QOIDALAR BAZASI ASOSIDA KO‘P QATLAMLI MASHINA-EKSPERT YONDASHUVINING MATEMATIK MODELI

Babadjanov Elmurod[1], Toliyev Xurshid[1]

[1]Nukus davlat texnika universiteti, Nukus, O’zbekisotn
E-mail: xurshidtoliev@gmail.com

K E Y W O R D S

Qoidalar bazasi, mashina-ekspert tizimi, qoramol kasalliklari, tashxislash algoritmi, mashinali o‘rganish, oltin qoidalar, ma’lumot yetarliligi, veterinar ekspertizasi

A B S T R A C T

Maqolada qoramol kasalliklarini aniqlashga mo‘ljallangan qoidalar bazasi va ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvining axborot hamda matematik tuzilishi tahlil qilinadi. Manbaviy asos sifatida kasallik alomatlari, me’yorlar va “oltin qoidalar” bazasi, mashinali o‘rganish algoritmlari, nazorat namunalari, individual tarix hamda veterinar ishtirokini bir jarayonda bog‘lovchi mavjud algoritmik ishlanma olinadi. Tahlilda dastlabki tashxis, veterinar tomonidan aniqlashtirilgan tashxis, model natijasi va individual tarix asosidagi muvofiqlashtirish bosqichlari farqlanadi. Ushbu bosqichlar operatorlar orqali tahliliy formalashtiriladi; ular manbadagi asl formulalar yoki tajribada tekshirilgan yangi algoritm sifatida talqin qilinmaydi. Qoidaning bajarilmasligi bilan ma’lumot yetishmasligini farqlash, turli manbalar natijalarining mosligi va ziddiyatini baholash hamda tasdiqlangan tashxis bilan bilimlar bazasini yangilash o‘rtasidagi bog‘lanish ko‘rib chiqiladi. Natijada umumlashtirish operatorini asoslash, ziddiyatli vaziyatlarda qo‘shimcha tekshiruv shartlarini belgilash va qayta o‘qitish uchun foydalaniladigan namunalar sifatini nazorat qilish keyingi tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlari sifatida ko‘rsatiladi.

Kirish

Zamonaviy axborot texnologiyalari, sun’iy intellekt va ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish usullarining rivojlanishi murakkab jarayonlarni avtomatlashtirish, turli manbalardan olingan ma’lumotlarni birlashtirish va ular asosida qaror qabul qilishni axborot bilan qo‘llab-quvvatlash imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Chorvachilikda bu imkoniyatlar hayvonlarning fiziologik holatini kuzatish, kasallik alomatlarini aniqlash va veterinariya mutaxassisining tashxislash jarayonini takomillashtirish uchun muhimdir.

Qoramol kasalliklarini aniqlashda zarur axborot yagona manbada jamlanmaydi. Sensorlardan olingan fiziologik va biologik ko‘rsatkichlar, klinik kuzatuvlar, kasallik qaydnomalari, hayvonning individual tarixi va veterinar tajribasi turli shakldagi ma’lumotlarni tashkil qiladi. Shu sababli tashxislash jarayonida ma’lumotlarni yig‘ish bilan bir qatorda ularni mazmunan bog‘lash, o‘zaro muvofiqligini baholash va yakuniy xulosa uchun ahamiyatini aniqlash talab etiladi.

E.S. Babadjanovning “Aqlli chorva fermalarini shakllantirishda qoramol kasalliklarini aniqlashning algoritmik va dasturiy ta’minoti” nomli doktorlik dissertatsiyasida alomatlar, me’yorlar va kasallik darajalari bazalari, “oltin qoidalar” asosida dastlabki tashxislash, ko‘p parametrli modellar hamda mashina-ekspert tamoyilida ishlovchi tashxislash jarayoni ishlab chiqilgan [1]. Qoramol kasalliklarini aniqlashning matematik-algoritmik ta’minoti, “oltin qoidalar” bazasini loyihalash va ko‘p qatlamli tashxislash algoritmiga bag‘ishlangan ishlar ushbu yo‘nalishning turli jihatlarini yoritadi [2–5].

Xorijiy tadqiqotlarda noaniq mantiq asosida tashxislash [6], veterinariya ekspert tizimlari [7], C4.5 tasniflash algoritmi [8], kasalliklarni erta aniqlash va tavsiyalar berish [9], shuningdek, hayvonlar salomatligi monitoringida mashinali o‘rganishdan foydalanish [10] ko‘rib chiqilgan.

(cc) BY

Ushbu ishlar qoidalar va ma’lumotlardan o‘rganuvchi modellarni bir-birini to‘ldiruvchi, biroq matematik mazmuni farqli mexanizmlar sifatida tahlil qilish zarurligini ko‘rsatadi.

Maqolaning maqsadi – qoidalar bazasiga asoslangan ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvining axborot va matematik tuzilishini tahlil qilish, manbalar o‘rtasidagi munosabatlarni formalashtirish va natijalarni umumlashtirish bilan bog‘liq keyingi ilmiy masalalarni aniqlash. Maqoladagi qo‘shimcha formulalar mavjud algoritmni tushuntiruvchi tahliliy formalashtirish bo‘lib, manbada aynan shu ko‘rinishda berilgan formulalar yoki tajribada sinovdan o‘tgan yangi algoritm sifatida ko‘rsatilmaydi.

