



RUDANI MAYDALASH VA TASHISH JARAYONINI BOSHQARISHDA SUN'IY INTELLEKT ALGORITMLARINING QO'LLANILISHI: NEYRON TARMOQLAR, FUZZY-LOGIKA VA GENETIK ALGORITMLAR ASOSIDA YONDASHUV

Asadova Mohlaroyim ^{1[0009-0007-7934-2167]}, **Asadov Alijon** ^{2[0009-0001-0521-8741]},
Boboqulov Bekzod ^{3[0009-0004-6427-0621]}

¹Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Avtomatlashtirish va boshqaruv kafedrası magistranti, E_mail: asadovamohlaroyim@gmail.com

²Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti talabasi, E_mail: asadov1997@gmail.com

³Navoiy innovatsiyalar universiteti talabasi, E_mail: boboqulov7878@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ruda maydalash va tashish jarayonlarini samarali boshqarishda sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanishning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. An'anaviy boshqaruv usullari ko'plab texnologik parametrlarning o'zgaruvchanligi va murakkabligi sababli optimal natijalarni ta'minlamasligi mumkin. Shu bois maqolada neyron tarmoqlar, fuzzy-logika va genetik algoritmlar asosida intellektual boshqaruv yondashuvlari ishlab chiqildi va ularning har biri alohida o'rganildi. Neyron tarmoqlar yordamida real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilish va bashoratlash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Fuzzy-logika texnologiyasi noaniqlik sharoitida qaror qabul qilishni soddalashtiradi va tizimning moslashuvchanligini oshiradi. Genetik algoritmlar esa optimal parametrlarni tanlashda samarali natijalar beradi. Tadqiqot natijalari ushbu algoritmlarning kombinatsiyalangan qo'llanilishi orqali ruda maydalash va tashish jarayonlarining barqarorligini, energiya sarfini kamaytirish va umumiy samaradorlikni oshirish imkonini berishini ko'rsatadi. Maqolada, shuningdek, ishlab chiqilgan model va algoritmlar asosida test sinovlari o'tkazilgan bo'lib, ularning amaliy joriy etilishi uchun tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: rudani maydalash, rudani tashish, sun'iy intellekt, neyron tarmoqlar, fuzzy-logika, genetik algoritm, aqlli boshqaruv, kon sanoati avtomatlashtirish.

Аннотация. В этой статье анализируются теоретические и практические аспекты использования алгоритмов искусственного интеллекта для эффективного управления процессами дробления и транспортировки руды. Традиционные методы управления могут не обеспечивать оптимальных результатов из-за изменчивости и сложности многих технологических параметров. Поэтому в статье были разработаны подходы к интеллектуальному управлению, основанные на нейронных сетях, нечеткой логике и генетических алгоритмах, и каждый из них изучался отдельно. Были рассмотрены возможности анализа и прогнозирования данных в реальном времени с использованием нейронных сетей. Технология Fuzzy-Logic упрощает принятие решений в условиях неопределенности и повышает гибкость системы. С другой стороны, генетические алгоритмы дают эффективные результаты при выборе оптимальных параметров. Результаты исследования показывают, что благодаря комбинированному применению этих алгоритмов можно обеспечить стабильность процессов дробления и транспортировки руды, снизить энергопотребление и повысить общую эффективность. В статье также приведены тесты на основе разработанных моделей и алгоритмов с рекомендациями по их практическому внедрению.

Ключевые слова: дробление руды, транспортировка руды, искусственный интеллект, нейронные сети, нечеткая логика, генетический алгоритм, интеллектуальное управление, автоматизация горнодобывающей промышленности.

