

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI

O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

MEXANIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

PROGRAMMALASH VA TARMOQ TEXNALOGIYALARI

KAFEDRASI

“Neyroekspert tizimlarida sinaptik vaznlarni hisoblash
va ularni izohlash” mavzusidagi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bajardi: “Amaliy matematika va informatika”
ta'lim yo'nalishi bitiruvchisi

Toshboltayev D.B. _____

Ilmiy rahbar: f.-m.f.n., dots.

Madrahximov Sh.F. _____

Bitiruv malakaviy ishi kafedradan dastlabki himoyadan o'tdi.

____sonli bayonnomasi “__” _____ 2014-yil.

Toshkent-2014

Mundarija

Kirish	3
I Bob. Sun'iy neyron to'rlari	5
1.1. Sun'iy neyron to'rlarining negizi	5
1.2. Masalaning qo'yilishi	6
1.3. Sun'iy neyron to'rlari haqida ma'lumot	7
1.4. Sun'iy neyron to'rining tuzilishi	11
1.5. Ekspert tizimi va sun'iy neyron to'rlaridan birgalikda foydalanish	18
II bob. Sun'iy intellekt tizimlari	20
2.1. Sun'iy intellekt tizimlari haqida	20
2.2. Neyron to'rlarining mantiqiy shaffofligi mezonlari	27
2.3. Neyroekspert tizimlarida sinaptik vaznlarni hisoblash	29
2.4. Programa ta'minotidan foydalanish yo'riqnomasi	33
Xulosa	37
Foydalanilgan adabiyotlar	38
Ilova	39

Kirish

Bizga ma'lumki XXI asr axborot texnika-texnologiya va telekommunikatsiya asri hisoblanadi. Kompyuter va axborot texnologiyalari jadal suratlar bilan yangilanib, rivojlanishi bilan birga kundalik turmushimizning asosiga aylanib bormoqda.

Dunyoda globallashuv jarayonlari shiddat bilan rivojlanayotgan hozirgi sharoitda hayotimizni axborot kommunikatsiya texnologiyalarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Zamonaviy kompyuter texnikasi, internet, mobil aloqa vositalari vaqtini tejashi, ixcham, qulay va tezkorligi bilan kundalik turmush tarzimizga tobora chuqur singib bormoqda. Bugun axborotlarni bir zumda tarqatish, qabul qilish va iqtisodiy sarf xarajatlarni kamaytirishda zamonaviy axborot kommunikatsiya texnologiyalari muhim o'rin tutadi.

O'zbekistonda Prezident Islom Karimov rahnamoligida amalga oshirilayotgan islohotlar mamlakat iqtisodiyotining barcha tarmoqlariga tegishlidir. Davlat rahbari tomonidan axborot kommunikatsiya texnologiyalari sektorini rivojlantirishga ham katta e'tibor qaratilmoqda. Prezidentning 2012 yil 21 martdagi «Zamonaviy axborot kommunikatsiya texnologiyalarini yanada joriy etish va rivojlantirish chora tadbirlari to'g'risida»gi PQ-1730 sonli Qarori bilan mamlakatimizda 2012-2014 yillarda O'zbekiston Respublikasida axborot kommunikatsiya texnologiyalarini yanada joriy etish va rivojlantirish dasturi amalga oshirilmoqda. Unda asosiy o'rin mamlakat telekommunikatsiya infratuzilmasini rivojlantirish, aholini axborot xizmatlari bilan yanada to'liqroq qamrab olish [1].