2. Qoidalar bazasi va ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvining tuzilishi

Qoidalar bazasi tashxislash tizimida predmet sohasiga oid bilimlarni formalashtirish va kuzatilayotgan alomatlarni ehtimoliy kasallik holatlari bilan bog‘lash vazifasini bajaradi. Qoramol kasalliklarini aniqlashda bunday bilimlar alomatlar, ularning me’yoriy qiymatlari yoki darajalari, kasallik qaydnomalari va muayyan alomatlar birikmasiga mos keluvchi xulosalar orqali ifodalanishi mumkin. “Oltin qoidalar” bazasi shu turdagi bilimlarni tashxislash jarayonida qo‘llashga qaratilgan [1, 3].

Qoidaning mazmuni faqat “alomat mavjud – kasallik mavjud” shaklida tushunilmaydi. Unda alomatning qaysi qiymati yoki darajasi hisobga olinishi, qaysi shartlar birgalikda bajarilishi va ular asosida qanday xulosa shakllanishi aniqlanishi kerak. Sensor ko‘rsatkichi me’yordan og‘ishni ko‘rsatishi mumkin, biroq bunday og‘ishning o‘zi muayyan kasallikni qat’iy tasdiqlamaydi. U boshqa alomatlar, kasallik darajalari va mavjud qaydlar bilan birgalikda tahlil qilinganda tashxis uchun ahamiyatli dalil bo‘ladi.

Qoidaning umumiy mantiqiy tuzilishini quyidagicha tahliliy ifodalash mumkin:

$$q_j: \bigwedge_{p \in P_j} C_{jp}(x_p) \Rightarrow k_i \qquad (1)$$

bu yerda q_j – j-qoida; P_j – qoidada qatnashuvchi alomatlar to‘plami; x_p – p-alomatning kuzatilgan qiymati; C_{jp} – qiymatning qoida shartiga mosligini tekshiruvchi predikat; k_i – shartlar bajarilganda ko‘rib chiqiladigan kasallik yoki holat. ∧ belgisi qoidada qatnashuvchi shartlar birgalikda bajarilishini anglatadi. (1)-ifoda maqola uchun kiritilgan tahliliy formalashtirishdir; u dissertatsiyadagi asl formula sifatida talqin qilinmaydi.

Qoidalar bazasining ishlashi alomatlarning qanday ifodalanishiga ham bog‘liq. Sonli ko‘rsatkichlar me’yoriy oraliqlar yoki belgilangan chegaralar orqali tekshirilishi mumkin. Klinik kuzatuv yoki veterinar kiritgan sifat tavsiflari esa qoidalar shartlariga mos keladigan shaklda ifodalanishi zarur. Individual tarix vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi ma’lumotlarni qamrab olishi mumkin, shuning uchun tarixiy qayd bilan joriy kuzatuvni farqlash talab etiladi.

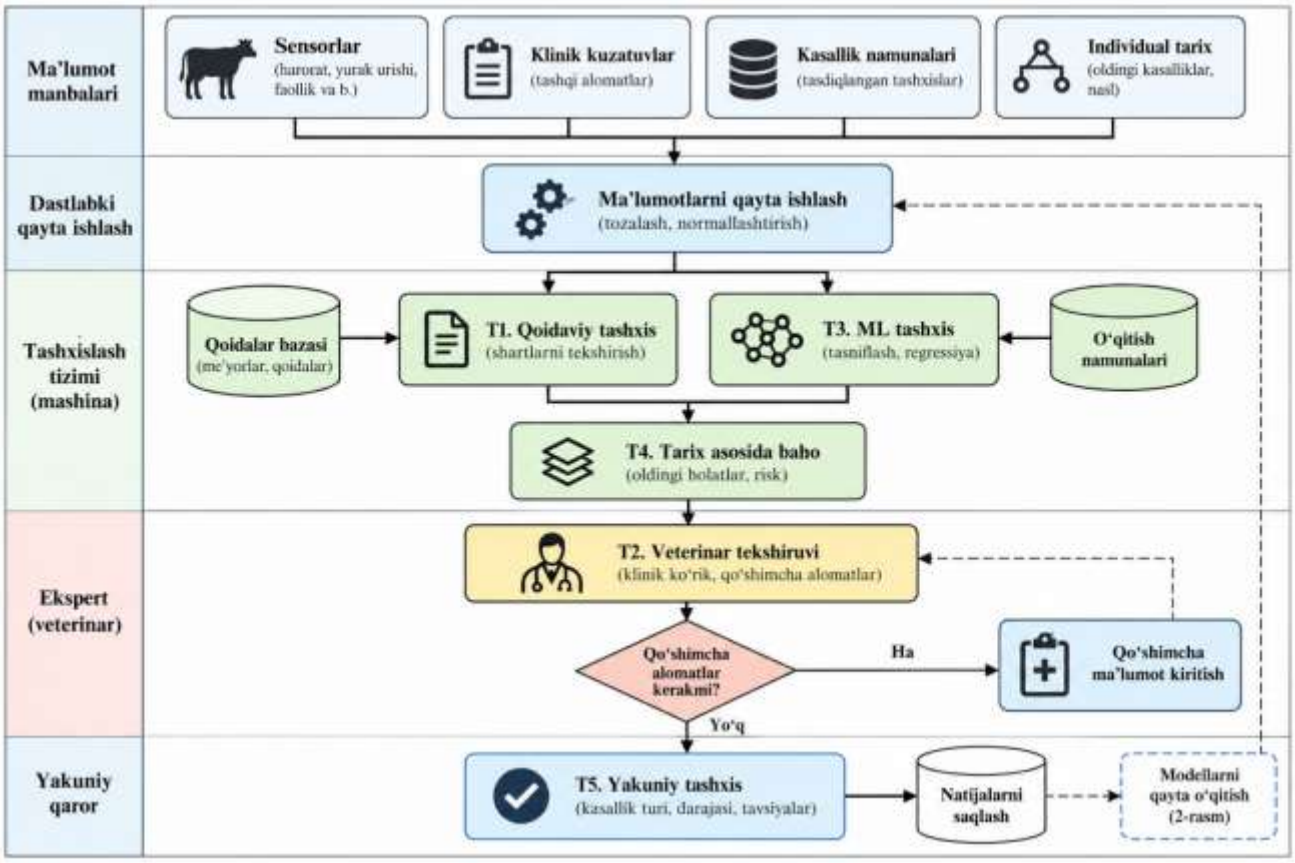
Mavjud ko‘p qatlamli yondashuvda qoidalar bazasi yagona tashxis manbai emas. U mashinali o‘rganish natijalari, nazorat namunasi bilan taqqoslash, kasallik qaydnomalari va individual yoki ajdod tarixiga oid axborot bilan birgalikda ishlaydi. Dissertatsiyada mashina-ekspert jarayoni dastlabki tashxis, veterinar tomonidan qo‘shimcha alomatlarni kiritish, qayta tahlil qilish va yakuniy tashxisni tanlash bosqichlari orqali bayon qilingan [1, 4].

