o dezvoltare spectaculoasă. În prezent nu poate fi menționat un domeniu de activitate în care inteligența artificială nu este aplicată: educație, știință, agricultură, exploatarea spațiului cosmic, energetică (inclusiv nucleară), mijloacele de transport, medicină, arheologie, lingvistică, apărarea etc.

Aducem câteva exemple de aplicații de inteligență artificială [3]:

- ✓ **Software:** asistenți personali virtuali, programe informatice de analiză a imaginilor, motoare de căutare pe internet, traducere automată, sisteme de recunoaștere vocală și facială, controlul traficului, combaterea atacurilor cibernetice, securitatea cibernetică, procesarea limbajului natural etc.
- ✓ **Inteligența artificială încorporată:** roboți, automobile, drone, locuință inteligentă etc.

Societatea actuală este de neconceput fără tehnologiile informaționale. Studentul modern este o persoană care, în viața de zi cu zi, se orientează bine în tehnologiile informaționale și în mediul virtual. Studenții utilizează diferite dispozitive precum tablete, telefoane, computere etc. ce oferă acces la internet și la tehnologiile informaționale.

Aptitudinile tinerilor legate de tehnologiile informaționale se dezvoltă în timp real. Tinerii de azi prezintă generația care *se educă și se informează singuri* prin Internet, sunt deștepți și independenți [4].

„Se consideră că fiecare generație își are propriile valori, obiective, atitudini, provocări și modele, iar caracteristicile unei generații se definesc prin expunerea la experiențe și influențe comune. Chiar dacă experiențele sunt diferite de la un spațiu cultural la altul, sociologii și psihologii contemporani vorbesc tot mai mult de trăsăturile generaționale ca despre niște repere care să ne ajute să înțelegem mai bine tinerii și, nu în ultimul rând, să adaptăm strategiile comunicaționale astfel încât procesele de formare să-și atingă scopurile” [4].

Schimbarile în lume provocate de pandemie au fortificat aplicarea tehnologiilor informaționale în domeniul afacerilor și educației. Tehnologiile informaționale au fost integrate în procesul de instruire, ceea ce a schimbat semnificativ procesul de instruire.

Putem constata formarea unei legături strânse între tehnologiile informaționale și învățământul actual, provocate de mai mulți factori, inclusiv de modul în care studenții dobândesc informații și învață. Aplicarea tehnologiilor informaționale în domeniul educației oferă studenților modalități noi și nelimitate de învățare.

### **Tehnologii informaționale inteligente**

Tehnologiile informaționale se dezvoltă continuu și într-un ritm spectaculos. De fapt, de acest ritm al progresului tehnologiilor informaționale trebuie să țină cont domeniile educaționale și economice, pentru ca aceste inovații să fie atractive pentru tineri.

Progresul tehnico-științific contribuie la dezvoltarea tehnologiilor informaționale inteligente de procesare a datelor, fără de care actualmente este imposibil de imaginat viața cotidiană și profesională a omului.

Tehnologiile informaționale moderne sunt tehnologii inteligente care s-au remarcat în ultimii ani. Procesarea datelor s-a dezvoltat evoluând de la prelucrarea statistică la prelucrarea intelectuală a datelor. Peste hotare tehnologia *Data Mining* este solicitată în activitățile economice, cercetările științifice, medicină, astronomie, progresul tehnico-științific etc.

*Data Mining* reprezintă o direcție de cercetare foarte actuală și populară în domeniul *inteligenței artificiale*. Tehnologia *Data Mining* permite *explorarea cunoștințelor/relațiilor nontriviale* necesare pentru luarea deciziilor în activitățile de administrare a afacerilor, dar și în alte domenii.

Atractivitatea tehnologiei *Data Mining* este justificată de:

- 1) prelucrarea analitică a datelor istorice acumulate în volume imense;
- 2) sfera largă de aplicare;
- 3) cunoștințele noi utile obținute prin construirea modelelor.

Tehnologia *Data Mining* este **capabilă să descopere, fără intervenția omului, legități în baze mari de date.**

În cercetarea de doctorat a fost fortificată definiția termenului *Data Mining*.

*Data Mining* reprezintă o ramură a Inteligenței Artificiale, care:

- **în volume mari de date**
- **este capabilă să descopere relații și legități non-triviale referitoare la**
- **fenomene distanțate în timp și spațiu pentru**
- **suportul deciziilor manageriale optime, orientate la economisirea considerabilă a resurselor materiale, financiare și de personal.**

Cercetătorii din domeniul inteligenței artificiale folosesc cel mai des noțiunea *raționalitate*. Aceasta se referă la *capacitatea de a alege calea cea mai bună ce trebuie urmată pentru a atinge un anumit obiectiv*, luându-se în calcul resursele disponibile și anumite criterii ce trebuie optimizate [5].

