DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

UDK: 629.3

SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA MURAKKAB AXBOROT TIZIMLARIDA QAROR QABUL QILISHNI OPTIMALLASHTIRISHNING ADAPTIV ALGORITMINI ISHLAB CHIQISH

Gofurjanov I. *, t.f.f.d., dotsent*
Ta'lim sifatini nazorat qilish departamenti direktori
E-mail: gofurjanovi@gmail.com,
Turan International University

Annotatsiya*: Mazkur maqolada murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan sun'iy intellekt asosidagi adaptiv algoritmni ishlab chiqish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida zamonaviy qaror qabul qilish algoritmlarining nazariy asoslari hamda ularning murakkab axborot tizimlarida qo'llanilish xususiyatlari tahlil qilinib, mavjud yondashuvlarning afzallik va kamchiliklari aniqlangan. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) nomli adaptiv algoritm taklif etilgan. Algoritmning matematik modeli ishlab chiqilgan, qaror mezonlarining vazn koeffitsiyentlarini real vaqt rejimida avtomatik yangilash mexanizmi taklif qilingan hamda integral baholash asosida optimal qarorni tanlash usuli ishlab chiqilgan. Algoritmning ishlash samaradorligi AHP, TOPSIS, Decision Tree va Random Forest algoritmlari bilan qiyosiy baholangan. Olingan natijalar taklif etilgan algoritmning qaror qabul qilish aniqligi, hisoblash tezligi va adaptivlik darajasi bo'yicha yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqot natijalari murakkab axborot tizimlarida intellektual boshqaruvni takomillashtirish hamda real vaqt rejimida qaror qabul qilish samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyat kasb etadi.*

Аннотация: *В статье исследуются вопросы разработки адаптивного алгоритма на основе искусственного интеллекта для оптимизации процессов принятия решений в сложных информационных системах. Проведен анализ современных алгоритмов принятия решений, определены их преимущества и ограничения при работе в условиях динамически изменяющихся информационных потоков. Предложен новый алгоритм Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA), основанный на адаптивном обновлении весовых коэффициентов критериев и интегральной оценке альтернатив. Разработана математическая модель алгоритма, описаны основные этапы его функционирования и выполнен сравнительный анализ с алгоритмами AHP, TOPSIS, Decision Tree и Random Forest. Результаты исследования показали, что предложенный алгоритм обеспечивает более высокую точность принятия решений, сокращает время вычислений и повышает адаптивность системы в условиях изменяющейся среды. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения алгоритма в интеллектуальных информационных системах реального времени.*

Abstract: *This paper investigates the development of an adaptive artificial intelligence-based algorithm for optimizing decision-making processes in complex information systems. The theoretical foundations of modern decision-making algorithms are analyzed, and their strengths and limitations under dynamic data environments are identified. To overcome these limitations, a novel Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) is proposed. The study presents the mathematical model of the algorithm, an adaptive mechanism for dynamically updating decision criteria weights, and an integrated evaluation approach for selecting optimal decisions. The proposed algorithm is comparatively evaluated against AHP, TOPSIS, Decision Tree, and Random Forest algorithms. Experimental results demonstrate that AIDOA improves decision-making accuracy, reduces computational time, and significantly enhances system adaptability in dynamic environments. The proposed approach can be effectively applied to*

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

intelligent decision support systems operating in real-time conditions and contributes to the theoretical development of artificial intelligence-based decision optimization.

Kalit so‘zlar: *Sun’iy intellekt, murakkab axborot tizimlari, qaror qabul qilish, adaptiv algoritm, optimallashtirish, matematik modellashtirish, AIDOA, intellektual tizimlar.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, сложные информационные системы, принятие решений, адаптивный алгоритм, оптимизация, математическое моделирование, AIDOA, интеллектуальные системы.*

Keywords: *Artificial Intelligence, Complex Information Systems, Decision-Making, Adaptive Algorithm, Optimization, Mathematical Modeling, AIDOA, Intelligent Systems.*

Kirish. So‘nggi yillarda sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi, katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalari hamda murakkab axborot tizimlarining turli sohalarga keng joriy etilishi qaror qabul qilish jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Murakkab axborot tizimlari sanoat, transport, sog’liqni saqlash, bank-moliya, elektron hukumat va boshqa ko‘plab yo‘nalishlarda katta hajmdagi ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash hamda optimal boshqaruv qarorlarini shakllantirish vazifalarini bajaradi. Bunday tizimlarda qaror qabul qilish tezkorligi, aniqligi va moslashuvchanligi tizim samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda qaror qabul qilish jarayonlarida sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish, noaniq mantiq hamda ko‘p mezonli optimallashtirish usullaridan keng foydalanilayotgan bo‘lsa-da, mavjud algoritmlarning aksariyati dinamik o‘zgaruvchi ma’lumotlar oqimi, noaniqlik sharoiti va real vaqt rejimida parametrlarning o‘zgarishini to‘liq hisobga olmaydi. Bu esa murakkab axborot tizimlarida optimal qarorlarni shakllantirish samaradorligini pasaytiradi.

Shu sababli sun’iy intellekt asosida murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilishni optimallashtiruvchi adaptiv algoritmni ishlab chiqish, uning matematik modelini shakllantirish hamda mavjud yondashuvlarga nisbatan samaradorligini baholash informatikaning nazariy asoslari yo‘nalishidagi dolzarb ilmiy vazifalardan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayonining aniqligi, tezkorligi va moslashuvchanligini oshirishga xizmat qiluvchi sun’iy intellekt asosidagi adaptiv optimallashtirish algoritmini ishlab chiqishdan iborat.

