

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI UNVERSITETI SAMARQAN FILIALI**

Talaba: Hoshimova Nilufar

Ilmiy rahbar: Husanov Kamoliddin

Noravshan qoida xulosa tizimidagi expert tizimini qurish usuli

Annotatsiya. Noravshan muhitda tibbiy tashxislash bugungi kunda dolzarb masalalardan hisoblanadi. Ushbu maqolada Z-sonlarga asoslangan qaror qabul qilishning yangi usuli taqdim etiladi. Bunda esa ekspert xulosalari Z-sonlari bilan ifodalangandir. Z-son $Z = (A, B)$ bilan belgilangan tartiblangan noravshan sonlar juftligi bo'lib, bu yerda Z-sonni noravshan songa aylantirish usullari taklif etiladi. Bu sizga turli manbalardan olingan ma'lumotlarni Dempsterning birlashtirish qoidasiga ko'ra birlashtirish imkonini beradi va axborotni yig'ishning afzalliklari tufayli oqilona qaror qabul qilishga olib keladi. Xavf xatarni tahlil qilish va tibbiy tashxislash bo'yicha ikkita tajriba tavsiya etilgan va bu esa taklif etilayotgan usulning samaradorligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Tibbiy tashxislash, QUALIFLEX, DFD-M, BPA, Z-sonlar.

Kirish

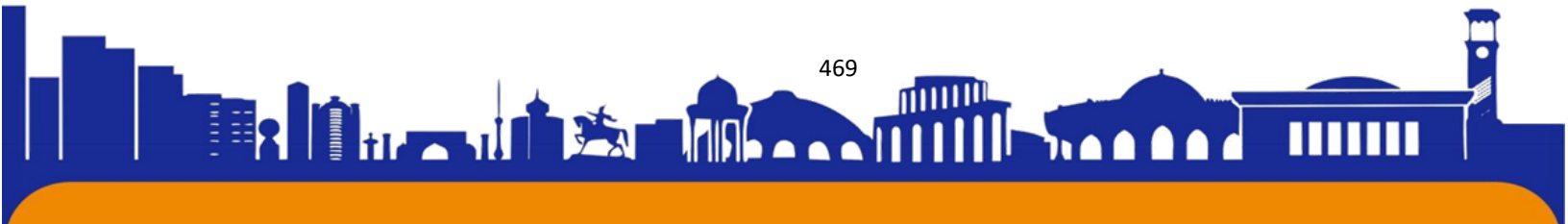
Rivojlanayotgan jamiyatimizda ko'plab zararli moddalar inson salomatligiga ta'sir qiladi, bu esa inson kasalliklarining yuqori ehtimolini keltirib chiqaradi va ayniqsa tibbiy tashxis muhim hisoblanadi [43]. Natijada, tibbiy tashxislash muammolarini hal qiladigan bir qancha samarali usullar mavjud bo'lib, ammo tibbiy tashxislashning ishonchliligini oshirish ochiq qolgan masalalardan hisoblanadi.

Tibbiy tashxislashda qaror qabul qilish sun'iy intellekt texnologiyalari va kompyuterlar yordamida amalga oshirilmogda [20]. [19, 39, 43] da bir qancha olimlar tibbiy tashxislash bo'yicha tadqiqotlar olib borishgan bo'lib, jumladan, Smit va boshqalar [30] opioidlardan foydalanish buzilishi tashxislashni tibbiy bo'lmagan opioidlardan foydalanish bilan travmadan keyingi stress buzilishi tashxislashsi va tibbiy bo'lmagan opioidlardan foydalanishning o'rtacha oylik chastotasi o'rtasidagi munosabatni o'rganib chiqishgan. Woolard va boshqalar [48] bemorlarning operatsiyadan oldingi tavsiyalarga qay darajada rioya qilishlarini ko'rsatish uchun orqaga qaytish (Перспектив) tadqiqotni taqdim etdilar. [1] da tibbiy tashxislash uchun mobil aniqlash vositalarining so'nggi ishlanmalari ko'rib chiqildi. [45] da



