ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

MASHINAVIY O‘QITISH ALGORITMLARINING MATEMATIK ASOSIDA CHIZIQLI ALGEBRA FANINING O‘RNI

Abdurazzoqov Ilhom Rustamovich
“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti doktoranti
E-mail: abdurazzoqovilhom96@gmail.com

Annotatsiya. Biz bu maqolada mashinaviy o‘qitish algoritmlarining matematik asosini tashkil etuvchi chiziqli algebra fanining o‘rni va ahamiyati haqida batafsil tahlil qildik. Sun’iy intellekt sohasining asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lmish Mashinaviy o‘qitish yo‘nalishida ma’lumotlarni vektor va matritsa ko‘rinishida ifodalanishi, ular ustida bosqichma-bosqich algebraik amallarni bajarish hamda model parametrlarni optimallashtirishda chiziqli algebra fanining muhimligini yoritdik.

Kalit so‘zlar: Mashinaviy o‘qitish, algoritmlar, ham chiziqli algebra, vektorlar, matritsalar, skalyar ko‘paytma, matritsa ko‘paytmasi, determinant, determinant xossalari, matritsani transponirlash, teskari matritsa**,** chiziqli regressiya, logistik regressiya, PCA.

Аннотация. В данной статье подробно проанализирована роль и значение линейной алгебры, являющейся математической основой алгоритмов машинного обучения. В машинном обучении, одной из основных областей искусственного интеллекта, подчеркнута важность линейной алгебры в представлении данных в виде векторов и матриц, выполнении пошаговых алгебраических операций над ними и оптимизации параметров модели.

Ключевые слова: Машинное обучение, алгоритмы, линейная алгебра, векторы, матрицы, скалярное произведение, матричное произведение, определитель, свойства определителя, транспонирование матрицы, обратная матрица, линейная регрессия, логистическая регрессия, PCA.

Abstract. In this article, we have analyzed in detail the role and importance of linear algebra, which is the mathematical basis of machine learning algorithms. In Machine Learning, one of the main areas of artificial intelligence, we have highlighted the importance of linear algebra in representing data in the form of vectors and matrices, performing step-by-step algebraic operations on them, and optimizing model parameters.

Keywords: Machine learning, algorithms, linear algebra, vectors, matrices, scalar product, matrix product, determinant, determinant properties, matrix transpose, inverse matrix, linear regression, logistic regression, PCA.

1.KIRISH.

ISSN 3030-3907

Hozirgi rivojlanayotgan dunyoda Sun’iy intellekt va uning asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lgan Mashinaviy o‘qitish tez suratlarda rivojlanib, turli asosiy sohalarda juda keng qo‘llanilmoqda. Bank tizimida mijozning kredit olishini baholash, tibbiyotda kasalliklarni erta aniqlash va aniq tashxis qo‘yish, internetda foydalanuvchiga mos kontent berish, tasvirlarni tanish va nutqni qayta ishlash jarayonlarida mashinaviy o‘qitish algoritmlaridan keng foydalanilmoqda.

Yuqoridagi algoritmlar mustahkam xato qilmay ishlashi esa matematik asosga bog‘liqdir. Shu matematik asoslarni tashkil etishda eng muhimlaridan biri bu chiziqli algebra fanidir.

Chiziqli algebra mashinaviy o‘qitish algoritmlarini qurishda deyarli barcha bosqichida ishtirok etadi. Chunki, mashinaviy o‘qitishda ma’lumotlar asosan vektor va matritsa ko‘rinishida yaratilib saqlanadi. Masalan: Buni tasavvur qilish uchun talabalar haqidagi ma’lumotlarni olaylik: Yoshi, bo‘yi, vazni, va baholari agar bitta yo‘nalishda 92 ta talaba bo‘lsa va har birida yuqoridagi to‘rtta ma’lumot mavjud bo‘lsa, bu ma’lumotlar 92 x 4 o‘lchamli matritsa ko‘rinishida ifodalanadi. Bundan xulosa qilishimiz mumkinki demak, ma’lumotlarning asosiy ko‘rinishi matritsadir.

