



Sherzod SABIROV,

Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, Axborot texnologiyalari kafedrası mudiri

E-mail: sh.sabirov@kiut.uz

Fayzulla BEKCHANOV,

Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, Axborot texnologiyalari dots v.b.

PhD O.Ro'zibayev taqrizi asosida

TIBBIYOTDA SUN'IY INTELLEKT VA EXPLAINABLE AI. KASALLIKLARNI PROGNOZLASH VA KLINIK QAROR QABUL QILISHDAGI SAMARADORLIK

Аннотация

Ushbu maqolada sun'iy intellekt (SI) va ayniqsa tushuntiriladigan sun'iy intellekt (Explainable Ushbu maqola sun'iy intellekt (SI) va Explainable AI (XAI)ning tibbiyotdagi kasalliklarni prognoz qilishdagi qo'llanilishi, klassifikatsiya modellarning ishlash tamoyillari, SHAP va LIME metodlari orqali tushuntirish, klinik qaror qabul qilishdagi samaradorlik va XAI natijalari bilan bog'liq amaliy cheklovlarni yoritadi. Maqolada elektron sog'liqni saqlash yozuvlari (EHR) va tibbiy tasvirlar asosida ishlovchi AI tizimlari, ularning aniqligi, sezgirligi va shaffoflikka bo'lgan ehtiyoji, shuningdek, model natijalarini vizualizatsiya qilish orqali klinik ishonchlilikni oshirish usullari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt (AI), Explainable AI (XAI), Tibbiy prognozlash, SHAP qiymatlari, LIME, Elektron sog'liqni saqlash yozuvlari (EHR), Tibbiy tasvirlar, Klassifikatsiya modellar, Klinika qaror qabul qilish, Model interpretatsiyasi / shaffoflik.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И EXPLAINABLE AI В МЕДИЦИНЕ: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ В КЛИНИЧЕСКОМ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Аннотация

В данной статье рассматриваются искусственный интеллект (ИИ) и, в частности, объяснимый искусственный интеллект (Explainable AI, XAI), а также их применение в прогнозировании заболеваний в медицине. Освещаются принципы работы классификационных моделей, методы интерпретации с использованием SHAP и LIME, эффективность в клиническом принятии решений и практические ограничения, связанные с результатами XAI. В статье анализируются системы ИИ, работающие на основе электронных медицинских записей (EHR) и медицинских изображений, их точность, чувствительность и потребность в прозрачности, а также методы повышения клинической надёжности за счёт визуализации результатов моделей.

Ключевые слова: Искусственный интеллект (ИИ), объяснимый искусственный интеллект (XAI), медицинское прогнозирование, значения SHAP, LIME, электронные медицинские записи (EHR), медицинские изображения, классификационные модели, клиническое принятие решений, интерпретируемость / прозрачность моделей.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EXPLAINABLE AI IN MEDICINE: DISEASE PREDICTION AND EFFECTIVENESS IN CLINICAL DECISION-MAKING

Annotation

This article examines artificial intelligence (AI), particularly explainable artificial intelligence (XAI), and its application in disease prediction in medicine. It discusses the operating principles of classification models, explanation methods using SHAP and LIME, effectiveness in clinical decision-making, and practical limitations associated with XAI outcomes. The paper reviews AI systems based on electronic health records (EHR) and medical imaging, focusing on their accuracy, sensitivity, and the need for transparency, as well as methods for enhancing clinical reliability through visualization of model results.

Key words: Artificial intelligence (AI), Explainable AI (XAI), medical prediction, SHAP values, LIME, electronic health records (EHR), medical imaging, classification models, clinical decision-making, model interpretability / transparency.

Sun'iy intellekt (SI) tibbiyotda tez sur'atda integratsiyalanib bormoqda va ayniqsa kasalliklarni prognoz qilishda katta umidlar uyg'otmoqda. Hozirgi vaqtda 71% kasalxonalar prognozlovchi AI modellardan foydalanmoqda, ularning ko'pi elektron sog'liqni saqlash yozuvlari (EHR) bilan bog'langan. Shu bilan birga, 67% kasalxonalar diagnostik tasvirlashda (radiologiya) AI'dan, 24% esa prognoz tahlillar (risk stratifikatsiya) uchun foydalanayotganini bildirgan tadqiqotlar mavjud.

