

**ANFIS ARXITEKTURASI VA QAT'IYMAS GIBRID KLASSIFIKATORLAR:
SUN'IY INTELEKT SOHASIDAGI QO'LLANILISHLARI VA
IMKONIYATLARI****Komilova Zulxumor Xokimovna**

Farg'ona davlat universiteti o'qituvchi

Rustamova Xusnida Orifjon qizi

Farg'ona davlat universiteti 2-kurs talabasi

husnidarustamova2003@gmail.com

Anotatsiya: Ushbu maqola sun'iy intellekt sohasida ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) arxitekturasi va qat'iymas gibrid klassifikatorlarini tahlil qiladi. ANFIS arxitekturasi sun'iy neyron tarmoqlari va qat'iymas tizimlarning eng yaxshi xususiyatlarini birlashtiradi va murakkab, noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda yuqori samaradorlik ko'rsatadi. Maqolada ANFISning ta'rif, asosiy tushunchalari, ishlash tamoyillari, afzalliklari va kamchiliklari batafsil yoritilgan. Shuningdek, qat'iymas gibrid klassifikatorlarning qo'llanilish sohalari, turli sohalarda muvaffaqiyatli qo'llanilish misollari va kelajakdagi imkoniyatlari ham keltirilgan. Maqola sun'iy intellektning amaliyotdagi ahamiyatini va u orqali erishish mumkin bo'lgan yutuqlarni tushunishga yordam beradi, kelajakdagi izlanishlar va tadqiqotlar uchun tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: ANFIS, qat'iymas tizimlar, gibrid klassifikatorlar, sun'iy intellekt, neyron tarmoqlar, fuzzy logic, o'rganish qobiliyati, murakkab ma'lumotlar, diagnostika, optimallashtirish.

Annotation: This paper analyzes ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) architecture and deterministic hybrid classifiers in the field of artificial intelligence. The ANFIS architecture combines the best features of artificial neural networks and deterministic systems and shows high efficiency in processing complex, uncertain data. The article describes in detail the definition, basic concepts, principles of operation, advantages and disadvantages of ANFIS. Areas of application of non-deterministic hybrid classifiers, examples of successful applications in various fields, and future possibilities are also presented. The article helps to understand the importance of artificial intelligence in practice and the achievements that can be achieved through it, and provides recommendations for future research and studies.

Keywords: ANFIS, non-deterministic systems, hybrid classifiers, artificial intelligence, neural networks, fuzzy logic, learning ability, complex data, diagnostics, optimization.

Аннотация: В данной статье анализируется архитектура ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) и детерминированные гибридные классификаторы в области искусственного интеллекта. Архитектура ANFIS сочетает в себе лучшие возможности искусственных нейронных сетей и детерминированных систем и показывает высокую эффективность обработки сложных, неопределенных данных. В статье подробно описаны определение, основные понятия, принципы работы, преимущества и недостатки АНФИС. Также представлены области применения недетерминированных гибридных классификаторов, примеры успешного применения в различных областях и будущие возможности. Статья помогает понять важность искусственного интеллекта на практике и достижения, которых можно достичь с его помощью, а также дает рекомендации для будущих исследований и исследований.

Ключевые слова: ANFIS, недетерминированные системы, гибридные классификаторы, искусственный интеллект, нейронные сети, нечеткая логика, обучаемость, сложные данные, диагностика, оптимизация.