Bu jarayonda mashina ma’lumotlarni qayta ishlash, belgilangan shartlarni tekshirish va muqobil tashxislarni shakllantirishni bajaradi. Veterinar esa shubhali holatni klinik jihatdan qayta baholaydi, qo‘shimcha belgilarni kiritadi va mavjud natijalarni o‘z bilim-tajribasi asosida ko‘rib chiqadi. Demak, ekspert ishtiroki faqat avtomatik natijani tasdiqlashdan iborat emas; u tashxislash uchun ishlatiladigan axborot tarkibini ham to‘ldirishi mumkin.

Ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvida dastlabki tashxis qoidalar bazasi va mashinaviy o‘rganish modellari natijalarini birlashtirish orqali shakllantiriladi. Olingan natijalar hayvonning individual tarixi va veterinariya mutaxassisi bergan qo‘shimcha ma’lumotlar asosida tekshiriladi hamda yakuniy tashxisga aniqlik kiritiladi. Ushbu jarayonning funksional ketma-ketligi 1-rasmda keltirilgan.

(cc) BY

ISSN: 3030-3346



1-rasm. *Qoramol kasalliklarini ko‘p qatlamli mashina-ekspert usulida tashxislash jarayonining funksional sxemasi.*

1-rasmda T1–T5 bosqichlarining umumiy mazmuni ko‘rsatilgan. Dastlabki qoidaviy tashxis, veterinar tekshiruvidan keyingi xulosa, mashinali o‘rganish natijasi va individual tarix asosidagi muvofiqlashtirish turli axborot asoslariga tayanadi. Natijalarni yakuniy tashxisga aylantirish tartibi esa alohida tanlash mezonlarini talab qiladi. Sxema oqimlarni ko‘rsatadi, ammo o‘z-o‘zidan matematik tanlash qoidasini belgilamaydi.

1-jadval.

Tashxislashdagi axborot manbalari va ularning vazifalari

Manba	**Kirish ma’lumotlari**	**Natijaning mazmuni**	**Talqindagi jihat**
Qoidalar bazasi	Alomatlar, me’yorlar, shartlar	Mantiqiy xulosa	Shart bajarilishi kasallik ehtimoliga teng emas
Mashinali o‘rganish	Belgilar va o‘qitish namunalari	Sinf yoki model bahosi	Natija ma’lumot va baholash shartlariga bog‘liq
Nazorat namunasi	Etalon bilan taqqoslash	O‘xshashlik yoki moslik	O‘xshashlik tashxisni o‘zi tasdiqlamaydi
Individual tarix	Oldingi kuzatuvlar va qaydlar	Vaqt bo‘yicha kontekst	Tarixiy ma’lumot dolzarbligi tekshiriladi
Veterinar bahosi	Klinik ko‘rik va qo‘shimcha belgilar	Ekspert xulosasi	Dastlabki baho tasdiqlangan tashxisdan farq qiladi

Jadvaldan ko‘rinadiki, manbalar natijalarini bir joyga jamlash ularning matematik mazmunini bir xil qiladi degani emas. Qoidaning bajarilishi, modelning sinf tanlashi va nazorat namunasi bilan o‘xshashlik turlicha talqin qilinadi. Shu sababli umumlashtirish mexanizmi har bir manbaning vazifasi va cheklovlarini hisobga olishi kerak.