Conceptul *raționalitate limitată* a fost teoretizat de către Herbert Simon, Laureat al Premiului Nobel [6].

*Raționalitate limitată* (în origine *raționalitate mărginită*) – capacitatea unei persoane de luare a deciziilor poate fi afectată de un set de constrângeri: *lipsa de informații, distorsiunile cognitive ale decidentului sau lipsa de timp*. De aceea, persoanele care sunt împuternicite să ia decizii acceptă soluții satisfăcătoare dar nu și optime [7].

Aplicarea *noilor tehnologii inteligente* permite decidentului să depășească aceste greutăți, prezentând soluții optime ale acestor probleme extrem de dificil de rezolvat.

Herbert Simon a demonstrat că decidentul nu este capabil să ia decizia optimală în condițiile unui volum imens de date referitoare la o anumită activitate a omului. Decidentul asistat de software *Data Mining* demonstrează putere de a rezolva operativ problemele din această clasă.

*Data Mining* este o tehnologie care actualmente este inclusă în procesul de instruire în majoritatea instituțiilor superioare de peste hotare, în diferite programe de licență sau masterat, datorită solicitărilor societății.

### **Perspectivile Data Mining**

Actualitatea și importanța tehnologiei *Data Mining* poate fi privită din următoarele perspective:

- *Perspectiva tehnologică* – *Data Mining* ca inovare și întrebuințare în domeniul afacerilor;
- *Perspectiva pedagogică* – aplicarea tehnologiei *Data Mining* în învățământ.

#### *Perspectiva tehnologică*

Mediul de afaceri actual utilizează diferite pachete software, cu ajutorul cărora în fiecare zi se rezolvă o mulțime de probleme economice. Soluționarea operativă a problemelor în orice moment, totalizarea sau detalierea informației, luarea deciziilor optime sunt scopurile de bază ale aplicării tehnologiilor informaționale inteligente. Prelucrarea intelectuală a datelor cu software *Data Mining* este favorabilă pentru toate tipurile de unități economice. Domeniul afacerilor înaintea cerințe față de pregătirea specialiștilor competenți, competitivi, în domeniul economic, și anume: cunoașterea, înțelegerea, descoperirea legităților non-triviale necesare luării deciziilor corecte și operative.

#### *Perspectiva pedagogică*

Însemnătatea tehnologiei *Data Mining* pentru educație poate fi privită prin următoarele direcții:

- ✓ *Data Mining ca o disciplină nouă* care oferă instituției de învățământ promovarea instruirii individuale. Studenților le oferă oportunități:
  - (a) de formare a capacităților intelectuale de analiză a datelor
  - (b) de formare a competențelor de lucru cu software specializat *Data Mining*.
- ✓ *Data Mining ca suport de procesare a datelor create de mediul educațional*. Această direcție de cercetare poartă denumirea *Data Mining Educațional* (EDM). Scopul principal al utilizării EDM este îmbunătățirea procesului educațional. Prelucrarea datelor se realizează prin aplicarea metodelor *Data Mining* [8]. Problemele care pot fi formulate sunt: pronosticarea reușitei testării finale; identificarea domeniului de formare pe baza rezultatelor de evaluare pe discipline; analiza structurii sarcinilor educaționale; analiza evaluării lucrului individual etc. [9, p.15].
- ✓ *Data Mining ca tehnologie aplicată în pedagogie*. Se dezvoltă activ un domeniu nou numit *Pedagogie bazată pe date* (*Data Driven Pedagogy*). Această direcție aplică următoarele grupe de metode de procesare analitică:
  - 1) metode de prognozare,
  - 2) metode de descoperire a structurii,
  - 3) metode de indentificare a interdependențelor [9, p.93-94].

### **Inteligența artificială în învățământ**

Inteligența artificială „este privită ca element de bază al transformării digitale a societății cu o valoare strategică pentru educație și ca o prioritate pentru UE” [10].

În propunerile de rezoluție ale Parlamentului European putem evidenția propuneri legate de inteligența artificială [11]:

(A) ... „IA etică poate contribui la îmbunătățirea productivității muncii și la accelerarea creșterii economice”;

(X) ... „IA are un potențial deosebit de a oferi soluții la provocările de zi cu zi cu care se confruntă sectorul educației, cum ar fi personalizarea învățării, monitorizarea dificultăților de învățare, automatizarea conținutului/cunoștințelor specifice unei materii, furnizarea de formare profesională mai bună și sprijinirea tranziției către o societate digitală”;

