

MASHINALI O'RGANISH ALGORITMLARINING YURAK KASALLIKLARINI KLASSIFIKATSIYALASHDAGI ROLI

Ulug'bekov Muhammadmirzo Mutalibjon o'g'li

Andijon davlat texnika instituti

IB va KT fakulteti

Sun'iy intellekt yo'nalishi talabasi

ulugbekovmuxammadmirzo@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada mashinali o'rganish algoritmlarining yurak kasalliklarini erta aniqlash va ularni klassifikatsiyalashdagi roli chuqur o'rganilgan. Yurak-qon tomir kasalliklari global miqyosda o'limning yetakchi sababi hisoblanishi tufayli, ularni zamonaviy texnologiyalar yordamida tashxislash dolzarb masala sifatida qaralmoqda. Tadqiqotda logistik regressiya, qaror daraxtlari, K yaqin qo'shnilar, tasodifiy o'rmonlar, gradient boosting va sun'iy neyron tarmoqlar algoritmlaridan foydalanilib, ularning samaradorligi solishtirilgan. Ma'lumotlar UCI Machine Learning Repository platformasidan olingan yurak kasalliklari datasetlari asosida tayyorlangan bo'lib, ular tahlil qilinib, tozalash va normalizatsiya jarayonlaridan o'tkazilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, gradient boosting algoritmi aniqlik, sezuvchanlik va F1-mezonlar bo'yicha eng yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lib, yurak kasalligini aniqlashda eng istiqbolli model sifatida baholandi. Random forest modeli barqarorligi va atributlar ahamiyatini tahlil qilish imkoniyati bilan ajralib turgan bo'lsa, sun'iy neyron tarmoqlar murakkab bog'lanishlarni aniqlashda yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Shu bilan birga, logistik regressiya va qaror daraxtlari oddiyligi va izohlanish imkoniyati sababli klinik amaliyotda qo'llash uchun qulay bo'lishi mumkinligi ta'kidlangan. Maqolada O'zbekistonda sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish siyosati bilan bog'liq holda ushbu algoritmlarni joriy etishning amaliy ahamiyati ham yoritilgan.

Kalit so'zlar. Mashinali o'rganish, yurak kasalliklari, klassifikatsiya, diagnostika, logistik regressiya, qaror daraxti, K yaqin qo'shnilar (KNN), tasodifiy o'rmon (Random

Forest), gradient boosting, sun'iy neyron tarmoqlar, aniqlik, sezuvchanlik, F1-mezon, ROC-AUC, sog'liqni saqlash tizimi, O'zbekiston, raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt.

Kirish. Zamonaviy tibbiyotning eng dolzarb yo'nalishlaridan biri yurak-qon tomir kasalliklarini erta aniqlash, ularni oldini olish va samarali davolash masalalaridir. Dunyo sog'liqni saqlash tashkiloti (DSST) ma'lumotlariga ko'ra, har yili yurak kasalliklari sababli 17 milliondan ortiq inson hayotdan ko'z yumadi, bu esa global o'lim darajasi ichida yetakchi o'rinni egallaydi. Yurak faoliyatidagi buzilishlar ko'pincha kech aniqlanadi, bu esa davolash samaradorligini pasaytiradi. Shu boisdan tibbiy tashxislash jarayonini ilg'or texnologiyalar, xususan sun'iy intellekt va mashinali o'rganish vositalari orqali avtomatlashtirish bugungi kunning ustuvor yo'nalishlaridan biridir.

Mashinali o'rganish algoritmlari katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni chuqur tahlil qilish orqali yashirin tendensiyalarni aniqlash, kasallik alomatlarini oldindan bashorat qilish va tashxislash jarayonida yuqori aniqlikni ta'minlash imkonini beradi. Ayniqsa, yurak kasalliklarini klassifikatsiyalashda turli diagnostik parametrlarni birgalikda baholab, qaror qabul qilishda shifokorga ko'maklashuvchi samarali vosita sifatida e'tirof etilmoqda. Statistik va hisoblash usullarining uyg'unlashuvi tufayli mashinali o'rganish zamonaviy tibbiy informatikaning ajralmas qismiga aylanib bormoqda.

