

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

*ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal*

2026-YIL
IYUN/6-SON, IV-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X



muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, iyun.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afrovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellashtirish
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

EPOKSID-DIAN VA FENOLFORMALDEGID GIBRID BOG'LOVCHISI ASOSIDA YUQORI YEYILISH VA KORROZIYABARDOSH ANTIFRIKSION QOPLAMALAR YARATISH	10
Bakirov Lutfillo Yuldoshaliyevich	
O'ZBEKISTONDA TURIZM SOHASIDA DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIKNI BOSHQARISH VA TARTIBGA SOLISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	16
Mamayusupova Dilovarxon, Maxmudaliyeva Manzuraxon, Toyirjonov Shokirjon	
FRANSUZ, RUS VA O'ZBEK TILLARI SPORT TURIZMI TERMINLARINING LEKSIK-SEMANTIK VA LINGVOMADANIY TADQIQI.....	20
Ma'rupova Gulnoz	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.....	24
Муратов Абдулазиз Уктамович	
DIGITAL TRANSFORMATION AND EMERGING TRENDS IN INFORMATION TECHNOLOGY.....	29
Daminova Barno, Esmurodova Zarnigor, Boltayev Javohir, Kuziboyeva Lobar	
FRANSUZ, RUS VA O'ZBEK TILLARI SPORT TURIZMI TERMINLARINING LEKSIK-SEMANTIK VA LINGVOMADANIY XUSUSIYATLARI.....	34
Ma'rupova Gulnoz Umarjonovna	
MINTAQA IQTISODIY O'SISHIDA XIZMATLAR SOHASI TARKIBIY O'ZGARISHLARINING STATISTIK TAHLILI: XORAZM VILOYATI MISOLIDA	38
Raximov Alisher Ibragimovich	
KREDIT SKORINGIDA XULQ-ATVOR OMILLARINI BAHOLASH: NAZARIY ASOSLAR VA AMALIY QO'LLANILISHI	45
BekmurodovAbbos Amiriddinovich	
ECONOMETRIC INVESTIGATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION ACTIVITIES IN KARAKALPAKSTAN REPUBLIC.....	49
Makhambetova Uringul Reimbaevna	
GETEROKOMPOZIT POLIMER QOPLAMALAR SIRTINING SHAKLLANISHI VA ULARNING PAXTA TOLALARI SIFATIGA TA'SIRINI TADQIQ ETISH	55
Bakirov Lutfillo Yuldoshaliyevich	
GRADIENT BOOSTING (XGBOOST) VA TEGISHLILIK FUNKSIYALARIGA TAYANGAN STATISTIK KLASSIFIKATSIYA USULINING SOLISHTIRMA BAHOLANISHI	62
Ergasheva Ma'mura Gayratovna	

GRADIENT BOOSTING (XGBOOST) VA TEGISHLILIK FUNKSIYALARIGA TAYANGAN STATISTIK KLASSIFIKATSIYA USULINING SOLISHTIRMA BAHOLANISHI



Ergasheva Ma'mura Gayratovna

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti Dasturiy injiniring va sun'iy intellekt kafedrası tayanch doktoranti
ORCID ID:0009-0009-5464-2272

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda ikkilik klassifikatsiya masalasini yechishga mo'ljallangan tegishlilik funksiyalariga asoslangan statistik yondashuv (asosiy masala) batafsil ko'rib chiqilgan bo'lib, u XGBoost gradient boosting algoritmi bilan solishtirma tarzda baholangan. Asosiy masalada har bir xususiyat gradatsiyasining ma'lum bir sinfda kuzatilish chastotasi hisobga olinib, obyektlarga unifikatsiyalangan baholar tayinlanadi. Sinov ishlari ikkita tabular ma'lumotlar to'plamida amalga oshirildi: aralash turdagi tibbiy belgilarga ega Heart Disease (Statlog) hamda faqat kategorik belgilardan tashkil topgan Mushroom dataseti. Olingan natijalar tahlili shuni namoyon etdiki, Heart datasetida asosiy masala XGBoost bilan deyarli bir xil aniqlikka erishgan (balanslangan aniqlik mos ravishda 0.850 va 0.853), biroq hisoblash vaqti bo'yicha o'nlab baravar tezkorlik ustunligiga ega va overfitting hodisasiga sezilarli darajada chidamli. Shu bilan birga, aniq mantiqiy qoidalar bilan tavsiflangan ma'lumotlarda (Mushroom) XGBoost algoritmi xatosiz natijaga erishishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: tegishlilik funksiyasi, noxizizqli almashtirish, obyektlarning umumlashgan baholari, gradient boosting, XGBoost, overfitting, klassifikatsiya, tabular ma'lumotlar.