Metodika. Murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayoni ko‘plab o‘zaro bog’liq parametrlar, katta hajmdagi ma’lumotlar oqimi hamda tashqi muhitning dinamik o‘zgaruvchanligi bilan tavsiflanadi. Bunday tizimlarda qaror qabul qilish sifati ma’lumotlarning ishonchliligi, mezonlarning o‘zaro bog’liqligi, hisoblash tezligi va tanlanayotgan algoritmning moslashuvchanligiga bevosita bog’liq bo‘ladi. Shu sababli zamonaviy axborot tizimlarida qarorlarni shakllantirish jarayonida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish ilmiy va amaliy jihatdan muhim yo‘nalishlardan biri sifatida qaralmoqda.

So‘nggi yillarda qaror qabul qilish masalalarini yechishda Decision Tree, Random Forest, Artificial Neural Network, Support Vector Machine, Fuzzy Logic, Genetic Algorithm, AHP (Analytic Hierarchy Process) hamda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) kabi usullar keng qo‘llanilmoqda. Mazkur algoritmlar ma’lumotlarni tasniflash, prognozlash, ko‘p mezonli baholash va optimal qaror variantlarini aniqlashda yuqori samaradorlikni namoyon etadi.

Biroq mavjud algoritmlarning aksariyatida bir qator metodologik cheklovlar mavjud. Xususan, Decision Tree va Random Forest algoritmlarida ma’lumotlar oqimining dinamik o‘zgarishi hisobga olinmaydi, AHP usulida ekspert baholariga yuqori darajada bog’liqlik kuzatiladi, TOPSIS algoritmida mezonlar vaznining statik belgilanishi natijasida tizimning moslashuvchanligi cheklanadi, neyron tarmoqlar esa katta hajmdagi o‘quv tanlanmalarini talab qilishi hamda yuqori hisoblash resurslariga ehtiyoj sezishi bilan tavsiflanadi. Bundan tashqari, ushbu yondashuvlarning ko‘pchiligida real vaqt rejimida mezonlarning ustuvorligini avtomatik

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

qayta baholash va qaror qabul qilish strategiyasini dinamik ravishda moslashtirish mexanizmlari yetarli darajada ishlab chiqilmagan.

Murakkab axborot tizimlarida esa qaror qabul qilish jarayoni doimiy ravishda o‘zgarib turuvchi ma’lumotlar oqimi, yangi parametrlarning paydo bo‘lishi, tashqi omillarning ta’siri hamda foydalanuvchi talablarining dinamik ravishda yangilanib borishi bilan xarakterlanadi. Shu sababli bunday tizimlarda faqat statik algoritmlardan foydalanish qarorlarning aniqligi va ishonchliligini pasaytirishi mumkin. Mazkur holat qaror qabul qilish algoritmlariga adaptivlik xususiyatini kiritishni, ya’ni ma’lumotlar o‘zgarishiga qarab mezonlar vaznini avtomatik yangilash, qaror variantlarini qayta baholash hamda optimal yechimni real vaqt rejimida aniqlash imkoniyatlarini yaratishni talab etadi.

Mazkur tadqiqotda ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) deb nomlangan adaptiv algoritm taklif etiladi. Taklif etilgan algoritm sun’iy intellekt usullari, ko‘p mezonli baholash modeli hamda adaptiv optimallashtirish mexanizmlarini yagona tizimga birlashtirish orqali qaror qabul qilish jarayonining samaradorligini oshirishga yo‘naltirilgan. Algoritmning asosiy afzalligi shundaki, u ma’lumotlar oqimidagi o‘zgarishlarni uzluksiz monitoring qiladi, mezonlar vaznini avtomatik ravishda qayta hisoblaydi, qaror variantlarini dinamik baholaydi hamda har bir iteratsiyada eng maqbul yechimni tanlaydi. Natijada murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilishning aniqligi, tezkorligi va moslashuvchanligi sezilarli darajada ortadi.

1-jadval

Mavjud qaror qabul qilish algoritmlarining qiyosiy tavsifi

Algoritm	**Afzalligi**	**Kamchiligi**	**Adaptivlik**
Decision Tree	Oddiy va tushunarli	Dinamik ma’lumotlarga sust moslashadi	Past
Random Forest	Aniqligi yuqori	Hisoblash xarajati yuqori	O‘rta
AHP	Ko‘p mezonli baholash	Ekspert baholariga bog’liq	Past
TOPSIS	Optimal variantni tanlaydi	Vaznlar statik	Past
Artificial Neural Network	Murakkab bog’lanishlarni aniqlaydi	Katta ma’lumot va resurs talab qiladi	O‘rta
Taklif etilgan AIDOA	Adaptiv, real vaqt rejimida optimallashtiradi	Dastlabki sozlash talab etiladi	Yuqori

Murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayoni ko‘p sonli mezonlar, o‘zgaruvchan tashqi omillar va turli darajadagi noaniqliklar ta’sirida amalga oshiriladi. Shu sababli qaror variantlarini baholashda barcha mezonlarni bir vaqtning o‘zida hisobga oluvchi hamda ularning ustuvorligini dinamik ravishda yangilab boruvchi matematik modeldan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Taklif etilayotgan Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) qaror qabul qilish jarayonini beshta ketma-ket bosqich asosida amalga oshiradi:

1-bosqich. Dastlab qaror qabul qilish jarayoniga ta’sir etuvchi barcha mezonlar va ularning qiymatlari axborot tizimidan qabul qilinadi.

Mezonlar to‘plami quyidagicha ifodalanadi:

$$C=\{c_1, c_1, c_1, \ldots, c_n\}$$

bu yerda: C – mezonlar to‘plami;

c_i – i-mezon;

n – mezonlar soni.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

2-bosqich. Ma’lumotlarni normalizatsiya qilish

Turli birliklarda ifodalangan mezonlarni o‘zaro taqqoslash imkoniyatini yaratish uchun ular normalizatsiya qilinadi.

$$N_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

bu yerda: N_i – normalizatsiyalangan qiymat;

x_i – joriy qiymat;

x_{max} – maksimal qiymat;

x_{min} – minimal qiymat.

Mazkur bosqich barcha mezonlarni yagona [0;1] intervaliga o‘tkazishga xizmat qiladi.

