

NASOS AGREGATLARI HOLATINI MONITORING QILISHDA MASHINALI O'QITISHNING CHIZIQLI REGRESSIYA USULINI QO'LLASH VA BASHORAT QILISH ALGORITMLARI

Akbarov Salmon

magistr (TIQXMMI)

Email: salmonlearner34@gmail.com +998908087742

To'laboyev Sultonbek

magistr (TIQXMMI)

Email: tolaboyevsultonbek7777@gmail.com +998936012806

O.M.Ismailov

dots., t.f.d. (TIQXMMI)

Email: ismoilovotabek2023@gmail.com +998998855693

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19724171>

Annotatsiya: Maqolada nasos agregatlarining texnik holatini diagnostika qilishda mashinali o'qitish usullari, xususan, chiziqli regressiya algoritmining qo'llanilishi tadqiq etilgan. Nasos agregatlarining asosiy ishchi parametrlari (masalan, tebranish amplitudasi va bosim) orasidagi korrelyatsion bog'liqliklar eng kichik kvadratlar usuli yordamida tahlil qilingan. Maqolada nazariy hisob-kitoblar bilan bir qatorda, Python dasturlash tilida ma'lumotlarni qayta ishlash va kelgusi nosozliklarni bashorat qilish modellari ishlab chiqilgan. Olingan natijalar uskunaning ishdan chiqish ehtimolini erta aniqlash va texnik xizmat ko'rsatishni optimallashtirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar:

Mashinali o'qitish, chiziqli regressiya, nasos agregati, diagnostika, Python, bashorat qilish, eng kichik kvadratlar usuli, monitoring, texnik holat.

Kirish

Bashoratlash tizmlarini yaratishda AI Mashinaviy o'qitish usuli hozirgi kunda eng ko'p qo'llaniladigan usullardan biri bo'lib, Suniy intellekt yordamida berilgan parametrlarni o'qitib oldigilari bilan solishtirib aniqlikga yaqin bo'lgan qiymatlarni qaytaradi. Bu esa jarayonni real vaqt rejimida jarayonni monitoring qilish imkonini yanada oshiradi. Texnologiyalar rivojlanishi bilan olimlar kompyuterlarga insonlarga o'xshab fikrlash va mustaqil ravishda oqilona qarorlar qabul qilishni o'rgatishga intilib kelishmoqda. Bunda asosiy maqsad murakkab va katta hajmdagi ma'lumotlardan aniq ko'rsatmalarsiz umumiy xulosalar chiqarish hamda muhim tushunchalarni ajratib olish qobiliyatini shakllantirishdir.

Mashinali o'rganish ana shu yo'nalishning muhim qismi bo'lib, u oldingi ma'lumotlar va tajribalar asosida umumlashtirish orqali kelajakdagi natijalarni oldindan aytib bera oladigan algoritmlar majmuasini anglatadi. Bu jarayon matematik va statistik usullarga tayanadi hamda kompyuterlar yordamida amalga oshiriladi. Natijada ma'lumotlar ichidan qonuniyatlar aniqlanadi, andozalar topiladi va tegishli xulosalar chiqariladi. Umumiy jihatdan, nazoratli (supervised) o'rganish usullari ehtimollik nazariyasiga, xususan Bayes yondashuviga asoslanib, avval kuzatilgan holatlarga qarab yangi vaziyatlar uchun ehtimollarni hisoblaydi. Nazoratsiz (unsupervised) o'rganish esa oldindan belgilangan yorliqlarsiz ma'lumotlar ichidan yashirin tuzilmalarni aniqlaydi va ularni keyingi tahlillarda qo'llaydi. [2]

Har ikkala yondashuv ham obyektlarni guruhlariga ajratish (klassifikatsiya) yoki miqdoriy qiymatlarni aniqlash (regressiya) vazifalarida ishlatiladi. Masalan, hayvonlarni ikki guruhga —

sutemizuvchilar va sudralib yuruvchilarga ajratishda nazoratli usulda dastlab aniq belgilangan misollar mavjud bo'ladi. Shu misollar orqali har bir guruhga xos belgilar aniqlanadi. Masalan, ayrim hayvonlarning tirik tug'ishi ularni boshqalardan farqlovchi muhim belgi hisoblanadi. Shu kabi xususiyatlar asosida yangi hayvonlar ham to'g'ri tasniflanadi. Nazoratsiz yondashuvda esa dastlab hech qanday tayyor toifalar bo'lmaydi. Algoritm o'zi ma'lumotlarni tahlil qilib, ularni o'xshash belgilariga qarab guruhlarga ajratadi.