Mashinaviy o‘qitishda vektorlarni obyektlarning xususiyatini ifodalash uchun ishlatamiz. Masalan, bitta talabaning ma’lumotlari quyidagicha bo‘lishi mumkin.

$$x = [19, 172, 68, 86]$$

bu yerda 19-yoshi, 172-bo‘yi, 68-vazni, 86 – bahosi. Bu oddiy vektor hisoblanadi. Lekin agar shunday 92 ta vektor yig‘ilsa u holda matritsa hosil bo‘ladi.

Shunday qilib, chiziqli algebra mashinaviy o‘qitish algoritmlarining matematik poydevori hisoblanadi. Vektorlar, matritsalar va ulardagi amallarni bilmasdan algoritmlarning ishlash prinsipini to‘liq tushunish juda qiyindir.

ASOSIY QISM.

2.Muammoning qo‘yilishi. Mashinaviy o‘qitish sohasida algoritmlarni ishlab chiqishdagi asosiy masala foydalanilayotgan ma’lumotlarni to‘g‘ri shaklda ifodalash hamda ular ustida hisob-kitoblarni samarali amalga oshirishdan iborat. Har qanday foydalanilayotgan algoritmning ishlashi kiruvchi ma’lumotlar va ular orasidagi o‘zaro bog‘lanishlarni aniqlashga asoslanadi. Bu jarayonda ma’lumotlar oddiy ko‘rinishda emas balki matematik obyektlar ko‘rinishida tasvirlanadi.

Yuqorida ta’kidlaganimizdek bir obyekt haqida bir qancha xususiyat mavjud bo‘lsa ular vektorlar ko‘rinishida tasvirlanadi. Agar bunday obyektlar soni ko‘paysa ular matritsa hosil qiladi. Bundan ko‘rinib turibdiki mashinaviy o‘qitishdagi asosiy ma’lumotlar vektor va matritsalar yordamida hosil qilinadi.

ISSN 3030-3907

Algoritmlar esa aynan shu obyektlar ustida ishlaydi. Asosiy muammo shundaki, algoritmlardan natija olish ma'lumotlarni qayta ishlash usuliga bog'liq bo'ladi.

Masalan, model parametrlarni topishda ko'plab amallarni ya'ni qo'shish, ko'paytirish, transponirlash va teskari matritsani hisoblash amallarini bajaradi. Agar bu amallar samarasiz va noto'g'ri bajarilsa modelning aniqligi yo'qoladi va aniqlik pasayib hisoblash vaqti ortadi. Biz yana bir muhim jihatga e'tibor qaratishimiz o'rinlidir bu katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlash. Bu jarayonda ma'lumotlar hajmi ortgan sari hisoblashlar murakkablashadi. Shu bois ularni soddalashtirish, kerakli muhim qismlarini ajratish va ortiqcha ma'lumotlarni kamaytirishimiz zarurdir.

Bu jarayonlarda ham chiziqli algebra usullari asosiy vosita sifatida xizmat qiladi. Demak yuqoridagi ma'lumotlardan shuni aytishimiz mumkinki, mashinaviy o'qitishda, asosiy e'tibor faqat algoritmlarda emas balki, uni hosil qilishdagi matematik asosiga ham qaratishimiz kerak. Aynan shu nuqtada chiziqli algebra algoritmlarining ishlash prinsiplarini tushunish, ularni tahlil qilish va samaradorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga egadir.

Shu jihatdan mashinaviy o'qitish algoritmlarining matematik asosida chiziqli algebra fanining ahamiyatini o'rganish muhim ilmiy masala hisoblanadi.