bemorlarda tashxislash samaradorligini oshiradigan gamma-glutamiltransferaza xususiyatlari tahlil qilingan. Biroq, qo'llaniladigan usullar tibbiyotdagi tushunchalarning noravshanligini va noaniqliklarni hisobga olmaydi. Tibbiyotda axborotning noaniqligi va noravshanligi [5, 34] tufayli tibbiy tashxislash muammolarini hal qilish uchun noravshan va noaniq ma'lumotlar bilan ishlay oladigan matematik usullar [47] zarur. So'nggi paytlarda noaniq matematika [51] va Dempster-Schaefer (DS) isbot nazariyasi [11, 17, 24, 42, 43] tibbiy tashxislashda qo'llanildi, chunki ular noaniqlik [13] va noaniq ma'lumotni aqlli tarzda modellashtirish va tavsiflash mumkin. Vang va boshqalar [43] tibbiy tashxislashda qo'llaniladigan usulni ishlab chiqish uchun noaniqlik o'lchovi va Dempster-Schaefer isbotlash nazariyasiga asoslangan yumshoq noravshan to'plamlardan foydalangan. Nazariy modelga asoslangan ib, bemorning ma'lum bir kasallikka chalinish ehtimolini baholaydigan noravshan-ehtimolli usul taqdim etiladi. [35] da amaliy misol umumlashtirilgan intuitivistik noravshan yumshoq to'plamlarni tibbiy tashxislashning ko'p mezonli muammosiga qo'llashni ko'rsatdi. Noravshan yumshoq to'plamlar nazariyasi noaniq arifmetik operatsiyalar yordamida tibbiy tashxislash uchun Sanches yondashuvi doirasida qo'llanilgan [6]. [9] da, 2-tur intervalli noravshan to'plamlar kontekstida tibbiy qarorlar muammosini [41] hal qilish uchun kengaytirilgan QUALIFLEX yondashuvi taklif qilindi. Kvon va boshqalar [31] qoidalarga asoslangan noravshan tasniflash tizimlarini birlashtirish uchun tibbiy tashxislash va murakkab tarmoqlar [16] uchun mos bo'lgan intervalli qiymatli noravshan to'plamlar yangi metodologiyasini taklif qildilar [32]. Tibbiy sohada sensorli nosozliklarni aniqlashning tipik yondashuvlarining aksariyati bemorlarning fiziologik ko'rsatkichlari bir vaqtning o'zida o'zgarishini e'tiborsiz qoldiradi va kasallik tufayli g'ayritabiiy fiziologik ma'lumotlar bilan aralashtirilgan nosozlik qiymatlari haqiqiy nosozliklarni aniqlashni qiyinlashtiradi. Shuning uchun Yang tibbiy sensor tarmoqlarida (DFD-M) ma'lumotlar xatosini aniqlash mexanizmini taklif qilgan. Bu esa simulyatsiya natijalari DFD-M ning samaradorligi va ustunligini ko'rsatadi [50].

Sferik noaniq yumshoq to'plamlar (SFSS) noravshan yumshoq to'plamlarni umumlashtiradi va boshqa mavjud to'plam modellariga qaraganda ancha moslashuvchan va ishonchli. Yang tomonidan ikkita SFSS o'rtasidagi o'xshashlik o'lchovi va mos keladigan vaznli o'xshashlik o'lchovi taklif etilgan va ularning ba'zi asosiy xususiyatlari muhokama qilingan. Taklif qilingan o'xshashlik o'lchovi bemorda kasallik bo'lishi mumkinmi yoki yo'qligini aniqlash uchun qo'llanilgan [38].





Noravshan matematikada [23, 44, 51, 53] noravshan sonlardan [18, 49] inson idroki va sub'ektivligini tavsiflash uchun foydalanish mumkin, chunki ular noaniq yoki noto'g'ri ma'lumotni ifodalaydi [14]. Biroq, qaror qabul qilish muhitida, masalan, tibbiy tashxis kabi ma'lumotlarning ishonchliligi ham juda muhim ekanligini aniqlash muxim jixatlardan hisoblanadi. Axborotni ifodalash uchun faqat noaniq sonlardan foydalanish ma'lumotlarning ishonchliligini to'g'ri tavsiflash uchun cheklovlarga ega bo'lishi mumkin. Bu muammoni hal qilish uchun Zade [52] Z-son tushunchasini kiritib, noravshan sonlar tushunchasini kengaytirdi.