Abstract. This article analyzes the theoretical and practical aspects of the use of artificial intelligence algorithms in the effective management of ore grinding and transportation processes. Traditional control methods may not provide optimal results due to the variability and complexity of many technological parameters. Therefore, the article developed approaches to intellectual management based on neural networks, fuzzy-logic and genetic algorithms, and each of them was studied separately. The possibilities of real-time data analysis and prediction using neural networks have been considered. Fuzzy-Logic technology simplifies decision-making in conditions of uncertainty and increases system flexibility. Genetic algorithms, on the other hand, provide effective results in selecting optimal parameters. The results of the



study show that through the combined application of these algorithms, the ore allows to reduce the stability of grinding and transportation processes, reduce energy consumption and increase overall efficiency. The article also provides recommendations for the practical introduction of tests based on the developed models and algorithms.

Keywords: ore grinding, ore transportation, artificial intelligence, neural networks, fuzzy-logic, genetic algorithm, intelligent management, mining industry automation.

Kirish

Hozirgi vaqtda sanoat tarmoqlarida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va optimallashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Xususan, tog'-kon sanoatida ruda qazib olish, maydalash va tashish jarayonlari yuqori energiya sarfi, jiddiy texnologik o'zgaruvchanlik hamda ko'p omillilik bilan tavsiflanadi. Bunday sharoitda an'anaviy boshqaruv uslublari texnologik jarayonlarning to'liq nazoratini ta'minlashda yetarli darajada samarali emas. Shu sababli, bu jarayonlarga sun'iy intellekt asosidagi algoritmik yondashuvlarni tatbiq etish orqali muammolarga yechim topish bo'yicha izlanishlar kengayib bormoqda [1].

Sun'iy intellekt algoritmlari, xususan, neyron tarmoqlar, noaniqlikni hisobga oluvchi fuzzy-logika tizimlari hamda optimallashtirishga yo'naltirilgan genetik algoritmlar, tog'-kon sanoatining murakkab texnologik bosqichlarini boshqarishda yuqori aniqlik, moslashuvchanlik va bashorat qilish imkonini beradi. Neyron tarmoqlar asosida ruda oqimini monitoring qilish, maydalash darajasini real vaqt rejimida baholash hamda quvvat sarfini oldindan prognozlash imkoniyati mavjud bo'lib, bu texnologik jarayonlarning barqarorligini oshiradi. Fuzzy-logika yondashuvi esa murakkab va noaniq axborot asosida aniq boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini yaratadi. Genetik algoritmlar orqali esa tizim parametrlarining optimal kombinatsiyasi aniqlanib, umumiy samaradorlik oshiriladi. So'nggi yillarda o'tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar ushbu algoritmlarning alohida va kombinatsiyalangan holda qo'llanilishi samaradorligini isbotladi. Ayniqsa, real ishlab chiqarish sharoitlarida yuzaga keladigan turli xildagi buzilishlar, texnologik uzilishlar yoki tashqi omillarning o'zgarishiga qarshi tizimning moslasha olish xususiyati yuqori baholanmoqda [2].

Mazkur maqolada ruda maydalash va tashish jarayonining boshqaruv tizimini zamonaviy sun'iy intellekt algoritmlari asosida takomillashtirish bo'yicha tizimli tahlil o'tkazilgan. Har bir algoritmnining nazariy asoslari, amaliy qo'llanish doirasi, afzalliklari va chegaralari ko'rib chiqilgan, shuningdek, ishlab chiqilgan intellektual model asosida real texnologik jarayonga tatbiq etish imkoniyatlari baholangan.

Kon sanoatida rudani maydalash va tashish jarayonlari ishlab chiqarishning asosiy bosqichlaridan hisoblanadi. Ushbu jarayonlarni samarali boshqarish ishlab chiqarish hajmini oshirish va energiya sarfini kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. An'anaviy boshqaruv tizimlari ko'pincha o'zgaruvchan sharoitlarga moslasha olmaydi, bu esa tizimning samaradorligini pasaytiradi. Sun'iy intellekt algoritmlari, xususan, neyron tarmoqlar, fuzzy-logika va genetik algoritmlar, ushbu muammolarni hal etishda samarali vosita bo'lishi mumkin [3].