3.Matematik asoslar. Mashinaviy o'qitish algoritmlarining ishlash jarayoni ma'lumotlarni qabul qilish, qayta ishlash va natija hosil qilish bosqichlaridan iborat bo'lib, bu jarayonlarning barchasi matematik hisoblashlarga asoslanadi. Ayniqsa, chiziqli algebra ushbu algoritmlarning nazariy va amaliy asosini tashkil etadi. Chunki mashinaviy o'qitishda ma'lumotlar sonli ko'rinishda ifodalanadi va ular ustida turli algebraik amallar bajariladi. Shu sababli vektorlar, matritsalar hamda ular bilan bog'liq algebraik tushunchalarni chuqur o'rganish muhim ahamiyatga ega.

Vektorlar. Vektor chiziqli algebraning asosiy tushunchalaridan biri bo'lib, tartiblangan sonlar to'plamini ifodalaydi. Mashinaviy o'qitishda har bir obyektning xususiyatlari vektor ko'rinishida yoziladi. Masalan, bir talabaning yoshi, bo'yi va vazni quyidagi vektor orqali ifodalanishi mumkin:

$$x = (20, 175, 70)$$

Bu yerda har bir element obyektning alohida xususiyatini bildiradi. Vektorning umumiy ko'rinishi:

$$x = (x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$$

Vektorning uzunligi yoki normasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$|x| = \sqrt{({x_1}^2 + {x_2}^2 + {x_3}^2 + \ldots + {x_n}^2)}$$

Vektor normasi mashinaviy o'qitishda masofalarni hisoblash, o'xshashlikni aniqlash va ma'lumotlarni normallashtirishda qo'llaniladi.

ISSN 3030-3907

Matritsalar. Matritsa satr va ustunlardan tashkil topgan sonli jadval bo‘lib, bir nechta vektorlarni birlashtirib ifodalaydi. Mashinaviy o‘qitishda butun ma’lumotlar bazasi matritsa ko‘rinishida saqlanadi.

Matritsaning umumiy ko‘rinishi:

$$A_{m\times n} = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

bu yerda i — satr raqami, j — ustun raqami.

Agar m ta obyekt va n ta xususiyat mavjud bo‘lsa, matritsa o‘lchami:

$m \times n$ ko‘rinishda bo‘ladi.

Matritsalar ma’lumotlarni tartibli saqlash va ular ustida hisoblashlarni tez bajarishga xizmat qiladi.

Skalyar ko‘paytma. Skalyar ko‘paytma ikki vektor orasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi amal hisoblanadi. Skalyar ko‘paytmaning koordinatalardagi ifodasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

Agar $\vec{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ va $\vec{b} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ bo‘lsa ularning skalyar ko‘paytmasi quydagicha aniqlanadi.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 b_1 + a_2 b_2, \dots, + a_n b_n$$

Agar:

$$\vec{a} = (1, 2, 3)$$

$$\vec{b} = (4, 5, 6)$$

bo‘lsa:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = (1 \cdot 4) + (2 \cdot 5) + (3 \cdot 6) = 32$$

Mashinali o‘qitishda skalyar ko‘paytma modelning bashorat qiymatini topishda va o‘xshashlikni aniqlashda ishlatiladi.

Matritsa ko‘paytmasi. Matritsa ko‘paytmasi chiziqli algebra amallarining eng muhimlaridan biri hisoblanadi. Mashinaviy o‘qitishdagi ko‘plab algoritmlar aynan matritsa ko‘paytmasi asosida ishlaydi.

ISSN 3030-3907

Matritsalarni ko'paytirish.

$A = (a_{ij})$- $m \times n$ – o'lchovli, $B = (b_{ij})$ $n \times p$ – o'lchovli.

$A \cdot B = R = (r_{ij})$- $m \times p$ – o'lchovli.

$$r_{ij} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} b_{kj}$$

$(i=1,2,\ldots,m; j=1,2,\ldots,p)$ (2)

Agar: Bu amal model parametrlarini hisoblashda asosiy rol o'ynaydi.(2)

Determinant. Determinant kvadrat matritsaning sonli xarakteristikasi bo'lib, uning xossalarini aniqlashga yordam beradi.