Abstract. This study provides a detailed examination of a statistical approach based on membership functions designed to solve binary classification problems (the principal problem) and presents its comparative evaluation against the XGBoost gradient boosting algorithm. In the principal problem, the frequency of occurrence of each feature grade within a particular class is taken into account, and unified scores are assigned to objects accordingly. Experimental testing was conducted on two tabular datasets: the Heart Disease (Statlog) dataset containing mixed-type medical attributes and the Mushroom dataset composed exclusively of categorical features. The analysis of the obtained results demonstrated that, on the Heart dataset, the principal approach achieved nearly the same performance as XGBoost (balanced accuracy of 0.850 and 0.853, respectively), while exhibiting a several-fold advantage in computation time and substantial resistance to overfitting. At the same time, it was found that on data characterized by explicit logical rules (Mushroom), the XGBoost algorithm achieved error-free classification.

Keywords: membership function, nonlinear transformation, generalized object scores, gradient boosting, XGBoost, overfitting, classification, tabular data.

Аннотация. В данном исследовании подробно рассмотрен статистический подход, основанный на функция принадлежности и предназначенный для решения задачи бинарной классификации (основная задача), а также проведена его сравнительная оценка с алгоритмом градиентного бустинга XGBoost. В основной задаче учитывается частота наблюдения каждой градации признака в определённом классе, на основе чего объектам присваиваются унифицированные оценки. Экспериментальные исследования были проведены на двух наборах табличных данных: Heart Disease (Statlog), содержащем медицинские признаки смешанного типа, и наборе данных Mushroom, состоящем исключительно из категориальных признаков. Анализ полученных результатов показал, что на наборе Heart основной подход достиг практически такой же точности, как и XGBoost (сбалансированная точность соответственно 0,850 и 0,853), однако продемонстрировал многократное преимущество по времени вычислений и высокую устойчивость к эффекту переобучения. Вместе с тем было установлено, что на данных с чётко выраженными логическими закономерностями (Mushroom) алгоритм XGBoost обеспечивает безошибочную классификацию.

Ключевые слова: функция принадлежности, нелинейное преобразование, обобщённые оценки объектов, градиентный бустинг, XGBoost, переобучение, классификация, табличные данные.



KIRISH

Intellektual ma'lumotlar tahlilining fundamental masalalaridan biri obyektlarni ma'lum sinflarga bo'lish, ya'ni klassifikatsiya jarayonidir. Ayniqsa, tibbiyot kabi formallashtirilishi qiyin bo'lgan sohalarda obyektlarni informativ belgilar yordamida tartiblash va sinflarga ajratish amaliyoti keng qo'llaniladi. Bunday sharoitlarda har bir belgining sinflarni farqlashdagi hissasini aniqlash imkonini beruvchi statistik yondashuvlar alohida ahamiyat kasb etadi.

Ushbu tadqiqotda asosiy masala sifatida tegishlilik funksiyalari negizidagi nochiziqli almashtirish usuli o'rganiladi. Mazkur usulning mohiyati - belgining dastlabki qiymatini uning tegishli sinfga mansubligi ko'rsatkichi bilan almashtirish mexanizmiga tayanadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi - ushbu statistik usulni XGBoost gradient boosting algoritmi bilan turli xildagi tabular ma'lumotlar to'plamlarida qiyoslab, uning afzalliklari hamda samarali qo'llanish doirasini belgilashdan iborat.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Mazkur tadqiqotning nazariy va amaliy asosini bir nechta muhim ilmiy manbalar tashkil etadi. Quyida ulardan eng ahamiyatlarini qisqacha sharhlab o'tdik.

N. A. Ignatyev va M. A. Rahimova [1] ishi ushbu tadqiqotning bevosita nazariy poydevori hisoblanadi. Unda obyektlarning sinflarga tegishlilik funksiyalari asosida belgilarni nochiziqli almashtirish va sinflar juftlari bo'yicha informativ belgilar to'plamini shakllantirish usuli taklif etilgan. Aynan shu ishda keltirilgan tegishlilik funksiyasi va obyektlarning umumlashgan bahosi g'oyalari ushbu maqoladagi asosiy masalaning matematik asosini tashkil qiladi. Muallifning [2] ishida esa belgilarni sinflarga tegishlilik funksiyalari orqali nochiziqli almashtirish g'oyasi xalqaro nashr darajasida batafsil rivojlantirilgan bo'lib, asosiy masalada qo'llaniladigan formulalarning nazariy izohini chuqurlashtiradi.

