O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI

KOMPYUTER ILMLARI VA MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALARI

mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami

2026-yil 25-26-sentabr

(2-qism)

JIZZAX-2026

Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami – Jizzax: O‘zMU Jizzax filiali, 2026-yil 25-26-sentabr. 315-bet.

Xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globallashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur’atlar bilan rivojlantirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e’tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarni qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma’ruza tezislari to‘plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo‘nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o‘qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarning ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas’ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay’ati a’zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., т.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A, p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD) dots., Norbekova B.Sh. p.f.f.d.(PhD) dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O‘ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo‘rayev M.M.

Mazkur to‘plamga kiritilgan ma’ruza tezislarining mazmuni, undagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o‘zlari mas’uldirlar.

$$solve\left(1 - x - 1.52763 \cdot \left(1 - 1.52763x^2 + 0.104815x^4 - 0.0267057x^6\right)^2 + 0.104815 \cdot \left(1 - 1.52763x^2 + 0.104815x^4 - 0.0267057x^6\right)^4 - 0.0267057 \cdot \left(1 - 1.52763x^2 + 0.104815x^4 - 0.0267057x^6\right)^6\right)$$

>

```
0.5487557941, 2.279488799 + 1.735290041I, -1.925446221
   + 1.705213860I, -1.256840950, -1.925446221 - 1.705213860I,
  2.279488799 - 1.735290041I, 0.9187962726, 1.572353547
   + 0.3718383945I, 2.236686621 + 1.557299139I, 2.122922552
   + 1.624342983I, 2.135820692 + 1.770545493I, 2.087001437
   + 1.855300731I, 1.906725781 + 1.729642774I, 0.4717737195
   + 1.002683584I, -0.5003141369 + 1.028301776I, -2.103618796
   + 1.861414018I, -2.026879501 + 1.746568553I, -2.262953631
   + 1.741343921I, -2.221734836 + 1.681820761I, -2.225338554
   + 1.537558937I, -1.536355694 + 0.4022102485I,
  -0.2309746742, -1.536355694 - 0.4022102485I, -2.225338554
   - 1.537558937I, -2.221734836 - 1.681820761I, -2.262953631
   - 1.741343921I, -2.026879501 - 1.746568553I, -2.103618796
   - 1.861414018I, -0.5003141369 - 1.028301776I, 0.4717737195
   - 1.002683584I, 1.906725781 - 1.729642774I, 2.087001437
   - 1.855300731I, 2.135820692 - 1.770545493I, 2.122922552
   - 1.624342983I, 2.236686621 - 1.557299139I, 1.572353547
   - 0.3718383945I
```

Xulosa

Ushbu ishda Feygenbaum akslantirishning qo‘zg‘almas nuqtalarini aniqlash masalasi tadqiq etildi. Qo‘zg‘almas nuqtalarni topish $g(x)$ tenglamani yechishga keltirilib, hisoblashlar Maple dasturiy muhitida amalga oshirildi. **solve(t,x)** buyrug‘i yordamida qo‘zg‘almas nuqtalar aniqlandi, **plot** buyrug‘i orqali esa akslantirish grafigi va $g(x) = x$ to‘g‘ri chizig‘ining kesishish nuqtalari grafik jihatdan tahlil qilindi. Olingan natijalar Maple dasturining Feygenbaum akslantirishlarni matematik va grafik jihatdan tadqiq etishdagi samarali vosita ekanligini ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Feigenbaum M. J. Quantitative universality for a class of nonlinear transformations // *Journal of Statistical Physics*. — 1978. — Vol. 19, No. 1. — P. 25–52.

2. Feigenbaum M. J. The universal metric properties of nonlinear transformations // *Journal of Statistical Physics*. — 1979. — Vol. 21, No. 6. — P. 669–706.

3. Heck A. *Introduction to Maple*. — 3rd ed. — New York: Springer, 2003. — 572 p.

KMT VOSITALARIDA ENG KICHIK KVADRATLAR USULINI QO‘LLASH VA REGRESSIYA MODELLARINI TUZISH.

