ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 9

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.

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

HAMMING MASOFASI VA XOR MANTIQIY AMALI ASOSIDA FEW-SHOT LEARNING KLASSIFIKATSIYASINI AMALGA OSHIRISH

Mamagapurova Shahodat Shavkat qizi
Raqamli texnologiyalar va sun'iy intelektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti, 1-bosqich tayanch doktoranti
Tel: +998 33 0840202
E-mail: shaxodatmamagapurova@gmail.com)

Annotatsiya. Zamonaviy Few-Shot Learning (FSL) modellari odatda haqiqiy sonlar fazosida (R^n)murakkab metrik hisob-kitoblarni amalga oshiradi, bu esa yuqori hisoblash resurslari va vaqt talab qiladi. Mazkur maqolada FSL masalalarini o‘ta energiya tejamkor va tezkor hal qilish uchun ob’ektlar belgilarini binar (bit) vektorlar fazosiga o‘tkazish hamda klassifikatsiya jarayonini bit darajasidagi XOR ($\oplus$) amali va Hamming masofasiga asoslash modeli taklif etilgan. Taklif etilayotgan yondashuv har bir sinf uchun bir nechta namunadan iborat bitli "prototip" (shablon) shakllantirish va qidiruv ob’ektini protsessor darajasida mantiqiy solishtirish tamoyiliga tayanadi. Eksperimental tahlillar modelning an’anaviy haqiqiy qiymatli metrikalarga qaraganda hisoblash vaqtini sezilarli darajada qisqartirishini va cheklangan namunalar sharoitida yuqori aniqlik (Accuracy) hamda barqarorlikni namoyish etishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Few-Shot Learning, binar vektorlar, Hamming masofasi, XOR mantiqiy amali, prototiplar tarmog‘i, hisoblash samaradorligi.

Аннотация. Современные модели обучения на малом количестве данных (Few-Shot Learning, FSL) обычно выполняют сложные метрические вычисления в пространстве вещественных чисел (R^n), что требует значительных вычислительных ресурсов и времени. В данной работе для сверхэнергоэффективного и высокоскоростного решения задач FSL предложена модель, основанная на переносе признаков объектов в пространство бинарных (битовых) векторов, а также на реализации процесса классификации посредством побитовой логической операции XOR ($\oplus$) и расстояния Хэмминга. Основная идея предлагаемого подхода заключается в формировании для каждого класса битовых «прототипов» (шаблонов) на основе нескольких образцов и логическом сравнении искомого объекта на процессорном уровне. Экспериментальный анализ показал, что предложенная модель существенно сокращает время вычислений по сравнению с традиционными вещественнозначными метриками, а также демонстрирует высокую точность (Accuracy) и стабильность в условиях ограниченного объема обучающих выборок.

Ключевые слова: Few-Shot Learning (обучение на малом количестве данных), бинарные векторы, расстояние Хэмминга, логическая операция

XOR, прообразы сетей (прототипические сети), вычислительная эффективность.

Abstract. Modern Few-Shot Learning (FSL) models typically perform complex metric computations in the continuous real-valued space (R^n), which demands significant computational resources and time. In this paper, to achieve an ultra-energy-efficient and high-speed solution for FSL tasks, we propose a model that maps object features into a binary (bit) vector space and bases the classification process on the bit-wise XOR ($\oplus$) operation and Hamming distance. The core idea of the proposed approach relies on generating bitwise "prototypes" (templates) for each class from a limited number of samples and executing logical comparisons of the query object at the processor level. Experimental analysis demonstrates that the proposed model significantly reduces computation time compared to traditional real-valued metrics, while exhibiting superior recognition accuracy and stability under constrained data regimes.

Keywords: Few-Shot Learning, binary vectors, Hamming distance, XOR logical operation, prototypical networks, computational efficiency.

KIRISH.

Mashinali o‘rgatish tizimlarining ko‘pchiligi, xususan, chuqur neyron tarmoqlari muvaffaqiyatli o‘qish uchun minglab markirovka qilingan namunalarni talab qiladi. Biroq, tibbiyot, kiberxavfsizlik va kam uchraydigan ob’ektlarni tanib olish kabi real amaliy sohalarda ma’lumotlar taqchilligi asosiy muammo hisoblanadi. Inson miyasining atigi bir yoki bir nechta ko‘rish orqali yangi ob’ektni eslab qolish qobiliyatidan ilhomlangan Few-Shot Learning (FSL) kontseptsiyasi ushbu muammoni hal qilishga qaratilgan[1].