Sun'iy intellekt (SI) hozirgi kunda fan va texnologiya sohasida eng ilg'or va muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Uning rivojlanishi insoniyat hayotining turli sohalari katta o'zgarishlar kiritdi. Sun'iy intellektning asosiy maqsadi inson aqliy faoliyatini kompyuter tizimlari yordamida takrorlash va o'rganishdir. Bu esa, o'z navbatida, murakkab masalalarni tez va samarali hal qilish imkonini beradi. SI turli sohalarda qo'llanilmoqda, jumladan, sog'liqni saqlash, moliya, transport, ta'lim va boshqa ko'plab yo'nalishlarda. Bunda muhim rol o'ynaydigan texnologiyalardan biri bu ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) arxitekturasi bo'lib, u sun'iy neyron tarmoqlari va qat'iy tizimlar asosida ishlaydi. ANFIS arxitekturasi neyron tarmoqlarining o'rganish qobiliyati va qat'iy tizimlarning qayta aloqa mexanizmlarini birlashtiradi. Bu esa tizimni yanada samarali va moslashuvchan qiladi. ANFISning asosiy ahamiyati shundaki, u noaniqlik sharoitida ishlash imkonini beradi va murakkab masalalarni hal qilishda yuqori aniqlikka ega. Shu bilan birga, ANFIS arxitekturasi tushunchasi va uning asosiy tamoyillari haqida batafsil ma'lumot berish lozim.

ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) arxitekturasi sun'iy neyron tarmoqlari va qat'iy tizimlar asosida ishlaydigan moslashuvchan va kuchli tizimdir. ANFISning asosiy vazifasi neyron tarmoqlari va qat'iy tizimlarning eng yaxshi xususiyatlarini birlashtirishdir. Neyron tarmoqlari o'rganish va moslashish qobiliyatiga ega bo'lib, ular katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlay oladi va o'zini-o'zi optimallashtira oladi. Qat'iy tizimlar esa mantiqiy qoidalar va insonning intuitiv bilimlariga asoslanib ishlaydi. Bu ikki texnologiyani birlashtirish orqali ANFIS arxitekturasi noaniqlik sharoitida yuqori aniqlik bilan ishlash imkoniyatini yaratadi. ANFISning asosiy tushunchalari orasida moslashuvchanlik, o'rganish qobiliyati va qayta aloqa mexanizmlari kiradi.

ANFIS arxitekturasi besh qatlamdan iborat bo'lib, har bir qatlam aniq bir vazifani bajaradi. Birinchi qatlamda kirish o'zgaruvchilari fuzzy (noaniq) to'plamlariga aylantiriladi. Bunda har bir kirish o'zgaruvchisi uchun a'zo funksiyalari aniqlanadi. Ikkinchi qatlamda qoidalar generatsiya qilinadi va har bir qoida uchun kuchaytirish koeffitsienti hisoblanadi. Uchinchi qatlamda normalizatsiya amalga oshiriladi, ya'ni har bir qoidaning kuchaytirish koeffitsienti summasi 1 ga teng bo'ladi. To'rtinchi qatlamda har bir qoida uchun chiqish o'zgaruvchisi hisoblanadi va bu jarayon chiziqli kombinatsiya yordamida amalga oshiriladi. Beshinchi qatlamda esa barcha chiqish o'zgaruvchilari yig'iladi va yakuniy chiqish qiymati aniqlanadi. Bu jarayonlar orqali ANFIS tizimi kirish ma'lumotlarini qayta ishlaydi va mos keluvchi chiqish ma'lumotlarini hosil qiladi.

ANFISning afzalliklari ko'p va ular orasida yuqori aniqlik, moslashuvchanlik, va o'rganish qobiliyati alohida o'rin tutadi. ANFIS tizimi murakkab va noaniq ma'lumotlar bilan ishlashda yuqori aniqlik bilan natija bera oladi. Bu tizimning moslashuvchanligi esa unga turli sohalarda, jumladan, tibbiyot, moliya, muhandislik va boshqalarda muvaffaqiyatli qo'llanilish imkonini beradi. Neyron tarmoqlarining o'rganish qobiliyati tufayli ANFIS tizimi doimiy ravishda o'zini optimallashtira oladi va yangi ma'lumotlar asosida yaxshilanishi mumkin. Bu esa tizimning dinamik va samarali ishlashini ta'minlaydi.

Shu bilan birga, ANFIS arxitekturasi ba'zi kamchiliklarga ham ega. Masalan, tizimning o'rganish jarayoni murakkab va ko'p vaqt talab qilishi mumkin. Bu, ayniqsa, katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaganda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, ANFIS tizimini sozlash va optimallashtirish uchun mutaxassislik bilimlari va tajriba talab etiladi. Buning natijasida, tizimni samarali ishlatish uchun maxsus malakaga ega bo'lish zarur. ANFISning yana bir

kamchiligi uning hisoblash murakkabligi bo'lib, bu katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaganda tizimning tezligi va samaradorligiga ta'sir qilishi mumkin.