[8,9] da Z-sonlardan qaror qabul qilishda foydalanish taklif qilinadi, biroq ushbu ishlarda taklif qilingan yondashuvlarda ishonchlilikning noravshan qiymatini keyinchalik hisoblashlarda foydalaniluvchi "ravshan" songa kamaytirish natijasidagi ma'lumotlarning yo'qotilishi mavjud emas. Insonning mukammal bo'lmagan axborot bilan ishlashdan iborat ajoyib qoibiliyati muhim rol o'ynaydigan asosiy sohalardan biri sifatidagi qaror qabul qilishning maqsadlari uchun Z-sonlar bilan to'g'ridan-to'g'ri hisoblashlarga bo'lgan operasion yondashuvni o'rnatish ehtiyoji mavjud. Bu maqolada biz qaror qabul qilishga bo'lgan operatsion yondashuvni taklif qilamiz, u mashhur kutilayotgan foydalilikni qo'llashni Z-qiymatli ma'lumotlarga kengaytiradi.

Z-sonni umumiy nuqtai-nazardan ko'rib chiqish uchun mavxum hisoblashlarning umumiylik darajalari mavjud bo'lgan konseptual usqurtmani qurib olish foydalidir, bunda har bir daraja cheklanishlar sinfini ifodalaydi. Asos darajasi deb ataluvchi eng quyi daraja haqiqiy sonlar fazosi R dan iborat. Keyingi daraja, 1-daraja, oraliqlar fazosidir. 2-daraja noravshan sonlar fazosi (R dagi mumkinlik taqsimotlari) va tasodifiy sonlar fazosidir (R dagi ehtimollik taqsimotlari). Eng yuqori daraja bo'lgan 3-daraja Z-sonlar fazosidir [119].

Ushbu maqolaning qolgan qismi quyidagicha tashkil etilgan. 2-bo'limda ba'zi ta'riflar va tushunchalar keltirilgan. 3-bo'lim noravshan raqamlarni tartiblashning yangi usulini taklif qiladi. 4-bo'lim Z-raqami asosida BPA ni aniqlashning yangi usulini taklif qiladi. 5-bo'limda tavsiya etilgan usul tibbiy tashxislashda qo'llaniladi. 6-bo'limda biz o'z xulosalarimizni taqdim etamiz.

2. Noravshan qoida xulosa tizimidagi expert tizimini qurish usuli

Ushbu bo'limda ushbu maqolada ishlatiladigan ba'zi tushunchalarni taqdim etiladi.





Норавшан тўплам (fuzzy sets) ва норавшан мантик ([fuzzy logic](#)) аниқ тўпламлар ва классик формал мантиқларнинг кенгайтирилган кўриниши бўлиб ҳисобланади. Аниқ тўпламлар учун фақатгина элементнинг тўла тегишлиги ёки тегишли эмаслиги жоиздир, норавшан тўплам эса аниқ элементнинг турлича тегишлилик даражаларини ифодалайди.

А норавшан тўплам X универсал тўпламнинг ҳар бир x элементи $\forall x \in X$ ва $\mu_A(x)$ тегишлилик функцияси ёки $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ функцияси кўринишида аниқланади. А тўплам x лар жамланмаси билан тўла-тўқис аниқланади [12]:

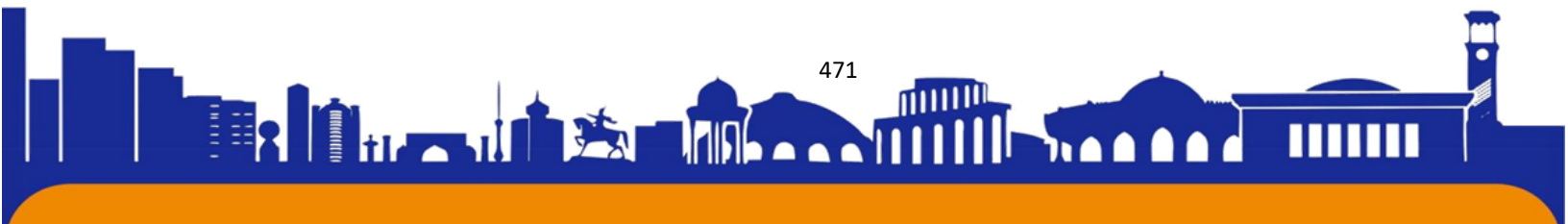
$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle | x \in X \} \tag{1.1}$$