Aytaylik, biror a,b,c,d sonlar berilgan bo'lsin.

Ushbu $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc$ (3)

Bundan a,b,c,d determinantining elementlari. a,b, va c,d sonlar (3) determinantning mos ravishda birinchi va ikkinchi yo'llarini (satrlarini) a,c, b,d sonlar esa (3) determinantning mos ravishda birinchi va ikkinchi ustunlarini tashkil etadi.

Odatda determinant elementlarini ikkita indeks qo'yilgan harflar bilan belgilanadi. Bunda birinchi indeks qarorni, ikkinchi indeks ustunni ifodalaydi. Masalan $a_{21} = c$ son (3) determinantning ikkinchi yo'l birinchi ustunida turgan element bo'ladi. (3) determinant quyidagicha yoziladi.

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

Xuddi shunga o'xshash uchinchi, to'rtinchi va hokazo. n-tartibli determinant tushunchasi kiritiladi.

Ushbu $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$

Ifoda 3-tartibli determinant.

$$a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{11}a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21}a_{33}$$

ISSN 3030-3907

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} =$$

$$a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{11}a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21}a_{33}$$

Determinant xossalari:

1. Agar determinantning barcha satrlari mos ustunlari bilan almashtirilsa, uning qiymati o‘zgarmaydi;

2. Agar determinantning barcha satrlari mos ustunlari bilan almashtirilsa, uning qiymati o‘zgarmaydi;

3. Agar determinant ikkita bir xil satrga ega bo‘lsa, qiymati nolga teng bo‘ladi;

4. Agar determinant ikkita parallel satrining mos elementlari proporsional bo‘lsa, qiymati nolga teng bo‘ladi;

5. Determinantning biror satr elementlarining umumiy ko‘paytuvchisini determinant belgisidan tashqariga chiqarish mumkin;

6. Determinant ikkita parallel satri o‘rinlari almashtirilsa, determinant ishorasi qarama-qarshisiga o‘zgaradi;

7. Determinantning qiymati biror satr elementlari bilan shu elementlarga tegishli algebraik to‘ldiruvchilari ko‘paytmalari yig‘indisiga teng;

8. Determinant biror satr elementlari bilan parallel satr mos elementlari algebraik to‘ldiruvchilari ko‘paytmalarining yig‘indisi nolga teng;

9. Determinant biror satrining har bir elementi ikki qo‘shiluvchining yig‘indisidan iborat bo‘lsa, u holda determinant ikki determinant yig‘indisiga teng bo‘lib, ularning biri tegishli satr birinchi qo‘shiluvchilardan, ikkinchisi esa ikkinchi qo‘shiluvchilardan iborat bo‘ladi.

Yuqorida determinant xossalarini keltirib o‘rdik uni misollar yordamida ifodalash uchun bizda maqolamizning hajmi me’yoriy talablardan oshib ketadi shuning uchun batafsil yoritilmadi qiziqqanlar uchun bemalol Chiziqli algebra kitoblaridan batafsil tanishib chiqish tavsiya etiladi.

Matritsani transponirlash — matritsaning satrlarini ustunlarga, ustunlarini satrlarga almashtirish amali.(4)

Agar matritsa: $A = (a_{ij})m \times n$ bo‘lsa uning transponirlangan ko‘rinishi:

$$A^T = (a_{ji})n \times m$$

ISSN 3030-3907

$$A^T = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} \dots & a_{n1} \\ a_{12} & a_{22} \dots & a_{n2} \\ \dots & \dots \dots & \dots \\ a_{1n} & a_{2n} \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \qquad 4)$$

Teskari matritsa — berilgan matritsa bilan ko‘paytirilganda birlik matritsa hosil qiladigan matritsa.