(AB) ... „IA poate ajuta tot mai mult profesorii să-și îmbunătățească eficacitatea, permițându-le să înțeleagă mai bine metodele și stilurile de învățare ale elevilor și ajutându-i să identifice tulburările de învățare și să evalueze mai bine progresele individuale”;

(AC) „Pe piața digitală a forței de muncă din Uniune lipsesc aproape jumătate de milion de experți în științele de tip big data și legate de analiza datelor, care sunt indispensabili pentru dezvoltarea și utilizarea unei AI de calitate și de încredere”;

Modalități de implementare a inteligenței artificiale în educație sunt [5]:

- ✓ *învățare cu IA* – integrarea tehnologiilor IA în activitatea didactică, pentru a stimula învățarea elevilor și a îmbunătăți instruirea. Instrumentele și tehnologiile IA sunt create pentru firme și sectoare industriale. Acestea pot fi utilizate pentru a stimula învățarea studenților în săli de laboratoare dotate cu tehnică de calcul;
- ✓ *învățare pentru IA* – dobândirea competențelor noi necesare pentru a trăi și munci într-o lume echipată de tehnologii inteligente.
- ✓ *învățarea IA* – aplicarea competențelor specifice inteligenței artificiale pentru a folosi IA eficient și a crea noi instrumente inteligente;

„Inteligența artificială poate accelera învățarea personalizată, poate oferi evaluare și feedback continuu elevilor și poate aplica algoritmi de analiză în vederea personalizării procesului de învățare, astfel încât să poată fi adaptat, în timp real, la nevoile elevilor” [11].

Principalele sarcini *Data Mining* ce pot fi utilizate în procesarea datelor provenite din mediul educațional sunt [12, p.86-89]:

- *Clasterizarea (clustering)* – gruparea obiectelor ce au caracteristici comune. Clasterizarea poate fi aplicată cu scopul de a forma grupuri de studenți ce au caracteristici comune fiziologice, psihologice, intelectuale etc. Aceste cunoștințe pot fi utilizate la completarea grupurilor pentru instruire suplimentară, cursurile opționale, antrenamente etc.
- *Asocierea (associations)* – descoperirea dependențelor semnificative dintre evenimente. Acestea sunt capabile să determine activitățile frecventate de către studenți pentru formularea recomandărilor de participare la activitățile semnificative identificate de tehnologia dată.
- *Arborii de decizie (decision trees)* – generarea regulilor de clasificare. Adesea scopul aplicării arborilor de decizie este identificarea factorilor care influențează rezultatul activităților educaționale conform sistemului de evaluare: (a) demonstrează efect pozitiv; (b) nu influențează; (c) demonstrează efect negativ. În rezultatul analizei intelectuale a datelor se obțin reguli de clasificare. Un exemplu de regulă este următorul: „Dacă un student frecventează un curs opțional X cu reușită bună, după finalizarea studiilor studentul va fi angajat de către angajatorul X”.

În *Raportul referitor la inteligența artificială în educație, cultură și sectorul audiovizual* se menționează că „... automatizarea și dezvoltarea *inteligenței artificiale* pot schimba drastic și ireversibil ocuparea forței de muncă ... necesitatea de a crește nivelul de competențe ale viitoarei forțe de muncă ... că este important să se implementeze IA pentru a recalifica și perfecționa piața europeană a muncii în sectoarele și industriile culturale” [13].

### Concluzii

În cadrul cercetării de doctorat a fost elaborat complexul educațional electronic *Data Mining*. Acest complex reprezintă o disciplină nouă (*priemieră*), care face parte din domeniul analizei intelectuale a datelor. Tehnologiile *Data Mining* sunt menite să rezolve probleme științifice și cotidiene practice din diferite domenii de activitate umană.

Complexul educațional este format din resursele teoretice și practice, testele de evaluare, resursele informative și interactive predestinate comunicării în cadrul unei discipline. Proiectarea complexelor educaționale necesită respectarea principiilor referitoare la aspectul tehnologic și didactic.

Tehnologiile informaționale educaționale pot îmbunătăți calitatea procesului educațional.

Software *Data Mining* demonstrează o putere mare și sferă largă de rezolvare a problemelor.

*Data Mining* reprezintă o ramură a *Inteligenței Artificiale*, care în volume mari de date este susceptibilă să descopere relații și legități non-triviale referitoare la fenomene distanțate în timp și spațiu pentru suportul deciziilor manageriale optime, orientate la economisirea considerabilă a resurselor materiale, financiare și de personal.

Tehnologiile informaționale, pe de o parte, facilitează și ajută educația, iar, pe de altă parte, generează nevoia de noi competențe care trebuie să fie dezvoltate în instituțiile de învățământ. Ca urmare, introducerea noilor tehnologii în domeniul educației duce la adaptarea metodologiilor tradiționale de predare prin modernizare și inovare. Odată cu dezvoltarea tehnologiei, metodele tradiționale de predare-învățare tind să fie înlocuite cu noi strategii și resurse interactive [4].