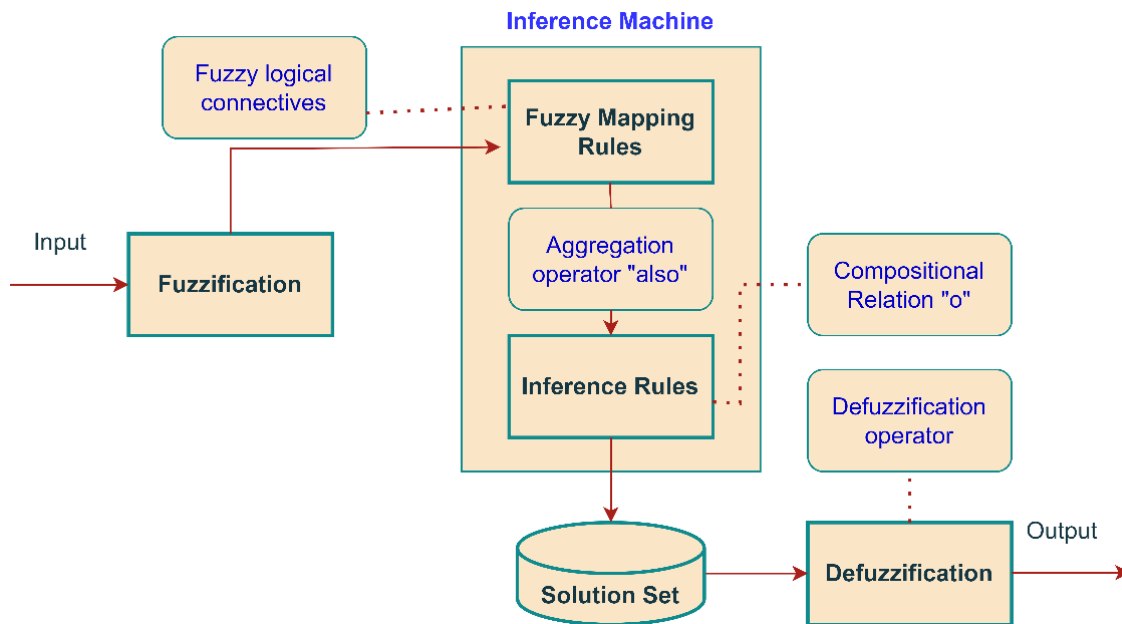
Учбурчакли норавшан сон деб аталувчи A норавшан тўплам (a_1, a_2, a_3) кўринишда берилган бўлиб, бу ерда мос тегишлилик функцияси қуйидаги кўринишда ифодаланади [12]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \in (-\infty, a_1), \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & x \in [a_1, a_2], \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & x \in [a_2, a_3], \\ 0, & x \in (a_3, +\infty). \end{cases}$$

Noravshan xulosa tizimi eng qisqa holda, bu shunday tizimki, chiquvchi ma'lumotlarda kiruvchi ma'lumotlar tasvirini olish uchun noravshan to'plamlar nazariyasidan foydalaniladi.

Dastlabki texnik topshiriqdan kelib chiqqan holda noravshan xulosa tizimlarini ishlab chiqish quyidagi sxema bo'yicha noravshan bilimlar bazasidan foydalangan holda kirish o'zgaruvchilarni chiqish o'zgaruvchilariga o'tkazish uchun mo'ljallangan. Bunday noravshan tizimni 1-rasmda ko'rsatilganidek to'rtta blok ko'rinishida ifodalash mumkin bo'ladi.





1-rasm. Ekspert va boshqaruv tizimlarida noravshan xulosa tizimini ishlab chiqish mexanizmi

Noravshan tizim asosida berilgan predmet sohasida (domain engineers/experts) mutaxassislar bilan shakllantiriluvchi qoidalar to'plami (bazasi) yotadi.