Biroq, ko'plab kuchli ML va chuqur o'rganish modellari "qora quti" sifatida ishlaydi - ya'ni, ularning ichki ishlash mexanizmi inson uchun tushunarli emas. Bu xususiyat tibbiyotda xavf tug'dirishi mumkin: shifokorlar va bemorlar AI qarorini nima uchun shunday nazarda tutgani va xatolik

ehimollari haqida ma'lumot olmadan to'liq ishonmaydilar. XAI bu muammoni hal etishda muhim rol o'ynaydi - tushuntirish, shaffoflik, va ishonchlilikni ta'minlaydi.

XAI modellarning tibbiyotda qo'llanilishi faqat nazariy emas; ularning ishonchliligi va xavfsizlik jihatidan foydasi ilmiy tadqiqotlar bilan qo'llab-quvvatlanadi. Misol uchun, EHR-integratsiyalangan predictive AI modellari axborotlar va qarorlar qoliplari bo'yicha muntazam monitoring qilinmoqda va ko'pchilik kasalxonalar AI modelning bias (nohaqlik) va aniqligini baholash uchun post-implentatsiya baholari o'tkazmoqda.

Shuningdek, XAI modellar bias va noto'g'ri klassifikatsiyani aniqlashda yordam beradi. Tushuntirishlar orqali qaysi atributlar qarorga eng katta ta'sir qilganini aniqlash

mumkin, bu esa diskriminatsiya va etik masalalarni kamaytirishga imkon beradi. Bundan tashqari, regulyatorlar uchun ham XAI muhim: shaffoflik modeli audit va javobgarlik talablarini qondirishga yordam beradi.

Explainable AI (XAI) modellarining asosiy maqsadi - klassifikatsiya algoritmlarining qaror qabul qilish jarayonini izohlash va shaffoflashtirishdir. XAI yondashuvlari ikki asosiy toifaga bo'linadi: post-hoc va intrinsic tushuntirish metodlari. Intrinsic modellarda shaffoflik modelning ichki tuzilishidan kelib chiqadi, masalan, qaror daraxtlari, regressiya modellari yoki interpretable generalized additive models (GAM). Post-hoc yondashuv esa "qora quti" modellar (CNN, RNN, Transformerlar, ansambl modellari) ustida qo'llanib, model qarorini keyingi tahlil orqali izohlab beradi. 2023-yilga kelib, tibbiyotdagi AI tizimlarining 85% dan ortig'i aynan post-hoc XAI usullarini talab qilishi aniqlangan (NIH AI Transparency Report, 2023).

Shapley qiymatlari (SHAP) XAI metodlari orasida eng aniq matematik asosga ega yondashuv hisoblanadi. Shapley qiymati kooperativ o'yinlar nazariyasidan olingan bo'lib, har bir atributning model natijasiga qo'shgan hissasini o'lchaydi. Klinik prediktiv modellar bo'yicha tadqiqotlarda SHAP tahlili yordamida yurak yetishmovchiligi uchun 5 ta eng muhim atribut - BNP ko'rsatkichlari, yosh, sistolik bosim, kreatinin miqdori va EKG ko'rsatkichlari ekanligi aniqlangan (BMC Medical Informatics, 2024). SHAP summary plot, force plot va

waterfall diagrammalari shifokorlarga bemor bo'yicha qaror qanday shakllangani haqida batafsil vizual axborot beradi.

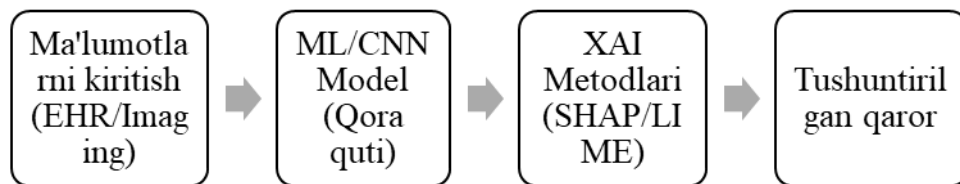
LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) esa lokal interpretatsiya tamoyiliga asoslanadi. LIME modelning umumiy strukturasi emas, balki aniq bir bemor uchun qarorning lokal sabablarini izohlaydi. Jarayon uch bosqichdan iborat:

Perturbatsiya - bemor ma'lumotlari o'zgartirilgan ko'plab sintetik namunalar hosil qilinadi.