Disciplinele opționale noi reprezintă o modalitate de a face învățământul superior mai atractiv pentru studenți. Modernizarea continuă a procesului de învățământ, introducerea formelor noi de predare vor asigura calitatea și prestigiul instituției de învățământ.

Sectoarele publice și private trebuie să profite de soluții inovatoare de inteligență artificială, precum și din aplicarea acestora în întreprinderi mici și utilizatorilor potențiali [14].

Puterea inteligenței artificiale trebuie să fie valorificată și folosită. *Creierul uman nu poate rezolva probleme de Data Mining*. Inteligența artificială poate fi prezentată printr-o anumită direcție în planul de învățământ al instituției de învățământ ca o inovare din acest domeniu. Aplicarea inteligenței artificiale în instituții superioare va schimba considerabil procesul de instruire.

Accumularea datelor din domeniul educațional a favorizat apariția *Data Mining educațional, Pedagogiei bazate pe date, Marketingului educațional*. Scopul utilizării tehnologiei informaționale inteligente *Data Mining* în învățământ este îmbunătățirea calității mediului educațional și a managementului instituțiilor educative.

#### Referințe:

1. <https://dexonline.ro/definitie/inteligen%C8%9B%C4%83>
2. *Inteligență artificială*. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Inteligen%C8%9B%C4%83\\_artificial%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/Inteligen%C8%9B%C4%83_artificial%C4%83)
3. *Ce este inteligența artificială și cum este utilizată?* [https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20200827STO85804/ce-este-inteligen%C8%9B%C4%83\\_artificial%C4%83-si-cum-este-utilizata](https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20200827STO85804/ce-este-inteligen%C8%9B%C4%83_artificial%C4%83-si-cum-este-utilizata)
4. *Ghidul profesorului în utilizarea realității virtuale în educație*. [https://www.vr-school.eu/uploads/102/RO/Module%201\\_Evolution%20of%20Technology\\_RO.pdf](https://www.vr-school.eu/uploads/102/RO/Module%201_Evolution%20of%20Technology_RO.pdf)
5. *Cum poate fi integrată inteligența artificială în educație?* <https://www.schooleducationgateway.eu/ro/pub/resources/tutorials/ai-in-education-tutorial.htm>
6. *Teoria raționalității limitate a lui Herbert Simon*. <https://ro.warbletoncouncil.org/teoria-racionalidad-limitada-herbert-simon-7662#menu-2>
7. *Raționalitate limitată*. [https://ro.frwiki.wiki/wiki/Rationalit%C3%A9\\_limit%C3%A9](https://ro.frwiki.wiki/wiki/Rationalit%C3%A9_limit%C3%A9)
8. АПЕТРИЙ, Н. Интеллектуальный анализ данных в образовании. În: *Paradigme moderne în dezvoltarea economiei naționale și mondiale. Materialele Conferinței științifice internaționale*. Chișinău: CEP USM, 2021.
9. ФИОФАНОВА, О. Анализ больших данных в сфере образования: методология и технологии: Монография. Москва: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2020. 200 с. ISBN 978-5-85006-253-8
10. IORDACHE, I. *Impactul inteligenței artificiale (IA) în educație și regândirea rolului educației în era digitală*. [https://www.geopolitic.ro/2021/11/impactul-inteligen%C8%9B%C4%83\\_artificial%C4%83-ia-educatie-si-regandirea-rolului-educatiei-era-digitala/](https://www.geopolitic.ro/2021/11/impactul-inteligen%C8%9B%C4%83_artificial%C4%83-ia-educatie-si-regandirea-rolului-educatiei-era-digitala/)
11. Raport referitor la inteligența artificială în educație, cultură și sectorul audiovizual. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127\\_RO.html#title1](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127_RO.html#title1)
12. ОВСЯНИЦКАЯ, Л. *Интеллектуальный анализ данных как составляющая педагогического управления*. <https://www.edscience.ru/jour/article/view/234/229>
13. Raport referitor la inteligența artificială în educație, cultură și sectorul audiovizual. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127\\_RO.html#title1](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127_RO.html#title1)
14. Communication from the commission. Artificial intelligence for europe. Brussels, 25.4.2018. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/?Uri=celex%3a52018dc0237&qid=1641107524111>

#### Date despre autor:

**Natalia APETRII**, doctorandă, Școala doctorală *Științe Sociale și ale Educației*, Universitatea de Stat din Moldova.

**E-mail:** nmociu@mail.ru

**ORCID:** 0000-0003-4508-2137

Prezentat la 31.03.2022