(cc) BY

3. Ko‘p qatlamli tashxislash yondashuvining matematik-algoritmik tahlili

Ko‘p qatlamli tashxislashning matematik mazmunini ochish uchun uning tarkibiy qismlari shakllantiradigan natijalarni farqlash zarur. Ehtimoliy kasalliklar to‘plami $K=\{k_1,k_2,\ldots,k_n\}$, kuzatiladigan alomatlar to‘plami $P=\{p_1,p_2,\ldots,p_m\}$ bo‘lsin. Tashxislash vazifasi kuzatuvlar X asosida K to‘plamidagi kasallik yoki holat haqida asoslangan xulosa shakllantirishdan iborat. X sensor ko‘rsatkichlari bilan cheklanmay, klinik alomatlar, kasallik qaydnomalari va individual tarix ma’lumotlarini ham qamrab olishi mumkin.

Amaliy tizimda barcha ma’lumotlar har bir hayvon uchun to‘liq bo‘lishi shart emas. Shu sababli X ni faqat kuzatilgan qiymatlar to‘plami sifatida emas, balki qaysi belgilar mavjudligi va qaysilari bo‘yicha ma’lumot yetishmasligini ko‘rsatuvchi tuzilma sifatida ham qarash lozim. Bu farq qoidalar bazasi natijalarini va keyingi mashinali o‘rganish jarayonini to‘g‘ri talqin qilishda ahamiyatli.

[1] ishda bayon qilingan algoritmda T1 dastlabki tashxisni, T2 veterinar tekshiruvidan keyingi tashxisni, T3 mashinali o‘rganish natijasini, T4 individual yoki ajdod tarixi bilan muvofiqlashtirilgan natijani, T5 esa yakuniy tanlovni anglatadi [1]. Ushbu bosqichlarning matematik tuzilishini tahlil qilish uchun quyidagi operatorli ifodalar kiritiladi:

$$T_1 = F_r(X, Q, N, H) \qquad (2)$$

$$T_2 = F_v(T_1, X_v, B_v) \qquad (3)$$

$$T_3 = F_m(X_p, D, A) \qquad (4)$$

$$T_4 = F_h(T_3, H_i) \qquad (5)$$

$$T_5 = \Gamma(T_1, T_2, T_4, \Omega) \qquad (6)$$

bu yerda F_r – qoidalar va me’yorlar asosida dastlabki tashxisni shakllantirish operatori; Q – qoidalar bazasi; N – me’yorlar va kasallik darajalari haqidagi ma’lumot; H – kasallik qaydnomalari; F_v–veterinar bahosini shakllantirish jarayoni; X_v – veterinar kiritgan qo‘shimcha alomatlar; B_v – mutaxassis bilim va tajribasi; F_m – mashinali o‘rganish operatori; X_p – model uchun tayyorlangan belgilar; D – kasallik namunalari to‘plami; A – qo‘llaniladigan algoritmlar;
F_h – individual tarixni hisobga olish operatori; H_i – hayvonning individual va ajdod tarixi; Γ – natijalarni tanlash yoki muvofiqlashtirish operatori; Ω – tanlash mezonlari.

(2)–(6) formulalar manbadagi asl matematik formulalar emas, balki algoritmda tavsiflangan $T1-T5$ bosqichlarining funksional vazifalarini ajratib ko‘rsatuvchi tahliliy formalashtirishdir. Ular mavjud algoritmni qayta nomlash yoki yangi algoritmning tajribada tasdiqlanganligini da’vo qilish uchun emas, balki kirish ma’lumotlari va chiqish natijalari o‘rtasidagi munosabatlarni aniq ifodalash uchun kiritilgan.

Bu ifodalar T2 va T3 natijalarini farqlash zarurligini ko‘rsatadi. T2 klinik tekshiruv va mutaxassis xulosasiga tayansa, T3 modelning o‘qitish ma’lumotlaridan o‘rgangan qonuniyatlari asosida shakllanadi. Ularning mos kelishi tashxis uchun qo‘shimcha dalil bo‘lishi mumkin, biroq mos kelmasligi avtomatik ravishda ulardan birini noto‘g‘ri deb belgilamaydi. Yakuniy tanlov mezonlari ma’lumotlarning sifati, modelning qo‘llanish shartlari va klinik tekshiruv natijalarini hisobga olishi kerak.

Qoidalar bazasi va mashinali o‘rganish modeli bir xil kasallik haqida turli mexanizmlar orqali xulosa beradi. Qoidalar oldindan formalashtirilgan bilim va shartlarga, model esa o‘qitish namunalarida aniqlangan qonuniyatlarga tayanadi. Shu sababli qoidaning bajarilishi bilan modelning kasallik sinfini tanlashi bir xil matematik mazmunga ega emas. Qoidaning bajarilishi kasallik ehtimoli 100 foiz ekanini anglatmaydi; modelning eng yuqori baholangan sinfni tanlashi ham mustaqil klinik tasdiq bilan tenglashtirilmaydi.

$$S_i = \Phi(r_i, m_i, u_i, h_i) \qquad (7)$$

bu yerda S_i–k_i kasalligi bo‘yicha umumlashtirilgan baholash natijasi; r_i – qoidalar bazasi natijasi; m_i – mashinali o‘rganish modeli natijasi; u_i – nazorat namunasi bilan taqqoslash natijasi; h_i – individual tarixdan olingan axborot; Φ – natijalarni birgalikda tahlil qilish operatori. (7)-ifoda umumlashtirish muammosini matematik obyekt sifatida belgilovchi tahliliy model bo‘lib, aniq vaznlar yoki tayyor hisoblash algoritmini

(cc) BY

bermaydi.