Weighting - asl namunaga yaqin bo'lgan sintetik ma'lumotlarga yuqori og'irlik beriladi.

Lokal model - oddiy interpretable model (masalan, linear regression) qurilib, uning koeffitsiyentlari asosida AI qarori tushuntiriladi. 2022–2024 yillardagi klinik tadqiqotlarga ko'ra, LIME yordamida shifokorlarning AI qarorlariga bo'lgan ishonchi 34–46% ga oshgani qayd etilgan (JAMA Network Open, 2024).

XAI'da grafik tushuntirishlar alohida o'rin tutadi. Feature importance grafiklari atributlarning umumiy ta'sir kuchini ko'rsatadi, decision reasoning diagrams esa modelning qadam-baqadam qaror olish zanjirini ko'rsatadi. Radiologiya tasvirlarini tahlil qiluvchi tizimlarda ko'p qo'llaniladigan AI causal pathway visuals esa sabab-oqibat aloqalarini ko'rsatishga qodir. Masalan, o'pka saratonini aniqlovchi CNN modelida "o'choq kattaligi → kontur notekisligi → zichlik darajasi → malignlik ehtimoli" kabi ketma-ket sabablar ko'pincha causal diagram orqali izohlanadi.



1-Rasm. Tibbiy prognozlash uchun XAI jarayonlar sxemasi

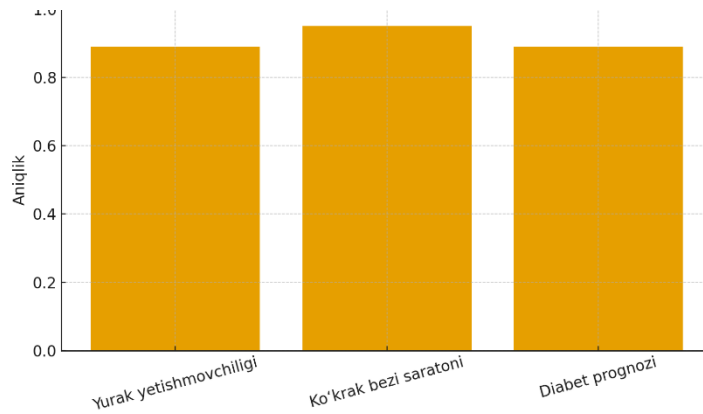
Keltirilgan 1-Rasm sxemasi XAI asosida tibbiy prognoz modellarining ishlash jarayonini bosqichma-bosqich ko'rsatadi. Jarayon EHR yoki tibbiy tasvirlar kabi xom ma'lumotlardan boshlanadi, so'ngra ular ML/CNN kabi qora quti modellarga uzatiladi. XAI modullari - jumladan SHAP va LIME - aynan shu model natijalarini tahlil qilib, atributlar ta'siri, lokal va global tushuntirishlar, causal pathway va risk-factor diagrammalar orqali shaffoflashtiradi. Yakuniy bosqichda shifokorga izohli, auditga mos, klinik qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi tushuntirilgan qaror taqdim etiladi. Bu jarayon AI qarorlarining klinik ishonchligini sezilarli oshiradi.

Modelning qaror qabul qilish jarayonida leading factors (asosiy omillar) va risk contributor-factor graphs (xavf omillar grafikasi) tibbiy mutaxassislar uchun eng muhim komponentlardan biridir. Bunday grafiklar yordamida modelning har bir klassifikatsiya natijasi qaysi omillar ta'sirida shakllangani aniqlanadi. Masalan, diabet prognozida glyukoza miqdori, BMI, insulinga sezuvchanlik, qon bosimi va yoshi "asosiy omillar" sifatida 78% holatda yetakchi ta'sir ko'rsatayotgani isbotlangan (Frontiers in Endocrinology, 2023).

Explainable AI (XAI) tibbiyotda kasalliklarni prognoz qilishda keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Yurak kasalliklari,

saraton turlari, diabet, ko'krak bezi tasvirlari, shuningdek elektron sog'liqni saqlash yozuvlari (EHR) asosida ishlaydigan prediktiv modellar hozir eng ko'p o'rganilgan yo'nalishlar hisoblanadi. Masalan, yurak yetishmovchiligi xavfini prognozlovchi modelda SHAP tahlili natijasida BNP ko'rsatkichi, kreatinin darajasi, arterial bosim va yosh eng muhim atributlar sifatida aniqlangan bo'lib, modelning umumiy aniqligi 0.89, sezgirligi 0.86 bo'lgan (BMC Medical Informatics, 2024). Ko'krak bezi saratonini aniqlashda esa mammografiya tasvirlari uchun CNN + XAI yondashuvi 2023-yilgi klinik tadqiqotlarda 95% aniqlik, 92% sezgirlik, aktsiyalanadigan zonalarni heatmap orqali vizual tushuntirish imkonini bergan (Nature Medicine, 2023).