T. Chen va C. Guestrin [3] ishida zamonaviy gradient boosting algoritmi XGBoost taqdim etilgan. Ushbu manba tadqiqotda qiyoslash uchun tanlangan asosiy raqobatchi algoritmnining nazariy tavsifini beradi. Maqolada XGBoost'ning tabular ma'lumotlarda yuqori aniqlik berishi, shu bilan birga ko'p parametrlil model sifatida overfitting xavfiga moyilligi tushuntiriladi - bu xususiyat ushbu tadqiqotdagi overfitting tahlili uchun bevosita ahamiyatlidir.

Tajriba ma'lumotlari sifatida UCI Machine Learning Repository'dagi Statlog (Heart) [4] va Mushroom [5] datasetlari ishlatildi. Statlog (Heart) dataseti aralash turdagi (miqdoriy va nominal) tibbiy belgilarni o'z ichiga olgani bilan asosiy masalaning haqiqiy amaliy sharoitdagi samaradorligini baholash uchun mos keladi. Mushroom dataseti esa toza kategorik belgilardan iborat bo'lib, aniq mantiqiy qoidalarga ega ma'lumotda usullarning xatti-harakatini tekshirish imkonini beradi. Ushbu ikki datasetning turli tabiati qiyoslashni har tomonlama va ishonchli qiladi.

Yuqorida sharhlangan adabiyotlardan foydalangan holda qo'yilgan masalani ishlash jarayonida bir qancha kamchiliklar kuzatiladi. Ulardan eng ahamiyatlisi overfitting jarayonining kuzatilishi hamda ishlash tezligi bilan bog'liq muammolardir. Shu ikki kamchilikni bartaraf etish maqsadida ushbu tadqiqot ko'rib chiqilmoqda. Tadqiqotga quyidagicha masala qo'yilgan bo'lsin:

Dastlabki shart sifatida obyektlar to'plami bir-biri bilan kesishmaydigan ikki sinf - K_1 va K_2 ga ajratilgan. Har bir obyekt n ta xususiyat (belgi) orqali tavsiflanadi. Xususiyatlarning har biri diskret gradatsiyalar to'plamiga ega: $a_{ji} \in \{1, \dots, p_i\}$, bunda p_i - i -xususiyatga tegishli gradatsiyalar miqdorini ifodalaydi[2].

Masalaning talabi quyidagidan iborat: har bir xususiyatning sinfga tegishlilik darajasini aniqlash va buning asosida obyektlarga umumlashgan baho berish orqali klassifikatsiyani amalga oshirish.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot sifatida yuqorida qo'yilgan masalani hozirgi kunda dolzarb bo'lgan algoritmlardan biri - XGBoost algoritmi orqali qiyosiy taqqoslash keltiriladi. Ushbu taqqoslash orqali tadqiqotda ilgari surilgan metodologiyaning afzalliklarini natija sifatida ko'rish mumkin. Unda "XGBoost algoritmi nima va undan qanday holatlarda foydalanish mumkin?" degan savolni qo'ysak.

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) qaror daraxtlari ansambli tamoyilida ishlaydigan zamonaviy mashinaviy o'qitish algoritmi hisoblanadi. Algoritmning ishlash mexanizmi ketma-ket tarzda ko'plab kichik qaror daraxtlarini qurishga asoslanib, har keyingi daraxt avvalgisining xatolarini bartaraf etishga yo'naltirilgan (gradient boosting prinsipi) [3]. Tabular ko'rinishdagi ma'lumotlar bilan ishlashda XGBoost eng samarali algoritmlardan biri sifatida tan olingan va turli amaliy musobaqalarda yetakchi natijalarni namoyish etib kelmoqda.

XGBoost algoritmining asosiy afzalligi - murakkab, nochiziqli bog'liqliklarni modellashtirish qobiliyatidir. Biroq yetarlicha regularizatsiya qo'llanilmagan taqdirda, o'qitish ma'lumotlarini haddan tashqari "yodlab olish" (overfitting) muammosi kelib chiqishi va sezilarli hisoblash resurslari talab etilishi uning kamchiliklari sifatida qayd etilgan.