Katta hajmdagi berilganlardan bilimlarni ajratib olish sun'iy tafakkur sohasining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bilimlarni shakllantirish yo'llaridan biri predmet sohaning turli holatlari va ko'rinishlarini tavsiflovchi, yetarlicha katta hajmdagi tajriba ma'lumotlarini (berilganlarini) qonuniyatlarni aniqlash maqsadidagi qayta-ishlash bo'lib, uning natijalari bilimga

akslantiriladi. An'anaviy usullardagi katta hajmdagi berilganlar to'plamida tanlashni eksponensial o'sishi sababli berilganlardan bilimlarni ajratib olishning bunday usullarini kompyuterlarda amalga oshirishning imkoni yo'q. Shu sababli, to'la tanlovni cheklovchi va maqbul vaqtda natija beruvchi berilganlarni qayta-ishlashning maxsus usullarini yaratish va tadqiq qilish juda dolzarbdir. Neyron to'rlarini sintez qilishda algoritmlarning nozik tomoni bu qaror qabul qilishni tushuntirish bo'lib hisoblanadi. Bu muammoni yechish bilan ko'pchilik tadqiqotchilar shug'ullanmoqdalar. Bu maqsadda ishlatadigan usullar evristik bo'lganligi uchun ular asosida korrekt qaror qabul qilish foydalanuvchining sub'ektiv mulohazasiga bog'liq bo'ladi.

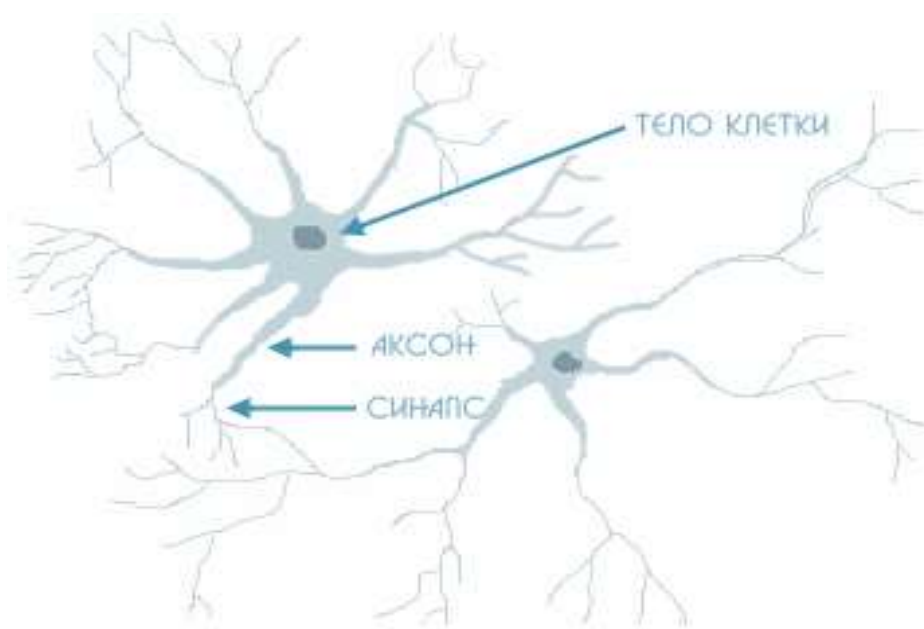
Ko'p o'lchovli chiziqsiz optimizatsiyaning an'anaviy iterativ gradient algoritmlari bilan o'rganadigan neyron to'rlari modellarining eng ko'p tarqalgani - bu ko'p qatlamli sun'iy neyron to'rlari sinfidir. Ma'lumki, ko'p qatlamli sun'iy neyron to'rlari o'rganishda iterativ algoritmlar yaqinlashuvi, o'rganiladigan berilganlarning (tanlovning) hajmiga, vaznlarning boshlang'ich qiymatiga, shuningdek, o'rganishdagi maksimal xatolarga (o'rganishning sifat mezonlariga), o'rganishdagi takrorlanishlar soniga (o'rganish vaqtining uzayishi mezonlariga) bog'liq. Shuning uchun, qo'yilgan masalani yechish uchun optimal modellarni tanlashda ularni solishtirish va qaror qabul qilishda neyron to'rlarning xususiyatlarini yetarli darajada baholashga imkoni beruvchi xususiy va umumiy mezonlar majmuasini ishlab chiqish zarur. Bilimlarni ajratib olish algoritmlarini va sifat jihatdan yangi bosqichdagi, kognitolog mutaxassislariga mo'ljallangan, neyron to'rlarining programma vositalarini yaratishga asos bo'luvchi yangi g'oyalar zarur.

