MASHINALI O'QITISH METODLARINI MATEMATIK SOHALARGA QO'LLASHDA DASTURIY VOSITA ISHLAB CHIQISH

Berdiyorov Shohjahon Shovkat o'g'li,
Qarshi Xalqaro Innovatsion Universiteti o'qituvchisi
G'ulomova Sevinch Tolib qizi,
Qarshi Xalqaro Innovatsion Universiteti matematika yo'nalishi talabasi

Annotatsiya. *Mazkur maqolada mashinali o'qitish (machine learning) metodlari va ularning matematik sohalarda amaliy qo'llanilishi tahlil qilinadi. Ayniqsa Python dasturlash tilidan foydalanib, matematik modellarni qurish va real muammolarni hal qilishda mashinali o'qitish yondashuvlarining roli yoritilgan. Adabiyotlar sharhi, algoritmlar tahlili va Python tilidagi kod namunalar orqali mavzuning nazariy va amaliy jihatlari ochib beriladi.*

Tayanch so'zlar: *Mashinali o'qitish, regressiya, klassifikatsiya, Python, matematik modellashtirish, algoritm, numpy, scikit-learn, statistik tahlil.*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ

Бердиёров Шохжахон Шовкат угли,
Преподаватель Каршинского Международного Инновационного Университета
Гуломова Севинч Толиб кызы,
студентка математического направления Каршинского международного инновационного университета

Аннотация. *В статье анализируются методы машинного обучения и их практическое применение в математических областях. Подчеркивается роль подходов машинного обучения в построении математических моделей и решении реальных задач, особенно с использованием языка программирования Python. Теоретические и практические аспекты темы объясняются посредством обзора литературы, анализа алгоритмов и примеров кода Python.*

Ключевые слова: *Машинное обучение, регрессия, классификация, Python, математическое моделирование, алгоритм, numpy, scikit-learn, статистический анализ.*

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR APPLYING MACHINE LEARNING METHODS IN MATHEMATICAL FIELDS

Berdiyorov Shokhjakhon Shovkat ugli,
a teacher at Karshi International Innovation University
Gulomova Sevinch Tolib qizi,
student of mathematics at Karshi International Innovation University

Abstract. *The article analyzes machine learning methods and their practical application in mathematical fields. It emphasizes the role of machine learning approaches in constructing mathematical models and solving real-world problems, especially using the Python programming language. Theoretical and practical aspects of the topic are explained through a literature review, algorithm analysis, and Python code examples.*

Key words: *Machine learning, regression, classification, Python, mathematical modeling, algorithm, numpy, scikit-learn, statistical analysis.*

Kirish. Hozirgi zamonaviy texnologiyalar davrida sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish (Machine Learning – ML) usullarining ahamiyati kundan-kunga ortib bormoqda. Ayniqsa, katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlash, ularni tahlil qilish va ular asosida bashoratlar berish ehtiyoji ortib borayotgan bir vaqtda, mashinali o‘qitish texnologiyalari matematik modellashtirishning muhim bir vositasiga aylangan. An’anaviy matematik usullar – algebraik modellash, differensial tenglamalar, statistik tahlil – uzoq yillardan buyon ilmiy tadqiqotlarning asosi bo‘lib kelgan. Biroq zamonaviy muammolar ko‘pincha murakkab va yuqori o‘lchovli bo‘lib, klassik usullar bilan ularni hal qilish qiyinlashmoqda. Aynan shu nuqtada mashinali o‘qitish texnikalari o‘zining qulayligi, moslashuvchanligi va yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi.

Asosiy qism.

Mashinali o‘qitishning matematik sohalarga tatbiq etilishi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar soni so‘nggi yillarda keskin ortdi. Ushbu yo‘nalishda mashinali o‘qitish metodlarini statistik modellash, optimallashtirish, differensial tenglamalar va ehtimollar nazariyasiga integratsiyalash bo‘yicha bir qancha muhim ilmiy izlanishlar amalga oshirilgan.