Tadqiqotda ilgari surilgan usulda esa qo'yilgan masalani ishlash uchun ikkita muhim tushuncha kiritamiz: tegishlilik funksiyasi va umumlashgan baho orqali klassifikatsiyalash. Demak, ularni sharhlasak.

Xususiyat i va gradatsiya μ uchun tegishlilik funksiyasi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [1]:

$$f_i(\mu) = d_i(\mu) / (m + p_1 \cdot p_2)$$

Bu yerda $d_i(\mu)$ - μ gradatsiyasining sinf obyektlarida kuzatilish chastotasini, m - sinfdagi obyektlarning umumiy sonini, p_2 esa silliqlash parametrini bildiradi. Ushbu funksiya "ko'rib chiqilayotgan gradatsiya sinfga qanchalik xos?" degan masalaga javob beradi: funksiya qiymati 0.5 dan ohsa, gradatsiya sinfga xos deb hisoblanadi, aks holda xos emas deb baholanadi.

Keyingi bosqichda esa yangi obyekt sinfga taqdim etilganda uning umumlashgan bahosi hisoblanadi va eng yuqori bahoni qayd etgan sinf tanlanadi. Har bir xususiyat uchun unifikatsiyalangan qiymat (sinf profili) quyidagi tarzda shakllantiriladi [1]:

$$x_i = (1 / (m + p_1 \cdot p_2)) \cdot \sum \{ f_i(\mu) > 0.5 \rightarrow (d_i(\mu) + p_1) \cdot f_i(\mu) ; \text{aks holda } (d_i(\mu) + p_1) \cdot (1 - f_i(\mu)) \}$$

Har bir sinf uchun shu tarzda profil shakllantirilgandan so'ng, umumlashgan baho orqali sinflarga ajratiladi. Ushbu yondashuv obyektlarning umumlashgan baholarini hisoblash tamoyiliga asoslangan. Aynan mana shu sinflarga qay usulda ajratish masalaning mohiyatidir. Qaysi usuldan foydalangan holda sinflarga ajratishda yuqorida qayd etilgan kamchiliklar kuzatilmasligini esa quyidagi natijalarda ko'rish mumkin.

TAHLIL VA NATIJALAR

Solishtirma tahlil ikki xil tabular ma'lumotlar to'plamida o'tkazildi. Birinchi ma'lumotlar to'plami - Heart Disease bo'lib [4], u 13 ta aralash turdagi (miqdoriy va nominal) belgilarni o'z ichiga oladi; ikkita sinfga (sog'lom / kasallikka chalingan) ajratilgan va jami 270 ta obyektдан tashkil topgan. Ikkinchi ma'lumotlar to'plami - Mushroom bo'lib [5], 22 ta faqat kategorik belgilardan iborat; ushbu datasetda ham ikkita sinf (iste'mol qilinadigan / zaharli) mavjud va 8124 ta obyektни qamrab oladi.