Sulaymanov Zulqaynar Rajabali o‘g‘li[11],
Mustafakulova Odinaxon G‘ayratjon qizi[12]

[11] Zulqaynar Sulaymanov (ilmiy rahbar)

[12] Mustafakulova Odinaxon G‘ayratjon qizi amaliy matematika yo‘nalishi talabasi

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali
zulqaynar92@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada matematik tizimlar (KMT) kompyuterda eng kichik kvadratlar usulini qo'llash va regressiya modellarini qurish masalalari yoritilgan. Eng kichik kvadratlar matematik asoslari, regressiya koeffitsiyentlarini hisoblash, qoldiqlar kvadratlari yig'indisini minimallashtirish hamda model sifatini aniqlash usullari tahlil qilingan. Maple, MATLAB va Mathematica kabi KMTning ishlash ma'lumotlarni qayta ishlash, regressiya parametrlarini va dizaynni grafik ko'rinishda tasvirlash tasvirini ko'rib chiqadi. Chiziqligressiya modeli namunaviy ma'lumotlar asosida qurilib, uning aniqligini aniqlashda determinatsiya koeffitsiyenti, o'rtacha kvadratik xatolik va qoldiqlar tahlilidan olingan. , KMTlashtirish ishlaridan ta'lim jarayonida ishlab chiqarishning talabalarda matematik model, statistik tahlil va amaliy yordamni yechish ko'rinishdagi rivojlanishini rivojlantirish.

Kalit so‘zlar: Kompyuterli matematik tizimlar, KMT, eng kichik kvadratlar usuli, regressiya, chiziqli regressiya, regressiya modeli, matematik modellashtirish, Maple, MATLAB, Mathematica, determinatsiya koeffitsiyenti, statistik tahlil.

Abstract. This article examines the application of the least squares method and the construction of regression models using computer mathematical systems (CMS). The mathematical foundations of the least squares method, estimation of regression coefficients, minimization of the sum of squared residuals, and methods for evaluating model quality are analyzed. The capabilities of computer mathematical systems such as Maple, MATLAB, and Mathematica for data processing, estimation of regression parameters, and graphical visualization of results are considered. A linear regression model is constructed using illustrative data, and the coefficient of determination, mean squared error, and residual analysis are used to evaluate its accuracy. The importance of using computer mathematical systems in the educational process for developing students’ skills in mathematical modeling, statistical analysis, and practical problem-solving is also substantiated.

Keywords: computer mathematical systems, CMS, least squares method, regression, linear regression, regression model, mathematical modeling, Maple, MATLAB, Mathematica, coefficient of determination, statistical analysis.

Kirish

Bugungi kunda fan, texnika va raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi natijasida katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, ular orasidagi bog‘lanishlarni aniqlash hamda olingan natijalar asosida ilmiy xulosalar chiqarishga bo‘lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, iqtisodiyot, texnika, pedagogika, biologiya va boshqa sohalarda kuzatilayotgan jarayonlarni matematik modellashtirishda tajriba natijalarini qayta ishlash va ular asosida mos matematik modelni qurish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan eng kichik kvadratlar usulini kompyuterli matematik tizimlar vositasida qo‘llash va regressiya modellarini qurish masalasi nazariy hamda amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Ma’lumotlarni matematik-statistik tahlil qilishda regressiya modellari muhim vositalardan biri sanaladi. Regressiya tahlili o‘rganilayotgan ko‘rsatkichlar

o‘rtasidagi miqdoriy bog‘lanishni aniqlash, ushbu bog‘lanishni matematik ifodalash va natijaviy belgining qiymatini ma’lum omillar asosida baholash imkonini beradi. Bunda kuzatilgan ma’lumotlarga mos keluvchi regressiya tenglamasini aniqlash tadqiqotning muhim bosqichlaridan biridir. Regressiya modeli yordamida nafaqat mavjud ma’lumotlar o‘rtasidagi munosabatni tavsiflash, balki ma’lum shartlarda prognoz qiymatlarini ham hisoblash mumkin.