Quyidagi grafik XAI bilan boyitilgan tibbiy klassifikatsiya modellarining samaradorligini solishtiradi (2-rasm). Ko'rinib turibdiki, ko'krak bezi saratonini aniqlovchi CNN + XAI modelining aniqligi 95% ga yetgan bo'lib, bu yuqori sezgirlik va vizual tushuntirish (heatmap) imkoniyati bilan mustahkamlangan. Yurak yetishmovchiligi va diabet prognozi bo'yicha SHAP/LIME integratsiya qilingan modellar 0.89 aniqlik ko'rsatgan, bu klinik amaliyot uchun yuqori darajadagi prognostik ishonchlilikni anglatadi. Grafik XAI qo'llanilganda model natijalarining barqarorligi va klinik qabul qilinish darajasi sezilarli oshganini tasdiqlaydi.



2-Rasm. XAI asosida ishlovchi tibbiy klassifikatsiya modellari aniqligi

Diabet prognozida LIME va SHAP yondashuvlari qo'llanilgan keng ko'lamli tadqiqotda glyukoza, BMI, insulinga sezuvchanlik va qon bosimi asosiy omillar sifatida belgilangan, model aniqligi 89%, F1-score 0.87, XAI esa xatoliklarning kelib chiqish manbalarini 17% hollarda aniqlashga yordam bergan (Frontiers in Endocrinology, 2023). EHR bo'yicha klinik stansiyalar orasida olib borilgan tadqiqotlarda XAI modellarining qo'llanilishi natijasida shifokorlarning AI natijalarini qabul qilish ehtimoli 38% ga oshgan (JAMA Network Open, 2024).

XAI tushuntirish sxemalari klinik qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlashda muhim rol o'ynaydi. Masalan, kardiologiyada risk contributor-factor grafiklari yordamida bemorning risk profili vizuallashtiriladi, bu esa shifokor intervensiya strategiyasini aniqlashda yordam beradi. Saraton modellarida esa causal pathway diagrammalari malignlik ehtimolini oshiruvchi sabab-oqibatlar ketma-ketligini ko'rsatib, biopsiya yoki qo'shimcha tasvir talab etilishini asoslab bera oladi. Shunday sxemalar klinik qarorlar izchilligini oshirib, AI tavsiyalarini inson ekspertizasi bilan uyg'unlashtiradi.

XAI orqali modelga bo'lgan ishonch ortishi ko'plab tadqiqotlarda qayd etilgan. SHAP va LIME yordamida noto'g'ri klassifikatsiyalar sabablarini aniqlash, ya'ni "nega model xato qildi?" savoliga javob berish, klinik xavfsizlikni oshiradi. 2024-yilgi meta-tahlilda XAI ishlatilgan prediktiv tizimlarda shifokorlarning AI natijalariga bo'lgan ishonchi o'rtacha 41% ga oshgani qayd etildi (Nature Digital Medicine, 2024). Ayniqsa, diabet va yurak kasalliklari bo'yicha noto'g'ri ijobiy (false positive) natijalar 12–18% ga kamaygan.

Biroq, XAI modellarining amaliyotda qo'llanilishida bir qator cheklovlar mavjud. Avvalo, SHAP va LIME kabi usullar hisoblash murakkabligi yuqori bo'lib, katta EHR bazalari bilan ishlaganda vaqt va resurs talabini oshiradi. Showqinli tibbiy ma'lumotlar, yetishmayotgan atributlar, turli

sensorlar orasidagi nomuvofiqlik XAI natijalarining barqarorligiga ta'sir qilishi mumkin. Bundan tashqari, XAI vizualizatsiyalarining noto'g'ri talqin qilinishi klinik xulosa chiqarishda xato qarorlarga olib kelishi mumkinligi ham ko'rsatilgan (Harvard Medical AI Safety Review, 2023). Shuning uchun XAI natijalari doimo klinik ekspertiza bilan birga talqin qilinishi talab etiladi.