I Bob. Sun'iy neyron to'rlari

1.1. Sun'iy neyron to'rlarining negizi

Sun'iy neyron to'rlarining rivojlanishida biologiyaning o'rni katta. Izlanuvchilar mavjud tarmoq konfiguratsiyasi va algoritmiga mos terminlarni qo'llagan holda aqliy faoliyat tashkilotini tasvirlashadi. Lekin ehtimol shu o'xshashlik bilan tugaydi. Bizni miyaning ishlashi haqidagi bilimlarimiz biroz chegaralangan, oriyentirlab unga taqlid qilganlar kam topilgan. Shuning uchun to'rni ishlab chiquvchilar kerakli funksiyani bajarish qobiliyatiga ega bo'lgan tuzilishni qidirishda zamonaviy biologik bilimlar doirasidan chiqishga majbur bo'lishadi [2,4].

Ishni neyronning prototiplarini ko'rib chiqishdan boshlaymiz. Neyron biologik sistemasining nerv hujayrasi hisoblanadi. U tana va uni tashqi muhit bilan bog'lovchi shoxlardan tashkil topgan. (1.1-rasm).



1.1-rasm. Biologik neyron

Qo'zg'alishni qabul qiluvchi neyron shoxlari dendrit deb nomlanadi. Qo'zg'alishga javob beruvchi neyrondagi shoxlar akson deb ataladi. Har bir neyronda bitta akson mavjud. Dendrit va aksonlar juda murakkab shoxlangan tuzulishga ega. Neyron aksonlari qo'zg'olish manbai bilan dendrit orasidagi bog'lanish joyi sinaps deb nomlanadi. Neyronning asosiy funksiyasi qo'zg'alishni dendritni aksonga uzatishdan iborat. Lekin turli dendritlardan qabul qilingan signallar, akson signallariga turli xil ta'sir ko'rsatishi mumkin. Agar qo'zg'alishning yig'indisi ba'zi umumiy xolatlar doirasida o'zgaruvchi bo'sag'aviy mohiyatga olib kelsa, neyron signalni uzatadi. Bunga zid xolatlarda aksonga signal uzatilmaydi: neyron qo'zg'alishga javob bermaydi. Bu asosiy sxemada qiyinchilik va cheklanishlar ko'p, shuningdek ko'pchilik sun'iy neyron to'rlarini shu oddiy xossalar modellashtiradi.

1.2. Masalaning qo'yilishi

Mazkur malakaviy bitiruv ishida katta hajmdagi va nominal va miqdoriy alomatlar bilan berilgan tajriba ma'lumotlari asosida vaznlarni hisoblash masalasini qaraymiz. Bizga miqdoriy va sifat ko'rsatkichi bilan alomatlar berilgan, biz ma'lumatlar asosida alomatlarning vaznlarini hisoblaymiz. Tajriba ma'lumotlaridan (tanlovdan) bilimlarni ajratib olish ya'ni, sinfga ajratganimizda qaysi alomatlar muhim ro'l o'ynashi yoki qaysi alomatlarning roli kata emasligini aniqlashdan iboratdir [3].

Malakaviy bitiruv ishida quyidagi masalalar qo'yildi:

1. Tajriba ma'lumotlarini tarkibiy tuzilishini aniqlash (alamatlar, ob'ektlar berilishi);
2. Tanlovning miqdoriy alomatlarini nominal ko'rinishga keltirish;
3. Tanlovning alomatlarini vaznlarini hisoblash

4.Yuqori punktlar uchun algoritmlar tuzish va ularni programma ko'rinishida amalga oshirish.

5.Olingan natijalarni taxlil qilish.

1.3. Sun'iy neyron to'rlari haqida ma'lumot

Sun'iy neyron to'rlari biologiyadan yuzaga kelgan, chunki ularni tashkil qiluvchi elementlarning funksional imkoniyati biologik neyronlar bajaruvchi aksariyat sodda vazifalariga o'xshashdir. Bu elementlar miya anatomiyasiga mos keluvchi (yoki mos kelmaydigan) usullar bilan birlashib tuzilmalar tashkil qiladi. Bunday yuzaki o'xshashlikka qaramasdan, sun'iy neyron to'rlari hayratlanarli darajada miyaga xos xususiyatlarni namoyon qilmoqda. Masalan, ular tajriba asosida o'rganadi, oldingi holatlarni yangi holat uchun umumlashtiradi va ortiqcha berilganlarni o'z ichiga olgan ma'lumotlardan kerakli xususiyatlarni (qonuniyatlarni) ajratib oladi.