Ushbu *A* kvadrat matritsani qaraylik:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{AB = BA = E}$$

bo‘lsa, $\boldsymbol{B}$ matritsa $\boldsymbol{A}$ matritsa uchun teskari matritsa deb ataladi. $\boldsymbol{A}$ matritsaga teskari matrisani $\boldsymbol{A^{-1}}$ kabi belgilanadi.

Teskari matritsa (inverse matrix) mavjud bo‘lishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. Matritsa kvadrat bo‘lishi kerak

Ya’ni satrlar soni ustunlar soniga teng:

$$\boldsymbol{An \times n}$$

Misol: 2×2, 3×3, n×n

Kvadrat bo‘lmasa, teskari matritsa mavjud emas.

2. Determinanti nolga teng bo‘lmasligi kerak

Asosiy shart:

$$det(A) \neq 0$$

Agar

$$det(A) = 0$$

bo‘lsa, matritsa **singulyar** deyiladi va teskari matritsa yo‘q.

Xos qiymat va xos vektor— matritsaning eng muhim tushunchalaridan biri. Buni qquyidagicha izohlashimiz mumkin. Matritsa vektorni o‘zgartirganda, ba’zi maxsus vektorlar yo‘nalishini o‘zgartirmaydi, faqat uzunligi o‘zgaradi. Shu vektorlar — ***xos vektor***, o‘zgarish koeffitsiyenti — ***xos qiymat*** deb aytiladi.

Agar A matritsa va $x \neq 0$ vektor uchun

$$Ax = \lambda x$$

tenglik bajarilsa:

x — ***xos vektor***

λ — ***xos qiymat***

Bu yerdagi elementlarni quydagicha tasvirlaymiz

A — matritsa

x — nol bo‘lmagan vektor

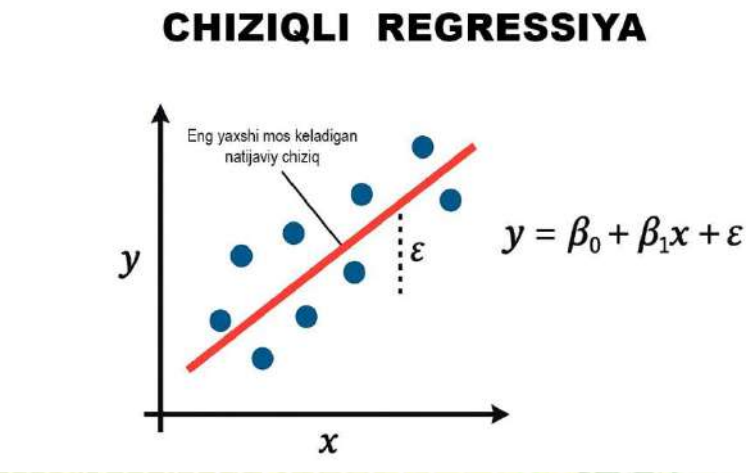
ISSN 3030-3907

λ — *skalyar son*

Mashinaviy o‘qitish algoritmlarida chiziqli algebra usullarining qo‘llanilishi

Chiziqli algebra fani mashinaviy o‘qitish algoritmlarining butun nazariy asosini tashkil etibgina qolmay, ularning amaliy ishlash mexanizmini ham aniq qilib belgilab beradi. Bunda har bir algoritm ma’lumotlarni qayta ishlash, parametrlarni aniq hisoblash va natijalarni to‘g‘ri shakllantirish jarayonida vektor va matritsa amallariga tayanadi. Shu sababli algoritmlarning matematik modelini aniq tushunishimiz uchun chiziqli algebra bilan bog‘liqligini tahlil qilishimiz zarur hisoblanadi.

Birinchi asosiy algoritmlardan biri ***Chiziqli regressiya*** hisoblanadi. Ushbu algoritm kiruvchi ma’lumotlar va chiqish natijaviy qiymatlari orasidagi chiziqli bog‘liqlikni aniqlaydi.