ANFIS arxitekturasi sun'iy intellekt sohasida katta imkoniyatlarga ega bo'lgan samarali vosita hisoblanadi. U neyron tarmoqlari va qat'iy tizimlarning eng yaxshi xususiyatlarini birlashtirgan holda, murakkab va noaniq masalalarni hal qilishda yuqori aniqlik va moslashuvchanlik bilan ishlaydi. ANFIS tizimining afzalliklari ko'p bo'lsa-da, uning ba'zi kamchiliklarini ham hisobga olish lozim. Biroq, texnologiyaning doimiy rivojlanishi va izlanishlar orqali bu kamchiliklarni yengib o'tish imkoniyati mavjud. ANFIS arxitekturasi kelajakda sun'iy intellekt sohasida yanada kengroq qo'llanilishi va rivojlanishi mumkin bo'lgan istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Qat'iymas tizimlar (fuzzy systems) va ularning sun'iy intellektda qo'llanilishi murakkab va noaniq muammolarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega. Qat'iymas tizimlar insonning intuitiv fikrlash jarayonini modellashtiradi va aniq chegaralar bo'lmagan holatlarni tahlil qilish imkonini beradi. Ular turli sharoitlarda qaror qabul qilish jarayonini soddalashtiradi va yuqori aniqlik bilan natijalar beradi. Sun'iy intellektda qat'iymas tizimlar asosan ekspert tizimlari, boshqaruv tizimlari va tahlil tizimlarida qo'llaniladi. Misol uchun, tibbiyotda qat'iymas tizimlar kasalliklarni diagnostika qilishda, moliya sohasida esa kredit reytinglarini aniqlashda qo'llaniladi. Bu tizimlar murakkab va noaniq ma'lumotlarni qayta ishlash orqali yuqori samaradorlikka ega bo'lib, inson tajribasini sun'iy intellekt tizimlariga integratsiya qiladi.

Gibrid klassifikatorlar turli texnologiyalar va usullarni birlashtirib, murakkab muammolarni hal qilishda ishlatiladi. Gibrid klassifikatorning asosiy vazifasi turli algoritmlar va metodlarni bir tizimda birlashtirish orqali, ularning afzalliklaridan foydalanishdir. Gibrid klassifikatorlar ko'pincha qat'iymas tizimlar va sun'iy neyron tarmoqlari, genetik algoritmlar va boshqa optimallashtirish usullarini birlashtiradi. Ularning turlari ko'p bo'lib, ular orasida ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) va GFIS (Genetic Fuzzy Inference System) kabi tizimlar mashhurdir. ANFIS qat'iymas tizimlar va sun'iy neyron tarmoqlari asosida ishlaydi va noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda yuqori aniqlik bilan natijalar beradi. GFIS esa genetik algoritmlar yordamida qat'iymas tizimlarni optimallashtirish orqali, murakkab muammolarni samarali hal qiladi.

Qat'iymas gibrid klassifikatorning ishlash prinsiplari bir nechta qadamlarni o'z ichiga oladi. Dastlab, kirish ma'lumotlari fuzzy (noaniq) to'plamlariga aylantiriladi. Bu jarayonda har bir kirish o'zgaruvchisi uchun a'zo funksiyalari aniqlanadi va ma'lumotlar fuzzy qoidalarga asoslanib qayta ishlanadi. Keyinchalik, bu ma'lumotlar asosida qoidalar generatsiya qilinadi va har bir qoida uchun kuchaytirish koeffitsientlari hisoblanadi. Normalizatsiya jarayonida bu kuchaytirish koeffitsientlari yig'indisi 1 ga teng bo'ladi va ular normalizatsiya qilinadi. Qat'iymas gibrid klassifikatorlar asosan qayta aloqa mexanizmlariga ega bo'lib, bu tizimga doimiy ravishda o'rganish va o'zini optimallashtirish imkonini beradi. Bu jarayon orqali har bir qoida uchun chiqish o'zgaruvchisi aniqlanadi va chiziqli kombinatsiya yordamida yakuniy chiqish qiymati hisoblanadi.