Ikkinchi tomondan, har qanday optimistik ruhdagi mutaxassis ham yaqin kelajakda sun'iy neyron to'ri inson miyasi funksiyalarini to'liq ma'noda takrorlay oladi deb ayta olmaydi. Eng murakkab neyron to'rlari tomonidan namoyon qilinayotgan haqiqiy «tafakkur» yomg'ir chuvalchangining ongi darajasidadir va bu boradagi tashabbuslar hozirgi zamon realligi bilan chegirilishi kerak. Shu bilan birgalikda, bugungi kundagi cheklanishlar qanday bo'lishidan qat'iy nazar, sun'iy neyron to'rlar ishlashidagi hayratlanarli darajada inson miyasi bilan o'xshashliklarni inkor qilmagan holda, inson tafakkuriga chuqurroq kirib borish jarayoni muvofaqqiyatli rivojlanmoqda deb aytish mumkin.

O'rganish. Sun'iy neyron to'rlari tashqi muhitga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin. Bu holat, boshqalarga nisbatan, neyron to'rlariga bo'lgan qiziqishlarning asosiy sababchisidir. Kiruvchi signallar (ayrim hollarda talab qilingan chiquvchilar qiymatlar bilan) qabul qilgandan keyin neyron to'ri talab qilingan aks ta'sirni ta'minlash uchun o'zini moslashtiradi. Lekin neyron to'ri nimaga o'rganishi

mumkin va o'rganish qanday olib borilishi kerakligi muammosi sun'iy neyron to'rlari bo'yicha tadqiqotlar ichida eng dolzarbdir.

Umumlashtirish. O'rgangan neyron to'rlari kiruvchi signallardagi katta bo'lmagan o'zgarishlariga nisbatan u darajada ta'sirlanmasligi mumkin. Bu shovqin va xiralashish (buzilish) orqasidan obrazni ko'ra olishning ichki qobiliyati real dunyodagi obrazlarni anglash uchun juda muhimdir. Bu kompyuterga xos qat'iy aniqlikni talab qilishni cheklab o'tish imkoniyatini beradi va biz yashayotgan, takomillashmagan dunyo bilan ishlovchi tizimga yo'l ochadi. Shuni qayd qilish kerakki, sun'iy neyron to'ri umumlashtirishni kompyuter programmalari ko'rinishida yozilgan «inson tafakkuri» yordamida emas, balki o'z tuzilishidan (strukturasidan) kelib chiqqan holda avtomatik ravishda amalga oshiradi.

Abstraktlash. Ayrim sun'iy neyron to'rlari kiruvchi berilganlardan mohiyatni ajratib olish qobiliyatiga ega. Masalan, agar to'r «A» harfining buzilgan ko'rinishlari ketma-ketligida o'rgatilsa, u mukammal shakldagi harfni hosil qilishi mumkin. Qaysidir ma'noda neyron to'ri o'zi oldin «kirmagan» obrazlarni hosil qilishga o'rganishi mumkin.

Qo'llanishi. Sun'iy neyron to'rlari hisob ishlari bilan bog'liq masalalarda masalan, oylik maoshni hisoblashda qo'llash uchun yaramaydi. Lekin shunday masalalarni ko'rsatib o'tish mumkinki, ularda sun'iy neyron to'rlari muvafaqqiyatli qo'llanilmoqda va mutaxassislar uchun katta qiziqish sohalari bo'lib qolmoqda.