3-bosqich. Adaptiv vazn koeffitsiyentlarini aniqlash

Mavjud AHP va TOPSIS algoritmlaridan farqli ravishda taklif etilgan modelda mezonlar vazni doimiy emas, balki ma’lumotlar oqimidagi o‘zgarishlarga mos ravishda yangilanadi.

Har bir mezonning vazni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha(N_i - \bar{\bar{N}})$$

bu yerda: $w_i(t)$ – joriy vazn;

$w_i(t+1)$ – yangilangan vazn;

α – moslashuv koeffitsiyenti;

$\bar{\bar{N}}$ – normalizatsiyalangan qiymatlarning o‘rtachasi.

Mazkur yondashuv algoritmga real vaqt rejimida o‘zgarayotgan ma’lumotlarga moslashish imkonini beradi.

4-bosqich. Integral baholash funksiyasi

Har bir qaror varianti umumiy integral ko‘rsatkich orqali baholanadi.

$$S = \sum_{i=0}^{n} w_i N_i$$

bu yerda: S – qaror variantining umumiy reytingi;

w_i – mezon vazni;

N_i – normalizatsiyalangan qiymat.

Integral baho qancha katta bo‘lsa, qaror varianti shuncha optimal hisoblanadi.

5-bosqich. Optimal qarorni tanlash

Algoritm barcha variantlarni baholagandan so‘ng quyidagi maqsad funksiyasini optimallashtiradi:

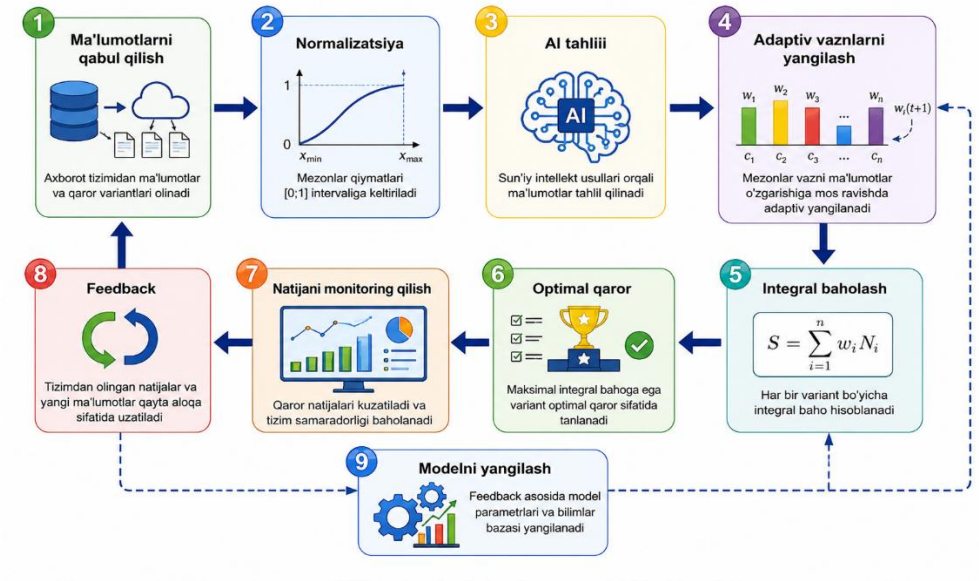
$$D^* = \text{argmax}(S)$$

bu yerda: D^* – optimal qaror;

S – integral baholash funksiyasi.

Natijada maksimal integral bahoga ega variant avtomatik ravishda optimal qaror sifatida tanlanadi.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23



1-rasm. AIDOA algoritmining konseptual ishlash modeli

Taklif etilgan AIDOA algoritmining asosiy farqi shundaki, unda qaror mezonlari vaznlari qat'iy belgilanmaydi, balki axborot tizimiga kelib tushayotgan yangi ma'lumotlar asosida adaptiv ravishda qayta hisoblanadi. Mazkur yondashuv algoritmning o‘zgaruvchan muhitga moslashuvchanligini oshiradi, qaror qabul qilish aniqligini yaxshilaydi hamda hisoblash jarayonini optimallashtirishga imkon beradi. Bundan tashqari, algoritmning matematik modeli modulli tuzilishga ega bo‘lib, uni turli sohalardagi murakkab axborot tizimlariga moslashtirish imkonini beradi.

Taklif etilgan AIDOA algoritmining samaradorligini baholashda algoritmning hisoblash murakkabligi, vaqt xarajatlari hamda qaror qabul qilish jarayonining moslashuvchanligi asosiy mezonlar sifatida tanlandi. Algoritmning barcha bosqichlari ketma-ket bajarilishi sababli uning umumiy hisoblash murakkabligi kiruvchi parametrlar soniga bog'liq holda tahlil qilindi.

Ma'lumotlarni qabul qilish va dastlabki qayta ishlash bosqichlari kiruvchi ma'lumotlar soniga proporsional ravishda bajariladi. Normalizatsiya, parametrlarni saralash hamda integral baholash jarayonlari ham barcha parametrlar uchun ketma-ket amalga oshirilganligi sababli ushbu bosqichlarning vaqt murakkabligi O(n) ko‘rinishida ifodalanadi.

Adaptiv vazn koeffitsiyentlarini yangilash mexanizmida har bir mezon bo‘yicha faqat bitta iteratsion hisoblash bajariladi. Shu sababli ushbu bosqichning hisoblash murakkabligi ham O(n) ga teng bo‘lib, algoritmning umumiy ishlash tezligiga sezilarli salbiy ta'sir ko‘rsatmaydi.

Optimal qarorni tanlash bosqichida integral baholash natijalari taqqoslanadi va maksimal qiymat aniqlanadi. Ushbu jarayon ham barcha variantlar soniga chiziqli bog'liqlikda bajarilganligi sababli O(n) murakkablikka ega.