Qat'iymas gibrid klassifikatorlarning asosiy afzalliklari orasida yuqori aniqlik, moslashuvchanlik va o'rganish qobiliyati mavjud. Ular noaniq va murakkab ma'lumotlar bilan ishlashda yuqori aniqlik bilan natija bera oladi. Gibrid klassifikatorlar turli sohalarda, jumladan, tibbiyot, moliya, muhandislik va boshqalarda muvaffaqiyatli qo'llaniladi. Misol uchun, tibbiyotda bu tizimlar kasalliklarni diagnostika qilishda va davolash jarayonlarini optimallashtirishda qo'llaniladi. Moliya sohasida esa kredit reytinglarini aniqlash va moliyaviy risklarni tahlil qilishda katta rol o'ynaydi. Shuningdek, gibrid klassifikatorlar murakkab muammolarni hal qilishda yuqori samaradorlik va ishonchlilik bilan ishlaydi.

Biroq, qat'iymas gibrid klassifikatorlarning ba'zi kamchiliklari ham mavjud. Masalan, ularning o'rganish jarayoni murakkab va ko'p vaqt talab qilishi mumkin. Bu, ayniqsa, katta

hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaganda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, gibrid klassifikatorlarni sozlash va optimallashtirish uchun maxsus bilimlar va tajriba talab etiladi. Buning natijasida, tizimni samarali ishlatish uchun maxsus malakaga ega bo'lish zarur. Hisoblash murakkabligi ham katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaganda tizimning tezligi va samaradorligiga ta'sir qilishi mumkin.

Qat'iymas gibrid klassifikatorlar sun'iy intellekt sohasida katta imkoniyatlarga ega bo'lgan samarali vosita hisoblanadi. Ular murakkab va noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda yuqori aniqlik va moslashuvchanlik bilan ishlaydi. Qat'iymas gibrid klassifikatorlarning afzalliklari ko'p bo'lsa-da, ularning ba'zi kamchiliklarini ham hisobga olish lozim. Biroq, texnologiyaning doimiy rivojlanishi va izlanishlar orqali bu kamchiliklarni yengib o'tish imkoniyati mavjud. Qat'iymas gibrid klassifikatorlar kelajakda sun'iy intellekt sohasida yanada kengroq qo'llanilishi va rivojlanishi mumkin bo'lgan istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar sun'iy intellektning eng ilg'or texnologiyalari qatoriga kirib, turli sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ularning asosiy qo'llanish sohalari orasida tibbiyot, muhandislik, moliya, energetika va transport tarmoqlari mavjud. ANFIS arxitekturasi va qat'iymas gibrid klassifikatorlar murakkab va noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda yuqori samaradorlik bilan ishlashi tufayli, ko'plab amaliy masalalarni hal qilishda muvaffaqiyat qozonmoqda. Tibbiyotda, masalan, ANFIS tizimi kasalliklarni diagnostika qilish va davolash rejalarini optimallashtirishda keng qo'llaniladi. Bu tizim yordamida shifokorlar bemorlarning holatini aniq tahlil qilishlari va to'g'ri qaror qabul qilishlari mumkin. Shuningdek, moliya sohasida ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar kredit reytinglarini aniqlash va moliyaviy risklarni baholashda muhim rol o'ynaydi.