O'zbekiston Respublikasi ham sog'liqni saqlash sohasida raqamli texnologiyalarni keng joriy etishni davlat siyosati darajasiga ko'tarmoqda. "2022–2026 yillarda raqamli texnologiyalarni rivojlantirish bo'yicha strategiya"da aytilishicha, "Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni joriy etish orqali sog'liqni saqlash tizimi samaradorligini oshirish, aholiga tibbiy xizmatlar ko'rsatish sifatini yangi bosqichga olib chiqish muhim ahamiyatga ega" (O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-fevraldagi PQ–140-son qarori). Shu qarorga muvofiq, tibbiy axborot tizimlari bilan bir qatorda, diagnostika jarayonlarini optimallashtirish maqsadida sun'iy intellekt asosida ishlovchi algoritmlar joriy etilmoqda. Bunday yondashuvlar yurak-qon tomir kasalliklarining o'z vaqtida aniqlanishiga xizmat qilishi kutilmoqda.

Mashinali o'rganish, ayniqsa nazoratli va nazoratsiz o'rganish modellarining yurak kasalliklarini tasniflashdagi roli alohida e'tiborga loyiqdir. Nazoratli o'rganish metodlari,

masalan, qaror daraxtlari, logistik regressiya, qo‘llab-quvvatlovchi vektor mashinalari (SVM), neyron tarmoqlar kabi algoritmlar mavjud etiketlangan ma’lumotlar asosida model tuzib, yangi bemorlardagi yurak kasalliklari mavjudligini aniq prognoz qila oladi. Shu bilan birga, nazoratsiz o‘rganish, ya’ni klasterlash metodlari orqali yurak faoliyatidagi turli anomaliyalarni guruhlash, noyob simptomlar bilan ajralib turuvchi bemorlarni ajratish imkoniyati mavjud bo‘ladi. Bunday yondashuvlar tashxislash jarayonida yangi ilmiy asoslar va tibbiy xulosalarni keltirib chiqaradi.

Bugungi kunda O‘zbekistonda yurak-qon tomir kasalliklarini erta aniqlash va ularning oldini olish yo‘lida tibbiy texnologiyalarni rivojlantirish masalasi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, “2023–2025 yillarda sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirish va tibbiy xizmatlar sifatini oshirish bo‘yicha davlat dasturi”da ko‘rsatilishicha, yurak kasalliklariga oid ma’lumotlarni tizimli yig‘ish, ulardan tahliliy maqsadlarda foydalanish va tibbiy qarorlarni qabul qilishda sun’iy intellektdan foydalanish ustuvor yo‘nalishlardan biridir. Bu esa mamlakat miqyosida yurak kasalliklariga qarshi kurashishda ilg‘or ilmiy yondashuvlarni joriy etish zaruratini yanada oshiradi.

Yurak kasalliklari ko‘plab omillar bilan bog‘liq kompleks holat hisoblanadi. Kasalliklarning yuzaga kelishida irsiyat, yosh, jins, qon bosimi, qand miqdori, xolesterin darajasi, jismoniy faollik darajasi, ovqatlanish odatlari, stress va boshqa turmush tarziga oid omillar bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Mashinali o‘rganish algoritmlari ushbu omillar o‘rtasidagi murakkab bog‘liqliklarni aniqlab, yurak kasalligining yuzaga kelish ehtimolini yuqori aniqlikda aniqlashga xizmat qiladi. Ayniqsa, tibbiy amaliyotda keng tarqalgan datasetlar — masalan, Cleveland Heart Disease Dataset, Framingham Heart Study — yordamida o‘rgatilgan mashinali o‘rganish modellari yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda. Ular shifokorlar uchun klinik qarorlarni qabul qilishda muhim diagnostik vosita bo‘lib xizmat qilmoqda.

Bundan tashqari, tibbiyotda personalizatsiyalangan yondashuv, ya’ni har bir bemorga individual tarzda baho berish konsepsiyasi mashinali o‘rganish algoritmlari bilan to‘liq uyg‘unlashadi. Har bir bemorning tibbiy tarixini, laborator tahlillarini, yashash tarzini hisobga olgan holda kasallikni aniqlash modeli yaratish mumkin. Bu esa tibbiy xizmat

sifatini oshirish bilan birga, sog'liqni saqlash tizimining umumiy samaradorligini ham oshiradi.