Umumlashtirish operatorini ishlab chiqishda kamida uchta shart e’tiborga olinishi lozim. Birinchidan, kirish natijalari turli matematik shaklda bo‘lsa, ularni taqqoslashdan oldin moslashtirish tartibi belgilanadi. Ikkinchidan, o‘zaro bog‘liq manbalardan olingan natijalarni mustaqil dalil sifatida takroriy hisoblashga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Uchinchidan, natijalar zid kelganda operator qo‘shimcha tekshiruv zaruratini ko‘rsatishi mumkin bo‘lishi lozim. Qoidalar, tasniflash va noaniq mantiqqa asoslangan tashxislash ishlari ushbu mexanizmlarning turli imkoniyatlarini ko‘rsatadi [6–10].

Qoidalar bazasida ma’lumot yetishmasligi tashxis natijalarining to‘g‘ri talqini uchun muhim. Sensor ma’lumoti kelmagan yoki klinik belgi baholanmagan bo‘lsa, uni alomat mavjud emasligi bilan tenglashtirish mumkin emas. Bunday vaziyat qoidaning sharti bajarilmagan holatdan farq qiladi.

$$Q_j = \begin{cases} 1, & \textit{barcha zarur shartlar bajarilsa,} \\ 0, & \textit{shartlardan kamida biri bajarilmasa,} \\ \perp, & \textit{ma’lumot yetarli bo‘lmasa.} \end{cases} \quad (8)$$

bu yerda Q_j – j-qoida holati; 1 – shartlar bajarilgan; 0 – kamida bitta tekshirilgan shart bajarilmagan; $\perp$ – mavjud ma’lumotlar bilan qoida holatini aniqlash imkoni yo‘q. (8)-ifoda ma’lumot yetishmasligini alohida holat sifatida qayd etuvchi tahliliy formalashtirishdir. U kasallik mavjudligi yoki mavjud emasligi haqida bevosita xulosa bermaydi.

Ma’lumot yetishmasligi sensor uzilishi, o‘lchovning belgilangan vaqtda olinmasligi yoki klinik kuzatuvning to‘liq qayd etilmasligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bunday vaziyatlarda qo‘shimcha o‘lchov olish, veterinar kuzatuvini o‘tkazish yoki boshqa axborot manbasiga murojaat qilish talab qilinishi mumkin. Individual tarix ma’lumotlari ham joriy holatga avtomatik tenglashtirilmasligi, ularning vaqti va dolzarbligi hisobga olinishi kerak.

Turli manbalarning natijalari o‘rtasida ziddiyat paydo bo‘lishi mumkin: qoidalar bazasi bir kasallikni ko‘rsatishi, model boshqa sinfni ustun baholashi yoki individual tarix joriy alomatlarga to‘liq mos kelmasligi mumkin. Bunday holatning o‘zi algoritm ishlamay qolganini anglatmaydi; u axborot manbalari turli asoslarda ishlayotganini ko‘rsatishi mumkin.

Natijalar munosabatini uch holatga ajratish maqsadga muvofiq: manbalar natijalarining mosligi; natijalar o‘rtasida ziddiyat mavjudligi; xulosa chiqarish uchun ma’lumot yetarli emasligi. Ushbu holatlar keyingi harakatlar jihatidan farq qiladi: moslikda umumlashtirilgan baho ko‘rib chiqiladi, ziddiyatda qo‘shimcha tekshiruv talab qilinishi mumkin, ma’lumot yetarli bo‘lmaganda esa uni to‘ldirish zarurati belgilanadi.

$$C = \Omega(T_1, T_2, T_3, T_4; A) \quad (9)$$

bu yerda C – natijalarning o‘zaro muvofiqligi haqidagi baho; $T_1 - T_4$ – tegishli tashxislash bosqichlarida olingan natijalar; A – ularni taqqoslash uchun zarur alomatlar va ma’lumotlar; Ω – muvofiqlikni baholash operatori. (9)-ifoda tayyor hisoblash algoritmi emas, balki natijalarni tanlashdan oldin ular o‘rtasidagi munosabatni baholash zarurligini ifodalaydi.

Veterinar ishtiroki aynan shunday vaziyatlarda muhimdir. Dastlabki tashxisdan keyin mutaxassis shubhali holatni qayta tekshirishi va qo‘shimcha alomatlarni kiritishi mumkin [1]. Biroq ekspertning dastlabki bahosi, tekshiruvdan keyin tasdiqlangan tashxis va bilimlar bazasiga kiritiladigan o‘zgarishlar alohida jarayonlardir. Dastlabki fikrni tasdiqlangan tashxisga tenglashtirish yoki har qanday farqli natija asosida qoidaning vaznini avtomatik oshirish yetarli ilmiy asos bo‘la olmaydi.