Turli sohalarda ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlarning qo'llanilishiga muvaffaqiyatli misollar ko'p. Masalan, muhandislik sohasida bu texnologiyalar sanoat jarayonlarini boshqarishda va sifat nazoratida qo'llaniladi. ANFIS yordamida ishlab chiqarish jarayonlari optimallashtiriladi va mahsulot sifatini nazorat qilish osonlashadi. Energetika sohasida esa bu tizimlar elektr energiyasini taqsimlash va boshqarishda qo'llaniladi. ANFIS tizimi yordamida energiya taqsimoti samaradorligi oshadi va energiya yo'qotishlari kamayadi. Transport sohasida ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar transport vositalarini boshqarish va harakatni optimallashtirishda muvaffaqiyatli qo'llaniladi. Misol uchun, shahar transporti tizimlarida bu texnologiyalar yordamida harakatni tartibga solish va transport oqimini optimallashtirish orqali tirbandliklarni kamaytirish mumkin.

Ushbu texnologiyalarning kelajakdagi imkoniyatlari va rivojlanish yo'nalishlari juda keng. ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar doimiy ravishda rivojlanmoqda va yangi sohalarda qo'llanilmoqda. Kelajakda bu texnologiyalar sun'iy intellekt sohasida yanada katta o'zgarishlar qilish imkoniyatiga ega. Masalan, aqlli shaharlar va IoT (Internet of Things) texnologiyalari bilan integratsiya qilinishi orqali, ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar shahar infratuzilmasini boshqarishda va optimallashtirishda muhim rol o'ynashi mumkin. Shuningdek, tibbiyotda genetik ma'lumotlarni tahlil qilish va personalizatsiyalangan davolash rejalarini tuzishda bu texnologiyalarning qo'llanilishi kutilmoqda. Moliyaviy bozorlar va iqtisodiy prognozlash sohasida ham ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar yangi imkoniyatlar yaratishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar sun'iy intellekt sohasida katta imkoniyatlarga ega bo'lgan texnologiyalardir. Ularning turli sohalarda muvaffaqiyatli qo'llanilishi va yuqori samaradorlik ko'rsatishlari bu texnologiyalarning kelajakdagi rivojlanishiga katta ishonch bag'ishlaydi. ANFIS va qat'iymas gibrid klassifikatorlar inson hayotining turli jabhalariga katta o'zgarishlar kiritishda davom etadi va yangi innovatsion echimlar yaratishda asosiy vositalardan biri bo'lib qoladi.

Xulosa qilib aytganda, maqolada ANFIS arxitekturasi va qat'iyimas gibrid klassifikatorlarining sun'iy intellekt sohasidagi ahamiyati va qo'llanilishi batafsil yoritib berildi. ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) arxitekturasi sun'iy neyron tarmoqlari va qat'iyimas tizimlarning eng yaxshi xususiyatlarini birlashtirgan holda, murakkab va noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda yuqori aniqlik bilan natija bera oladi. Ushbu texnologiya neyron tarmoqlarining o'rganish qobiliyati va qat'iyimas tizimlarning qayta aloqa mexanizmlarini birlashtiradi, bu esa uni murakkab masalalarni hal qilishda samarali qiladi. Maqolada ANFISning asosiy tushunchalari, arxitekturasi ishlash tamoyillari, afzalliklari va kamchiliklari haqida batafsil ma'lumot berildi.

Qat'iyimas gibrid klassifikatorlar turli texnologiyalarni birlashtirib, turli sohalarda qo'llaniladigan samarali vositadir. Ular sun'iy neyron tarmoqlari, genetik algoritmlar va boshqa optimallashtirish usullarini bir tizimda birlashtiradi. Bu texnologiyalarning asosiy afzalliklari yuqori aniqlik, moslashuvchanlik va o'rganish qobiliyati bo'lib, ular murakkab va noaniq ma'lumotlar bilan ishlashda yuqori samaradorlik ko'rsatadi. Qat'iyimas gibrid klassifikatorlar tibbiyot, moliya, energetika, muhandislik va transport kabi sohalarda muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Ularning muvaffaqiyatli qo'llanilish misollari va natijalari turli sohalarda yuqori samaradorlik va ishonchlilik ko'rsatadi.