1-rasm. Chiziqli regressiya tasvirlanishi

Oddiy chiziqli regressiya: Faqat bitta mustaqil o‘zgaruvchi va bitta bog‘liq o‘zgaruvchini o‘z ichiga oladi. Bog‘liqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

Bu yerda:

y — bog‘liq o‘zgaruvchi (bashorat qilinadigan qiymat)

x — mustaqil o‘zgaruvchi

β_0 — kesishish nuqtasi (x=0 bo‘lgandagi y qiymati)

β_1 — qiyalik (x bir birlikka o‘zgarsa y qancha o‘zgarishi)

ε — xato hadi

Ko‘p chiziqli regressiya:

Ikki yoki undan ortiq mustaqil o‘zgaruvchi va bitta bog‘liq o‘zgaruvchini o‘z ichiga oladi. Tenglama:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots \beta_n x_n + \varepsilon$$

Bu yerda:

y — bog‘liq o‘zgaruvchi

ISSN 3030-3907

$x_1, x_2, \ldots x_n$ — mustaqil o‘zgaruvchilar
β_0 — kesishish nuqtasi
$\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n$ — koeffitsiyentlar
ε — xato hadi

Misol: Uy narxini bashorat qilishda uy o‘lchami, xonalar soni, joylashuvi va yoshi kabi omillar ishlatiladi. Har bir omil regressiya tenglamasida alohida o‘zgaruvchi sifatida qatnashadi.

Keyingi yana bir muhim algoritm bu Logistik regressiya hisoblanadi.

Logistik regressiya - bu tasniflash masalalarida qo‘llaniladigan boshqariladigan mashinani o‘rganish algoritmlaridan biridir. U ma’lumotlarni oldindan berilgan sinflarga ajratish uchun xizmat qiladi. Chiziqli regressiya uzluksiz qiymatlarni bashorat qilishga mo‘ljallangan bo‘lsa, logistik regressiya kirish ma’lumotlarining ma’lum bir sinfga tegishli bo‘lish ehtimolini aniqlaydi.



2-rasm.Logistik regressiya turlari

Asosan, logistik regressiya ikkilik tasniflash masalalarida keng qo‘llaniladi. Bunda natija ikki xil toifadan biriga tegishli bo‘ladi, masalan: Ha/Yo‘q, True/False yoki 0/1. Model kirish ma’lumotlarini tahlil qilib, natijani ehtimollik ko‘rinishida ifodalaydi.

Ushbu algoritmda sigmasimon (sigmoid) funksiya qo‘llaniladi. Bu funksiya kirish qiymatlarini 0 va 1 oralig‘idagi ehtimollik qiymatiga o‘zgartirib, obyektning qaysi sinfga mansubligini aniqlash imkonini beradi.

Logistik regressiya bog‘liq o‘zgaruvchining xususiyatiga qarab uchta asosiy turga bo‘linadi. Har bir tur ma’lumotlarning tuzilishi va natija kategoriyalarining soniga qarab qo‘llaniladi.

Binomial logistik regressiya — bog‘liq o‘zgaruvchi faqat ikkita mumkin bo‘lgan toifadan iborat bo‘lganda qo‘llaniladi. Masalan, “Ha/Yo‘q”, “O‘tdi/O‘tmadi” yoki “0/1” kabi holatlar. Bu logistik regressiyaning eng ko‘p qo‘llaniladigan turi bo‘lib, asosan ikkilik tasniflash masalalarida ishlatiladi.