Obrazlarni sinflarga ajratish. Masala, alomatlar vektori orqali berilgan kiruvchi obrazni (masalan, ovoz signali yoki qo'lyozmalarni belgisini) oldindan berilgan bir yoki bir nechta sinflarga tegishligini ko'rsatishdan iborat. Bu toifa masalalarga harflarni anglash, nutqni anglash, elektrodiagramma signallarini sinflarga ajratish, qon kataklarini sinflarga ajratish masalalarini misol keltirish mumkin.

Klasterlash/kategoriyalash. Klasterlash masalalarini yechishda obrazlarni sinflarga ta'lluqligini beruvchi o'rgatuvchi tanlov bo'lmaydi. Bu hol obrazlarni «o'rgatuvchisiz» sinflarga ajratish nomi bilan ham ma'lum. Klasterlash algoritmi obrazlar o'xshashligiga asoslanadi va bir-biriga yaqin obrazlarni bir sinfga joylashtiradi. Klasterlashni bilimlarni ajratib olishda, berilganlarni zichlashtirishda va berilganlar xususiyatlarini tadqiq qilishda qo'llanilgan hollari mavjud.

Funksiyalar aproksimatsiyasi. Faraz qilaylik, $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ ko'rinishidagi o'rgatuvchi tanlov (kirish-chiqish berilganlar juftliklari) orqali «shovqin» bilan buzilgan noma'lum $F(x)$ funksiya ifodalangan bo'lsin. Aproksimatsiya masalasi noma'lum $F(x)$ funksiya bahosini topishdan iborat. Funksiya aproksimatsiyasi ko'p sondagi model qurishning injenerlik va ilmiy masalalarida qo'llaniladi.

Bashorat/prognoz. Aytaylik n ta $t_1, t_2, \dots, t_n$ vaqt momentlari ketmaligida $\{y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)\}$ diskret hisoblar berilgan bo'lsin. Masala mohiyati kelajakdagi qandaydir t_{n+1} vaqt momentidagi $y(t_{n+1})$ qiymatni oldindan aytib berishdir. Bashorat/prognoz biznesda, fan va texnikada katta ahamiyatga ega. Fond birjasida qimmatli qog'oz bahosini bashorat qilish va ob-havoni oldindan aytish bu sohaga xos masalalar hisoblanadi.

Optimallashtirish. Matematikadagi, statistikadagi, texnika, fan, meditsina va iqtisoddagi aksariyat muammolar optimallashtirish masalalaridir. Optimallashtirish algoritmining masalasi shunday yechimlar topishki, ular cheklanishlar sistemasini qanoatlantirgan holda maqsad funksiyani maksimallashtiradi yoki minimallashtiradi. Kommivoyajer masalasi (sayohatchini ma'lum bir shartlar ostida n ta shaharga borish masalasi) optimallashtirish masalalarning klassik namunasidir.

Mazmun bo'yicha adreslanuvchi xotira. Fon Neyman hisoblash modelidagi kompyuterlarda (hozirgi an'anaviy kompyuterlar) xotiraga murojaat faqat adres orqali amalga oshiriladi. Bu jarayon adreslanuvchi xotiradagi qiymatga bog'liq emas. Agar adresni aniqlashda xatolikka yo'l qo'yilgan bo'lsa, xotiradan umuman

boshqa ma'lumot olinadi. Assotsiativ xotira yoki mazmun bo'yicha adreslanuvchi xotira, faqat ko'rsatilgan mazmun bo'yicha murojaatga yo'l qo'yadi. Xotiradagi ma'lumot qisman kiruvchi berilganlar yoki qisman mazmun buzilgan murojaat bo'yicha olinishi mumkin. Assotsiativ xotira multmediyali informatsion berilgan bazasini yaratishda qo'llash juda ham samaralidir.

Boshqaruv. Quydagi $\{u(t), y(t)\}$ juftliklar orqali berilgan dinamik sistemani ko'raylik. Bu yerda $u(t)$ -kiruvchi boshqaruv ta'siri, $y(t)-t$ vaqtdagi sistemaning chiqishi. Etalon modelli boshqaruv sistemalarida boshqaruv maqsadi shunday $u(t)$ kiruvchi ta'sirni hisoblab topishki, uning ta'sirida sistema etalon tomonidan talab qilingan trayektoriya bo'yicha harakatlansin. Bunday masalalarga misol sifatida dvigatelni optimal boshqarish masalasini ko'rsatish mumkin.