Regressiya modeli parametrlarini aniqlashda keng qo‘llaniladigan matematik usullardan biri eng kichik kvadratlar usuli hisoblanadi. Ushbu usulning asosiy mohiyati kuzatilgan qiymatlar bilan regressiya modeli orqali hisoblangan qiymatlar orasidagi qoldiqlar kvadratlari yig‘indisini imkon qadar kichiklashtirishdan iborat. Natijada tajriba ma’lumotlarini yetarli darajada ifodalovchi model parametrlari aniqlanadi. Eng kichik kvadratlar usuli chiziqli regressiya bilan bir qatorda polinomial va ayrim nochiziqli regressiya modellarini qurishda ham keng qo‘llaniladi.

Ma’lumotlar hajmining ortishi va matematik hisoblashlarning murakkablashuvi bunday masalalarni an’anaviy usullar bilan bajarishda ko‘p vaqt va mehnat talab qiladi. Shu sababli zamonaviy ta’lim va ilmiy tadqiqotlarda kompyuterli matematik tizimlardan (KMT) foydalanish alohida ahamiyat kasb etmoqda. KMT vositalari matematik ifodalarni simvolli va sonli qayta ishlash, statistik ma’lumotlarni tahlil qilish, model parametrlarini aniqlash, natijalarni tekshirish hamda ularni grafik ko‘rinishda tasvirlash imkonini beradi. Bu esa murakkab matematik-statistik masalalarni tez, aniq va ko‘rgazmali tarzda yechishga sharoit yaratadi.

Xususan, Maple, MATLAB va Mathematica kabi kompyuterli matematik tizimlar regressiya tahlilini amalga oshirish uchun keng imkoniyatlarga ega. Ushbu dasturiy vositalarda tajriba ma’lumotlarini kiritish, regressiya koeffitsiyentlarini hisoblash, chiziqli va nochiziqli modellarni qurish, modelning statistik ko‘rsatkichlarini aniqlash hamda tajriba nuqtalari va regressiya chizig‘ini bir koordinatalar sistemasida grafik tasvirlash mumkin. KMT vositalaridan foydalanish hisoblash jarayonidagi texnik amallarni avtomatlashtirib, foydalanuvchining asosiy e’tiborini olingan natijalarni matematik tahlil qilish va interpretatsiyalashga qaratish imkonini beradi.

Shuningdek, KMT vositalaridan ta’lim jarayonida foydalanish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy masalalar bilan bog‘lashga yordam beradi. Talaba eng kichik kvadratlar usulining matematik mohiyatini o‘rganish bilan bir qatorda uni dasturiy muhitda amalga oshirish, real ma’lumotlarni qayta ishlash, turli regressiya modellarini qurish va ularning aniqligini qiyoslash imkoniyatiga ega bo‘ladi. Natijada talabalarda matematik modellashtirish, hisoblash tajribasini tashkil etish, ma’lumotlarni tahlil qilish hamda zamonaviy dasturiy vositalardan foydalanish bo‘yicha amaliy ko‘nikmalar rivojlanadi.

Tadqiqotning maqsadi - eng kichik kvadratlar usulining regressiya modellarini qurishdagi matematik asoslarini o‘rganish hamda Maple, MATLAB va Mathematica kabi KMT vositalaridan foydalanib regressiya modellarini qurish va tahlil qilish imkoniyatlarini yoritishdan iborat.

Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi tadqiqot vazifalari belgilandi:

- eng kichik kvadratlar usulining matematik mohiyatini o‘rganish;

- regressiya tahlilining nazariy asoslarini yoritish;
- tajriba ma’lumotlari asosida regressiya modelining parametrlarini aniqlash;
- KMT vositalarida chiziqli va boshqa regressiya modellarini qurish usullarini o‘rganish;
- Maple, MATLAB va Mathematica vositalarining regressiya tahlilidagi imkoniyatlarini ko‘rib chiqish;
- qurilgan regressiya modellarini grafik va statistik ko‘rsatkichlar asosida tahlil qilish;
- KMT vositalaridan foydalanishning matematik-statistik masalalarni yechishdagi amaliy samaradorligini aniqlash.