Multinomial logistik regressiya — bog‘liq o‘zgaruvchi uch yoki undan ortiq kategoriyadan iborat bo‘lsa va bu kategoriyalar o‘zaro tartibga ega bo‘lmasa

ISSN 3030-3907

qo‘llaniladi. Masalan, obyektlarni “mushuk”, “it” yoki “qo‘y” kabi alohida sinflarga ajratish. Ushbu tur binomial logistik regressiyaning kengaytirilgan shakli hisoblanadi va ko‘p sinfli tasniflash muammolarini hal qilishga xizmat qiladi.

Tartibli logistik regressiya — bog‘liq o‘zgaruvchi uch yoki undan ortiq kategoriyaga ega bo‘lib, ular tabiiy tartib yoki reyting asosida joylashgan bo‘lsa qo‘llaniladi. Masalan, “past”, “o‘rta” va “yuqori” kabi darajalar. Bu model tasniflash jarayonida kategoriyalar orasidagi tartibni ham hisobga oladi.
Logistik Regressiya usulining matematik formulasi quyidagicha:

$$P(y=1 \mid X)=\frac{1}{1+e^{-(wX+b)}}$$

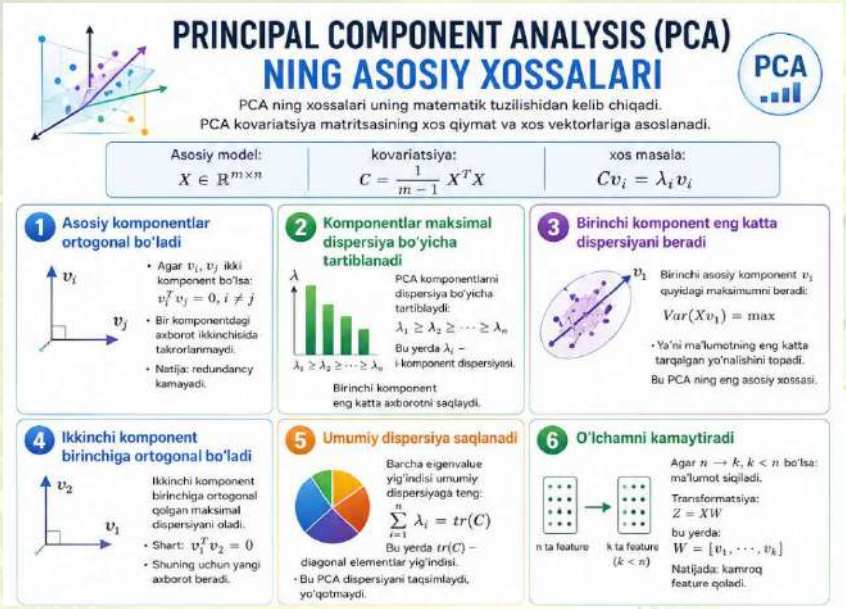
Bu yerda,
X – vektorizatsiyalangan matn;
w – og‘irlik koeffitsiyentlari;
b – bias (chegirma qiymati);
e – eksponensial funksiyasi.

Ushbu model sigmoid funktsiyasidan foydalanib, chiqishni ehtimollik sifatida hisoblaydi va klassifikatsiya qiladi. Sigmoid funktsiyasining asosiy maqsadi – kirish ma’lumotlarini chiziqli kombinatsiya orqali toifalarga ajratish.

Asosiy komponentlar tahlili (Principal component analysis) algoritmida esa ma’lumotlarning o‘lchamini kamaytirish uchun xos qiymat va xos vektorlar ishlatiladi.