Fikrlash jarayoni. Inson ongida yuz beruvchi fikrlash jarayoni juda ham murakkabdir. Inson ko'zining bitta yacheykasi 10 ms da 100 noma'lumli 500 ta chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasini yechishga ekvivalent ish bajaradi. Bu ishni GRAY-1 superkompyuteri bir necha minutda bajarishi mumkin. Agar inson ko'zi 10 mln. yacheykadan iborat ekanligini xisobga olsak, u holda inson ko'zini 1 sek.da bajaradigan ishini GRAY-1 mashinasi 100 yilda bajargan bo'lar edi. Ma'lumki inson tashqi dunyodan ma'lumotlarni beshta sezgi organlari orqali qabul qiladi va uni tahlil uchun qisqa muddatli xotiraga joylashtiradi. Xotiraning boshqa qismida esa (uzoq muddatli) belgilar va ular orasidagi bog'lanish joylashgan bo'lib, ular qisqa muddatli xotirada yangi qabul qilingan ma'lumotni tushunib olish uchun xizmat qiladi. Uzoq muddatli xotirada ma'lumotlarga murojaat qilish juda qisqa vaqtda amalga oshiriladi. Amalda ixtiyoriy ma'lumot olinib va qayta ishlanish uchun 70 ms vaqt kerak bo'lar ekan. Bunga misol sifatida qo'lni issiq narsadan tezda tortib olish, yo'l xavfi tug'ilganda shofyorning tormoz bosishi va rulni burishi kiradi.

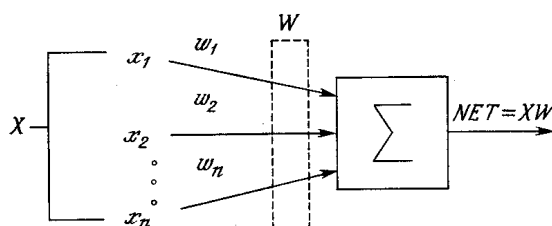
Qisqa muddatli xotiradan bitta obrazni uzoq muddatli xotiraga yozish taxminan 7 s vaqtda amalga oshar ekan. Qisqa muddatli xotiradagi barcha

ma'lumotlarni uzoq muddatli xotiraga ko'chirish uchun 15-20 minut vaqt kerak bo'ladi. Agar odam qattiq miya jarohatini olsa, uzoq muddatli xotira tiklanishi va jarohatdan oldingi 15-20 minut ichida qabul qilingan ma'lumotlar butunlay yo'qolishi mumkin.

1.4. Sun'iy neyron to'rining tuzilishi

Sun'iy neyron. Sun'iy neyron birinchi yaqinlashda biologik neyron xossalarini imitatsiya qiladi. Har bir sun'iy neyronga boshqa neyronlar chiqishi bo'lgan qandaydir signallar to'plami kiradi. Har bir kiruvchi signal sinaptik kuchga mos vaznga ko'paytiriladi va ularning yig'indisi neyronning aktivlik darajasini aniqlaydi. Bu g'oyani amalga oshiruvchi model 1.2-rasmda keltirilgan. Garchi sun'iy neyron to'rlari turli-tuman, lekin ularning barchasining asosida ushbu konfiguratsiya yotadi. Bu yerda $x_1, x_2, \dots, x_n$ bilan belgilangan kiruvchi signallar sun'iy neyronlarga kiradi. Bu kiruvchi signallar majmuasi X vektori bilan belgilanadi va ular biologik neyron sinapsisiga keluvchi signallarga mos keladi. Har bir signal o'ziga mos keluvchi $w_1, w_2, \dots, w_n$ vaznlarga ko'paytiriladi va Σ bilan belgilangan yig'uvchi blokka kelib tushadi. Har bir vazn bitta biologik sinapsis «kuchiga» mos keladi. (Vaznlar to'plami W vektori orqali belgilanadi). Biologik element tanasiga mos keluvchi yig'uvchi blok, mos vaznlariga ko'paytirilgan kiruvchi qiymatlarni algebraik tarzda yig'adi va neyron chiqishini shakllantiradi. Bu miqdor NET bilan belgilanadi. Yuqoridagi fikrlar vektor ko'rinishda quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$NET = XW.$$



1.2-rasm. Sun'iy neyron

Aktivlash funksiyalari. Keyingi qadamda NET signali, odatda F aktivlash funksiyasi orqali hisoblanib, neyronning OUT chiqish signalini hosil qiladi. Aktivlash funksiyasi oddiy chiziqli funksiya bo'lishi mumkin.