Noravshan tizim qoidalari, odatda, umumiy ko'rinishi quyidagilardan iborat bo'lgan AGAR-U HOLDA ifodalari bilan beriladi:

IF input1 = term1 OP input2 = term2 THEN output = term3

OP ∈ {AND, OR} ,

bu «input1 = term1» va «input2 = term2» qismshartlar bo'lib hisoblanadi, «output = term3» esa qismnatijadir (ular bir nechta bo'lishi mumkin). input1, input2 va output – lingvistik o'zgaruvchilarning nomlari (atamalari)dir, a term1, term2 va term3 – noravshan sonlar ko'rinishida beriluvchi termlar (ushbu o'zgaruvchilar qiymatlari), (2-ta'rif). Qoidalar quyidagicha ko'rinishda bo'lishi mumkin:

IF X= past AND Y = yuqori THEN Z = o'rta;

IF X= juda yuqori AND Y = yuqori THEN Z = past.

Z-soni (X,A,B) shaklidagi tartiblangan uchlikdan iboratdir, bu esa (A,B) Z-sonining X ga tayinlanishiga ekvivalentdir, bunda X (A,B) kabi yoziladi. Z-baholashlar





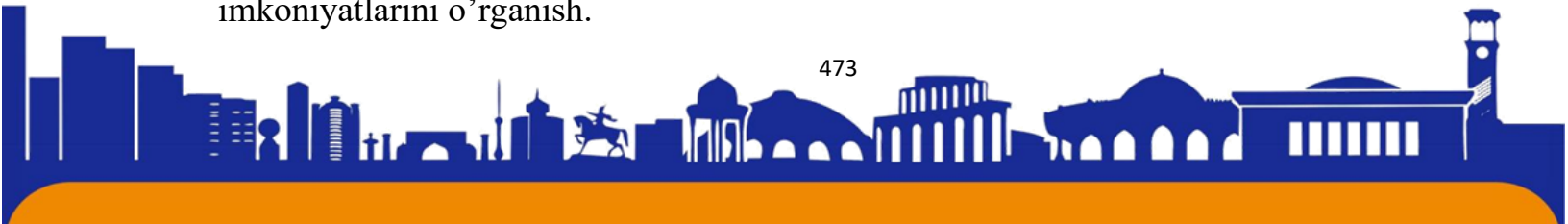
to'plami Z-axborot deb ataladi. Ta'kidlab o'tish muhim bo'lgan narsa shuki, kundalik hayotdagi mavxum ma'lumotlarning ko'pchiligi Z-axborot sifatida ifodalanadi. Masalan: odatda Robert ofisdan soat kechki 5 lar atrofida chiqadi. Odatda Robert ishdan keyin uyiga bir soatlar atrofida yetib boradi. Robert uyiga qachon yetib boradi? Ushbu ma'lumotlar va savolni quyidagicha ifodalash mumkin: (jo'nash vaqti, taxminan kechki 5, odatda) va (sayohat vaqti, taxminan 1 soat, odatda); (yetib borish vaqti, ?A, ?B).

Birinchi son (A) o'zi bilan X o'zgaruvchi qiymatlariga cheklanishni ifodalaydi (bu cheklanishni qisqacha "X - A dan iborat" shaklda ifodalash mumkin), ikkinchi son V esa – birinchi son A ning ishonchlilik darajasiga noravshan (taqribiy) cheklanishni, ya'ni A ning ishonchlilik bahosini ifodalaydi. Ko'p hollarda A, V noravshan sonlar tabiiy tildagi iboralar bilan tavsiflanadi, masalan, Z = (taqriban 80, mutlaq ishonchli), va trapesiyasimon yoki uchburchakli tegishlilik funsiyalari (TF) bilan ifodalanadi. So'nggi misolda hisoblash mumkinki, o'zgaruvchi X = "maqsadgacha bo'lgan masofa"dir, shuning uchun ham ko'rsatilgan Z-sonlar doirasidagi "X taxminan 80 (km.)dan iborat" (cheklanish) tasdig'ini biz juda ishonchli sifatida (V = "mutlaq ishonchli") deb baholaymiz. Aytish mumkinki, Z-sonlar nazariyasi hali yetarlicha tadqiq etilmagan (e'lon qilingan ma'lum izlanishlarning ko'pchilik qismi 2012-2014 yy. davrga tegishlidir), biroq olimlar allaqachon Z-sonlar nazariyasini rivojlanishiga o'z hissalarini qo'shishgan va berilgan ishda ko'rib chiqiluvchi ushbu nazariya bilan ishlashga bir qancha yondoshuvlar taklif qilishgan. Shunga qaramay, noravshan xulosa tizimlariga Z-sonlarni qo'llash - ularni turli tabiatlardan tarkib topgan tasvirlanishida foydalanilish sababidan hozircha hal qilinmagan masalalardan biri bo'lib qolmoqda.