Tadqiqot obyekti - tajriba va kuzatishlar natijasida olingan ma’lumotlarni matematik-statistik qayta ishlash hamda regressiya modellarini qurish jarayoni.

Tadqiqot predmeti - eng kichik kvadratlar usuli asosida regressiya modellari parametrlarini aniqlash hamda ushbu jarayonni Maple, MATLAB va Mathematica kabi kompyuterli matematik tizimlar vositasida amalga oshirish usullari va vositalaridan iborat.

TADQIQOT USULLARI

Ushbu tadqiqotda tajriba ma'lumotlari bo'yicha bog'lanishni aniqlash va regressiya modelini qurish uchun eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) asosiy matematik metod sifatida tanlandi. Ushbu usulning nazorat qilingan qiymatlari bilan regressiya modeli orqali hisoblangan qiymatlar farqlar kvadratlari minimal model parametrlarini aniqlashdan iborat.

Kuzatish olingan ma'lumotlar olingan bo'lsin

$$(x_1, y_1),\ (x_2, y_2),\ \dots,\ (x_n, y_n)$$

Ush ma'lumotlarlanadi bog'lanishni chiziqli regressiya yordamida ifodalash uchun model

$$\hat{y} = a + bx$$

Bu yerda

a— regressiya tenglamasining ozod hadi;

b— regressiya koeffitsiyenti;

x— mustaqil o'qituvchi;

$\hat{y}$— regressiya modeli orqali hisoblangan qiymat.

Kuzatilgan y_i qiymat bilan model orqali hisoblangan $\hat{y}_i$ qiymat farq qoldiq deb hisoblanadi

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

Demak,

$$e_i = y_i - (a + bx_i)$$

Eng kichik kvadratlar usulida barcha qoldiqlar kvadratlarining yig'indisi:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^{n} [y_i - (a + bx_i)]^2$$

Eng kichik kvadratlar usulining asosiy sharti:

$$S(a, b) \to \min$$

ya'ni a va b parametrlar shunday tanlanadiki, qoldiqlar kvadratlari yig'indisi eng kichik qiymatga ega bo'lsin.

Buning uchun $S(a, b)$ funktsiyadan a va b bo'yicha xususiy hosilalar:

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 0$$

va

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 0$$

vaziyat normal tenglamalar tizimi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} na + b\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} y_i, \\ a\sum_{i=1}^{n} x_i + b\sum_{i=1}^{n} x_i^2 = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i. \end{cases}$$

Ush tenglamalar tizimini yechish orqali$a$va$b$koeffitsiyentlari aniqlanadi.

Regressiya koeffitsienti$b$keraklicha hisoblangan:

$$b = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - (\sum_{i=1}^{n} x_i)(\sum_{i=1}^{n} y_i)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}$$

Ozod bor edi$a$esa:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

formula yordamida aniqlanadi.

Bu yerda:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

va

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$$

tanlanma o'rtacha qiymatlaridir.

Shunday qilib, hisoblangan$a$va$b$narxlar asosida:

$$\hat{y} = a + bx$$

ko'rinishdagi chiziqli regressiya modeli hosil hosil.

Ko'p omilli regressiya

Agarviy ko'rsatkich bir nechta natijaga, bog'liq bo'lsa ko'p omilli chiziqli regressiya modeliga ko'ra

$$\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots + b_k x_k$$

Bu yerda$x_1, x_2, \dots, x_k$ - mustaqil o'quvchilar, $b_1, b_2, \dots, b_k$esa hujjat regressiya koeffitsiyentlaridir.

Polinom regressiyasi

Ma'lumotlar bo'lgan bog'lanish chiziqlari, masalan, darajali polinomial modeldan ko'chirish mumkin:

$$\hat{y} = a + bx + cx^2$$

Umumiy$m$-darajali polinomial regressiya esa:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_m x^m$$

ko'rinishida ifodalanadi.