Masalan, ayrim hayvonlarning issiq qonli bo'lishi va tirik tug'ishi, boshqalarining esa tuxum qo'yishi va sovuq qonli bo'lishi asosida tabiiy ravishda ikki guruh shakllantiriladi. Umuman olganda, mashinali o'rganish matematik va statistik asosga ega bo'lib, ma'lumotlar ichidagi bog'liqliklar va noodatiy holatlarni aniqlashga xizmat qiladi. Bu sohadagi algoritmlar turli darajadagi murakkablikka ega. Keyingi bosqichlarda ularning ishlash prinsiplari chuqurroq o'rganiladi.

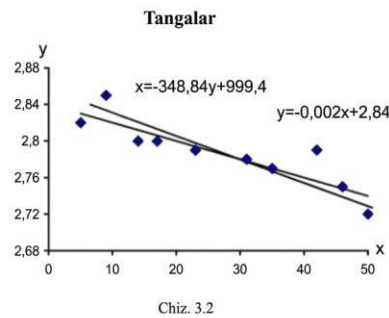
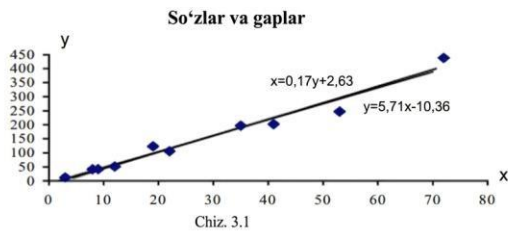
Garchi bu bilimlar mashinali o'rganishning barcha jihatlarini to'liq qamrab olmasa-da, ular ushbu sohada mustahkam tushuncha hosil qilish va amaliy tizimlar yaratishda muhim ahamiyatga ega.[2]

Mashinali o'qitishning chiziqli regressiya usuli eng sodda va keng qo'llaniladigan matematik modellardan biri hisoblanadi. Ushbu usul kirish va chiqish o'zgaruvchilari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash hamda uni to'g'ri chiziq orqali ifodalashga asoslanadi. Chiziqli regressiya yordamida berilgan ma'lumotlar asosida noma'lum qiymatlarni bashorat qilish, shuningdek, o'zgaruvchilar o'rtasidagi ta'sir darajasini baholash mumkin. Mazkur usulning asosiy vazifasi kuzatilgan ma'lumotlar to'plamiga eng mos keluvchi chiziqli funksiyani aniqlashdan iborat. Bunda model parametrlari maxsus matematik usullar, xususan, eng kichik kvadratlar usuli yordamida hisoblab chiqiladi. Natijada haqiqiy qiymatlar va model tomonidan hisoblangan qiymatlar orasidagi farq minimal darajaga keltiriladi. Chiziqli regressiya amaliyotda turli sohalarda, jumladan, sanoat tizimlarida uskunalarning texnik holatini baholash, nosozliklarni oldindan aniqlash va ishlash samaradorligini oshirishda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, sensorlardan olingan ma'lumotlar asosida parametrlar o'zgarishini tahlil qilish orqali kelajakdagi holatni prognoz qilishda ushbu usul muhim ahamiyat kasb etadi.[2]

Misol tariqasida tahminiy paramterlarni tanlaymiz. Y va X son belgilar chiziqli korrelyatsion boglangan bo'lsin. Eng sodda holni qaraymiz. X belgining turli x qiymatlari va Y belgining ularga mos y qiymatlari bir martadan kuzatilgan bo'lsin:

x_i	x_1	x_2	...	x_n
y_i	y_1	y_2	...	y_n

Bu qiymatlar bir martadan kuzatilganligi uchun shartli o'rtacha qiymatdan foydalanishga ehtiyoj yo'q. Regressiya tenglamasini $Y = a + bX$ (15.3) ko'rinishda izlaymiz, bu yerda, a - Y ning X ga nisbatan regressiya koeffitsiyenti deyiladi.