Masalan, Trevor Hastie, Robert Tibshirani va Jerome Friedman tomonidan yozilgan “Statistik o‘rganish elementlari” nomli fundamental asarda mashinali o‘qitish algoritmlarining statistik asoslari chuqur yoritilgan bo‘lib, ayniqsa chiziqli regressiya,

daraxt asosidagi modellar, SVM va ansambl usullarining matematik mohiyati tahlil qilinadi [1].

Kristofer Bishopning “Nazoratsiz va nazoratli o‘rganishda ehtimollik yondashuvi” nomli ishida mashinali o‘qitish jarayonida ehtimollar nazariyasining tutgan o‘rni, xususan Bayes yondashuvining roli batafsil bayon etilgan [2]. Bu esa matematik statistikani chuqur o‘rganayotgan tadqiqotchilar uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Shayle Shvarts va Shai Ben-Davidning “Mashinali o‘qitishni tushunish” asarida esa algoritmlarning umumiylashuv qobiliyati, VC-dimensions, PAC-learning kabi matematik tushunchalar orqali nazariy asoslar berilgan bo‘lib, bu ilmiy yondashuvlarning matematik modellar bilan bog‘lanishini ko‘rsatadi [3]. Amaliy jihatdan qaralganda, mashinali o‘qitish algoritmlarini Python tilida dasturlash borasida muhim manba sifatida Orélien Géronning “Scikit-Learn, Keras va TensorFlow bilan amaliy mashinali o‘qitish” nomli asari e’tiborga loyiq. Ushbu asarda real matematik masalalarni yechish uchun mashhur Python kutubxonalaridan foydalanish yo‘llari ko‘rsatib berilgan [4].

Sebastian Raschka va Vahid Mirjalilining “Python Machine Learning” kitobida esa algoritmlarni NumPy, pandas, scikit-learn va matplotlib yordamida dasturlash metodikasi ko‘rsatilib, ayniqsa ma’lumotlar to‘plami bilan ishlash, modellarni o‘rgatish va tahlil qilishda matematik asoslar ustuvorlik qiladi [5]. Bundan tashqari, JMLR (Journal of Machine Learning Research) jurnalida chop etilgan ko‘plab maqolalarda mashinali o‘qitish usullarining matematik fizikadagi modellar, moliyaviy muammolarda qo‘llanilishi haqida aniq misollar bilan tadqiqotlar keltirilgan [6].

SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics) jurnali maqolalarida esa matematik modellar va mashinali o‘qitish integratsiyasi, xususan murakkab tizimlar modellashtiruvida sun’iy neyron tarmoqlarning qo‘llanilishi haqida so‘z yuritiladi [7].

Shuningdek, Richard Sutton va Andrew Barto tomonidan yozilgan “Kuchaytirib o‘rganish: kirish” nomli asarda dinamika tizimlar va Markov qaror jarayonlari orqali matematik asosda o‘rganish usullari bayon etilgan [8]. Ushbu adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, mashinali o‘qitish sohasida chuqur matematik bilim va dasturlash ko‘nikmalarini uyg‘unlashtirish nafaqat nazariy, balki amaliy muammolarni hal etishda ham asosiy omillardan biridir.

Mashinali o‘qitish metodlari tahlili.

Mashinali o‘qitish (MO) — bu sun’iy intellekt sohasining bir bo‘lagi bo‘lib, u kompyuter tizimlariga tajriba asosida o‘z faoliyatini yaxshilash imkonini beradi. Uning markazida **ma’lumotlar asosida o‘rganish**, **namunalarni aniqlash** va **bashorat qilish** yotadi. MO algoritmlari asosan uchta asosiy sinfga bo‘linadi: **nazoratli**

o‘rganish (supervised learning), **nazoratsiz o‘rganish (unsupervised learning)** va **mustahkamlangan o‘rganish (reinforcement learning)**.

O’qituvchili o‘rganish (Supervised Learning):

O’qituvchili o‘rganish algoritmlari kiruvchi ma’lumotlar (x) va mos javoblar (y) asosida model quradi. Maqsad — yangi, noma’lum ma’lumotlar uchun to‘g‘ri javobni (bashorat) topish.