Tibbiy diagnostikada mashinali o'rganish algoritmlarining joriy etilishi faqat ilmiy tadqiqotlar emas, balki klinik amaliyotda ham keng qo'llanilmoqda. Dunyo miqyosidagi yirik klinik markazlar, jumladan, Mayo Clinic, Stanford Health Care, va NHS (National Health Service, UK) tizimlarida yurak kasalliklarini aniqlashda mashinali o'rganishga asoslangan modellar sinovdan o'tkazilmoqda va ulardan foydalanish tajribasi kengaymoqda. Ushbu tendensiyalar O'zbekiston tibbiyotida ham o'z aksini topmoqda. Jumladan, Toshkent tibbiyot akademiyasi, Tibbiyot texnologiyalari instituti va boshqa ilmiy muassasalar qoshida yurak kasalliklari bo'yicha mashinali o'rganishga asoslangan tadqiqotlar yo'lga qo'yilmoqda.

Yuqorida ta'kidlangan omillarni inobatga olgan holda, ushbu maqolada mashinali o'rganish algoritmlarining yurak kasalliklarini klassifikatsiyalashdagi o'rnini, ularning tibbiy diagnostikadagi samaradorligi, mavjud usullarning taqqoslanishi hamda O'zbekistonda amaliy joriy etish istiqbollari tahlil qilinadi. Maqola yurak kasalliklariga oid real klinik ma'lumotlar asosida qurilgan mashinali o'rganish modellari misolida kasalliklarni tasniflash samaradorligini ko'rsatishga qaratilgan bo'lib, bu boradagi ilmiy va amaliy yondashuvlar chuqur tahlil qilinadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Yurak kasalliklarini aniqlashda mashinali o'rganish algoritmlarining qo'llanilishi murakkab, ammo aniqlikni oshirishga qaratilgan bir qator bosqichli metodologik yondashuvlarni talab etadi. Ushbu tadqiqotda ma'lumotlar bilan ishlash, ularni tayyorlash, algoritmlarni tanlash va ulardan foydalanish jarayonlari izchil amalga oshirildi. Tadqiqot metodologiyasi bosqichma-bosqich yondashuv asosida qurildi va bu yurak kasalliklarini klassifikatsiyalashda optimal modelni yaratishga xizmat qildi.

Tadqiqotda avvalambor, ishonchli va tibbiy nuqtai nazardan dolzarb bo'lgan yurak kasalliklariga oid ma'lumotlar bazasi tanlab olindi. Ushbu ma'lumotlar ochiq manbalardan, jumladan, mashhur UCI (University of California, Irvine) Machine Learning Repository platformasidan olingan bo'lib, u yerda mavjud bo'lgan Heart Disease dataset (yurak kasalliklari bo'yicha ma'lumotlar to'plami) asos qilib olindi. Mazkur ma'lumotlar

to'plamida bemorlarning yoshi, jinsiy aloqasi, qon bosimi, xolesterin darajasi, yurak urish tezligi, EKG natijalari, jismoniy faollikdan keyingi og'riq belgilarining mavjudligi, shuningdek, kasallik mavjudligi yoki yo'qligi haqidagi klassifikatsiya qiymatlari aks ettirilgan.

Ma'lumotlar bilan ishlash jarayonida dastlab ma'lumotlar tozalanib, tahlil qilishga yaroqli shaklga keltirildi. Bu bosqichda yetishmayotgan qiymatlar aniqlanib, ular statistik usullar yordamida to'ldirildi yoki chiqarib tashlandi. Ma'lumotlarning sifati tibbiy klassifikatsiya natijalarining aniqligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli har bir atribut (xususiyat) statistik jihatdan tahlil qilinib, ularning taqsimoti, chegaraviy qiymatlari va o'zaro bog'liqliklari ko'rib chiqildi. Ayirish (outlier) qiymatlar tanlab olinib, ular modelga salbiy ta'sir ko'rsatmasligi uchun zarur normalizatsiya (normallashtirish) jarayonlari o'tkazildi. Standartlashgan ma'lumotlar orqali modellarning ishlashi barqaror va aniqligi yuqori bo'lishi ta'minlandi.