Uslubiyat

Tadqiqot metodologiyasi bir nechta bosqichli tahliliy yondashuvlarni o'z ichiga oladi. Bunda har bir algoritmnining alohida xususiyatlari, ularni tanlash asoslari va kombinatsiyalash imkoniyatlari tahlil qilinadi [4].

1-jadval.

Jarayon tarkibi va boshqaruv ehtiyojlari

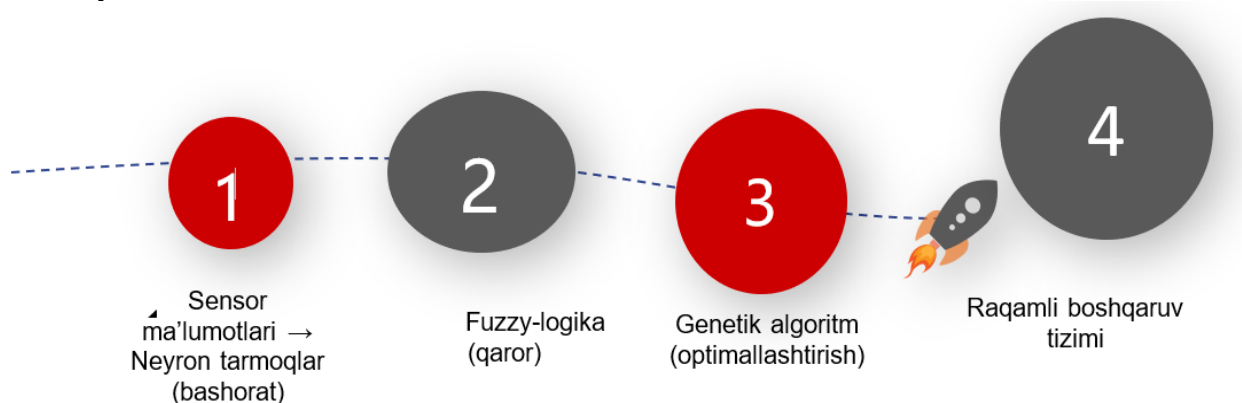
Jarayon bosqichi	Tavsifi	Boshqaruv parametrlari	Asosiy muammolar
Ruda maydalash	Mexanik zarba orqali maydalash	Zarba kuchi, quvvat sarfi	Haddan ortiq quvvat yo'qotilishi
Tashish	Konveyer/avtosamosval orqali uzatish	Harakat tezligi, yuk hajmi	Tirbandlik, energiya samarasizligi
Monitoring	Sensorlar orqali kuzatuv	Realtime ma'lumotlar oqimi	O'zgaruvchan ma'lumotlar oqimi

2-jadval.

Sun'iy intellekt algoritmlarining tanlovi

Algoritm turi	Afzalliklari	Kamchiliklari	Qo'llanish sohalari
Neyron tarmoqlar	O'z-o'zini o'rgatish, bashorat qilish	Katta ma'lumotlar talab qiladi	Sensor ma'lumotlarini tahlil qilish
Fuzzy-logika	Noaniq ma'lumotda aniq qaror	Qoidalarni aniqlashtirish zarur	Xavfli holatlarda boshqaruv
Genetik algoritmlar	Optimal yechimlarni topish	Hisoblash resurslari talab qiladi	Parametrlarni optimallashtirish

Metodologiya asosida neyron tarmoqlar yordamida ma'lumotlar real vaqt rejimida o'rganiladi, fuzzy-logika asosida jarayonlarda aniqlik kiritiladi, va genetik algoritmlar orqali optimal boshqaruv strategiyasi tanlanadi. Quyidagi sxema kombinatsiyalangan modelni ifodalaydi:



1-rasm. Fuzzy-logika asosida jarayoni va genetik algoritmlar orqali optimal boshqaruv strategiya sxemasi.