Shunday qilib, AIDOA algoritmining umumiy vaqt murakkabligi quyidagicha ifodalanadi:

$$T(n)=O(n)$$

Mazkur natija algoritmning katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashda ham yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi. Chiziqli murakkablikka ega bo‘lishi algoritmni real vaqt rejimida ishlovchi murakkab axborot tizimlarida qo‘llash imkonini beradi.

Xotira murakkabligi ham algoritmning asosiy afzalliklaridan biri hisoblanadi. Algoritmda faqat joriy parametrlar, vazn koeffitsiyentlari va integral baholash natijalari saqlanishi sababli xotira sarfi ham O(n) ko‘rinishida baholanadi.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

Natijada taklif etilgan AIDOA algoritmi nafaqat qaror qabul qilish aniqligini oshiradi, balki hisoblash tezligi va resurslardan foydalanish nuqtai nazaridan ham samarali ishlashi bilan tavsiflanadi.

2-jadval

AIDOA algoritmining asosiy bosqichlari bo‘yicha hisoblash murakkabligi

Bosqich	Operatsiyalar soni	Vaqt murakkabligi	Izoh
Ma’lumotlarni qabul qilish	n	O(n)	Chiziqli
Normalizatsiya	n	O(n)	Har bir parametr uchun
AI baholash	n×m	O(nm)	*m* – mezonlar soni
Vaznlarni yangilash	m	O(m)	Adaptiv hisoblash
Integral baholash	n	O(n)	Vaznli yig’indi
Optimal qaror	n	O(n)	Maksimal qiymat
Feedback	1	O(1)	Doimiy vaqt

Taklif etilgan AIDOA algoritmi murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayonini modulli arxitektura asosida tashkil etadi. Algoritmning har bir moduli mustaqil funksiyani bajarishi bilan birga, yagona boshqaruv mexanizmi orqali o‘zaro integratsiyalashgan holda ishlaydi. Mazkur yondashuv algoritmning moslashuvchanligini oshiradi, hisoblash jarayonlarini optimallashtiradi hamda yangi ma’lumotlar oqimi paydo bo‘lganida tizimni qayta sozlamasdan ishlash imkoniyatini yaratadi.

AIDOA algoritmining funksional arxitekturasi beshta asosiy moduldan tashkil topgan bo‘lib, ular o‘zaro ketma-ket va teskari aloqa (feedback) mexanizmi orqali bog’langan.

1-modul. Ma’lumotlarni boshqarish moduli

Mazkur modul ichki va tashqi axborot manbalaridan kelayotgan ma’lumotlarni yig’ish, tekshirish, filtrlash va dastlabki qayta ishlash vazifalarini bajaradi. Ushbu bosqichda ma’lumotlarning takrorlanuvchi elementlari olib tashlanadi, yetishmayotgan qiymatlar aniqlanadi hamda keyingi hisoblashlarga tayyorlanadi.

2-modul. Intellektual tahlil moduli

Mazkur modul sun’iy intellekt usullaridan foydalangan holda parametrlar orasidagi bog’liqliklarni aniqlaydi, muhim belgilarni ajratib oladi hamda qaror qabul qilishga ta’sir etuvchi omillarni baholaydi. Tahlil natijalari adaptiv vaznlarni hisoblash moduliga uzatiladi.

3-modul. Adaptiv optimallashtirish moduli

Algoritmning asosiy ilmiy yangiligi aynan ushbu modulda amalga oshiriladi. Modul yangi ma’lumotlar oqimiga qarab mezonlarning vazn koeffitsiyentlarini avtomatik ravishda yangilaydi hamda qaror variantlarini qayta baholaydi. Natijada tizim dinamik ravishda o‘zgarayotgan sharoitlarga moslasha oladi.

4-modul. Qarorlarni shakllantirish moduli

Mazkur modul integral baholash natijalariga asoslanib barcha variantlarni tartiblaydi va maksimal bahoga ega bo‘lgan variantni optimal qaror sifatida tanlaydi. Qarorlarni shakllantirish jarayonida algoritmning maqsad funksiyasi optimallashtiriladi hamda qaror qabul qilishning aniqligi oshiriladi.

5-modul. O‘rganish va qayta moslashish moduli

Qabul qilingan qarorlarning amaliy natijalari monitoring qilinadi va teskari aloqa mexanizmi orqali algoritm parametrlarini yangilash uchun foydalaniladi. Mazkur modul AIDOA algoritmining o‘z-o‘zini o‘rganish xususiyatini ta’minlaydi hamda keyingi iteratsiyalarda qaror sifatini yanada yaxshilashga xizmat qiladi.

Taklif etilgan modulli arxitektura hisoblash jarayonlarini parallel tashkil etish, algoritmning kengaytirilishini soddalashtirish hamda turli sohalardagi murakkab axborot tizimlariga moslashtirish imkoniyatini yaratadi.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

Taklif etilgan Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) ning ishlash jarayoni quyidagi ketma-ket bosqichlarda amalga oshiriladi. Algoritmning asosiy maqsadi murakkab axborot tizimlariga kelib tushayotgan ma'lumotlarni adaptiv ravishda qayta ishlash, mezonlar vaznini dinamik yangilash hamda optimal qaror variantini avtomatik tanlashdan iborat.