Kuzatish natijalarini eng kichik kvadratlar usuli bilan qayta ishlash. Ikki

a va b parametrlarni shunday tanlash keraki kuzatish oʻlchovli tanlanma. maʼlumotlari boʻyicha XOY tekisligida yasalgan $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ nuqtalar (15.3) toʻgʻri chiziq yaqinida yotsin. Shu maqsadda eng kichik kvadratlar usulidan foydalanib, quyidagi funksiyaning minimumini topamiz:

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - a - by_i)^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - a - bx_i)^2$$

bu yerda y_i - (15.3) tenglama boʻyicha x_i qiymatga mos ordinata; y_i esa x_i ga mos kuzatilayotgan ordinata; a, b xy . Xususiy hosilalarni nolga tenglashtiramiz:

$$\frac{\partial F}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - by_i) = 0 \quad \text{yoki} \quad \sum_{i=1}^n (y_i - a - by_i) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n x_i (y_i - a - by_i) = 0 \quad \text{yoki} \quad \sum_{i=1}^n x_i (y_i - a - by_i) = 0$$

Bu sistemani yechib, izlanayotgan parametrlarni topamiz.

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i a - b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i - a \sum_{i=1}^n x_i - b \sum_{i=1}^n x_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n y_i - n a - b \sum_{i=1}^n y_i = 0 \quad \text{yoki} \quad \sum_{i=1}^n y_i - n a - b \sum_{i=1}^n y_i = 0$$

Eslatma. X ning Y ga nisbatan regressiya toʻgʻri chizigʻining $X = a + by$ tenglamasini shunga oʻxshash topish mumkin, bu yerda a_{xy} X ning Y ga regressiya koeffitsiyenti.

Nasos stansiyasidagi agregatning ish rejimini optimallashtirish maqsadida 12 ta turli bosim holatida kuzatuv oʻtkazildi. Kuzatuvdan maqsad haydalayotgan suvning sarfi (x , m³/soat) va unga sarflanayotgan elektr energiyasi (y , kVt) oʻrtasidagi chiziqli bogʻliqlikni aniqlash. Olingan natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Tasavvur qiling, bizda ikki xil oʻzgaruvchi bor:

1. x (Erkli oʻzgaruvchi): (bashorat).
2. y (Erksiz oʻzgaruvchi): (natija).

Bashoratlash x_i	3,2	3,0	3,10	2,8	3,4	3,8	4,0	3,7	2,9	4,5	4,6	4,2
Natija y_i	4,0	3,8	3,5	3,0	4,4	4,2	4,6	4,5	3,1	4,1	4,8	4,0

Berilgan ma'lumotlar bo'yicha chiziqli regressiya tenglamasini tuzing.

Yechish. Y ning X ga nisbatan regressiya tenglamasini tuzamiz. Shu maqsadda quyidagi jadvalni tuzamiz.

№	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2	y_x	x_y
1	3,2	4,0	12,80	10,24	16,00	4,06	3,67
2	3,0	3,8	11,40	9,00	14,44	4,08	3,56
3	3,10	3,5	10,85	9,61	12,25	4,07	3,40
4	2,8	3,0	8,40	7,84	9,00	4,10	3,14
5	3,4	4,4	14,96	11,56	19,36	4,03	3,88
6	3,8	4,2	15,96	14,44	17,64	3,98	3,78
7	4,0	4,6	18,40	16,00	21,26	3,96	3,99
8	3,5	4,5	15,75	12,25	20,25	4,02	3,94
9	3,9	3,1	12,09	15,21	9,61	3,97	3,19
10	4,5	4,1	18,45	20,25	16,81	3,9	2,72
11	4,6	4,8	22,08	21,26	23,04	3,89	4,09
12	4,2	4,0	16,80	17,64	16,00	3,93	3,67
Σ	44	48	177,94	145,05	195,66	48	44

$$12 \cdot 177,94 - 44 \cdot 48 = 2135,28 - 2112 = 23,28$$

$$\Sigma y_x = 12 \cdot 145,05 - (44)^2 = 1740,6 - 1936 = -195,4$$

$$b = \frac{145,05 \cdot 48 - 44 \cdot 177,94}{12 \cdot 195,66 - 44 \cdot 44} = \frac{6962,4 - 7829,36}{2379,6 - 1936} = \frac{-866,96}{444} = -1,95$$

Shunday qilib, $y_x = -0,12x + 4,44$.

2. Endi X ning Y ga regressiya $x = a_{xy}y + c$ tenglamasini tuzamiz.

$$a_{yx} = \frac{12 \cdot 177,94 - 44 \cdot 48}{12 \cdot 195,66 - 44 \cdot 44} = \frac{23,28}{444} = 0,053$$

$$c = \frac{195,66 \cdot 44 - 48 \cdot 177,94}{12 \cdot 195,66 - 44 \cdot 44} = \frac{8609,04 - 8541,12}{43,92} = \frac{67,92}{43,92} = 1,55$$

$$c = 1,55$$

Shunday qilib, $x_y = 0,53y + 1,55$.