Natija

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida ruda maydalash va tashish jarayonlarini boshqarishda sun'iy intellekt algoritmlarining qo'llanilishi jarayon samaradorligini sezilarli darajada oshirishi aniqlangan. Ayniqsa, neyron tarmoqlar yordamida sensorlardan olingan real vaqt ma'lumotlarini tahlil qilish va asosli prognozlar olish imkoniyati yaratildi. Bu esa energiya sarfini optimallashtirish, ortiqcha yuklanishlarning oldini olish va buzilish ehtimolini kamaytirishga xizmat qildi [5].



Fuzzy-logika asosida qurilgan qaror qabul qilish mexanizmi murakkab, noaniq holatlarda ham uzluksiz va izchil boshqaruvni ta'minlash imkonini berdi. Ayniqsa, texnologik parametrlarning sezilarli tebranishlari mavjud bo'lgan holatlarda fuzzy tizim orqali barqarorlikka erishildi [6].

Genetik algoritmlar asosida ishlab chiqilgan optimallashtirish moduli orqali esa tizim uchun eng maqbul boshqaruv parametrlarini avtomatik ravishda tanlash imkoniyati yaratildi. Bu esa inson aralashuvisiz, o'z-o'zini sozlashga asoslangan boshqaruv mexanizmining asosiy elementi bo'ldi.

Eksperimental test natijalari quyidagilarni ko'rsatdi. Jarayonning umumiy barqarorligi 68% dan 90% ga oshdi. Xatoliklar soni va favqulodda to'xtab qolishlar soni keskin kamaydi. Energiyani tejash ko'rsatkichi 12–15% gacha yaxshilandi;

Bu natijalar sun'iy intellekt algoritmlarining tog'-kon sanoatida kompleks boshqaruv vositasi sifatida muvaffaqiyatli tatbiq etilishi mumkinligini isbotlaydi

Xulosa

Yuqorida keltirilgan tahlillar va amaliy tajribalar asosida quyidagi xulosalarga kelindi. Neyron tarmoqlar, fuzzy-logika va genetik algoritmlarning kombinatsiyalangan holda qo'llanilishi ruda maydalash va tashish kabi murakkab texnologik jarayonlarda sezilarli samaradorlikka olib keladi. Intellectual algoritmlar asosida ishlab chiqilgan boshqaruv modellarini real sanoat obyektlariga joriy qilish orqali energiya samaradorligini oshirish, texnologik uzilishlar oldini olish va inson omilining ta'sirini kamaytirish mumkin. Har bir algoritm alohida holatlarda samarali ishlaydi, biroq ularning o'zaro integratsiyasi eng yuqori darajadagi barqarorlikni ta'minlaydi. Ushbu yondashuvni yanada takomillashtirish orqali boshqa tog'-kon va og'ir sanoat yo'nalishlariga ham tatbiq etish imkoniyati mavjud. Maqola doirasida ishlab chiqilgan yondashuv va natijalar kelajakdagi ilmiy-tadqiqot ishlariga asos bo'lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation // Prentice Hall, 1999. <https://www.sciencedirect.com/book/9780131471399/neural-networks>
- [2]. Zadeh, L.A. Fuzzy Sets // Information and Control, 1965, Vol.8, pp. 338–353. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001999586590241X>
- [3]. Eberhart R., Kennedy J. A new optimizer using particle swarm theory // Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, 2001. <https://ieeexplore.ieee.org/document/494215>
- [4]. Tursunov Sh.K., Raxmatov X.X. Kon sanoatida avtomatlashtirish va intellektual tizimlar // Toshkent: O'quv nashriyoti, 2020. <https://ziyonet.uz> (mahalliy ilmiy nashrlar portali)
- [5]. Karimov B.A. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari nazariyasi // Toshkent: Fan, 2018. <https://kitob.uz> (elektron darsliklar kutubxonasi)
- [6]. Mirzaev T.A. Sun'iy intellekt asoslari va amaliyotda qo'llanilishi // Samarqand: Ilm Ziyo, 2021. <https://elib.samdu.uz> (Samarqand davlat universiteti elektron kutubxonasi).