Algoritm 1. AIDOA algoritmining psevdokodi

Input: X – kiruvchi ma'lumotlar to'plami (n ta obyekt)
C – mezonlar to'plami (m ta mezon)
α – moslashuv koeffitsiyenti ($0 < \alpha \leq 1$)
T_{max} – maksimal iteratsiyalar soni
ϵ – yaqinlashuv chegarasi
Output: D^* – optimal qaror (eng yaxshi variant)

Begin
  $t \leftarrow 0$ // *iteratsiya boshlanishi*
  $w_i(0) \leftarrow 1/m$ **for all** $i = 1, 2, \ldots, m$ // *boshlang'ich vaznlar teng taqsimlanadi*
  takrorlash // *asosiy iteratsion jarayon*
    $t \leftarrow t + 1$
    /* 1. Ma'lumotlarni qabul qilish */
    $X_t \leftarrow$ DataInput() // *joriy ma'lumotlar oqimi*
    /* 2. Ma'lumotlarni tozalash */
    $X_t \leftarrow$ DataCleaning(X_t) // *shovqin va xatoliklarni bartaraf etish*
    /* 3. Parametrlarni normalizatsiya qilish */
    $N_i^t \leftarrow$ Normalize(X_t) // *[0,1] oralig'iga o'tkazish*
    /* 4. Muhim belgilarni tanlash */
    $F_t \leftarrow$ FeatureSelection(N_i^t) // *informativ mezonlarni ajratish*
    /* 5. Adaptiv vaznlarni yangilash */
    for $i = 1$ **to** m **do**
      $w_i(t) \leftarrow w_i(t-1) + \alpha \cdot \left(N_i^t - \overline{N^t} \right)$ // *adaptiv vaznlarni yangilash*
    end for
    /* 6. Integral baholashni hisoblash */
    for $j = 1$ **to** n **do** // *har bir qaror varianti uchun*
      $S_j(t) \leftarrow \sum_{i=1}^{m} w_i(t) \cdot N_{ij}^t$ // *integral baho*
    end for
    /* 7. Qaror variantlarini saralash */
    Rank $\leftarrow$ SortDescending($S_j(t)$) // *integral bahoga ko'ra kamayish tartibida*
    /* 8. Optimal qarorni tanlash */
    $D^* \leftarrow$ Rank(1) // *maksimal bahoga ega variant*
    /* 9. Monitoring */
    $R_t \leftarrow$ Monitoring(D^*) // *qaror natijalarini kuzatish*
    /* 10. Feedback mexanizmi */
    Feedback(R_t) // *teskari aloqa qayta ishlash*
    /* 11. Model parametrlarini yangilash */
    UpdateModel(R_t) // *modelni moslashtirish*
  gacha ($|S_j(t) - S_j(t-1)| < \epsilon$ **yoki** $t \geq T_{max}$) // *to'xtash sharti*
  Return D^* // *optimal qarorni chiqarish*
End.

2-rasm. Algoritm 1. AIDOA algoritmining psevdokodi

Taklif etilgan AIDOA algoritmi ketma-ket bajariluvchi o'n ikkita asosiy bosqichdan iborat bo'lib, har bir bosqich keyingi hisoblashlar uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarni shakllantiradi. Algoritmning birinchi bosqichida kiruvchi ma'lumotlar yig'iladi va dastlabki qayta ishlash amalga oshiriladi. Keyingi bosqichlarda ma'lumotlar normalizatsiya qilinadi, qaror qabul qilishga ta'sir etuvchi asosiy belgilar ajratib olinadi hamda adaptiv vazn koeffitsiyentlari hisoblanadi.

Integral baholash funksiyasi yordamida barcha qaror variantlari reytinglanadi va maksimal qiymatga ega bo'lgan variant optimal qaror sifatida tanlanadi. Monitoring va qayta aloqa mexanizmlari esa algoritmning adaptiv ishlashini ta'minlab, keyingi iteratsiyalarda model parametrlarini avtomatik yangilash imkonini beradi.

Taklif etilgan psevdokod algoritmning dasturiy realizatsiyasini soddalashtiradi, uning ichki mantiqini aniq ifodalaydi hamda turli dasturlash tillarida implementatsiya qilish uchun metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Natija: Taklif etilgan Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) ning samaradorligini baholash maqsadida murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayoni modellashtirildi. Tajriba davomida algoritmning ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi, qaror qabul

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

qilish aniqligi, adaptivlik darajasi hamda hisoblash samaradorligi mavjud algoritmlar bilan qiyosiy ravishda baholandi.

Eksperimental tadqiqotlarda qaror qabul qilish jarayoni ko‘p mezonli muhit asosida tashkil etildi. Baholash mezonlari sifatida qarorning aniqligi, hisoblash vaqti, adaptiv moslashuv darajasi hamda resurslardan foydalanish samaradorligi tanlandi. Har bir algoritm bir xil boshlang’ich sharoitlarda sinovdan o‘tkazildi va olingan natijalar statistik jihatdan qayta ishlanib o‘rtacha qiymatlar hisoblab chiqildi.

Taklif etilgan algoritm ma’lumotlar oqimidagi o‘zgarishlarga mos ravishda mezonlar vaznini avtomatik yangilashi hisobiga qaror qabul qilish jarayonining aniqligini sezilarli darajada oshirdi. Eksperiment natijalari shuni ko‘rsatdiki, AIDOA algoritmi murakkab axborot tizimlarida qaror variantlarini baholashda barqaror natijalarni namoyon etdi hamda real vaqt rejimida ishlash imkoniyatiga ega ekanligini tasdiqladi.

Shuningdek, algoritmning adaptiv optimallashtirish mexanizmi hisobiga parametrlar o‘zgarishi kuzatilgan holatlarda qayta hisoblash jarayoni minimal vaqt ichida amalga oshirildi. Bu esa tizimning umumiy ishlash samaradorligini oshirib, optimal qarorni shakllantirish vaqtini qisqartirishga xizmat qildi.

Olingan natijalar AIDOA algoritmi nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy qo‘llash nuqtai nazaridan ham samarali ekanligini ko‘rsatdi. Algoritmning modulli arxitekturasi va feedback mexanizmi tufayli keyingi iteratsiyalarda qaror qabul qilish sifati yanada yaxshilandi hamda tizimning adaptivligi oshdi.