Tadqiqotning maqsadi noravshan xulosalar tizimida Z-sonlardan foydalanish uslubiyatlarini tadqiq qilish va ushbu tadqiqot natijalari asosida dastur ishlab chiqish hisoblanadi.

Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar aniqlangan:

1. Z-sonlar bilan ishlash uchun mavjud yondoshuvlarni o'rganish.
2. Noravshan xulosa tizimlarida o'zgartirilgan Z-sonlar algoritmini ishlab chiqish.
3. Xulosa tizimida Z-sonlarning dastlabki almashtirilishsiz ulardan foydalanish imkoniyatlarini o'rganish.





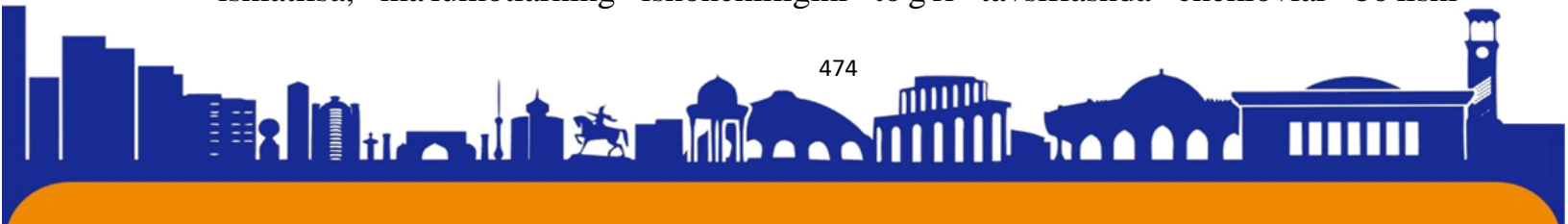
4. Taklif qilingan uslubiyatlarni amalga oshiruvchi dasturni ishlab chiqish.
5. Tajribalar o'tkazish va natijalarni tahlil qilish.

Tadqiqotda noravshan xulosa tizimida o'zgartirilgan Z-sonlardan (odatdagi noravshan sonlarga o'tish) foydalanishga asoslangan yondoshuv ilgari surilgan. Odatda, har doim ko'rib chiqilayotgan mavzuga oid maqolalarni yuzaga kelishida dalil sifatida foydalaniluvchi [93] maqola yondoshuvni ishlab chiqishda asosiy manba bo'lib xizmat qiladi. Berilgan yondoshuvni tadqiq etish natijasida xulosa tizimlarini bunday o'zgartirishdan foydalanuvchi ishni izohlashga imkon beruvchi dastur ishlab chiqildi. Shuningdek, noravshan xulosa tizimlarida ulardan foydalanish istiqbollari ko'rib chiqilgan tadqiqotni yozish vaqtida shakllangan Z-sonlar ustida avvalgi arifmetik operatsiyalar tahlili o'tkaziladi, bunda yuzaga keluvchi muammolarga ham ta'rif beriladi.

Professor L. A. Zade tomonidan taklif etilgan noravshan to'plamlar va noravshan mantiq nazariyalari tufayli insonlar mavjud axborotlarni qayta ishlash va bunday axborotning noaniqlik, aniq bo'lmagan va to'liq bo'lmagan sharoitlarida qaror qabul qilishdek ajoyib qobiliyatga ega bo'ladilar. Noravshan mantiqning asosiy maqsadi (muqarrar taxminlar va soddalashtirishlar sharoitlaridagi maqbul tavsiflarni) shakllantirishga intilish va bunday qobiliyatning turlicha tabiatlari tizimlarida amaliy qo'llanishlar bo'lib hisoblanadi.

Xulosa.