ANFIS va qat'iyimas gibrid klassifikatorlarining ahamiyati ular murakkab va noaniq muammolarni hal qilishda yuqori samaradorlik va moslashuvchanlik bilan ishlashidir. Bu texnologiyalar inson tajribasini sun'iy intellekt tizimlariga integratsiya qilib, aniq va ishonchli natijalar beradi. Ular turli sohalarda keng qo'llanilishi va muvaffaqiyatli natijalar berishi bu texnologiyalarning ahamiyatini yanada oshiradi. ANFIS va qat'iyimas gibrid klassifikatorlar kelajakda sun'iy intellekt sohasida yanada katta o'zgarishlar qilish imkoniyatiga ega.

Kelajakdagi izlanishlar va tadqiqotlar uchun tavsiyalar sifatida, ANFIS va qat'iyimas gibrid klassifikatorlarining turli yangi sohalarda qo'llanilishini o'rganish va ularni yanada takomillashtirish lozim. Aqlli shaharlar, IoT texnologiyalari, personalizatsiyalangan tibbiyot va moliyaviy prognozlash kabi yo'nalishlarda bu texnologiyalarning qo'llanilishi katta imkoniyatlarga ega. Shuningdek, ANFIS va qat'iyimas gibrid klassifikatorlarning hisoblash murakkabligini kamaytirish va o'rganish jarayonlarini tezlashtirish bo'yicha izlanishlar olib borish zarur. Bu texnologiyalarni yanada samarali va tezkor qilish orqali, ularni turli sohalarda kengroq qo'llash mumkin bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda, ANFIS arxitekturasi va qat'iyimas gibrid klassifikatorlar sun'iy intellekt sohasida katta imkoniyatlarga ega bo'lgan texnologiyalardir. Ular murakkab va noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda yuqori aniqlik va moslashuvchanlik bilan ishlaydi. Bu texnologiyalar inson hayotining turli jabhalariga katta o'zgarishlar kiritishda davom etadi va yangi innovatsion echimlar yaratishda asosiy vositalardan biri bo'lib qoladi. Maqolada keltirilgan ma'lumotlar va tahlillar sun'iy intellekt sohasida yangi izlanishlar olib borish uchun asos bo'lib xizmat qiladi va kelajakdagi tadqiqotlar uchun yo'l ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Jang, J.-S. R. (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.
2. Kosko, B. (1992). Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence. Prentice Hall.
3. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control.
4. Haykin, S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall.
5. Ross, T. J. (2010). Fuzzy Logic with Engineering Applications. John Wiley & Sons.

6. Kasabov, N. (1996). Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering. MIT Press.
7. Yager, R. R., & Filev, D. P. (1994). Essentials of Fuzzy Modeling and Control. John Wiley & Sons.
8. Jang, J.-S. R., Sun, C.-T., & Mizutani, E. (1997). Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence. Prentice Hall.
9. Lin, C.-T., & Lee, C. S. G. (1996). Neural Fuzzy Systems: A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems. Prentice Hall.
10. Pedrycz, W., & Gomide, F. (2007). Fuzzy Systems Engineering: Toward Human-Centric Computing. John Wiley & Sons.
11. Pal, S. K., & Mitra, S. (1999). Neuro-Fuzzy Pattern Recognition: Methods in Soft Computing. John Wiley & Sons.
12. Wang, L.-X. (1997). A Course in Fuzzy Systems and Control. Prentice Hall.
13. Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Prentice Hall.
14. Herrera, F., & Verdegay, J. L. (1995). Fuzzy sets and operations research: Perspectives. Fuzzy Sets and Systems.
15. Rutkowski, L. (2008). Computational Intelligence: Methods and Techniques. Springer.
16. Tojimatov, I. N., Olimov, A. F., Khaydarova, O. T., & Tojiboyev, M. M. (2023). CREATING A DATA SCIENCE ROADMAP AND ANALYSIS. PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS, 2(23), 242-250.
17. Тојимамагов, И. Н. (2023). ЗАДАЧИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ. PEDAGOG, 6(4), 514-516.
18. Muqaddam, A., Shahzoda, A., Gulasal, T., & Isroil, T. (2023). NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANIB TASVIRLARNI ANIQLASH USULLARI. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY, 1(8), 63-74.
19. Raximov, Q. O., Tojimatov, I. N., & Xo, H. R. O. G. L. (2023). SUNIY NEYRON TARMOQLARNI UMUMIY TASNIFI. Scientific progress, 4(5), 99-107.
20. Ortiqovich, Q. R., & Nurmatovich, T. I. (2023). NEYRON TARMOQNI O 'QITISH USULLARI VA ALGORITMLARI. Scientific Impulse, 1(10), 37-46.
21. Tojimatov, I. N., Mamalatipov, O., Rahmatjonov, M., & Farhodjonov, S. (2023). NEYRON TARMOQLAR. Наука и инновация, 1(1), 4-12.
22. Tojimatov, I. N., Mamalatipov, O. M., & Karimova, N. A. (2022). SUN'IY NEYRON TARMOQLARINI O 'QITISH USULLARI. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(12), 191-203.
23. Muqaddam, A., Shahzoda, A., Gulasal, T., & Isroil, T. (2023). NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANIB TASVIRLARNI ANIQLASH USULLARI. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY, 1(8), 63-74.
24. Raximov, Q. O., Tojimatov, I. N., & Xo, H. R. O. G. L. (2023). SUNIY NEYRON TARMOQLARNI UMUMIY TASNIFI. Scientific progress, 4(5), 99-107.
25. Rahmatjonova, M. N., & Tojimatov, I. N. (2023). BIZNESDA SUNIY INTELEKT TECHNOLOGYALARI VA ULARNI AHAMIYATI. Лучшие интеллектуальные исследования, 11(3), 46-52.
26. Nurmatovich, T. I. (2024). Bir qatlamli va ko 'p qatlamli neyron to 'rlari. ILM FAN XABARNOMASI, 1(1), 190-191.

