Qabul qilindi: 3-oktabr 2026-yil • Ma’qullandi: 7-oktabr 2026-yil • Nashr qilindi: 14-oktabr 2026-yil

KO‘P QATLAMLI MASHINA-EKSPERT TIZIMIDA QORAMOL KASALLIKLARI TASHXISLARINI MUVOFIQLASHTIRISHNING MATEMATIK MODELI

Toliyev Xurshid

Annotatsiya. Ishda qoramol kasalliklarini aniqlashga mo‘ljallangan ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvida qoidalar bazasi, mashinali o‘rganish modeli, nazorat namunalari, individual tarix va veterinariya bahosini o‘zaro muvofiqlashtirish masalasi ko‘rib chiqiladi. Manbalar natijalari turli mazmunga ega ekanligi sababli ularni birlashtirishdan oldin ma’lumotlarning yetarliligi, natijalar shkalasi va o‘zaro ziddiyati tekshirilishi zarur. Shu maqsadda uch qiymatli qoidaviy baho, manba mavjudligini hisobga oluvchi vaznli umumlashtirish, ziddiyat ko‘rsatkichi va ekspert tekshiruviga o‘tish shartlaridan iborat tahliliy matematik model taklif etiladi. Model mavjud algoritmning tajribada tasdiqlangan nusxasi emas; u maqolada bayon etilgan jarayonni aniqlashtiruvchi va keyingi empirik tekshiruv uchun mo‘ljallangan yondashuvdir.

Kalit so‘zlar: qoidalar bazasi, mashina-ekspert tizimi, qoramol kasalliklari, uch qiymatli mantiq, mashinali o‘rganish, natijalarni muvofiqlashtirish, ma’lumot yetarliligi, veterinar nazorati.

Aqlli chorvachilikda hayvon salomatligini baholash sensor ko‘rsatkichlari, klinik kuzatuvlar, kasallik qaydnomalari, individual tarix va veterinar tajribasini birgalikda tahlil qilishni talab etadi. Qoidalar bazasi me’yoriy bilimlarga, mashinali o‘rganish modeli esa o‘qitish namunalaridan aniqlangan qonuniyatlarga tayanadi. Ushbu manbalar natijalarining mazmuni va ishonchliligi turlicha bo‘lgani sababli ularni asosli birlashtirish muhimdir.

Babadjanov taklif etgan ko‘p qatlamli tashxislashda dastlab qoidaviy xulosa olinadi, so‘ng veterinar bahosi, mashinali o‘rganish natijasi va individual tarix hisobga olinib, yakuniy tashxis shakllantiriladi. Bunda qoida bajarilishi, model bahosi va tarixiy

ma’lumotlar mosligi turli mazmunga ega. Shu sababli yakuniy qaror dalillar mavjudligi, manbalar ishonchliligi va natijalar o‘rtasidagi muvofiqlikni hisobga olishi lozim.

Ehtimoliy kasalliklar to‘plami $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$, alomatlar to‘plami esa $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ bo‘lsin. i-hayvon bo‘yicha X_i vektori sensor o‘lchovlari, klinik belgilar va tarixiy qaydlarni qamrab oladi. Har bir alomatning mavjudligi va yaroqliligi v_{il} indikatori bilan belgilanadi.

$$v_{il} = \begin{cases} 1, & \text{agar } x_{il} \text{ mavjud va yaroqli bo‘lsa,} \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases}$$

Bunda ma’lumotning yo‘qligi alomatning mavjud emasligini anglatmaydi. a-qoida zarur alomatlar shartlarini tekshirib, tegishli kasallik k_a bo‘yicha xulosa chiqarishga asos bo‘ladi:

$$r_a: \left(\bigwedge_{l \in P_a} q_{al}(x_{il}) \right) \to k_a .$$

bu yerda P_a - qoida uchun zarur alomatlar, q_{al} -alomat qiymatining qoida shartiga mosligini tekshiruvchi predikat. Qoidaning holati uch qiymat bilan ifodalanadi: 1- barcha shartlar bajarilgan, 0 - tekshirilgan shartlardan kamida bittasi bajarilmagan, $\perp$ - ma’lumot yetishmasligi sababli xulosa chiqarib bo‘lmaydi.

$$s_a(X_i) = \begin{cases} 1, & \text{barcha zarur shartlar bajarilsa,} \\ 0, & \text{tekshirilgan shartlardan biri bajarilmasa,} \\ \perp, & \text{ma’lumot yetarli bo‘lmasa.} \end{cases}$$