Model sifatini baholash

Qurilgan regressiya modelining aniqliginida determinatsiya koeffitsiyenti R^2 muhim ko'rsatish

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}$$

$R^2$1 ga yaqinlashgan sari modelning kuzatilgan ma'lumotlarga mosligi yuqori bo'ladi. faqat model sifatini olishda R^2 bilan cheklanmasdan, va xatolik ko'rsatkichlarini ham tahlil qilish zarur.

O'rtacha kvadratik xatolik

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2$$

O'rtacha kvadratik xatolikning ildizi esa

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

formula yordamida aniqlanadi.

va $RMSE$ qiymat kichik bo'lishi regressiya modeli orqali hisoblangan qiymatlarning kuzatilgan qiymatlarga yaqinligini ko'rsatadi.

KMT vositalaridan foydalanish

Maple, MATLAB va Mathematica kabi kompyuterlarni matematik tizimlardan olib chiqish mumkin. Ush sistemlarda xavfsizlik$x$va$y$qiymatlari kiritiladi, so'ng regressiya koeffitsiyentlari olinadi.

KMT yordam vositalarini avtomatlashtirish mumkin

1. tajriba ma'lumotlarini qayta ishlash;
2. a va b regressiya koeffitsiyentlarini baho;
3. nazariy $\hat{y}_i$ narxlarni aniqlash;

4. e_i qoldiqlarni hisobga olish;
5. R^2, MSE va $RMSE$ ko'rsatgichlarini aniqlash;
6. regressiya tenglamasining grafigini qurish;
7. chiziqli, polinomial va boshqa regressiya modellarini o'zaro taqqoslash.

Bu matematik hisoblashlarni tezlashtirish bilan birgalikda tahlil qilishning asosiy jarayonlarini vizual va amaliy yordam beradi.

TADQIQOT NATIJALARI

Tadqiqotning amaliy yordami uchun namunaviy ma'lumotlar tanlandi

x	y
1	2.1
2	3.9
3	6.2
4	8.1
5	10.2
6	11.8
7	14.1
8	16.3

Ushbu ma'lumotlar uchun

$$n = 8$$
$$\sum x_i = 36$$
$$\sum y_i = 72.7$$
$$\sum x_i^2 = 204$$
$$\sum x_i\, y_i = 412.5$$

Regressiya koeffitsiyentini hisoblaymiz

$$b = \frac{8 \cdot 412.5 - 36 \cdot 72.7}{8 \cdot 204 - 36^2}$$

Natijada

$$b \approx 2.0119$$

O'rtacha narxlar

$$\bar{x} = \frac{36}{8} = 4.5$$
$$\bar{y} = \frac{72.7}{8} = 9.0875$$

Ozod shunday degan edi

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$
$$a = 9.0875 - 2.0119 \cdot 4.5$$

bundan

$$a \approx 0.034$$

hosil bo'ladi.

Demak, eng kichik kvadratlar usuli asosida regressiya modeli:

$$\hat{y} = 0.034 + 2.012x$$

ko'rishga ega.

Mazkur tenglama$x$bir birlikka ortganda, model bo'yicha y qiymat o'rtacha 2.012 birlikka ortishini ifodalaydi.

KMT yordamida ayni ma'lumotlar qayta tiklanganda regressiya koeffitsiyentlarini avtomatik ravishda, tajriba nuqtalarini koordinatali tizimda tasvirlash hamda ular bo'yicha regressiya chizig'ini qurish mumkin. Qo'lda va KMT tomonidan olingan dasturiy ta'minotning o'zaro mos kelishilgan to'g'ri bajarilganini ta'minlaydi.

MUHOKAMA

Tadqiqot yordami eng kichik kvadratlar usuli asosida regressiya modeli kuzatilgan ma'lumotlar manbalari bog'lanishni matematik tuzatish uchun materiallar berdi. Olingan regressiya tahlili yordamida o'zgarishlarga bog'liq bo'lgan natijalarni aniqlash, model parametrlarini va natijaviy ko'rsatkichlarning qiymatlarini prognoz qilish ko'rsatkichlari.