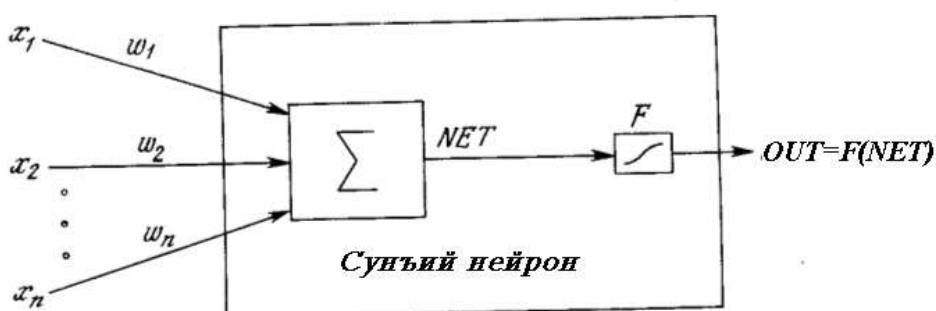
$$OUT = K(NE\!T),$$

bu yerda K – quyidagicha aniqlangan chegara funksiyasi doimiysi

$$OUT = 1, \quad \text{agar } NET > T,$$

$OUT = 0$, boshqa holatlar uchun,

bu yerda T – qandaydir chegaraviy doimiy qiymat. Aktivlash funksiyasi biologik neyron chiziqsiz o'tkazuvchanlik xususiyatini yanada to'liq ifodalovchi funksiya bo'lishi va neyron to'ri uchun keng imkoniyatlar berishi mumkin.



1.3-rasm. Aktivlash funksiyali sun'iy neyron

1.3-rasmdagi F bilan belgilangan blok NET signallarini qabul qiladi va OUT signalini chiqaradi. Agar F blok NET kattaligining o'zgarish diapazonini siqsa, ya'ni NET kattalikning har qanday qiymatida OUT qandaydir chekli oraliqqa tegishli bo'lsa, u holda F «siquvchi» funksiya deb nomlanadi. Ko'p hollarda «siquvchi» funksiya sifatida 3-rasmda ko'rsatilgan logistik yoki «sigmoidal» (S-shakldagi) funksiya ishlatiladi. Bu funksiya matematik ko'rinishi $F(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ Shunday qilib,

$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}}$$

Elektron sistemalar bilan o'xshashlik nuqtai-nazaridan aktivlash funksiyasini sun'iy neyronning chiziqsiz kuchaytirgich xossasi deb qarash mumkin. Kuchaytirgich koeffitsienti *OUT* kattaligi ortirmasini, uni keltirib chiqargan *NET* kattaligining nisbatan katta bo'lmagan ortirmasiga nisbati sifatida hisoblanadi. Katta kuchaytirish koeffitsientli logistik funksiyaning markazidagi sohalarda kichik signallarni qayta-ishlash muammosini yechilsa, musbat va manfiy chekkadagi sohalardagi pasayadigan kuchaytirgichlar esa juda katta ta'sirlarni qayta-ishlashga mos keladi. Shunday qilib, neyron kiruvchi signalning keng diapazonida katta kuchaytirgich bilan amal qiladi, ya'ni past signallar kuchaytiriladi va aksincha, katta signallar pasaytiriladi.