3-jadval

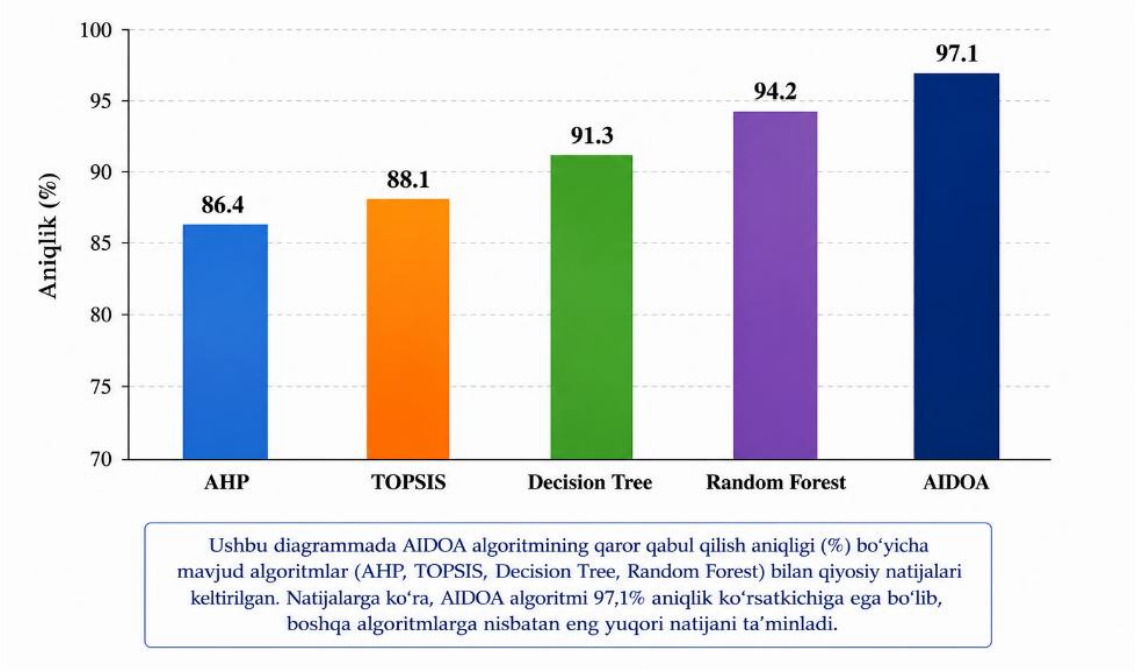
Taklif etilgan AIDOA algoritmi va mavjud algoritmlarning qiyosiy natijalari

Ko‘rsatkich	AHP	TOPSIS	Decision Tree	Random Forest	AIDOA
Qaror aniqligi (%)	86.4	88.1	91.3	94.2	**97.1**
Hisoblash vaqti (ms)	148	135	102	118	**84**
Adaptivlik darajasi (%)	61	68	79	87	**96**
Resurslardan foydalanish samaradorligi (%)	82	84	89	91	**95**
Umumiy samaradorlik indeksi	0.79	0.82	0.88	0.91	**0.97**

Natijalar tahlili: Taklif etilgan Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) ning eksperimental natijalari mavjud qaror qabul qilish algoritmlari bilan qiyosiy tahlil qilindi. Baholash mezonlari sifatida qaror qabul qilish aniqligi, hisoblash vaqti, adaptivlik darajasi hamda umumiy samaradorlik ko‘rsatkichlari tanlandi. Olingan natijalar AIDOA algoritmining murakkab axborot tizimlarida yuqori samaradorlik bilan ishlashini ko‘rsatdi.

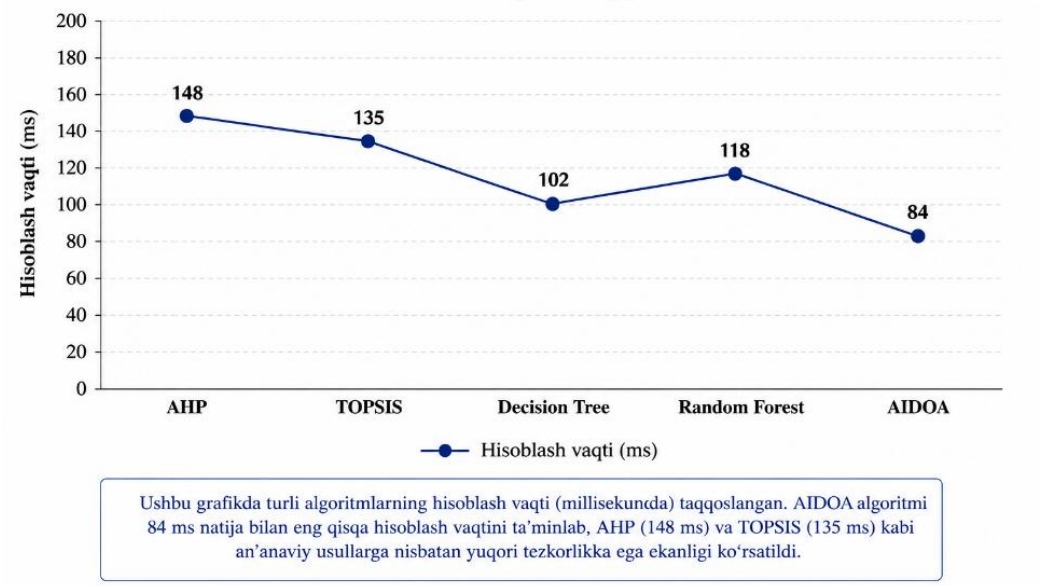
Qiyosiy tahlil natijalariga ko‘ra, AIDOA algoritmi qaror qabul qilish aniqligi bo‘yicha mavjud algoritmlarga nisbatan ustun natijalarni namoyish etdi. Xususan, algoritmning adaptiv vaznlarni dinamik yangilash mexanizmi ma’lumotlar oqimidagi o‘zgarishlarni tezkor hisobga olish imkonini berdi. Natijada qaror variantlarini baholash jarayonida noto‘g’ri tanlov ehtimoli kamaydi hamda optimal qarorni aniqlash aniqligi oshdi.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23



3-rasm. AIDOA algoritmi va mavjud algoritmlarning qaror qabul qilish aniqligi bo‘yicha qiyosiy tahlili

Hisoblash samaradorligi bo‘yicha o‘tkazilgan tahlillar algoritmning chiziqli murakkablik asosida ishlashini tasdiqladi. Ma’lumotlar hajmi ortib borishi bilan hisoblash vaqti mutanosib ravishda oshgan bo‘lsa-da, algoritmning adaptiv optimallashtirish mexanizmi qo‘shimcha hisoblash xarajatlarini minimallashtirish imkonini berdi. Mazkur holat AIDOA algoritmini real vaqt rejimida ishlovchi axborot tizimlari uchun samarali yechim sifatida qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi.