Tadqiqot amaliy tadqiqot ma'lumotlar uchun eng kichik kvadratlar usuli asosida chiziqli regressiya modeli qurildi:

$$\hat{y} = 0.034 + 2.012x$$

Mazkur modeldagi $b = 2.012$ regressiya koeffitsiyenti mustaqil o'zgaruvchi$x$bir birlikka oshganda, model bo'yicha$y$qiymat o'rtacha 2.012 birlikka ortishini bildiradi. $a = 0.034$ ozod had esa $x = 0$ bo'lgandagi modelning nazariyani ifodalaydi. Buning uchun koeffitsiyentlarning amaliy mazmuni o'rganilayotgan jarayonning keraklidan chiqib talqin qilinishi kerak.

Eng kichik kvadratlar usulining asosiy afzalligi uni matematik aniqlash aniq, algoritmik va uchun qulay yordamdir. Usul kuzatilgan qiymatlar bilan regressiya modeli orqali aniqlangan qiymatlar qoldiqlar kvadratlari yig'indisini minimallashtirishga asoslanadi

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 \to \min$$

Bu shaxsiy ma'lumotlar mos regressiya parametrlarini aniqlash imkonini beradi. Eng kichik kvadratlar usulidan natriy chiziqli, balki polinomial va ko'p omilli regressiya modellarini qurishda ham olib borish mumkin.

Shu bilan birga, eng kichik kvadratlar usulining ayrim qismlarii mavjud. Jumladan, ma'lumotlar orasida keskin farqlarning farq qilishi mumkin. Chunki qoldiqlar kvadratga zarar katta xatoliklarning umumiy natijaga ta'siri yanada kuchayadi. Bundan tashqari, regressiya modelining shaklini to'g'ri kelishi ham

muhim. Haqiqiy bog'lanish nochiziqli bo'lgan hozirda faqat chiziqli modeldan ko'rish yetarlicha aniq natija bermasligi mumkin.

Hisoblashda kompyuter tizimlaridan yuklash jarayonining matematikani darajasida aniqlandi. Maple, MATLAB va Mathematica KMT katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, regressiya koeffitsiyentlarini qayta ishlash, regressiya koeffitsiyentlarini qayta ishlash, regressiya koeffitsiyentlarini qayta ishlash, regressiya koeffitsiyentlarini qayta ishlash, regressiya koeffitsiyentlarini qayta ishlash, regressiya koeffitsiyentlarini qayta ishlash.

An'anaviy va KMT yordami bilan qiyoslash fayli bir-birini to'ldiruvchi biriga ega bo'lgan materiallar. Formulalar asosidagi qo'llarining yukiya talabiga eng kichik kvadratlar usulining ko'rsatuvchi matematikni, regress qanday hosil bo'lishini va hisoblash algoritmini oshirishida muhim yuk ega. Qayta kuzatuvlar ko' bilan qo'lda tiklash jarayoni murakkablashadi va ko'p vaqt qiladi.

KMTda esa ushbu jarayonlarning katta qismi avtomatik ravishda bajariladi. shaxsiy foydalanish vaqtning texnik tomonlariga ozgina, asosiy e'tiborini sarfni tahlil qilish, modellarni hisobga olish va dasturiy amaliy mazmunini oshirishga qaratishi mumkin. Shu sababli ta'lim jarayonida matematik algoritmni qo'llash, hisoblash esa ushbu algoritmni KMT orqali amalga oshirishni qo'llash mumkin.

Regressiya modelini tanlashda uning aniqligi va adekvatligini oshirish muhim ahamiyatga ega. Bunda determinatsiya koeffitsiyenti R^2, o'rtacha kvadratik xatolik MSE, o'rtacha kvadratik xatolikning ildizi $RMSE$ va qoldiqlar tahlilidan o'tish mumkin.

Koeffitsientni aniqlash

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}$$

ko'rinishida aniqlanadi.

R^2t ning 1 ga yaqin bo'lishi modelning kuzatilgan ma'lumotlardagi o'zgaruvchanlikni yuqori darajaga ko'tarish. faqat model sifatini R^2 narsaga asoslangan emas. Qoldiqlarning mavjudligi, xatolik miqdori, model parametrlarining soni va modelning amaliy mazmuni ham olinishi kerak.