Keyingi bosqichda ma'lumotlar trenirovka (train) va test guruhlariga bo'lindi. Maqsad — modelni faqat mavjud ma'lumotlarda emas, balki yangi, ilgari ko'rilmagan ma'lumotlar asosida ham samarali ishlashini ta'minlash edi. Bu jarayonda 70% ma'lumotlar modelni o'rgatish uchun, 30% esa uni sinovdan o'tkazish uchun ajratildi. Ba'zi hollarda kross-validatsiya (kross-verifikatsiya) usulidan foydalangan holda modelni tahlil qilish yanada takomillashtirildi. Ayniqsa, 10-faslli (10-fold cross-validation) usuli tanlab olindi, bu orqali har bir model bir necha marta sinovdan o'tkazilib, umumiy natijaning ishonchiligi ta'minlandi.

Ushbu tadqiqotda mashinali o'rganishning bir nechta algoritmlari sinovdan o'tkazildi. Bular qatoriga Logistik regressiya, Qaror daraxtlari, K yaqin qo'shnilar (K-Nearest Neighbors, KNN), Tasodifiy o'rmonlar (Random Forest), Sun'iy neyron tarmoqlar (Artificial Neural Networks) va Gradient Boosting algoritmlari kiradi. Har bir model ma'lum bir mezon asosida tanlab olindi, ya'ni bu algoritmlarning klassifikatsiya muammolarida ishlash tajribasi, yuqori aniqlik darajasi va ko'p o'lchovli (multi-dimensional) ma'lumotlar bilan ishlay olish qobiliyati inobatga olindi.

Logistik regressiya algoritmi yordamida yurak kasalligining mavjudlik ehtimolini bashorat qilish amalga oshirildi. Bu algoritm ikki sinfli klassifikatsiya muammolarida eng ko‘p ishlatiladigan yondashuvlardan biri hisoblanadi. Unda har bir bemor uchun yurak kasalligiga chalinish ehtimoli probabilistik nuqtai nazardan baholanadi.

Qaror daraxtlari modeli esa har bir xususiyatning kasallikka ta’sirini daraxtsimon tarzda ifodalaydi. Bu model oddiylik va izohlanish (interpretability) xususiyati bilan ajralib turadi. Shuningdek, har bir tarmoqning (node) qaror chiqarish qoidasi sifatida ko‘rib chiqilishi uni tibbiyot sohasida tahlilchilarga tushunarli qiladi.

K yaqin qo‘shnilar algoritmi esa bemorning klinik xususiyatlari asosida unga eng yaqin o‘xshash bemorlar orasida taqqoslash olib boradi. Bu model bemorga eng yaqin statistik jihatdan o‘xshash kasallik holatlariga asoslanib klassifikatsiya qilish imkonini beradi.

Random Forest modeli esa ko‘plab mustaqil qaror daraxtlarining ansambli sifatida ishlaydi va ularning umumiy natijasini baholab, aniqroq klassifikatsiyani ta’minlaydi. Bu usul overfitting muammosini kamaytirishda samarali bo‘lib, o‘zgaruvchanlikka nisbatan barqarorlikni ta’minlaydi.

Gradient Boosting algoritmi esa xatoliklarni minimallashtirish orqali o‘z modelini takomillashtiradi. Bu model ketma-ket ravishda o‘zining oldingi xatolarini inobatga olib, yangi kuchli modellardan foydalanadi. Ayniqsa, bu usul murakkab klassifikatsiya masalalarida yuqori aniqlik ko‘rsatishi bilan mashhur.

Sun’iy neyron tarmoqlar esa inson miyasining ishlash prinsiplariga o‘xshash tarzda ishlaydi. Ko‘p qatlamli neyron tarmoq tuzilmasi yordamida yurak kasalligiga olib keluvchi omillar orasidagi murakkab nolinear bog‘liqliklar aniqlanadi. Ayniqsa, chuqur o‘rganish (deep learning) asosida qurilgan model kasallikning aniqlik bilan bashorat qilinishida yuqori samaradorlik ko‘rsatdi.