27. Nurmamatovich, T. I., & Kudratullo o'g, K. U. B. (2024). THE EVOLUTION OF AI: FROM EARLY CONCEPTS TO MODERN BREAKTHROUGHS. Лучшие интеллектуальные исследования, 20(2), 42-46.
28. Tojimamatov, I., & G'ulomjonova, S. (2024). NEYRO KOMPYUTERLAR VA ULARNING ARXITEKTURASI. Development of pedagogical technologies in modern sciences, 3(6), 10-16.
29. Tojimamatov, I., & Jo'rayeva, M. (2024). BOLSMAN MASHINASI VA UNING AHAMIYATI. Development and innovations in science, 3(4), 154-160.
30. Nurmamatovich, T. I., & Nozimaxon, E. (2024). Chiqish qatlami vaznlarni sozlash va xatoliklarni teskari tarqalishi algoritmi. ILM FAN XABARNOMASI, 1(1), 29-35.
31. Tojimamatov, I., & Ismoiljonova, O. (2024). BIR QATLAMLI PERCEPTRONNI O 'QITISH. Академические исследования в современной науке, 3(12), 153-158.
32. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). BIR QATLAMLI PERCEPTRONNI O 'QITISH. In " CANADA" INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEVELOPMENTS IN EDUCATION, SCIENCES AND HUMANITIES (Vol. 17, No. 1).
33. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). SUN'IY NEYRONNING MATEMATIK MODELI HAMDA FAOLLASHTIRISH FUNKTSIYALARI. In " USA" INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE TOPICAL ISSUES OF SCIENCE (Vol. 17, No. 1).
34. Nurmamatovich, T. I. (2024, April). SUNIY NEYRON TORLARINI ADAPTIV KUCHAYTIRISH USULI. In " USA" INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE TOPICAL ISSUES OF SCIENCE (Vol. 17, No. 1).
35. Nurmamatovich, T. I. (2024). XEBB O'QITISH QOIDASI. " GERMANY" MODERN SCIENTIFIC RESEARCH: ACHIEVEMENTS, INNOVATIONS AND DEVELOPMENT PROSPECTS, 17(1).
36. Tojimamatov, I., & G'ulomjonova, S. (2024). NEYRO KOMPYUTERLAR VA ULARNING ARXITEKTURASI. Development of pedagogical technologies in modern sciences, 3(6), 10-16.