KMT orqali olib borishning ta'limiy ham sotib olish. Maple, MATLAB yoki Mathematica muhitida regressiya masalalarini ishlab chiqarish jarayonida tajriba'ich ma'lumotlarni hisoblash, matematik model parametrlarini aniqlash, hisoblangan va tajribalarni hisoblash, model parametrlarini aniqlash, hisoblangan va tajribalarni hisoblash, tahlil qilish hamda grafikni interpretatsiya qilish qilishga ega bo'ladilar.

Bunday talabalarning modellashtirish, algoritmik fikrlash, statistik ma'lumotlarni tahlil qilish va amaliy masalalarni zamonaviy dasturiy ta'minot uchun yechish ko' rivojlanishini rivojlantiradi. Demak, eng kichik kvadratlar usulini KMT eng kichik tajriba bilan birgalikda qo'llash matematik bilimlar va amaliy masalalar o'zida uzviy bog'liqlikni ta'minlash.

XULOSA

Olib borilgan tadqiqot usullari eng kichik kvadratlar usuli va ma'lumotlarga asoslangan regressiya modellarini qurishning samarali matematik usullaridan biri

bilan ishlash. Ush usul nazorat qilingan qiymat bilan model orqali hisoblangan qiymatlar qoldiqlar kvadratlar yig'indisini regressiya parametrlarini minimallashtirish imkonini beradi.

Tadqiqot strategiyasi regressiya modelining matematik asoslari ko'rib chiqildi va modellarini eng kichik kvadratlar usuli yordamida parametrlar algoritmi yoritildi. Namunaviy ma'lumotlarga asoslangan regressiya tenglamasining qurilishi ushbu usulning nazariy formulalar bilan bir qatorda amaliy yordamlarda ham samarali qo'shimcha ma'lumotlarni ko'rsatadi.

Kompyuterli matematik fayllardan yuklash tahlilining sifatini regressiya darajasini yuklaydi. Maple, MATLAB va Mathematical ishlab chiqarish regressiya koeffitsiyentlarini, katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta tiklash, qoldiqlarni hisoblash, statistik ko'rinishlarni ishlab chiqish va regressiya modelini grafik ko'rinishda tasvirlashni yagona muhitda birlashtirish.

Ta'lim jarayonida regressiya tahlilini o'qitishda an'anaviy matematik hisoblashlar va KMT jarayonidan kompleks ishlab chiqarish mumkin. Dastlabki bosqichda talabalarga eng kichik kvadratlar usulining matematik fitit, regressiya koefsiy kvadratlarini hisoblash formulasi va qoldiqlar tarkibiy qismi o'rgatilishi, keyingi bosqichda esa ushbu algoritmlarni KMT muhitida amalga oshirish tavsiya etiladigan tavsiyalar.

Bunda talabalar faqat ishlovsiz hosil natijani olish bilan cheklan, uning qanday matematik algoritm asosida bo'lganini ham hosil qilishlari zarur. Bu bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog' nazariylash yaratadi.

KMT yordamida regressiya tahlilini o'qitishda real yoki amaliy ma'lumotlar to'plamlaridan yuborish, rasmlarni grafik ko'rinishda ifodalash, bir nechta regressiya modellarini o'zaro taqqoslash va model sifatini R^2, MSE, $RMSE$Hamdaqlar tahlili orqali amalga oshirishga alohida e'tibor qaratish lozim.

Bunday metodik algoritmlarni ishlab chiqish matematik modellashtirish, statistik tahlil, mustaqil baholash, fikrlash va olingan natijalarni interpretatsiya qilish komptensiyalariniga xizmat qiladi.