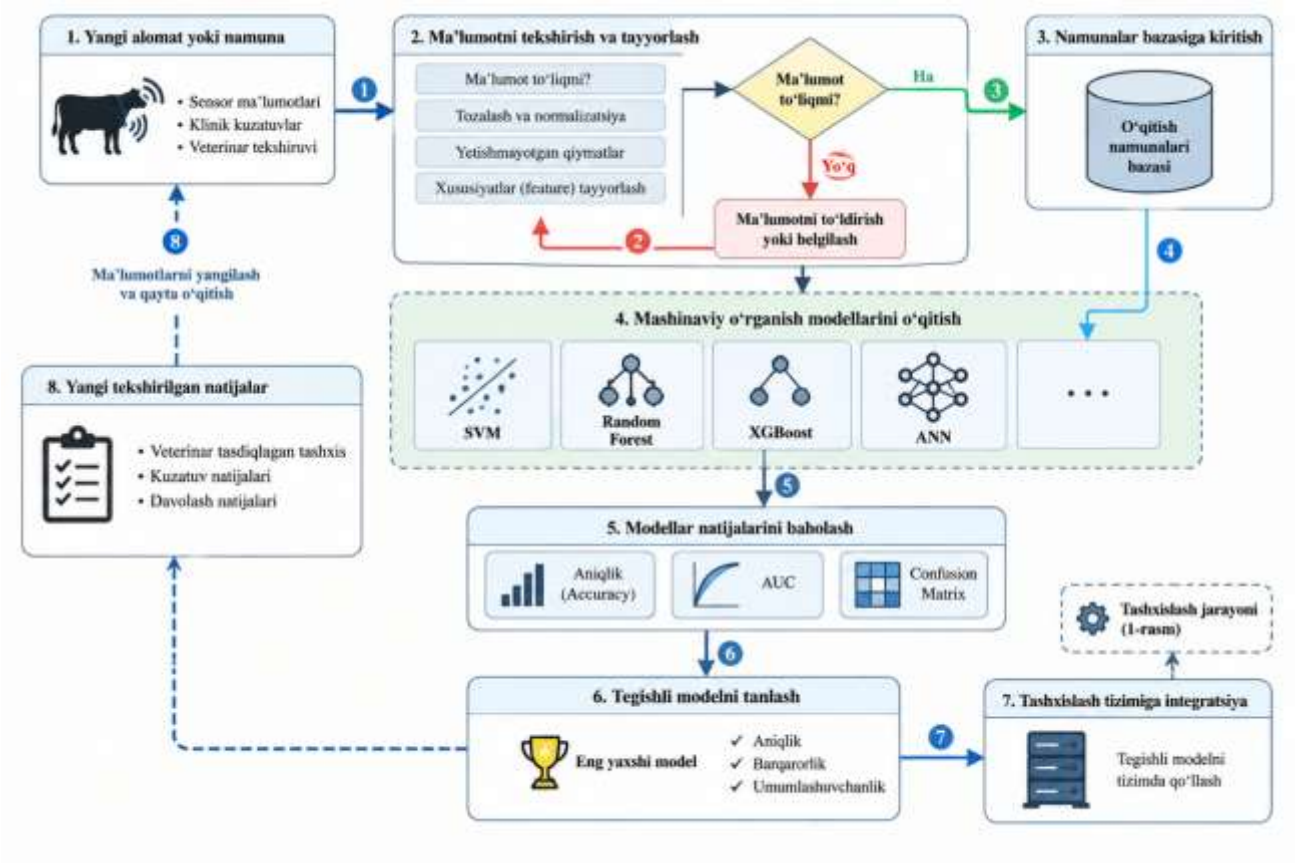
Shu sababli keyingi tadqiqotlarda natijalar ziddiyatini aniqlash mezonlari, qo‘shimcha tekshiruvga o‘tish shartlari va bilimlar bazasini yangilash uchun zarur dalillarni formalashtirish maqsadga muvofiq. Bu masalalar mavjud algoritmning kamchiligi sifatida emas, balki uning matematik asoslarini yanada batafsil o‘rganish uchun ajratilayotgan tadqiqot vazifalari sifatida qaraladi.

E.Babadjanov ishida yangi alomatlar yoki namunalarning paydo bo‘lishi bilan ma’lumotlar bazalarini yangilash, bir nechta mashinali o‘rganish algoritmlarini qayta o‘qitish va natijasi yuqori algoritmni tanlash jarayoni bayon qilingan [1]. Qayta o‘qitishning ilmiy jihatdan

(cc) BY

asoslanganligi namunalar sonigagina emas, balki ularning sifati, to‘liqligi va tashxis natijalarining tasdiqlanganligiga ham bog‘liq. Shu bois modelni qayta o‘qitishda ishlatiladigan namuna bilan dastlabki avtomatik natija va tasdiqlangan tashxisni farqlash muhim.

Yangi alomat turi paydo bo‘lganda ayrim namunalarda shu alomat qiymati bo‘sh qolishi mumkin. Bunday qiymatlarni to‘ldirish yoki qayta ishlash usuli tanlangan model va ma’lumotlar tuzilishiga bog‘liq. Shu sababli barcha algoritmlar uchun bir xil usul qo‘llash to‘g‘ri bo‘lmasligi mumkin. Bu masala keyingi tadqiqotlarda alohida tekshirilishi mumkin bo‘lgan yo‘nalishlardan biridir.