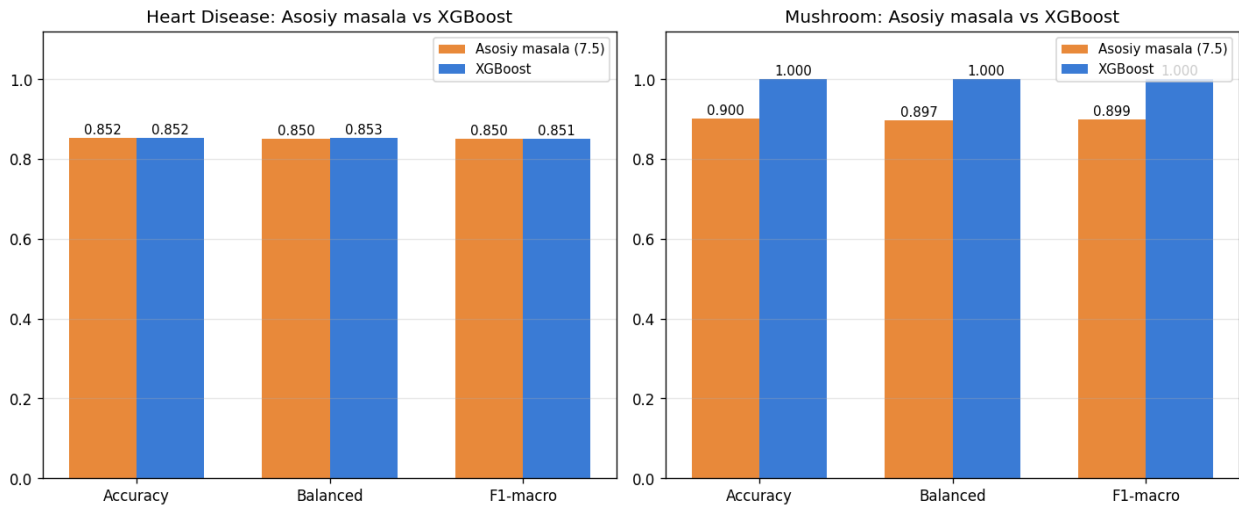
Asosiy masala diskret gradatsiyalar bilan ishlashni taqozo etgani bois, Heart datasetidagi miqdoriy belgilar kvantillar yordamida intervallarga ajratilib, diskretlashtirildi ($n_bins = 5$). Mushroom dataseti esa o'z tabiatiga ko'ra kategorik bo'lganligi uchun qo'shimcha diskretlashtirishni talab qilmadi. XGBoost algoritmi ikkala holatda ham dastlabki (xom) ma'lumotlar bilan ishladi. Ma'lumotlar 70:30 nisbatda o'qitish (*train*) va sinov (*test*) qismlariga taqsimlandi.

Ikkala usulning sinov to'plamida qayd etilgan natijalari 1-jadvalda aks ettirilgan.

1-jadval. Asosiy masala va XGBoost algoritmining solishtirma natijalari

Dataset / Usul	Accuracy	Balanced	F1-macro	Vaqt (s)
Heart - Asosiy masala	0.8519	0.8500	0.8500	0.020
Heart - XGBoost	0.8519	0.8528	0.8507	0.860
Mushroom - Asosiy masala	0.9003	0.8973	0.8990	0.599
Mushroom - XGBoost	1.0000	1.0000	1.0000	0.793

Heart datasetida ikkala usul bir-biriga yaqin natijalarni namoyish etdi (balanslangan aniqlik mos ravishda 0.850 va 0.853), bunda tadqiqotda ko'rilayotgan usul orqali qo'yilgan masalani ishlash 43 baravar tezroq ekanligi qayd etildi. Mushroom datasetida esa XGBoost xatosiz (100%) natijaga erishgan bo'lsa, tadqiqot usulida masala 0.90 ko'rsatkichni qayd etdi.



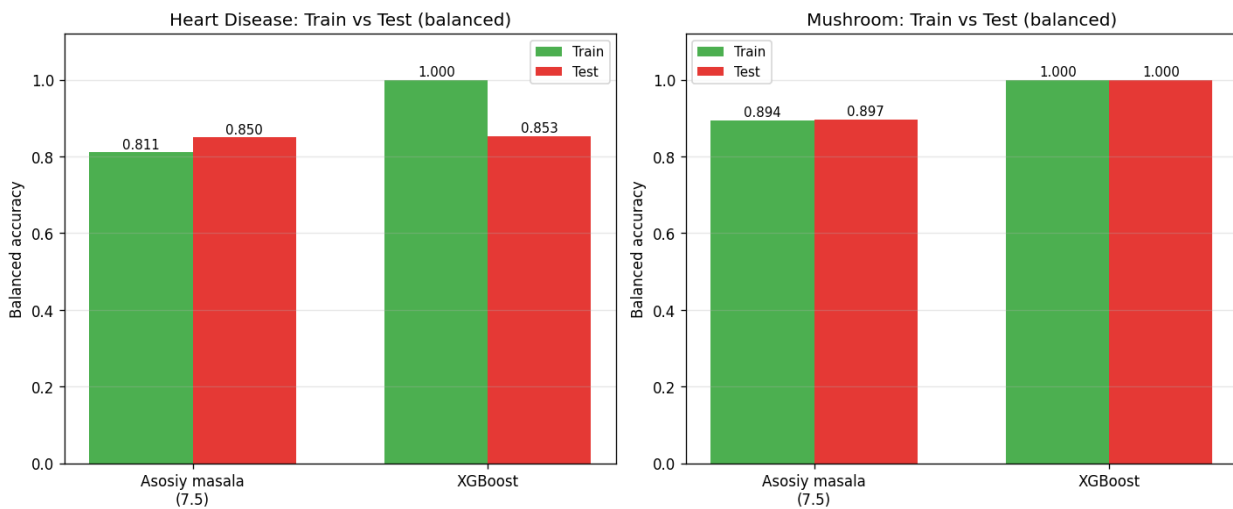
1-rasm. Aniqlik ko'rsatkichlari bo'yicha solishtirish (ikkita dataset misolida).