Kelgusi chuqurdagi eng kichik kvadratlar usulining ko'p omillarli regressiya, polinomial regressiya va nochiziqli regressiya modellaridagi sharoitni bilish qobiliyati. , MATLAB va thematica kabi turli KMT ishlab chiqarishda olingan natijani aniqlash, aniqligi va vizuallashtirish bo'yicha qiyo tahlil qilish istiqbolli yo'nalishlardan biri.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sulaymanov, Z.R *Raqamli ta'lim texnologiyalarining didaktik va "Learning Analytics" nazariy asoslari* . Toshkent, 2025 yil.

2. Sulaymanov, Z.R "E-learning, M-learning, X-learning va Smart-learning rejalarining evolyutsiyasi va zamonaviy ta'limdagi o'rni". *Qo'qon davlat pedagogika universiteti Ilmiy xabarlari* , 2025.

3. Montgomery, DC, Peck, EA, Vining, GG *Chiziqli regressiya tahliliga kirish* . 6-nashr. Wiley, 2021.

4. Weisberg, S. *Amaliy chiziqli regressiya* . 4-nashr. John Wiley & Sons, 2013.

5. Maplesoft. *Maple yordami: Statistika - Regressiya* . Regression va eng kichik kvadratlar usuliga oid rasmiy hujjatlar.
6. Maplesoft. *Maple yordami: Statistika - LinearFit* . Chiziqli regressiya modelini qurish bo'yicha rasmiy qo'llanma.
7. Maplesoft. *Maple yordami: Statistika - Fit* . Ma'lumotlarga eng kichik kvadratlar mezoni asosida model moslashtirish bo'yicha rasmiy qo'llanma.
8. MathWorks. *Statistika va mashina o'rganish asboblar qutisi hujjatlari* . Regressiya, statistik tahlil va ma'lumotlarni modellashtirish bo'yicha rasmiy MATLAB hujjatlari.
9. MathWorks. *Chiziqli regressiya - MATLAB va Simulink hujjatlari* . Chiziqli, ko'p omilli va boshqa regressiya modellarini qurish bo'yicha rasmiy qo'llanma.
10. Volfram tadqiqoti. *LinearModelFit - Wolfram tilidagi hujjatlar* . Chiziqli regressiya, qoldiqlar va model sifatini bo'yicha rasmiy hujjat.
11. Volfram tadqiqoti. *Fit - Wolfram tilidagi hujjatlar* . Eng kichik kvadratlar usulida ma'lumotlarga matematik funktsiyalarni moslashtirish bo'yicha rasmiy hujjat.

DELPHI DASTURLASH MUHITIDA IKKI O‘LCHOVLI GEOMETRIK SHAKLLARNI YASASHNI O‘RGATUVCHI DASTURNI ISHLAB CHIQISH

Ulashev Asror Nasriddinovich
O‘zMU Jizzax filiali Komputer ilmlari va dasturlashtirish kafedrasi o‘qituvchisi
To‘laganov Muhammad Rustam o‘g‘li, O‘rolov Umirzoq Fahriddin o‘g‘li, Eshmuhammatov Og‘abek Oybek o‘g‘li, Borotov Lazizbek To‘lqin o‘g‘li
O‘zMU Jizzax filiali Komputer ilmlari va dasturlash texnologiyalari yo‘nalishi talabalari
muhammadtolaganov815@gmail.com , umirzoqorolov467@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqolada Delphi dasturlash muhitining grafik imkoniyatlaridan foydalangan holda ikki o‘lchovli geometrik shakllarni (uchburchak, to‘rtburchak, doira, ellips va boshqalar) yasashni o‘rgatuvchi dasturni ishlab chiqish masalasi yoritilgan. Maqolada TCanvas komponentining asosiy grafik primitivlarni chizish usullari (LineTo, Ellipse, Arc, Rectangle, RoundRec, Polygon, Pie) tahlil qilingan, ularning sintaksisi va parametrlari misollar hamda tasviriy rasmlar orqali izohlangan. Shuningdek, dasturning matematik ta’minoti, masalaning qo‘yilishi va ishlash algoritmini aks ettiruvchi blok-sxemasi keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Delphi, TCanvas, grafik primitivlar, LineTo, Ellipse, Arc, Rectangle, Polygon, Pie, blok-sxema, geometrik shakllar.

Kirish