2-rasm. Mashinaviy o‘rganish modellarini o‘qitish, baholash va yangilash jarayoni

4. Tahlil natijalari

Tahlil ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvining ilmiy ahamiyati turli axborot manbalarini yagona tashxislash jarayonida bog‘lash imkoniyati bilan belgilanishini ko‘rsatadi. Qoidalar bazasi formalashtirilgan bilimlar asosida xulosa chiqarishga, mashinali o‘rganish modeli namunalardagi qonuniyatlar asosida natija shakllantirishga, nazorat namunalari o‘xshashlikni baholashga, individual tarix esa hayvonning oldingi holatini hisobga olishga xizmat qiladi. Veterinar ishtiroki shubhali holatlarni qayta ko‘rib chiqish va qo‘shimcha alomatlar bilan tashxislash jarayonini to‘ldirish imkonini beradi [1–5].

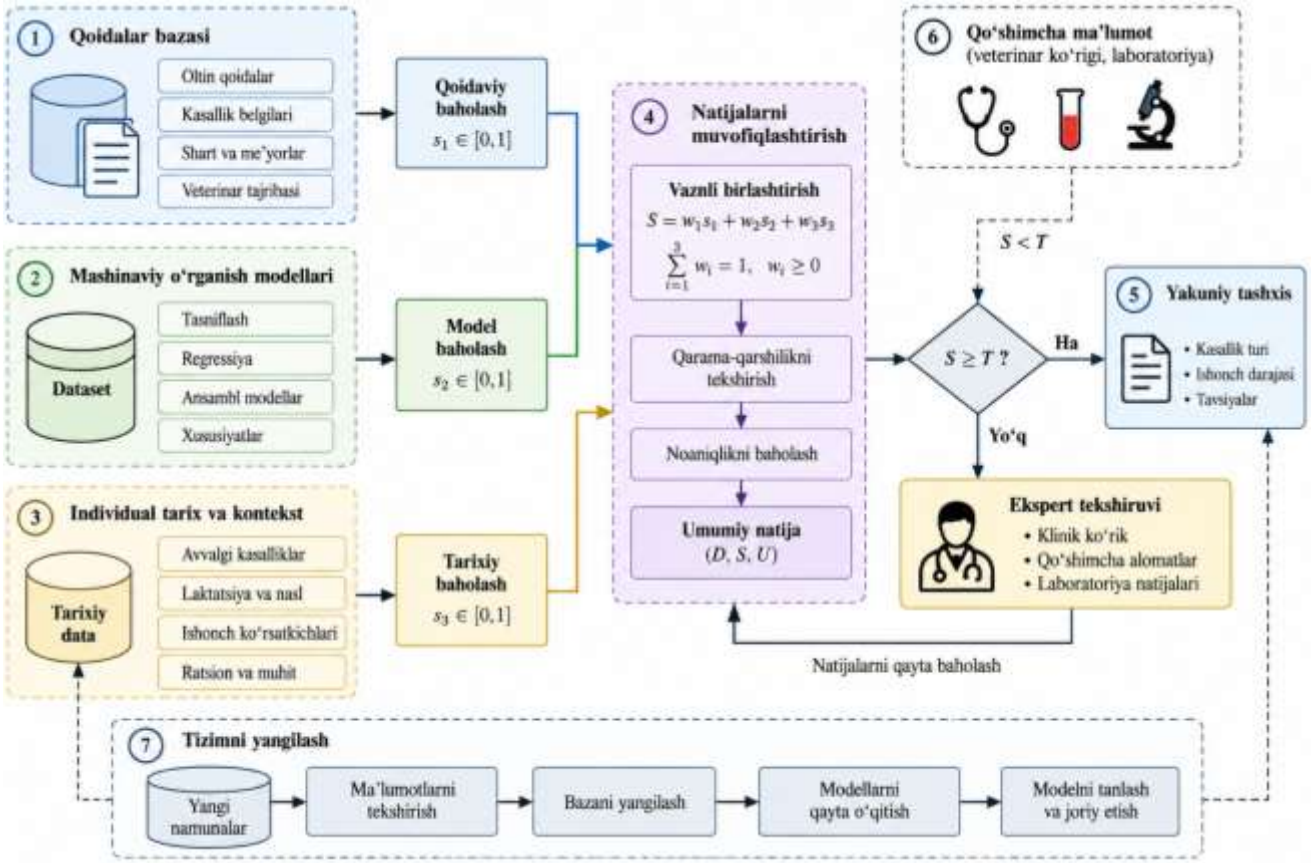
Birinchi natija – manbalar natijalarining matematik mazmunini farqlash zarurligi. Mantiqiy qoidaning bajarilishi, modelning sinf tanlashi va nazorat namunasi bilan o‘xshashlik bir xil tushuncha emas. Shuning uchun ularni umumlashtirish operatori natijalarning turini, manbalar o‘rtasidagi bog‘liqlikni va ziddiyatli vaziyatlarda qo‘shimcha tekshiruv zaruratini hisobga olishi lozim.

Ikkinchi natija – ma’lumot yetarliligini alohida baholash zarurati. Qoidaning sharti bajarilmasligi bilan ma’lumot mavjud emasligi o‘rtasidagi farq sensor ma’lumotlari uzilishi, klinik belgilarning to‘liq qayd etilmasligi va individual tarix yetarli bo‘lmagan holatlarda ayniqsa muhim. Uchinchi natija – dastlabki ekspert bahosi, tasdiqlangan tashxis va bilimlar

(cc) BY dtai.uz

bazasini yangilash o‘rtasidagi bog‘lanishni aniq belgilash zarurati.