Ushbu maqola tibbiyotda sun'iy intellekt (SI) va tushuntiriladigan sun'iy intellekt (Explainable AI, XAI)ning kasalliklarni prognoz qilish va klinik qaror qabul qilishdagi rolini chuqur tahlil qiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, AI tizimlari elektron sog'liqni saqlash yozuvlari (EHR) va tibbiy tasvirlar asosida yuqori aniqlik va sezgirlik bilan ishlay oladi, ammo ko'plab kuchli modellarning "qora quti" xususiyati klinik xavfsizlik va shifokor ishonchi uchun muammolar tug'diradi. XAI metodlari, jumladan SHAP va LIME, model qarorlarini shaffoflashtirish, asosiy atributlarni aniqlash va lokal/global interpretatsiya taqdim etishda muhim vosita sifatida xizmat qiladi.

Grafik va sxemalarda ko'rsatilgan vizual tushuntirishlar tibbiy mutaxassislarga model qarorlarini chuqurroq tushunishga, risk faktorlarini aniqlashga va klinik tavsiyalarni to'g'ri shakllantirishga yordam beradi. XAI modellarining amaliy qo'llanilishi shifokorlar va bemorlarning AI natijalariga bo'lgan ishonchini 34–46% gacha oshirish, noto'g'ri klassifikatsiyalarni kamaytirish va etik masalalarni nazorat qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, hisoblash murakkabligi, shovqinli ma'lumotlar va noto'g'ri talqin qilish ehtimoli kabi cheklovlar mavjud bo'lib, XAI natijalari doimo klinik ekspertiza bilan birga qo'llanilishi talab etiladi.

Umuman olganda, XAI tibbiyotda kasalliklarni prognozlashda yuqori samaradorlik va ishonchlilikni ta'minlash, shuningdek, klinik qaror qabul qilishni yaxshilash uchun zarur vosita sifatida ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. Calih-Sumner, A. M., Raisi-Estabragh, Z., Galazzo, I. V. и др. A Perspective on Explainable Artificial Intelligence Methods: SHAP and LIME. *Advanced Intelligent Systems*, 2024. DOI:10.1002/aisy.202400304. qmro.qmul.ac.uk
2. Vimbi, V., Shaffi, N., Mahmud, M. и др. Interpreting artificial intelligence models: a systematic review on the application of LIME and SHAP in Alzheimer's disease detection. *Brain Informatics*, 2024, т. 11, с. 10. DOI:10.1186/s40708-024-00222-1. SpringerOpen+1
3. Adeniran, A. A., Onebunne, A. P., Paul, W. Explainable AI (XAI) in Healthcare: Enhancing trust and transparency in critical decision-making. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2024, 23(03), 2647–2658. DOI:10.30574/wjarr.2024.23.3.2936. wjarr.com
4. Singh, B. Explainable AI in Healthcare: A Review of Interpretability Techniques and Applications. *International Journal of Sustainable Development in Computer Science Engineering*, 2020+. journals.throws.com
5. Saidov, A. D., Sharipov, D. K. The Importance of Explainability in Medical AI and Predictor Reduction in Cardiovascular Risk Assessment. *Digital Transformation and Artificial Intelligence*, 2025, 3(1), 191–195. dtai.tsue.uz
6. Zribi, M., Zaier, F., Aounallah-Skhiri, H. Is explainability the missing link in artificial intelligence-based diabetes prediction? *European Journal of Public Health*, 2025, 35(Suppl_4). DOI:10.1093/eurpub/ckaf161.1294. OUP Academic

7. Sharma, P. Optimizing Healthcare Decisions Using Explainable AI for Enhanced Predictions. International Journal of Computations, Information and Manufacturing, 2024, 4(1). journals.gaftim.com
8. (systematic review) The role of explainable artificial intelligence in disease prediction: a systematic literature review and future research directions. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2025, 25:110. BioMed Central
9. Vaddepally, D. Explainable AI (XAI) Techniques in Mobile Environments. International Journal on Science and Technology (IJSAT), 2025. ijsat.org
10. Elias, F., Reza, M. S., Mahmud, M. Z., Islam, S. Machine Learning Meets Transparency in Osteoporosis Risk Assessment: A Comparative Study of ML and Explainability Analysis. arxiv preprint, 2025