Uch qiymatli yondashuv yetishmayotgan ma’lumotni noto‘g‘ri talqin qilishning oldini oladi. Masalan, tana harorati o‘lchanmagan bo‘lsa, uni me’yorida deb hisoblab bo‘lmaydi; qo‘shimcha o‘lchov yoki veterinar ko‘rigi talab qilinishi mumkin. Ma’lumotlar qamrovi esa quyidagicha hisoblanadi:

$$C_{ia} = \frac{| P_a \cap X_i^o |}{| P_a |}, \; 0 \le C_{ia} \le 1.$$

bu yerda $X_i^o -$ mavjud va yaroqli kuzatuvlar to‘plami, $C_{ia} = 1$ barcha zarur alomatlar mavjudligini, $C_{ia} < 1$ esa ayrim alomatlar yetishmasligini bildiradi. Qamrovning yuqoriligi

tashxis to‘g‘riligini kafolatlamaydi, shu sababli u boshqa baholar bilan birgalikda talqin qilinadi.

Ko‘p qatlamli tizimda tashxislash qoidalar bazasi R, mashinali o‘qitish M, nazorat namunalari N va individual tarix H natijalariga tayanadi. Har bir k-kasallik uchun manbalar baholari $z_{sk} \in [0; 1]$ko‘rinishida ifodalanadi. Biroq ma’lumot yetishmasligi oddiy nol bilan tenglashtirilmaydi: $a_{sk} = 1$- yaroqli baho mavjud, $a_{sk} = 0$ - baho mavjud emas. Manbalar vaznlari $w_s \geq 0$ bo‘lganda, umumlashtirilgan baho quyidagicha hisoblanadi:

$$F_{ik} = \frac{\sum_s w_s \, a_{sk} z_{sk}}{\sum_s w_s \, a_{sk}}$$

Formula maxraj musbat bo‘lganda qo‘llanadi. Aks holda tashxis majburan tanlanmaydi, qo‘shimcha ma’lumot talab etiladi. Vaznlar ekspert bahosi yoki tasdiqlangan tashxislar asosida belgilanishi, o‘zaro bog‘liq manbalardagi bir xil dalil esa takroran hisoblanmasligi kerak.

Manbalar natijalari o‘rtasidagi tafovutni baholash uchun quyidagi ziddiyat ko‘rsatkichi taklif etiladi:

$$D_{ik} = \frac{\sum_{s \in A_k} w_s \, | \, z_{sk} - F_{ik} \, |}{\sum_{s \in A_k} w_s},$$

bu yerda A_k- k- kasallik bo‘yicha yaroqli baho bergan manbalar to‘plami. D_{ik} kichik bo‘lsa, baholar o‘zaro yaqin; katta bo‘lsa, ular orasida sezilarli tafovut mavjud. Biroq bu ko‘rsatkich kasallik ehtimolini yoki klinik xavfni bevosita ifodalamaydi.

Qoidaviy natijani sonli bahoga o‘tkazishda qoida kasallikni qo‘llab-quvvatlasa $z_{Rk} = 1$, tekshirilgan shartlar uni qo‘llab-quvvatlamasa $z_{Rk} = 0$ deb olinishi mumkin. Zarur ma’lumot yetishmasa, manba joriy hisobdan chiqariladi. Bu baholar ehtimollik sifatida talqin qilinmaydi. Mashinali o‘rganish natijasi, nazorat namunasi bilan o‘xshashlik va individual tarix ham o‘z hisoblash shartlari asosida baholanadi. Ayniqsa, tarixiy ma’lumotlarning dolzarbligi va manbalar orasidagi bog‘liqlik hisobga olinishi lozim. Shunday qilib, yakuniy tashxisda nafaqat umumlashtirilgan baho, balki ma’lumotlarning yetarliligi va manbalar o‘rtasidagi ziddiyat ham e’tiborga olinadi.

Qamrov yetarli bo‘lmasa, ma’lumotlar to‘ldiriladi; ziddiyat yuqori yoki Δ_i kichik bo‘lsa, qo‘shimcha ekspert tekshiruvi talab etiladi. Aks holda, eng yuqori baholangan kasallik dastlabki tashxis nomzodi sifatida taqdim etiladi. Qaror chegaralari kasallik xususiyatlari, klinik xavf va tasdiqlangan kuzatuvlar asosida belgilanib, mustaqil ma’lumotlarda tekshirilishi kerak.