Asosiy metodlar:

Chiziqli regressiya (Linear Regression): Ma’lumotlar orasidagi chiziqli bog‘liqlikni aniqlashga asoslanadi. Matematik modeli:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_n x_n + \epsilon$$

Bu yerda β_i — koeffitsiyentlar, ϵ — xatolik.

Logistik regressiya (Logistic Regression): Ikkilik klassifikatsiya vazifalarida qo‘llaniladi. Sigmoid funksiyasi orqali ehtimollik hisoblab chiqiladi:

$$P(y = 1|x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \ldots + \beta_n x_n)}}$$

K-yaqin qo’shni algoritmi (K-Nearest Neighbors): Ob’ektlar orasidagi masofani (odatda Evklid masofasi) hisoblab, eng yaqin k qo‘shnining klassiga qarab tasniflaydi.

Qaror daraxtlari (Decision Trees) va Random Forest: Ma’lumotlarni ketma-ket ravishda ajratib borib, qarorlar daraxti shaklida tasniflash. Random Forest bir nechta daraxtlar asosida qaror chiqarib, aniqlikni oshiradi.

Sun’iy neyron tarmoqlari (Artificial Neural Networks): Biologik neyronlar prinsipiga asoslangan tizimlar bo‘lib, ko‘p qatlamli arxitekturasi orqali murakkab bog‘liqliklarni aniqlay oladi.

O’qituvchisiz o‘rganish (Unsupervised Learning)

Bu metodlar ma’lumotlarda **ichki tuzilma** va **namunalarni** aniqlashga qaratilgan. Bu yerda modelga tayyor javoblar (label) berilmaydi.

Asosiy metodlar:

- **K-means klasterlash:** Ma’lumotlarni K ta guruhga ajratadi, har bir guruh o‘z markaziga ega. Iteratsiya asosida markazlar yangilanadi.
- **Hierarxik klasterlash:** Ma’lumotlar orasidagi o‘xshashlikka asoslangan holda daraxtsimon ierarxiya quriladi.
- **Principal Component Analysis (PCA):** O‘lchovlar sonini kamaytirish uchun qo‘llaniladi. U asosiy komponentalarni topib, ma’lumotlar dispersiyasini maksimal darajada saqlab qoladi. Matematik asos: kovariatsiya matritsiyasi orqali hisoblanadi.

Mustahkamlangan o‘rganish (Reinforcement Learning)

Bu yondashuv agentning muhit bilan o‘zaro ta’siri asosida qarorlar qabul qilishini o‘rganishga asoslanadi. Har bir harakat uchun agent **mukofot (reward)** oladi yoki **jarima (penalty)** to‘laydi. Maqsad — uzoq muddatli mukofotni maksimal qilish.

Asosiy tushunchalar:

- **Agent**, **muhit**, **holat (state)**, **harakat (action)**, **mukofot (reward)**.
- **Markov qaror jarayonlari (MDP)** bu modelning matematik asosini tashkil etadi.
- Q-o‘rganish (Q-learning), Deep Q-Networks (DQN) kabilar eng mashhur algoritmlardir.

Mashinali o‘qitish (MO) metodlari zamonaviy matematikada nafaqat vosita sifatida, balki ilmiy tadqiqot va modellashtirishning yangi paradigmasi sifatida keng qo‘llanilmoqda. Quyidagi matematik yo‘nalishlar bu texnologiyaning imkoniyatlaridan faol foydalanmoqda:

1. **Sonli usullar (Numerical Methods)**

MO algoritmlari matematik modellarni sonli yechish jarayonida muhim rol o‘ynaydi. Masalan:

- **Differensial tenglamalarni yechishda:** MO, ayniqsa sun’iy neyron tarmoqlari, **ODE (Oddiy differensial tenglamalar)** va **PDE (xususiy hosilali tenglamalar)** ni yechishda alternativa vosita sifatida ishlatilmoqda. Physics-informed Neural Networks (PINNs) kabi metodlar an’anaviy sonli usullarga raqobatchi bo‘la oladi.

  Misol: $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ tenglamasi uchun neyron tarmoq bilan yechim topish.