Klassik FSL algoritmlari (masalan, *Prototypical Networks*) ma’lumotlarni uzluksiz fazolarda ifodalaydi va masofalarni hisoblash uchun Evklid yoki kosinus metrikalaridan foydalanadi[2]. Ushbu yondashuv floating-point (haqiqiy sonlar ustidagi) amallarning haddan tashqari ko‘payib ketishiga, mobil yoki o‘rnatilgan (embedded) qurilmalarda modelning sekin ishlashiga olib keladi. Agarda biz ob’ekt belgilarini binar ko‘rinishga keltirib, ularni solishtirishni XOR amali va Hamming masofasi orqali tashkil qilsak, hisoblashlarni apparat (protsessor bitlari) darajasigacha soddalashtirishimiz mumkin[3].

Mazkur ishda kam sonli namunalar sharoitida binar belgilarni samarali guruhlash va mantiqiy metrikalar yordamida tezkor klassifikatsiya qilish modeli tadqiq etiladi.

1. Masalaning qo‘yilishi

Few-Shot Learning doirasida klassifikatsiya masalasi odatda N-way K-shot ko‘rinishida qo‘yiladi, ya’ni modelga N ta turli sinf berilgan bo‘lib, ularning har

ISSN 3030-3907

birida atigi K tadan (odatda $K = 1$ yoki $K = 5$) o‘quv namunasi (Support Set) mavjud[1].

Aytaylik, har bir ob’ekt dastlab ma’lum bir neyron tarmoq yoki belgilarni ajratish modeli orqali $n-$ o‘lchamli binar fazoga o‘tkazilgan:

$$x \in \{0,1\}^n \quad (1),$$

Bizga N ta sinfni ifodalovchi yordamchi to‘plam (Support Set) $S = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_m, y_m)\}$ berilgan bo‘lsin, bu yerda $y_i \in \{1, \dots, N\}$sinf yorlig‘idir. Shuningdek, yangi, noma’lum sinfga tegishli qidiruv ob’ekti (Query) $x*$ mavjud.

Masalaning asosiy maqsadi: $x*$ ob’ekti bilan S to‘plamidagi kam sonli binar namunalar o‘rtasidagi mantiqiy bog‘liqlikni saqlagan holda, minimal vaqt ichida eng kichik xatolikka ega bo‘lgan $x*$sinf konseptini aniqlashdan iborat. An’anaviy metrik fazolar ob'ektlarning diskret tabiatini to‘liq aks ettira olmagani bois, binar vektorlarni guruhlashda mantiqiy va topologik qonuniyatlarni hisobga olish talab etiladi[4].

2. Matematik Model va Metodologiya

Taklif etilayotgan algoritm uchta asosiy matematik komponentdan iborat:

2.1.Protsessor darajasidagi XOR va Hamming masofasi

Ikki binar vektor x_i va x_j o‘rtasidagi farqni aniqlash uchun ularning har bir bit darajasida XOR (istisno etuvchi YOKI) amali bajariladi. Natijada olingan vektor farqli bitlarning pozitsiyasini ko‘rsatadi:

$$v_{diff} = x_i \oplus x_j \quad (2),$$

Ushbu farq vektoridagi 1 lar sonini hisoblash orqali skalyar Hamming masofasi d_H aniqlanadi:

$$d_H(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^{n} (x_i{}^{(k)} \oplus x_j{}^{(k)}) \ [3] \quad (3),$$

Ushbu amal axborot nazariyasi poydevorida xatolarni aniqlash va tuzatishning eng fundamental asosi hisoblanadi[3]. Bu amal zamonaviy protsessorlarda bitlarni sanoqlovchi maxsus komandalar (masalan, CPU darajasidagi POPCNT buyrug‘i) yordamida bir siklda bajariladi, bu esa floating-point amallaridan bir necha barobar tezroqdir.

2.2.Binar sinf prototiplarini shakllantirish

Har bir sinf uchun K ta binar namunadan yagona binar prototip (shablon) $c_j \in \{0,1\}^n$ yaratish kerak. Agar biz an’anaviy o‘rtacha qiymatni olsak, natija haqiqiy son bo‘lib qoladi. Binar tuzilmani saqlash uchun biz ko‘pchilik ovoz berish (Majority Voting) mantiqiy qoidasini qo‘llaymiz. Bu yondashuv an’anaviy klasterlash usullaridan farqli o‘laroq, binar fazoda har bir sinf uchun eng reprezentativ “shablon vector”ni topologik shar markazi sifatida shakllantiradi[4]. $j-$ sinf uchun uning $k-$inchi bit poydevori quyidagicha aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$c_j{}^{(k)} = \begin{cases} 1, agar \ \sum_{x_i \in S_j} x_j{}^{(k)} \geq \frac{K}{2} \\ 0, aks \ holda \end{cases} \quad (4),$$

Bu yerda S_j – faqat $j-$ sinfga tegishli o‘quv namunalari to‘plamidir. Bu yondashuv binar fazoda har bir sinf uchun eng reprezentativ va markaziy “shablon vector”ni shakllantiradi.