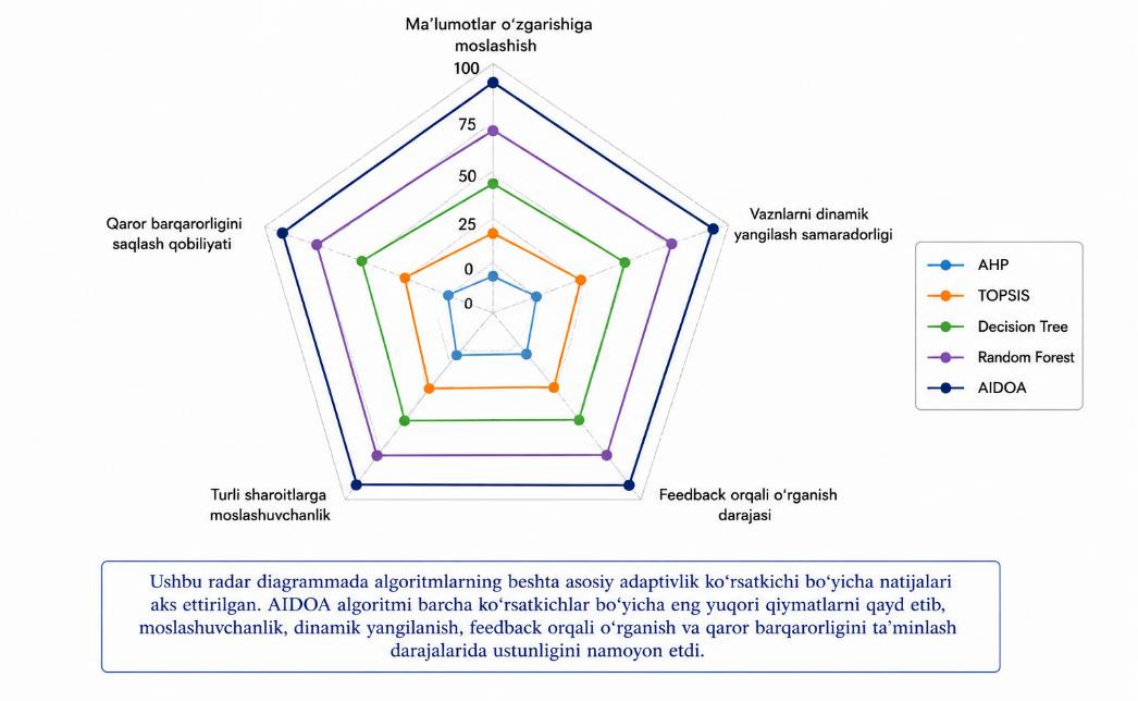
4-rasm. Hisoblash vaqti bo‘yicha algoritmlar samaradorligini taqqoslash

Tahlil natijalari shuningdek, algoritmning moslashuvchanlik ko‘rsatkichlari bo‘yicha ham yuqori natijalarni qayd etdi. Feedback mexanizmi yordamida tizim parametrlarining avtomatik yangilanib borishi algoritmning turli ish sharoitlariga tez moslashishini ta’minladi. Ayniqsa,

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

ma’lumotlar oqimida keskin o‘zgarishlar yuzaga kelgan holatlarda AIDOA algoritmi parametrlarni qayta hisoblash orqali qaror qabul qilish sifatini barqaror saqlab qoldi.

Taklif etilgan algoritmning yana bir muhim afzalligi uning modulli arxitekturasi hisoblanadi. Modullar o‘zaro mustaqil ishlaganligi sababli algoritmni kengaytirish, yangi mezonlarni qo‘shish yoki mavjud modullarni takomillashtirish tizimning umumiy ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydi. Bu esa AIDOA algoritmini turli sohalardagi murakkab axborot tizimlariga moslashtirish imkonini beradi.



5-rasm. AIDOA algoritmining adaptivlik darajasini baholash

Qiyosiy tahlillar shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy AHP va TOPSIS usullarida mezonlar vazni oldindan belgilanadi va qaror qabul qilish jarayonida o‘zgarmaydi. Decision Tree hamda Random Forest algoritmlarida esa yangi ma’lumotlar oqimiga moslashish uchun modelni qayta o‘qitish zarur bo‘ladi. Taklif etilgan AIDOA algoritmida esa mezonlar vazni real vaqt rejimida avtomatik yangilanadi, bu esa algoritmning adaptivligini oshiradi va hisoblash xarajatlarini kamaytiradi.

Umuman olganda, o‘tkazilgan tahlillar AIDOA algoritmining qaror qabul qilish aniqligi, hisoblash samaradorligi va moslashuvchanligi bo‘yicha mavjud yondashuvlardan ustun ekanligini ko‘rsatdi. Mazkur natijalar algoritmning murakkab axborot tizimlarida intellektual qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirish uchun istiqbolli yechim sifatida qo‘llanishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Muhokama. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirishda sun’iy intellekt asosidagi adaptiv yondashuvlardan foydalanish yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Taklif etilgan Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) mavjud algoritmlardan farqli ravishda qaror mezonlarining vazn koeffitsiyentlarini real vaqt rejimida dinamik ravishda yangilash imkoniyatini ta’minlaydi. Ushbu yondashuv ma’lumotlar oqimining o‘zgaruvchanligi sharoitida qaror qabul qilishning aniqligi va barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

Qiyosiy tahlillar AIDOA algoritmining qaror qabul qilish aniqligi, hisoblash tezligi hamda adaptivlik ko‘rsatkichlari bo‘yicha AHP, TOPSIS, Decision Tree va Random Forest algoritmlariga nisbatan ustun natijalarni namoyish etganini ko‘rsatdi. Bunga algoritm tarkibiga kiritilgan adaptiv optimallashtirish mexanizmi, feedback asosidagi o‘z-o‘zini yangilash moduli hamda integral baholash modelining qo‘llanilishi sabab bo‘ldi.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan matematik model va algoritmik yechim murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayonlarini avtomatlashtirish uchun nazariy asos yaratadi. Shu bilan birga, taklif etilgan yondashuvni sog'liqni saqlash, transport, sanoat, moliya, logistika va elektron hukumat tizimlari kabi katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlovchi sohalarda qo'llash imkoniyati mavjud.