Mashina shakllantirgan tashxis yakuniy veterinariya xulosasi hisoblanmaydi. Veterinar klinik ko‘rik, qo‘shimcha alomatlar va laboratoriya natijalari asosida tavsiyani tasdiqlashi, rad etishi yoki qayta tekshiruv belgilashi mumkin. Masalan, qoidalar bazasi k_1 kasalligini ko‘rsatsa, mashinali o‘rganish modeli esa k_2 ni yuqori baholasa, tizim ulardan birini avtomatik tanlamasligi kerak. Avvalo ma’lumotlarning yetarliligi, vaqt jihatidan mosligi va modelning tegishli holatlar bo‘yicha o‘qitilganligi tekshiriladi. Bu misol taklif etilayotgan yondashuvni tushuntiradi, tajriba natijasi emas.

Amaliy joriy etishda o‘lchovlarga vaqt belgisi, birlik va sifat holati biriktiriladi. Qoidaviy modul, mashinali o‘rganish modeli va individual tarix tahlili natijalarini qaytaradi; muvofiqlashtirish moduli esa ma’lumot yetarliligi, umumlashtirilgan baho va ziddiyatni hisobga olib, keyingi harakatni belgilaydi. Veterinar tasdiqlagan tashxis avtomatik tavsiyadan alohida saqlanadi. Bu ma’lumotlardan keyinchalik xatolarni tahlil qilish va bilimlar bazasini nazorat ostida yangilashda foydalanish mumkin.

Model samaradorligini tekshirishda bir hayvonga tegishli takroriy kuzatuvlar o‘qitish va test to‘plamlariga bir vaqtda tushib qolmasligi lozim. Shu sababli alohida hayvonlar yoki keyingi vaqt oralig‘idagi ma’lumotlar asosida mustaqil sinov o‘tkazish maqsadga muvofiq. Baholashda aniqlik bilan birga sezgirlik, xoslik, noto‘g‘ri musbat va noto‘g‘ri manfiy xulosalar hamda ekspert tekshiruviga yuborilgan holatlar ulushi tahlil qilinadi. Manbalar vaznlari va qaror chegaralari kasalliklar kesimidagi xatolarni hisobga olgan holda kalibrlanishi kerak.

Tasdiqlangan tashxislar asosida bilimlar bazasi va mashinali o‘rganish to‘plamini yangilashda namunaning sifati, ma’lumotlar to‘liqligi va tashxisning tasdiqlanganligi tekshiriladi. Dastlabki avtomatik xulosa tasdiqlangan tashxis bilan tenglashtirilmaydi;

qoidalar ham faqat mutaxassis ko‘rib chiqishi va yetarli dalillar asosida o‘zgartiriladi.

Shunday qilib, ko‘p qatlamli tashxislashning matematik asoslari uchta talabga tayanadi: ma’lumot yetishmasligini qoida bajarilmasligidan ajratish, turli manbalardan olingan baholarni asosli umumlashtirish va ziddiyatli vaziyatlarda ekspert tekshiruvini saqlab qolish. Taklif etilgan formulalar konseptual modelni ifodalaydi. Uning samaradorligi haqida miqdoriy xulosa chiqarish uchun real xo‘jalik ma’lumotlarida sinov o‘tkazish, vazn va chegaralarni asoslash hamda mustaqil test to‘plamida baholash zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Babadjanov E.S., Toliyev X.I. Qoidalar bazasi asosida ko‘p qatlamli mashina-ekspert yondashuvining matematik modeli// Raqamli Transformatsiya va Sun’iy Intellekt ilmiy jurnali. Volume 4, Issue 4, August 2026. DOI: 10.5281/zenodo.23345049

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. Turimov D., Muhamediyeva D., Safarova L. et al. Improved Cattle Disease Diagnosis Based on Fuzzy Logic Algorithms // Sensors. — 2023. — Vol. 23, No. 4. — Article 2107. DOI: 10.3390/s23042107.

4. 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.

5. 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.

6. Babadjanov E.S., Toliyev X.I. Qoidalar va algoritmlar bazasi asosida individual obyekt holatini baholash (sut chorvachiligi misolida) // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences Vol.2(7), 2026. DOI: 10.24412/2181-144X-2026-2-94-103