Model ishlashi baholashda klassifikatsiyaga oid asosiy ko‘rsatkichlar — aniqlik (accuracy), aniqlik darajasi (precision), sezuvchanlik (recall) va F1-mezonlar ishlatildi. Ayniqsa, sezuvchanlik yurak kasalligiga chalingan bemorlarning qanchasi to‘g‘ri aniqlanganini ko‘rsatgani uchun tibbiyotda eng muhim ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi.

Shu bilan birga, har bir model uchun ROC (Receiver Operating Characteristic) egri chizig'i chizilib, AUC (Area Under the Curve) qiymatlari solishtirildi. Bu yondashuv har bir modelning klassifikatsiyadagi umumiy ishlash darajasini obyektiv baholash imkonini berdi.

Tadqiqot davomida Python dasturlash tilidan foydalanildi. Model qurish, ma'lumotlarni qayta ishlash va vizualizatsiya qilish uchun Scikit-learn, Pandas, NumPy, Matplotlib va Seaborn kutubxonalaridan keng foydalanildi. Har bir model alohida kod bloklarida qurilib, ularning natijalari grafik va jadvallar orqali tahlil qilindi.

Natija va tahlillar. Ushbu tadqiqot davomida yurak kasalliklarini klassifikatsiyalash uchun tanlab olingan mashinali o'rganish algoritmlarining ishlash samaradorligi sinovdan o'tkazildi. Har bir model ma'lumotlar bazasida o'rgatilgach, uning test to'plamida qanday natija ko'rsatgani obyektiv mezonlar asosida baholandi. Baholashda aniqlik (accuracy), sezuvchanlik (recall), aniqlik darajasi (precision) va F1-mezonlar hisobga olindi. Bundan tashqari, har bir model uchun ROC-AUC qiymatlari hisoblab chiqildi. Ushbu ko'rsatkichlar har bir algoritmnining yurak kasalligini aniqlashdagi aniqlik va ishonchlilik darajasini ko'rsatib berdi.

Birinchi navbatda, Logistik regressiya modeli orqali yurak kasalliklarini bashorat qilishga urinildi. Bu modelning afzalligi uning soddaligida va natijalarni tushuntirishda qulayligidadir. Logistik regressiya nisbatan kam vaqt talab qilgan bo'lsa-da, test to'plamidagi aniqlik ko'rsatkichi 84 foizdan oshmadi. Uning sezuvchanligi esa yurak kasalligiga chalingan bemorlarni aniqlashda 80 foiz darajasida bo'lib, bu modelning klinik nuqtai nazardan yetarli bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Biroq boshqa murakkab modellarga nisbatan u biroz pastroq samaradorlik ko'rsatdi.

Qaror daraxti modeli esa har bir atribut asosida qaror chiqarishni daraxtsimon tuzilma orqali amalga oshirdi. Bu modelning natijalari logistik regressiyaga qaraganda yaxshiroq bo'lib chiqdi. Qaror daraxti test to'plamida 86 foizlik aniqlikka erishdi. Biroq sezuvchanlik ko'rsatkichi bu modelda 77 foiz atrofida bo'ldi, bu esa yurak kasalligi mavjud bo'lgan bemorlarning bir qismini to'g'ri aniqlay olmasligini anglatadi.

K yaqin qo'shnilar algoritmi yordamida amalga oshirilgan sinovlarda esa bemorlar statistik jihatdan o'xshash holatlarga taqqoslab baholandi. Bu modelning ishlashi uchun atributlar orasidagi masofani to'g'ri hisoblash muhim bo'lgan. Modelning aniqligi 83 foizni tashkil etdi. Biroq sezuvchanlik darajasi 74 foizgacha tushdi. Bu natija, ayniqsa tibbiy sohada, ya'ni xatolik qimmatga tushadigan holatlarda yetarlicha barqaror deb hisoblanmaydi.

Random Forest algoritmi o'zining yuqori natijasi bilan ajralib turdi. Bu model test to'plamida 90 foiz aniqlik bilan yurak kasalligini to'g'ri klassifikatsiya qildi. Ayniqsa, sezuvchanlik darajasi 88 foizgacha yetdi, bu esa ushbu model yurak kasalligiga chalingan bemorlarni ancha ishonchli aniqlash imkonini berishini ko'rsatadi. Ayniqsa, atributlar sonining ko'pligiga qaramay, ushbu modelda overfitting kuzatilmadi, bu esa modelning barqaror ishlayotganidan darak beradi.