Inson salomatligiga jiddiy tahdidlar tibbiy tashxisni o'rganishga olib qildi. Tibbiy tashxislash muammolarini hal qilish uchun turli usullar joriy etilgan. Tibbiyot bilan bog'liq noravshan xususiyatlar va noravshanliklar tufayli noravshan va noravshan ma'lumotlar bilan shug'ullanishi mumkin bo'lgan noravshan sonlar ushbu savollarni o'rganish uchun mos usulni taqdim etadi. Baholashda ma'lumotlarning ishonchliligi kiritilishi kerakligi sababli, biz Z-sonlarga asoslangan tibbiy tashxislash usulini taklif qildik, u ham kirish cheklovlarini, ham ma'lumotlarning ishonchliligini hisobga oladi. Taklif etilgan usulning afzalliklari quyida umumlashtiriladi. 1) Noravshan sonlar qaror qabul qilishda keng qo'llaniladi, chunki ular noravshan va noravshan ma'lumotlarni modellashtirishi va tavsiflashi mumkin. Biroq, qaror qabul qilish muhitida ma'lumotlarning ishonchliligi ham muhim ekanligini aniqladik. Agar noravshan sonlar ishlatilsa, ma'lumotlarning ishonchliligini to'g'ri tavsiflashda cheklovlar bo'lishi





mumkin. Ushbu muammoni hal qilish uchun Z-sonlari qaror qabul qiluvchilarning tashxislarini modellashtirish va tavsiflash uchun ishlatiladi va tashxislar uchun BPAni aniqlash uchun yangi noravshan sonlarni tartiblash usuli taklif etiladi. 2) Z-sonlarini qo'llashda bizga Z-sonlarning cheklovlari va mustahkamligi bilan kurashish uchun tegishli usul kerak. Ushbu muammolarni hal qilish uchun biz ma'lumot yo'qotilishiga yo'l qo'ymaslik uchun ikkinchi komponentni aniq songa aylantirishdan ko'ra, Z-sonni bir butun sifatida ko'rib chiqamiz. 3) Z-soni reytingi ham muhim masala. Taklif etilayotgan qarorlar qabul qilish metodologiyasi ushbu muammoni samarali hal qiladi, bu olingan natijalarni mavjud usullar natijalari bilan taqqoslashdan dalolat beradi. 4) Real qaror qabul qilish muammolarida tavsiya etilgan usul oqilona va samarali natijalar berishi mumkin, chunki u ma'lumotni modellashtirish uchun Z-sonlaridan foydalanadi va har bir Z-son komponentining ahamiyatini hisobga olgan holda BPA hosil qiladi. 5) Tashxisning yakuniy natijalarini olish uchun birlashtirilgan Dempster qoidasi qo'llaniladi, bu esa tibbiy tashxisni yanada oqilona qilish imkonini beradi. Mavjud usullar bilan taqqoslaganda, tavsiya etilgan usul tibbiy tashxislashning oddiy va samarali usulini ta'minlaydi. Ushbu uslub boshqa ko'p atributli qaror muammolariga ham qo'llanilishi mumkin. Taklif etilayotgan usulning samaradorligi illyustrativ misollar va chuqur muhokamalar orqali ko'rsatib berilgan bo'lsa-da, kelajakdagi tadqiqotlarda yaxshilash mumkin bo'lgan ba'zi jihatlar mavjud. Z-sonning ikkita komponenti, ya'ni A taxminiy qiymati va B ishonchligi o'lchovi o'rtasidagi ahamiyatlilik farqi qo'shimcha o'rganishni talab qiladi. Intuitiv ravishda, bu ikki komponentning ahamiyati boshqacha bo'lishi kerak. Biroq, ularning massasini aniqlash hal qilinmagan masala bo'lib qolmoqda. Ushbu maqolada qo'shimcha ma'lumot talab qilmasdan vazn vektorini yaratish uchun o'rtacha vaznli operator ishlatiladi. Ushbu yondashuv yomon bo'lmasa-da, A va B vaznlarini yanada aqlli va ma'lumotlarga asoslangan yondashuv bilan olish uchun amaliy ehtiyoj bor. Biroq, ko'p mezonli qaror usullarida salbiy ideal qiymat ham muhim bo'lishi mumkin. Shu sababli, kelajakdagi tadqiqotlarda ijobiy va salbiy ideal havolalar bir vaqtning o'zida yanada oqilona natijalar va yaxshi ishlashga erishish uchun o'rganiladi.

1. Yang Y, Liu Q, Gao Z, Qiu X, Meng L (2015) Data fault detection in medical sensor networks. *Sensors* 15(3):6066–6090