Agarda K juft son bo‘lib qolsa (masalan, $K = 4$ shot bo‘lsa) va bitlar soni teng kelib qolsa (2 ta namuna 1, 2 ta namuna 0 bo‘lsa), noaniqlik yuzaga keladi. Agar bitlar yig‘indisi teng kelib qolsa, ustunlik tegishli belgining sinflararo variatsiyadagi dominantlik bahosiga qarab hal qilinadi[5].

2.3.Klassifikatsiya va yaqinlikni baholash

Yangi x^* qidiruv ob’ekti berilganda, uning barcha sinf prototiplari c_j bilan Hamming masofasi hisoblanadi. Ob’ekt eng kichik Hamming masofasiga (eng ko‘p o‘xshash bitlarga) ega bo‘lgan sinfga tegishli deb topiladi:

$$y^* = \arg \min \ d_H(x*, c_j)$$
$$j \in \{1, \dots, N\} \quad (5),$$

3. Eksperimental Natijalar

Modelni sinovdan o‘tkazish uchun binar xususiyatlarga ega bo‘lgan Omniglot va sun’iy ravishda yaratilgan yuqori o‘lchamli ($n = 64, 128, 256$ bit) ma’lumotlar bazalaridan foydalanildi. Tajribalar 5-way 1-shot va 5-way 5-shot ssenariylari bo‘yicha o‘tkazildi. Tadqiqotda taklif etilgan mantiqiy model an’anaviy Evklid masofasiga asoslangan klassik Prototypical Networks bilan solishtirildi.

1-jadval.

Klassifikatsiya aniqligi va Tezlik ko‘rsatkichlari

Model turi	**Vektor o‘lchami (n)**	**5-way 1-shot Aniqlik (%)**	**5-way 5-shot Aniqlik (%)**	**Hisoblash vaqti (10k operatsiya uchun)**
An’anaviy model (d_R – Evklid)	128-bit	84.2%	91.5%	12.4 ms
Taklif etilgan model (d_H + XOR)	128-bit	88.6%	94.1%	1.8 ms

Natijalar tahlili:

ISSN 3030-3907

1. Tezlik: XOR va Hamming masofasiga asoslangan mantiqiy model floating-point amallaridan voz kechgani hisobiga hisoblash tezligini qariyb 6.8 barobarga oshirishga erishdi.

2. Aniqlik: Cheklangan ma'lumotlar (Few-Shot) sharoitida haqiqiy sonli modellar shovqinli belgilarga moslashib (overfitting) ketgan bo'lsa, binar Majority Voting tamoyili shovqinlarni filtrlab, aniqlikni 3-4% ga yuqorilatdi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqot Few-Shot Learning masalalarini binar fazoda, mantiqiy operatorlar yordamida yechishning yuqori samaradorligini isbotladi. Belgilarni bit vektorlari ko'rinishida ifodalash va sinf prototiplarini ko'pchilik ovoz berish prinsipi asosida qurish, kam sonli namunalardan ham eng muhim qonuniyatlarni ajratib olish imkonini beradi. Protsessor darajasidagi XOR amali va Hamming masofasining integratsiyasi hisoblash vaqtini keskin kamaytirib, ushbu modelni real vaqt rejimida ishlovchi va xotirasi cheklangan mikrokontrollerlar hamda mobil tizimlarda qo'llash uchun juda qulay zamin yaratadi. Kelgusi tadqiqotlar ushbu binar modelni autometrizatsiyalangan bulovoy fazolarning topologik ierarxiyasi bilan boyitishga qaratiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vinyals, O., Blundell, C., Lillicrap, T., & Wierstra, D. (2016). *Matching networks for one shot learning*. In Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), pp. 3630–3638.

2. Snell, J., Swersky, K., & Zemel, R. (2017). *Prototypical networks for few-shot learning*. In Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), pp. 4077–4087.

3. Hamming, R. W. (1950). *Error detecting and error correcting codes*. Bell System Technical Journal, 29(2), 147–160.

4. González, C. G., Bonventi Jr, W., & Rodrigues, A. L. V. (2008). *Density of Closed Balls in Real-Valued and Autometrized Boolean Spaces for Clustering Applications*. LNAI, vol 5249. Springer, pp. 8–22.

5. Kamilov, M. M., Fazylov, Sh. Kh., Mirzaev, N. M., & Radjabov, S. S. (2020). *Models of recognition algorithms based on the estimation of feature interconnectedness*. Tashkent.

ISSN 3030-3907