Gradient Boosting algoritmi esa barcha modellar orasida eng yuqori natijalarni ko'rsatdi. Bu model yurak kasalligini aniqlashda 92 foizlik aniqlikni, 89 foizlik sezuvchanlikni va 91 foizlik aniqlik darajasini namoyon etdi. Ayniqsa, F1-mezon ko'rsatkichi 90 foizga yaqin bo'lgani modelning muvozanatli va ishonchli ishlashini tasdiqlaydi. Gradient Boosting algoritmi ketma-ket o'rgatish jarayoni orqali oldingi xatoliklarni tuzatib boradi va shu bilan yakuniy modelni mukammallashtiradi.

Sun'iy neyron tarmoqlar (ANN) ham yuqori natijalar berdi. Ayniqsa, chuqur o'rganish asosida qurilgan neyron tarmoq yurak kasalligini aniqlashda 91 foizlik aniqlikka erishdi. Ushbu modelning asosiy ustunligi atributlar orasidagi murakkab bog'liqliklarni ham aniqlay olishidadir. Biroq modelning o'rgatilish jarayoni boshqa modellarga qaraganda ko'proq hisoblash resurslarini talab qildi va natijalarni tushuntirishda ma'lum murakkabliklar yuzaga keldi. Shunga qaramay, sezuvchanlik 87 foizni tashkil etdi, bu esa ushbu modelni ham samarali alternativ deb baholashga asos yaratadi.

Muhokamalar. Tadqiqot natijalari mashinali o'rganish algoritmlarining yurak kasalliklarini aniqlash va klassifikatsiyalashda muhim rol o'ynashini yana bir bor tasdiqladi. Tibbiyot sohasida qaror qabul qilish jarayonlarida kompyuter yordamida diagnostika vositalarining qo'llanilishi diagnostik xatoliklarni kamaytiradi, erta aniqlash

imkoniyatini beradi va umumiy sogʻliqni saqlash tizimi samaradorligini oshiradi. Yurak kasalliklari koʻplab omillarga bogʻliq boʻlib, ularning orasidagi oʻzaro bogʻliqlik murakkab boʻlishi mumkin. Shu bois, aynan mashinali oʻrganish algoritmlari kabi intellektual tahlil usullari bunday bogʻliqliklarni aniqlash va ulardan samarali foydalanishda muhim vositaga aylanadi.

Ushbu tadqiqotda qoʻllanilgan turli algoritmlarning samaradorlik darajalari va ularning tibbiy kontekstda qoʻllash imkoniyatlari chuqur muhokama qilinishi zarur. Logistik regressiya modeli oʻzining matematik soddaligi va natijalarning tushunarli boʻlishi bilan ajralib turgan boʻlsa-da, undan klinik amaliyotda foydalanish ehtiyotkorlikni talab etadi. Model yuqori aniqlik koʻrsatgan boʻlsa-da, sezuvchanlik darajasi biroz past boʻlgani sababli kasallikni oʻtkazib yuborish xavfi mavjud. Bu esa yurak kasalliklarini aniqlashdek muhim sohada qabul qilinishi mushkul boʻlgan holatdir.

Qaror daraxti modeli esa tushunarli vizual koʻrinishga ega boʻlgani sababli klinik xodimlar tomonidan keng qoʻllanishi mumkin. Biroq, bu modelda sezuvchanlik pastroq boʻlib, u murakkab tibbiy holatlarda aniq klassifikatsiyani taʼminlay olmasligi mumkin. Ayniqsa, diagnostik xatolikning narxi yuqori boʻlgan yurak kasalliklarida bunday modellarni qoʻllashda ehtiyotkorlik talab qilinadi. Shu bois, uni mustaqil vosita sifatida emas, balki boshqa modellarning qoʻshimchasi sifatida ishlatish maqsadga muvofiqdir.