Rasmda keltirilgan hisob-kitoblar natijasida bizda quyidagi model hosil bo'ldi:

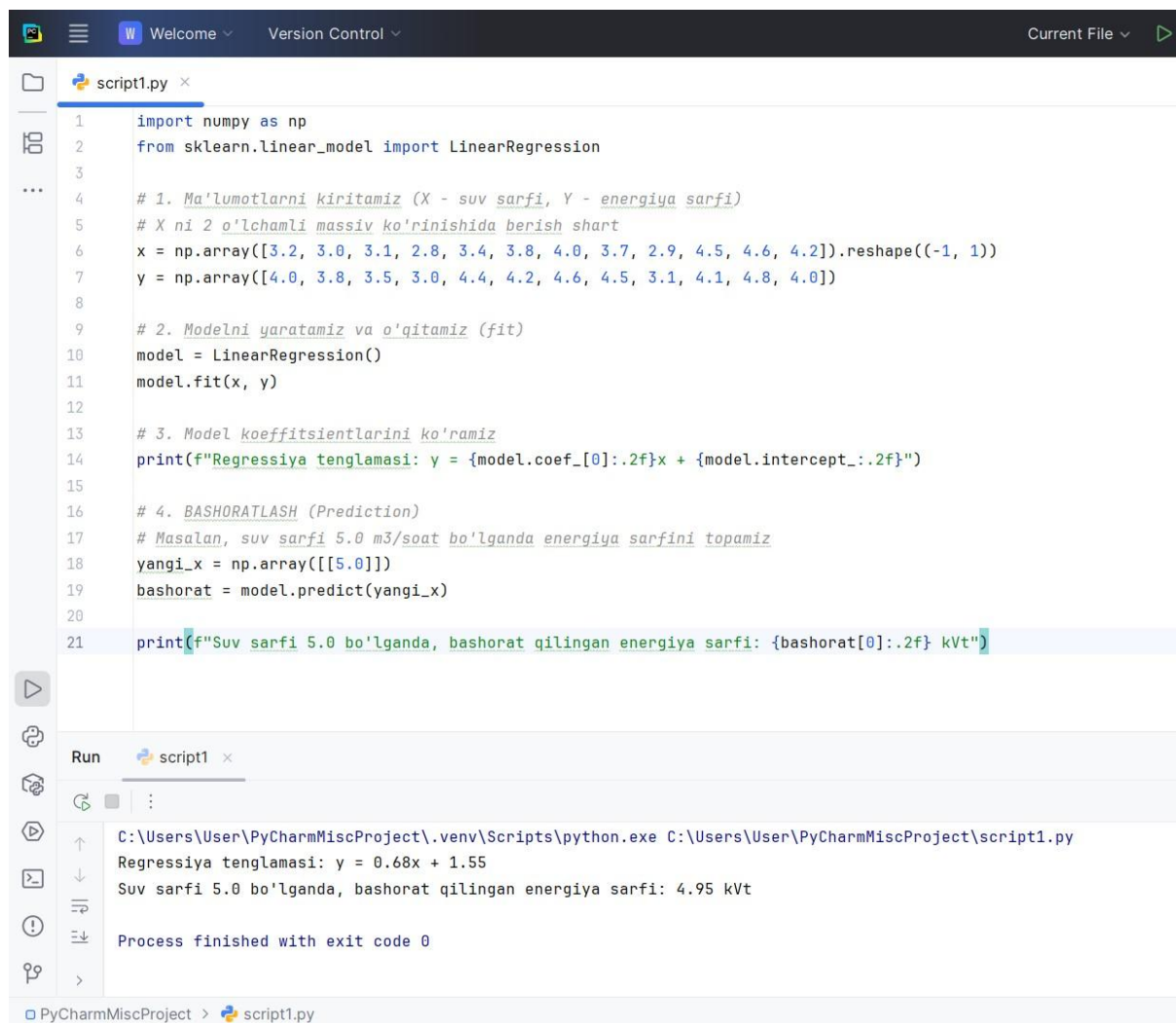
$$y_x = -0,12x + 4,44$$

Ushbu formula yordamida biz nasos agregatining ishini quyidagicha bashorat qilishimiz mumkin: Jadvalda mavjud bo'lmagan har qanday x (suv sarfi) qiymati uchun y (energiya sarfi) qancha bo'lishini oldindan aytib bera olamiz.