Modellarning umumlashtirish imkoniyatini baholash maqsadida o'qitish (train) va sinov (test) to'plamlaridagi balanslangan aniqlik ko'rsatkichlari solishtirilib, natijalar 2-jadvalda jamlangan.

2-jadval. O'qitish va sinov natijalari (overfitting tahlili)

Dataset	Usul	Train	Test	Farq
Heart	Asosiy masala	0.8107	0.8500	-0.0393
Heart	XGBoost	1.0000	0.8528	+0.1472
Mushroom	Asosiy masala	0.8940	0.8973	-0.0033
Mushroom	XGBoost	1.0000	1.0000	0.0000

Eslatma: Farq = Train - Test. Sezilarli musbat farq overfitting (ortiqcha o'qitish) alomati sifatida talqin etiladi.



2-rasm. O'qitish va sinov balanslangan aniqligi solishtirmasi.

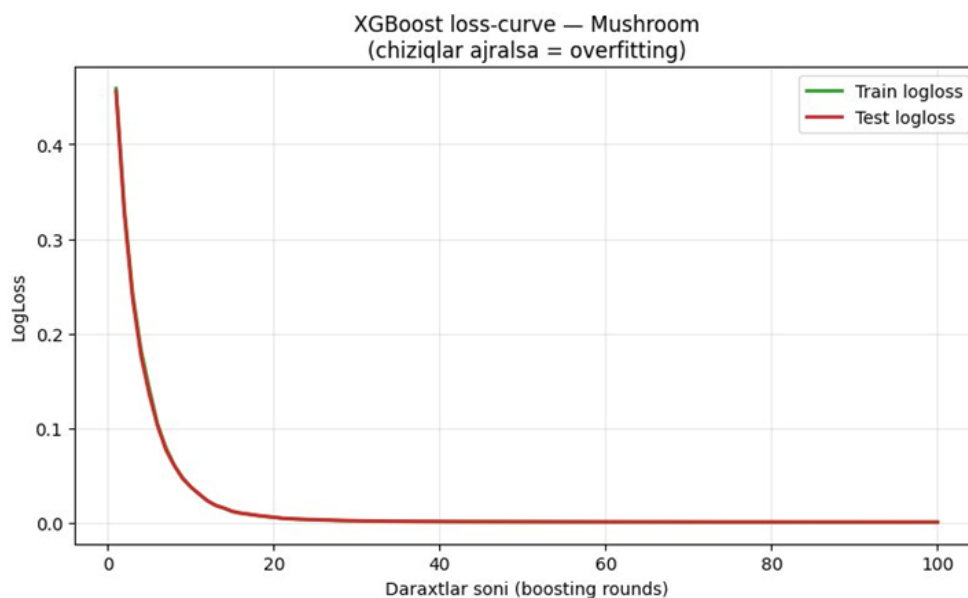
2-jadval ma'lumotlaridan ko'rinadiki, Heart datasetida XGBoost o'qitish to'plamini 100% darajada yodlab olgan (train 1.0), ammo sinov natijasi 0.853 darajada qolgan - bu yaqqol overfitting alomatidir. Aksincha, asosiy masala¹da overfitting kuzatilmadi: sinov natijasi o'qitish ko'rsatkichidan hatto yuqoriroq bo'lib, usulning barqarorligiga dalolat berdi.

Overfitting hodisasini yanada batafsil tahlil qilish maqsadida XGBoost algoritmi uchun yo'qotish funksiya, ya'ni loss-egri chiziq (daraxtlar soni bo'yicha logloss) va asosiy masala uchun parametr-egri chiziq (p₂ parametri bo'yicha balanslangan aniqlik) qurildi.