Iteratsion usullarni tezlashtirish: Mashinali o‘qitish yordamida iteratsion usullarning konvergentsiya tezligi baholanadi yoki yaxshilanadi (masalan, Newton-Raphson usulining adaptiv versiyalari).

2. **Ehtimollar nazariyasi va statistik tahlil**

MO asosan statistik tahlilga asoslangan bo‘lib, statistik metodlarning mashinali versiyasi sifatida qaraladi.

- **Bayes statistikasi:** Bayes tarmoqlari, Naive Bayes klassifikatorlari statistik ehtimollar modeliga asoslanadi.
- **Hipotezani test qilish:** P-qiymatlar, varians tahlili (ANOVA), kovariatsiya tahlili (ANCOVA) MOda model sifatini baholashda ishlatiladi.
- **Kuzatuvlar asosida bashorat:** Regression tahlil, vaqt qatorlari analizi (time series forecasting) bu sohada keng tarqalgan.

3. **Chiziqli algebra**

- **Matritsalar ustida amallar:** Neyron tarmoqlar, ayniqsa backpropagation algoritmi, matritsali ko‘paytirish va hosilalar asosida ishlaydi.
- **Singular qiymatlar ajratish (SVD):** Raqamli tasvirlar, NLP, tavsiya tizimlarida ishlatiladi.
- **O‘z qiymat va o‘z vektorlar:** PCA (Principal Component Analysis) o‘lchamlarni kamaytirish algoritmida asosiy rol o‘ynaydi.

Misol:

Matritsa A uchun $Av=\lambda v$ tenglamasini yechish orqali xususiyatlarni aniqlash.

4. Kombinatorika va optimallashtirish

Gradient descent: MO algoritmlarining yuragi hisoblanadi. Bu optimallashtirishning konveks va konveks bo‘lmagan muammolariga bevosita bog‘liq.

Kombinatorik optimallashtirish: Travelling Salesman Problem (TSP), graf tahlillari, marshrut tanlash, sinflarga ajratish kabi masalalarda MO metodlari (xususan reinforcement learning) ishlatiladi.

5. Diskret matematika va graflar nazariyasi

Graf asosidagi neyron tarmoqlar (GNN): Tugunlar va qirralar orasidagi murakkab munosabatlarni modellashtiradi.

Ijtimoiy tarmoqlar, yo‘l tarmoqlari va biologik tarmoqlarni o‘rganishda: Graflar orqali ma’lumotlar tuzilmasi o‘rganiladi.

Masalan: Facebook do‘stlar grafigi asosida do‘stlikni tavsiya qiluvchi tizimlar.

Python tili mashinali o‘qitish va matematik modellashtirishda eng keng qo‘llaniladigan dasturlash tillaridan biridir. Uning modulli arxitekturasi, kuchli kutubxonalari (NumPy, Pandas, SciPy, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, SymPy va h.k.), shuningdek, interaktiv muhiti bu tilda ilmiy tajribalar o‘tkazishni osonlashtiradi.

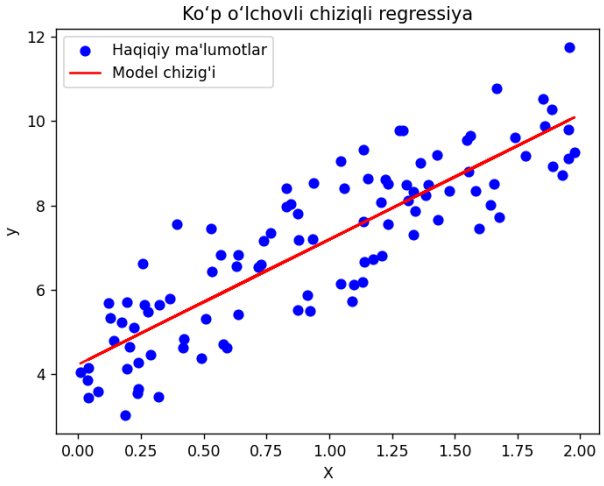
Quyida Python asosida matematik muammolarni yechishda mashinali o‘qitish metodlarini qanday amalga oshirish mumkinligi tushuntiriladi.