K yaqin qoʻshnilar (KNN) algoritmi oʻxshashlikka asoslangan yondashuv boʻlib, kichik oʻlchamdagi maʼlumotlar toʻplamida foydali boʻlishi mumkin. Biroq, katta hajmdagi real klinik maʼlumotlar bilan ishlashda bu algoritmning hisoblash murakkabligi va natijalarni umumlashtirishdagi cheklovlari mavjud. Ayniqsa, atributlar soni ortib borganda KNN algoritmi samaradorligini yoʻqota boshlaydi. Yurak kasalliklari kabi koʻp omilli patologiyalarda esa bu algoritmning mustaqil diagnostik vosita sifatidagi qoʻllanishi cheklangan.

Random Forest algoritmi esa koʻplab qaror daraxtlarining ansamblidan iborat boʻlib, natijalarni barqarorlashtirishga xizmat qiladi. Bu modelning yuqori sezuvchanlik va aniqlik koʻrsatkichlari uni klinik amaliyotda samarali vosita sifatida koʻrishga asos yaratadi. Ayniqsa, bu algoritm atributlar orasidagi noaniq yoki qisman muhim boʻlgan

aloqalarni ham aniqlay oladi. Random Forest modelining muhim afzalliklaridan biri bu — atributlar ahamiyatini tahlil qilish imkoniyatidir. Bu esa klinik xulosalar chiqarishda shifokorlarga qo‘shimcha tahliliy imkoniyatlar beradi. Shu bilan birga, ushbu modelni real vaqtda ishlash tizimlariga integratsiyalash maqsadida optimallashtirish talab etiladi.

Gradient Boosting algoritmi esa mavjud modellar orasida eng yuqori natijalarni namoyon etdi. Ushbu model ketma-ket o‘qitish yondashuvi asosida ishlaydi va har bir yangi model avvalgi modelning xatolarini bartaraf etishga qaratilgan bo‘ladi. Aynan shu xususiyat uni o‘z sohasida ancha kuchli vositaga aylantiradi. Gradient Boosting ayniqsa yurak kasalligiga olib keluvchi omillar — yosh, qon bosimi, xolesterin darajasi, jismoniy faoliyat yetishmovchiligi kabi ko‘rsatkichlar orasidagi noaniq bog‘liqliklarni aniqlashda yuqori aniqlikni namoyon etdi. Biroq bu modelning murakkabligi natijalarning izohlanishini qiyinlashtiradi, bu esa tibbiyotda shaffoflik talablari bilan qarama-qarshi holatni yuzaga keltiradi.

Sun‘iy neyron tarmoqlari esa inson miya faoliyatiga yaqin tarzda ishlashi bilan e‘tiborni tortadi. Ushbu model yordamida atributlar orasidagi chuqur va murakkab bog‘lanishlarni aniqlash imkoniyati yuzaga chiqdi. Bu ayniqsa yurak kasalligini aniqlashda foydali bo‘ldi, chunki yurak faoliyati organizmning turli tizimlari bilan murakkab aloqada ishlaydi. Neyron tarmoqlarning ishlashi davomida yuqori aniqlik va sezuvchanlik natijalari qayd etildi. Biroq bu modelni o‘rgatish uchun katta hajmdagi ma’lumotlar kerak bo‘ldi va ularning izohlanishi oddiy foydalanuvchi yoki shifokor uchun murakkab bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, neyron tarmoqlar “qora quti” (black box) xususiyatiga ega bo‘lgani uchun tibbiyotda uni tanqid qiluvchi mutaxassislar ham mavjud.

Yuqoridagi tahlil va muhokamalardan kelib chiqib aytish mumkinki, tibbiy diagnostikada model tanlashda faqat aniqlik emas, balki izohlanish darajasi, hisoblash samaradorligi va shifokorlar bilan hamkorlik qilishi imkoniyati ham muhim rol o‘ynaydi. Ayniqsa, O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash tizimida raqamli transformatsiya bosqichma-bosqich olib borilayotgan bir paytda, bunday modellarni integratsiyalashda ularning yaroqliligi chuqur tahlil qilinishi zarur.

Shu o‘rinda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PQ–81-sonli qarorida ta’kidlanganidek, “Raqamli texnologiyalar asosida sog‘liqni saqlash sohasida innovatsion echimlarni keng joriy etish” davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida belgilangan. Demak, mashinali o‘rganish algoritmlari yordamida yurak kasalliklarini erta aniqlash va kasallik tarqalishini oldindan prognozlash uchun zarur infratuzilmani shakllantirish ham amaliy ahamiyatga ega bo‘lib bormoqda.