1 Asosiy masala sifatida tadqiqot usuli yordamida ishlangan masala natijasi nazarda tutilgan

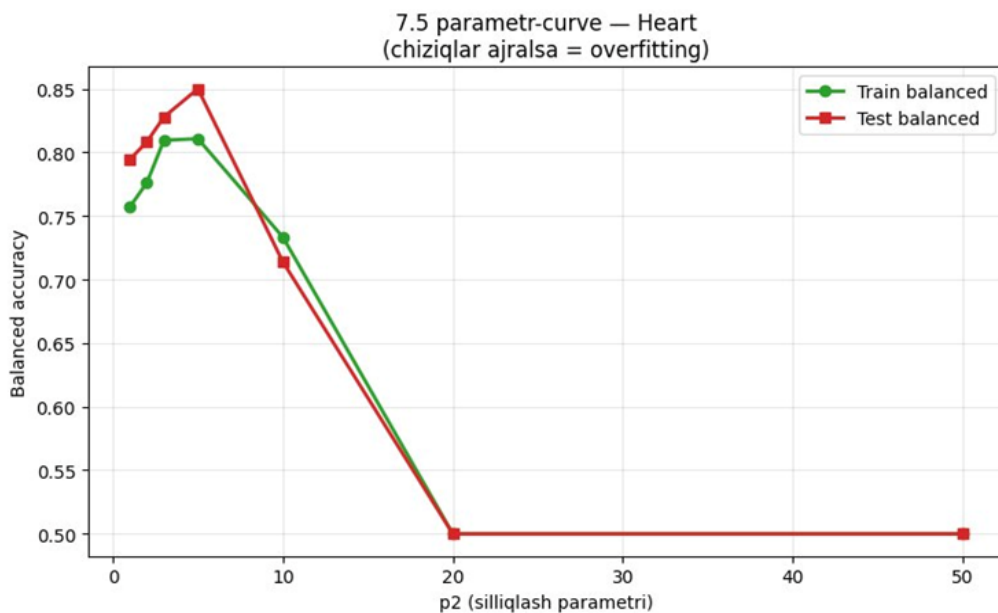


3-rasm. XGBoost loss egri chizig'i (Heart). Sinov loglossi ≈ 10 -daraxtdan keyin ko'tariladi - overfitting.

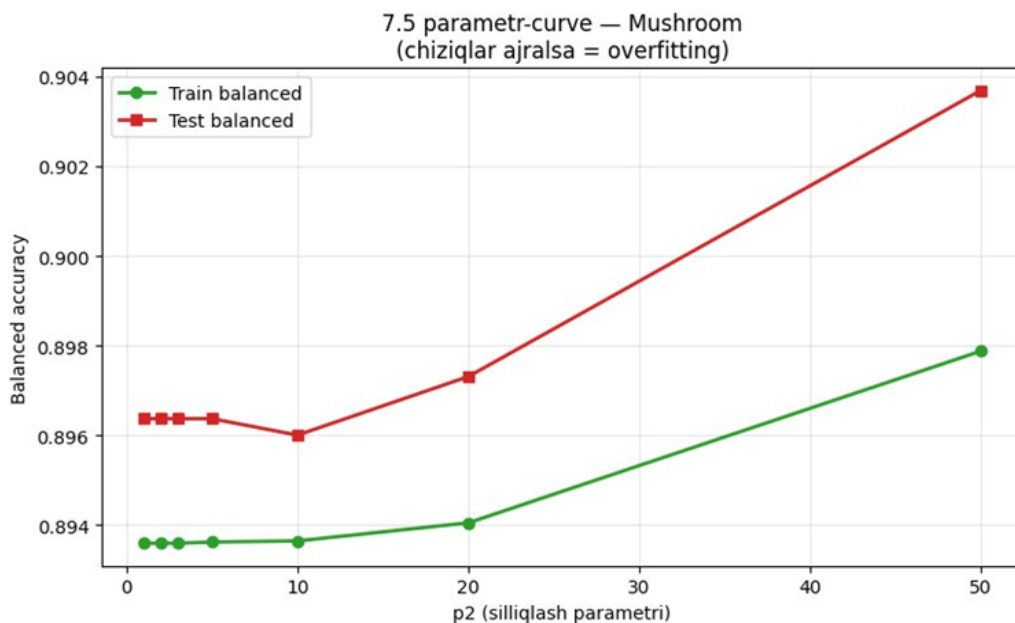


4-rasm. XGBoost loss egri chizig'i (Mushroom). O'qitish va sinov chiziqlari birga pasayadi - overfitting yo'q.