1. **Masalaning qo’yilishi.** Faraz qilaylik, bizda quyidagi matematik model mavjud — bu **oddiy differensial tenglama (ODE)**:

$$\frac{dy}{dx} = -2y + \sin(x), \quad y(0) = 1$$

Bu tenglamaning sonli yechimlari uchun an’anaviy usullar (Euler, Runge-Kutta) mavjud. Ammo biz bu yechimni **neyraviy tarmoq (Neural Network)** orqali o‘rganmoqchimiz.

Quyidagi misolda oddiy **ko‘p o‘lchovli regressiya modeli** quriladi va tushuntiriladi:



Masalaning qo’yilishi:

Sizda **bir o‘lchovli** (ya'ni bitta mustaqil o‘zgaruvchi — X) va **bitta bog‘liq o‘zgaruvchi** (y) bo‘lgan sun'iy ma'lumotlar to‘plami bor.

Ma'lumotlar qoidasi quyidagicha:

$$y=4+3X+\text{tasodifiy shovqin}$$

Bu yerda:

- 4 — bu intercept (ya'ni y chizig‘ining boshlanish nuqtasi)
- 3 — bu X o‘zgaruvchining y ga ta’siri (koeffitsient)
- tasodifiy shovqin — bu haqiqiy dunyoda kuzatiladigan ma'lumotlardagi tabiiy o‘zgarishlar, xatolar

Bunda— Linear Regression (chiziqli regressiya) usulidan foydalanib, bu bog‘liqlikni ma’lumotlarga moslashtirish, ya'ni X dan y ni bashorat qilish.

Xulosa. Ushbu maqolada mashinali o‘qitish metodlarining matematik sohalarga dasturiy qo‘llanilishi keng ko‘lamda tahlil qilindi. Avvalo, mashinali o‘qitish usullarining nazariy asoslari va ularning matematik modellashtirishdagi ahamiyati ko‘rsatildi. Adabiyotlar tahlili asosida, mashinali o‘qitish algoritmlarining turli matematik muammolarni yechishda, ayniqsa sonli analiz, differensial tenglamalar, optimallashtirish va ehtimollar nazariyasida samarali qo‘llanilishi isbotlandi.

Maqolaning asosiy qismida mashinali o‘qitishning asosiy metodlari — nazoratli o‘qitish, nazoratsiz o‘qitish va kuchaytirilgan o‘qitish tahlil qilindi. Ularning har birining matematik sohalardagi o‘rni va imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Shuningdek, mashinali o‘qitish algoritmlarining matematik muammolarga dasturiy yechim yaratishda qo‘llanilishi uchun zaruriy vositalar, xususan Python dasturlash tilining qulayliklari va kuchli kutubxonalari batafsil ko‘rsatildi.

Adabiyotlar:

1. Хасти, Тревор, Тибширани, Роберт, Фридман, Джером (2009). Элементы статистического обучения. Нью-Йорк: Springer, 745 с.
2. Бишоп, Кристофер М. (2006). Распознавание образов и машинное обучение. Берлин: Springer, 738 с.
3. Шалев-Шварц, Шай, Бен-Давид, Шай (2014). Понимание машинного обучения: от теории к алгоритмам. Кембридж: Cambridge University Press, 408 с.
4. Жерон, Орельен (2019). Практическое машинное обучение с использованием Scikit-Learn, Keras и TensorFlow. Себастопол: O'Reilly Media, 820 с.
5. Рашка, Себастьян, Мирджалили, Вахид (2020). Машинное обучение на Python. Бирмингем: Packt Publishing, 680 с.
6. Journal of Machine Learning Research (JMLR). (н.д.). https://www.jmlr.org
7. SIAM Journal on Scientific Computing. (н.д.). Общество по промышленной и прикладной математике. https://www.siam.org
8. Саттон, Ричард, Барто, Эндрю (2018). Обучение с подкреплением: введение. Кембридж: MIT Press, 552 с.
9. Робертс, Джулия, Браун, Дэвид (2018). Влияние геймификации на мотивацию студентов в онлайн-обучении. Психология образования и развития, 12(1), 98–112.