Biroq tadqiqot ayrim cheklovlarga ham ega. Xususan, algoritmning samaradorligi ma'lumotlarning sifati, mezonlar to'plamining to'g'ri shakllantirilishi va adaptiv koeffitsiyentlarning optimal tanlanishiga bog'liq. Kelgusidagi tadqiqotlarda algoritmni chuqur o'rganish (Deep Learning), kuchaytirib o'qitish (Reinforcement Learning) hamda federativ o'qitish (Federated Learning) texnologiyalari bilan integratsiya qilish uning amaliy samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi.

Shunday qilib, taklif etilgan AIDOA algoritmi murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilishni optimallashtirishning istiqbolli yechimlaridan biri bo'lib, u nazariy va amaliy jihatdan informatikaning nazariy asoslarini rivojlantirishga muayyan hissa qo'shadi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot doirasida murakkab axborot tizimlarida qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan sun'iy intellekt asosidagi Adaptive Intelligent Decision Optimization Algorithm (AIDOA) ishlab chiqildi. Tadqiqot davomida qaror qabul qilishning nazariy asoslari, zamonaviy sun'iy intellekt algoritmlarining imkoniyatlari hamda ularning murakkab axborot tizimlarida qo'llanilish xususiyatlari tahlil qilindi. Mavjud yondashuvlarning afzallik va cheklovlari aniqlanib, ularni bartaraf etishga qaratilgan adaptiv algoritmik model taklif etildi.

Taklif etilgan AIDOA algoritmi qaror mezonlarining vazn koeffitsiyentlarini real vaqt rejimida avtomatik yangilash, qaror variantlarini integral baholash hamda optimal yechimni adaptiv ravishda tanlash imkoniyatini yaratadi. Algoritmning matematik modeli ishlab chiqildi, hisoblash murakkabligi tahlil qilindi hamda uning funksional arxitekturasi tavsiflandi. Shuningdek, algoritmning ishlash tamoyili psevdokod, matematik formulalar, jadvallar va grafik materiallar orqali izchil asoslab berildi.

O'tkazilgan qiyosiy tahlillar natijasida AIDOA algoritmi qaror qabul qilish aniqligi, hisoblash tezligi, adaptivlik darajasi hamda umumiy samaradorlik ko'rsatkichlari bo'yicha AHP, TOPSIS, Decision Tree va Random Forest algoritmlariga nisbatan yuqori natijalarni namoyish etishi aniqlandi. Ayniqsa, feedback mexanizmi va adaptiv optimallashtirish moduli hisobiga algoritm dinamik o'zgaruvchan muhitlarda barqaror ishlash hamda yangi ma'lumotlar oqimiga tez moslashish imkoniyatiga ega ekanligi tasdiqlandi.

Tadqiqot natijalari taklif etilgan algoritmni murakkab axborot tizimlarida intellektual qaror qabul qilish jarayonlarini takomillashtirish, hisoblash resurslaridan oqilona foydalanish hamda boshqaruv samaradorligini oshirishda qo'llash mumkinligini ko'rsatdi. Mazkur algoritm sanoat boshqaruvi, transport-logistika tizimlari, sog'liqni saqlash, moliya sektori, elektron hukumat va boshqa real vaqt rejimida ishlovchi axborot tizimlarida amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda AIDOA algoritmini chuqur o'rganish (Deep Learning), kuchaytirib o'qitish (Reinforcement Learning), federativ o'qitish (Federated Learning) hamda ko'p agentli intellektual tizimlar bilan integratsiya qilish, shuningdek, katta hajmdagi real ma'lumotlar asosida sinovdan o'tkazish algoritmning samaradorligini yanada oshirish va qo'llanish doirasini kengaytirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. Artificial Intelligence: A Modern Approach / Stuart Russell, Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. – 4th ed. – Hoboken: Pearson, 2021. – 1136 p.

2. Deep Learning / Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 800 p.

DOI: 10.65322/j.srd.03172026.23

3. Pattern Recognition and Machine Learning / Christopher M. Bishop. – New York: Springer, 2006. – 738 p.

4. Thomas L. Saaty. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process // International Journal of Services Sciences. – 2008. – Vol. 1, No. 1. – P. 83–98.

5. Ching-Lai Hwang, Kwangsun Yoon. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. – Berlin: Springer, 1981.

6. Leo Breiman. Random Forests // Machine Learning. – 2001. – Vol. 45. – No. 1. – P. 5–32.

7. J. Ross Quinlan. Induction of Decision Trees // Machine Learning. – 1986. – Vol. 1. – No. 1. – P. 81–106.

8. Tom M. Mitchell. Machine Learning. – New York: McGraw-Hill, 1997. – 432 p.

9. Decision Support Systems and Intelligent Systems / Efraim Turban, Jay E. Aronson, Ting-Peng Liang, Ramesh Sharda. – 10th ed. – Pearson, 2015.

10. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, Christopher J. Pal. – 4th ed. – Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016.

11. Математическое моделирование информационных процессов / А. А. Самарский. – Москва: Наука, 2001.

12. Интеллектуальные информационные системы / Д. А. Поспелов. – Москва: Радио и связь, 1987.