Asosiy komponentlar tahlili (PCA) - bu korrelyatsiyalangan o‘zgaruvchilarni kichikroq yangi, korrelyatsiya qilinmagan o‘zgaruvchilar to‘plamiga - asosiy komponentlarga aylantiradigan ko‘p o‘zgaruvchan statistik tahlil usuli. Usul maksimal o‘zgaruvchanlik va asosiy naqshlarni saqlab qolish bilan birga ma’lumotlarning o‘lchamliligini kamaytirish uchun ishlatiladi. PCA mashinani o‘rganish, signallarni qayta ishlash va ma’lumotlarni vizualizatsiya qilishda keng qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Asosiy komponentlar tahlili (Principal component analysis)

4. NATIJALAR VA MUHOKAMA. Ushbu tadqiqot davomida mashinaviy o‘qitish algoritmlarining matematik asosida chiziqli algebra fanining muhim o‘rni ochib berdik. Olingan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, vektor va matritsalar va ularni tashkil etuvchi asoslari ma’lumotlarni ifodalashning asosiy vositasi hisoblanadi, matritsa ko‘paytmasi esa algoritmlarning hisoblash mexanizmini tashkil etadi. Xususan, Linear Regression algoritmida parametrlarni hisoblashda transponirlash va teskari matritsa, Artificial Neural Network da vaznlar matritsasi orqali qatlamlararo bog‘lanish, Principal Component Analysis(PCA) da esa xos qiymat va xos vektorlar juda muhim rol o‘ynashi aniqlandi.

Yakuniy natijalarga ko‘ra, chiziqli algebra usullari algoritmlarning hisoblash tezligini oshirish, model parametrlarini optimallashtirish hamda katta hajmdagi ma’lumotlarni samarali qayta ishlash imkonini beradi.

5.XULOSA. Ushbu maqolani yozish jarayonida olingan natijalar sifatida shuni aytishimiz mumkinki, chiziqli algebra fani mashinaviy o‘qitish algoritmlarining matematik asosini tashkil etuvchi fundamental fanlardan biri hisoblanadi. Mashinaviy o‘qitish algoritmlarining ishlash jarayonida ma’lumotlarni vektor va matritsa ko‘rinishida ifodalash algoritmlarning ishlashini soddalashtiradi hamda hisoblash jarayonlarini tizimli ravishda tashkil etishga imkon beradi. Vektorlar obyektlarning xususiyatlarini ifodalashda, matritsalar esa katta hajmdagi ma’lumotlarni tartibli saqlash va qayta ishlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatib o‘tdik.

Tadqiqotimiz davomida skalyar ko‘paytma, matritsa ko‘paytmasi, transponirlash, determinant, teskari matritsa hamda xos qiymat va xos vektorlar kabi chiziqli algebra tushunchalari mashinaviy o‘qitish algoritmlarining ajralmas qismi ekanligi tahlil qildik. Aynan regressiya modellari, neyron tarmoqlar va

ISSN 3030-3907

o‘lchamni kamaytirish usullarida ushbu matematik o‘lchovlarning bevosita doimiy qo‘llanilishi isbotlandi.

Yuqoridagilar asosida shunday xulosa chiqarishimiz mumkinki, chiziqli algebra nafaqat mashinaviy o‘qitish algoritmlarining nazariy poydevori, balki ularning samaradorligi, aniqligi va optimallashuvini ta’minlovchi asosiy matematik vosita hisoblanadi. Chiziqli algebra fanini chuqur o‘rganish mashinaviy o‘qitish jarayonlarini to‘liq anglashda juda katta yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ayupov Sh.A., Omirov B.A., Xudoyberdiyev A.X. Chiziqli algebra. – Toshkent: Muxr-Press, 2023.
2. Akilov J., Jabborov M., Mamasoliyev Q., Safarov R. Chiziqli algebra va analitik geometriyadan masalalar yechish. – Toshkent: Turon-Iqbol, 2006.
3. Turgunov N., Gafarov I. Chiziqli algebra va analitik geometriya. – Toshkent, 2018.
4. Introduction to Linear Algebra. Strang G. Introduction to Linear Algebra. 5th ed. – Wellesley-Cambridge Press, 2016.
5. Pattern Recognition and Machine Learning. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. – Springer, 2006.
6. Mathematics for Machine Learning. Deisenroth M.P., Faisal A.A., Ong C.S. Mathematics for Machine Learning. – Cambridge University

ISSN 3030-3907