Keyingi tadqiqotlarda, birinchidan, manbalar natijalarini umumlashtirish operatorining matematik shaklini va uning parametrlarini asoslash; ikkinchidan, ziddiyatli natijalarni baholash va qo‘shimcha tekshiruvga o‘tish mezonlarini ishlab chiqish; uchinchidan, yetishmayotgan ma’lumotlarni hisobga olish usullarini qiyoslash; to‘rtinchidan, tasdiqlangan tashxislar asosida bilimlar bazasi va mashinali o‘rganish namunalarini yangilash shartlarini aniqlash maqsadga muvofiq. Bular mazkur maqolada tajribada isbotlangan natijalar sifatida emas, tahlildan kelib chiqadigan keyingi ilmiy vazifalar sifatida belgilanadi.



3-rasm. . Qoidaviy, mashinaviy va tarixiy axborot asosida tashxis natijalarini muvofiqlashtirish sxemasi.

5. Xulosa

Qoidalar bazasiga asoslangan ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvi qoramol kasalliklarini aniqlashda formalashtirilgan bilimlar, mashinali o‘rganish natijalari, nazorat namunalari, individual tarix va veterinariya ekspert bahosini bir jarayonda hisobga olishga imkon beradi. Ushbu manbalar turli vazifalarni bajarishi sababli ularning natijalarini umumlashtirishda mazmuni va talqin qilish shartlarini farqlash talab etiladi.

Maqolada tashxislash bosqichlari operatorlar orqali tahliliy formalashtirildi, qoidaning bajarilmasligi bilan ma’lumot yetishmasligi ajratildi hamda natijalar mosligi va ziddiyatini baholash masalasi ko‘rsatildi. Keltirilgan ifodalar mavjud algoritmning matematik tuzilishini tushuntirishga qaratilgan bo‘lib, yangi algoritmning eksperimental ustunligi isbotlanganini anglatmaydi.

Keyingi tadqiqotlar uchun umumlashtirish operatorining aniq shaklini asoslash, ziddiyatli natijalarda qo‘shimcha tekshiruv shartlarini belgilash va tasdiqlangan tashxislar asosida bilimlar bazasi hamda o‘qitish namunalarini yangilash mezonlarini ishlab chiqish muhim yo‘nalishlar sifatida belgilandi. Ushbu masalalar mavjud ilmiy natijalarni izchil rivojlantirish va ko‘p qatlamli tashxislash tizimlarining matematik

(cc) BY

asoslarini chuqurlashtirishga xizmat qilishi mumkin.

6. Foydalanilgan adabiyotlar

1. Babadjanov E.S. Aqlli chorva fermalarini shakllantirishda qoramol kasalliklarini aniqlashning algoritmik va dasturiy ta’minoti: texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi. – Toshkent, 2024.
2. Babadjanov E.S., Nishanov A.X., Toliev X.I. Aqlli chorvachilikda qoramol kasalliklarini aniqlashning zamonaviy matematik-algoritmik ta’minoti // Muhammad al-Xorazmiy avlodlari. – 2024. – № 2(28). – B. 121–130.
3. Babadjanov E.S. Qoramol kasalliklarini aniqlash uchun “oltin qoidalar” bazasini loyihalashtirish // Amaliy matematika, matematik modellashtirish va informatikaning dolzarb muammolari: respublika ilmiy konferensiyasi materiallari. – Nukus, 2024. – B. 283–284.
4. Babadjanov E.S. Qoramol kasalliklarini ko‘p qatlamli murakkab tashxislash algoritmi // Sun’iy intellekt nazariyasi va amaliyoti: tajribalar, muammolar va istiqbollar: respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Toshkent, 2024. – B. 51–55.
5. Babadjanov E., Toliev K., Utemuratov R. The problem of predicting milk yield in smart livestock farms and its solutions //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2025. – T. 3377. – №. 1. – C. 060013.
6. Turimov D., Muhamediyeva D., Safarova L., Primova H., Kim W. Improved Cattle Disease Diagnosis Based on Fuzzy Logic Algorithms // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 4. – Article 2107. DOI: 10.3390/s23042107.
7. Krishnamoorthy P., Dharshan H.V., Chandrasekhar T.M., Suresh K.P. Development of Cattle Disease Diagnosis Expert System: A Web Application for the Diagnosis of Cattle Diseases // The Indian Journal of Animal Sciences. – 2023. – Vol. 93, No. 12. P. 1180–1186. DOI: 10.56093/ijans.v93i12.135480.
8. Indra E. et al. Application of C4.5 Algorithm for Cattle Disease Classification // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1230. – Article 012070. DOI: 10.1088/1742-6596/1230/1/012070.
9. Pavkin D.Y., Dorokhov A.S., Vladimirov F.E., Dovlatov I.M., Lyalin K.S. Algorithms for Detecting Cattle Diseases at Early Stages and for Making Diagnoses and Related Recommendations // Applied Sciences. – 2021. – Vol. 11, No. 23. – Article 11148. DOI: 10.3390/app112311148.
10. Guitian J., Arnold M., Chang Y., Snary E.L. Applications of Machine Learning in Animal and Veterinary Public Health Surveillance // Revue Scientifique et Technique. – 2023. – Vol. 42. – P. 230–241. DOI: 10.20506/rst.42.3366.
11. Babadjanov E. S., Toliev K. I. Algorithm for detecting missing units for livestock based on time information //Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата. – 2023. – С. 442-445.

(cc) BY