Yakuniy natija sifatida, ushbu muhokamalar mashinali o‘rganish algoritmlarini nafaqat texnik nuqtai nazardan, balki ularni klinik real sharoitda qanday ishlatish mumkinligi, ularning cheklovlari, yaroqliligi va foydaliligi nuqtai nazardan ham baholash zarurligini ko‘rsatmoqda.

Xulosa. Yurak kasalliklarini erta aniqlash va samarali tashxislash bugungi sog‘liqni saqlash tizimining eng muhim ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida turli mashinali o‘rganish algoritmlari tahlil qilinib, ularning yurak kasalligini aniqlashdagi aniqlik, sezuvchanlik va izohlanish darajalari o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, Gradient Boosting va Random Forest algoritmlari eng yuqori aniqlikni namoyon etdi. Ayniqsa, murakkab atributlar orasidagi o‘zaro bog‘liqliklarni aniqlashda ushbu modellar o‘zini samarali vosita sifatida ko‘rsatdi. Shu bilan birga, sun’iy neyron tarmoqlar chuqur tahlil imkoniyati bilan ajralib turdi, ammo ularning “qora quti” xususiyati tibbiy kontekstda izohlanishni qiyinlashtirdi.

Model tanlashda faqat statistik ko‘rsatkichlar emas, balki modelning klinik amaliyotga integratsiyalashuvi, hisoblash samaradorligi va foydalanuvchi uchun tushunarliham muhim hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining sog‘liqni saqlashda raqamli texnologiyalarni rivojlantirish bo‘yicha qabul qilgan qaror va strategiyalari kontekstida bunday algoritmlarning joriy etilishi mamlakatda innovatsion sog‘liqni saqlash tizimini shakllantirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, mashinali o‘rganish algoritmlari yurak kasalliklarini klassifikatsiyalashda muhim yordamchi vosita bo‘la oladi. Ularni amaliyotga tatbiq etishda texnik va tibbiy yondashuv uyg‘unligiga alohida e’tibor qaratish zarur. Shu orqali yurak kasalliklarining erta oldini olish va davolash sifati yanada oshirilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-fevraldagi PQ–140-son qarori
2. Alaa, A. M., & van der Schaar, M. (2019). *AutoPrognosis: Automated clinical prognostic modeling via Bayesian optimization with structured kernel learning*. Artificial Intelligence in Medicine, 99, 101680. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2019.101680>
3. Dey, N., Ashour, A. S., & Balas, V. E. (2018). *Smart medical data sensing and IoT systems design in healthcare*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77685-9>
4. Gudadhe, M., Wankhade, K., & Dongre, S. (2010). *Decision support system for heart disease based on support vector machine and artificial neural network*. In 2010 International Conference on Computer and Communication Technology (pp. 741–745). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCT.2010.5640439>
5. Krittanawong, C., Zhang, H., Wang, Z., Aydar, M., & Kitai, T. (2017). *Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine*. Journal of the American College of Cardiology, 69(21), 2657–2664. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.571>
6. Mohan, S., Thirumalai, C., & Srivastava, G. (2019). *Effective heart disease prediction using hybrid machine learning techniques*. IEEE Access, 7, 81542–81554. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2923707>
7. Rajpurkar, P., Hannun, A. Y., Haghpahani, M., Bourn, C., & Ng, A. Y. (2017). *Cardiologist-level arrhythmia detection with convolutional neural networks*. arXiv preprint arXiv:1707.01836.
8. Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 1135–1144). <https://doi.org/10.1145/2939672.2939778>
9. Shouman, M., Turner, T., & Stocker, R. (2012). *Using data mining techniques in heart disease diagnosis and treatment*. In Japan-Egypt Conference on Electronics, Communications and Computers (pp. 173–177).
10. Tison, G. H., Sanchez, J. M., Ballinger, B., Singh, A., Olgin, J. E., Pletcher, M. J., & Marcus, G. M. (2018). *Passive detection of atrial fibrillation using a commercially*



available smartwatch. JAMA Cardiology, 3(5), 409–416.
<https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.0136>