3-rasmda XGBoost algoritmining Heart datasetidagi harakati yaqqol namoyon bo'ladi: o'qitish loglossi (yashil chiziq) nolga yaqinlashib boradi, holbuki sinov loglossi (qizil chiziq) taxminan 10–13 daraxtdan keyin oshishga o'tadi. Bu holat modelning ortiqcha o'qitilayotganini anglatadi. Mushroom datasetida (4-rasm) esa bunday farqlanish kuzatilmaydi - ma'lumotlarda aniq ajratuvchi qoidalar mavjud bo'lgani sababli model haqiqatan ham xatosiz klassifikatsiyani amalga oshirdi.



5-rasm. Asosiy masala parametr egri chizig'i (Heart). O'qitish va sinov chiziqlari yaqin - overfitting yo'q. Optimal $p_2=5$.



6-rasm. Asosiy masala parametr egri chizig'i (Mushroom). Sinov chizig'i o'qitishnikidan yuqori - barqaror umumlashtirish.

5- va 6-rasmlarda asosiy masalaning o'qitish va sinov egri chiziqlari bir-biriga yaqin hamda parallel holatda joylashganligi ko'rinib turibdi, ayrim hollarda sinov chizig'i o'qitish chizig'idan yuqoriroq turadi. Bu natijalar usulning ortiqcha o'qitishga moyil emasligini va barqaror umumlashtirish xususiyatiga ega ekanligini tasdiqladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O'tkazilgan tajriba natijalari tegishlilik funksiyalariga asoslangan statistik usulning (ya'ni, asosiy masala nazarda tutilgan) quyidagi afzalliklarini dalilladi:

Yuqori tezkorlik. Asosiy masala XGBoost algoritmgiga nisbatan o'nlab baravar tezroq bajarildi (Heart datasetida 0.02 s va 0.86 s), bunda GPU yoki maxsus hisoblash resurslari talab etilmaydi.

Overfitting (haddan tashqari moslashish)ga chidamlilik. Usul o'qitish ma'lumotlarini yodlab olish o'rniga umumlashtirish qobiliyatini namoyon etadi. Heart datasetida XGBoost overfitting holatiga tushgan bir paytda,



asosiy masala (tadqiqot usuli) barqarorligini saqlab qoldi.

Raqobatbardoshlik. Murakkab va shovqinli tibbiy ma'lumotlar (Heart) sharoitida asosiy masala XGBoost bilan deyarli teng aniqlik ko'rsatdi (0.850 va 0.853).

Soddalik va shaffoflik. Usul har bir belgining klassifikatsiyaga qo'shgan hissasini ochiq tarzda hisoblaydi, bu esa natijalarni talqin qilishni sezilarli darajada osonlashtiradi.

Bulardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, ushbu usulni qo'llash quyidagi holatlarda samarali hisoblanadi: hisoblash resurslari cheklangan muhitda (GPU imkoniyati mavjud bo'lmagan, tezkor yechim talab etiladigan holatlarda), kam hajmli yoki shovqinli ma'lumotlarda, bunda murakkab modellar overfitting xavfi ostida qolgan holatlarda, natijalarni interpretatsiya qilish zarurati yuqori bo'lgan sohalarda, jumladan, tibbiy tashxis amaliyotida, aralash turdagi (miqdoriy va nominal) tabular ma'lumotlar bilan ishlashda.

Shu bilan birga, aniq mantiqiy qoidalar bilan tavsiflangan ma'lumotlarda (Mushroom kabi) XGBoost algoritmining mukammal natija berish imkoniyati mavjudligi e'tirof etiladi. Demak, usulni tanlash qaroriga ma'lumotning tabiati va hal qilinayotgan masalaning talablari bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tegishlilik funksiyalariga asoslangan statistik usul - tezkorlik, barqarorlik va interpretatsiyalanish xususiyatlari talab etiladigan tabular klassifikatsiya masalalarida samarali alternativ yechim sifatida tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Игнатъев Н.А., Рахимова М.А. Формирование и анализ наборов информативных признаков объектов по парам классов // Искусственный интеллект и принятие решений. 2021. № 4. DOI 10.14357/20718594210402.
2. Ignatiev N.A. On Nonlinear Transformations of Features Based on the Functions of Objects Belonging to Classes // Pattern Recognition and Image Analysis. 2021. V. 31. № 2. P. 197-204.
3. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2016. P. 785-794.
4. Statlog (Heart) Data Set. UCI Machine Learning Repository. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml>.
5. Mushroom Data Set. UCI Machine Learning Repository. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml>.

muhandislik

& iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 6

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelmasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100