- Misol: Agar nasos stansiyasida suv sarfi $x = 5,0 \text{ m}^3/\text{soat}$ ga ko'tarilsa, energiya sarfi taxminan qancha bo'ladi?
- Hisoblash: $y_x = -0,12 * 5,0 + 4,44 = 3,84 \text{ kVt}$.

Bu regressiya modeli nasos agregatining "etalon" (ideal) ish rejimini belgilab beradi: u orqali istalgan suv sarfi uchun kutilayotgan energiya sarfini oldindan hisoblab (bashorat qilib), real ko'rsatkichlar ushbu hisobdan chetga chiqqanda nasosdagi nosozliklarni barvaqt aniqlash va ish samaradorligini diagnostika qilish imkonini beradi.

Python'da chiziqli regressiyani amalga oshirish va bashoratlash (predict) qilish juda oson. Buning uchun eng mashhur kutubxonalar — Scikit-learn (mashinali o'qitish uchun) yoki NumPy (matematik hisoblar uchun) hisoblanadi.[3]



```

1 import numpy as np
2 from sklearn.linear_model import LinearRegression
3
4 # 1. Ma'lumotlarni kiritamiz (X - suv sarfi, Y - energiya sarfi)
5 # X ni 2 o'lchamli massiv ko'rinishida berish shart
6 x = np.array([3.2, 3.0, 3.1, 2.8, 3.4, 3.8, 4.0, 3.7, 2.9, 4.5, 4.6, 4.2]).reshape((-1, 1))
7 y = np.array([4.0, 3.8, 3.5, 3.0, 4.4, 4.2, 4.6, 4.5, 3.1, 4.1, 4.8, 4.0])
8
9 # 2. Modelni yaratamiz va o'qitamiz (fit)
10 model = LinearRegression()
11 model.fit(x, y)
12
13 # 3. Model koeffitsientlarini ko'ramiz
14 print(f"Regressiya tenglamasi: y = {model.coef_[0]:.2f}*x + {model.intercept_:.2f}")
15
16 # 4. BASHORATLASH (Prediction)
17 # Masalan, suv sarfi 5.0 m3/soat bo'lganda energiya sarfini topamiz
18 yangi_x = np.array([[5.0]])
19 bashorat = model.predict(yangi_x)
20
21 print(f"Suv sarfi 5.0 bo'lganda, bashorat qilingan energiya sarfi: {bashorat[0]:.2f} kVt")
    
```

Run script1 x

```

C:\Users\User\PyCharmMiscProject\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\User\PyCharmMiscProject\script1.py
Regressiya tenglamasi: y = 0.68x + 1.55
Suv sarfi 5.0 bo'lganda, bashorat qilingan energiya sarfi: 4.95 kVt
Process finished with exit code 0
    
```

1-rasm. Nasos agregati energiya sarfini bashorat qilishning dasturiy kodi va natijasi

Ushbu qiymatlarni boshqa parametrlar orqali ham sinab ko'rish mumkin masalan tebranish, harorat, sarf va sath shular jumlasidandir.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, nasos agregatlarining ishini shunchaki kuzatish emas, balki ularni matematik tahlil qilish (regressiya modeli orqali) juda yaxshi natija berishini ko'rdik. Biz ishlab chiqqan model suv sarfi va energiya iste'moli o'rtasidagi bog'liqlikni aniq ko'rsatib beradi. Bu nima uchun kerak? Birinchidan, nasos ma'lum bir bosimda qancha tok sarflashini oldindan bilamiz. Ikkinchidan, agar real hayotda nasos biz hisoblagan formuladan ko'p energiya yeyishni boshlasa, demak, agregatda qandaydir nosozlik borligini darrov payqash mumkin. Python dasturi orqali bu jarayonni avtomatlashtirish esa, nasos stansiyalarida inson omilini kamaytiradi va ortiqcha energiya sarfining oldini olishga yordam beradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Mamajonov M. va boshq. Nasos stansiyalaridan foydalanish va diagnostikasi. Darslik. – T.: TIQXMMI, 2019. – 350 b.
2. Chio, C., & Freeman, D. (2018). *Machine Learning and Security: Protecting Systems with Data and Algorithms*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. ISBN: 978-1-491-97990-7.
3. Python Software Foundation. Python Language Reference, version 3.x. – <https://docs.python.org/3/>
4. Gaziyeva R. T. Avtomatika asoslari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish: Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik. – Toshkent:
5. TIQXMMI, 2018.–233b.