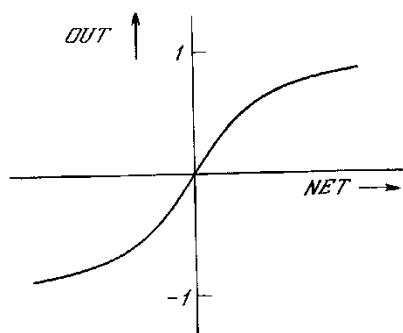
$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}} = F(NET)$$



1.4-rasm. Sigmoidal logistik funksiya

Boshqa keng qo'llaniladigan aktivlash funksiyalardan biri giperbolik tangens. Shakli bo'yicha u logistik funksiyaga o'xshash va biologlar tomonidan nerv katagining aktivlashuvining matematik modeli sifatida ishlatiladi. Sun'iy neyron to'ring aktivlash funksiyasi ko'rinishida u quyidagicha yoziladi:

$$OUT = th(x).$$

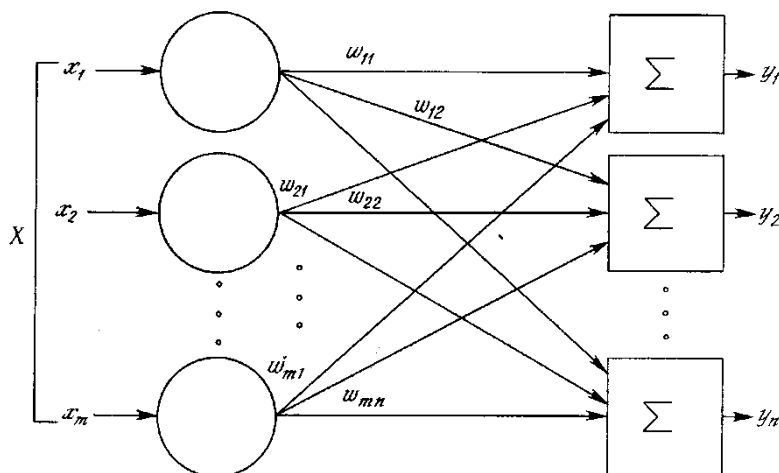


1.5-rasm. Giperbolik tangens funksiyasi

Giberbolik tangens funksiyasi logistik funksiyalardek S shaklidagi funksiyadir, lekin u koordinata boshiga nisbatan simmetrik va $NET = 0$ nuqtada OUT chiquvchi signal qiymati nolga teng (1.5-rasm). Logistik funksiyadan farqli ravishda giperbolik tangens turli ishoradagi qiymatlarni qabul qiladi va bu hol bir qator to'rlar uchun qo'l keladi. Sodda sun'iy neyron modeli biologik neyronning ayrim xossalari inkor qiladi. Masalan, u sistema dinamikasiga ta'sir qiluvchi vaqt bo'yicha to'xtashlarni inobatga olmaydi. Kiruvchi signallar darhol chiquvchi signallarni yuzaga keltiradi. Va, juda muhim bo'lgan chastotali modulyatsiya funksiyasi ta'siri yoki biologik neyronning sinxronlashtiruvchi funksiyasi hisobga olinmaydi, garchi bu xossalarni bir qator tadqiqotchilar hal qiluvchi deb hisoblashadi. Bu cheklanishlarga qaramasdan, bunday neyronlardan hosil bo'lgan neyronlar biologik sistemani eslatuvchi ko'p xossalarni namoyon qiladi.

Qatlamli neyron to'rlari. Garchi bitta neyron oddiy anglash protsedurasini ham amalga oshira olmaydi, lekin bir qancha neyronlarni neyron to'riga birlashtirishda neyron hisoblarning kuchi yuzaga keladi. Neyron guruhi qatlam hosil qiluvchi sodda neyron to'ri 1.6-rasmda ko'rsatilgan. Izohlab o'tish kerakki, chap tomondagi qirra-aylanalar faqat kiruvchi signallarni taqsimlash uchun xizmat qiladi. Ular birorta hisoblash amallarini bajarmaydi va shu sababli qatlam hisoblanmaydi. Hisoblash amallarini bajaruvchi neyronlar to'rtburchaklar bilan belgilangan. X kiruvchi to'plamdagi har bir element alohida vazn bilan har bir

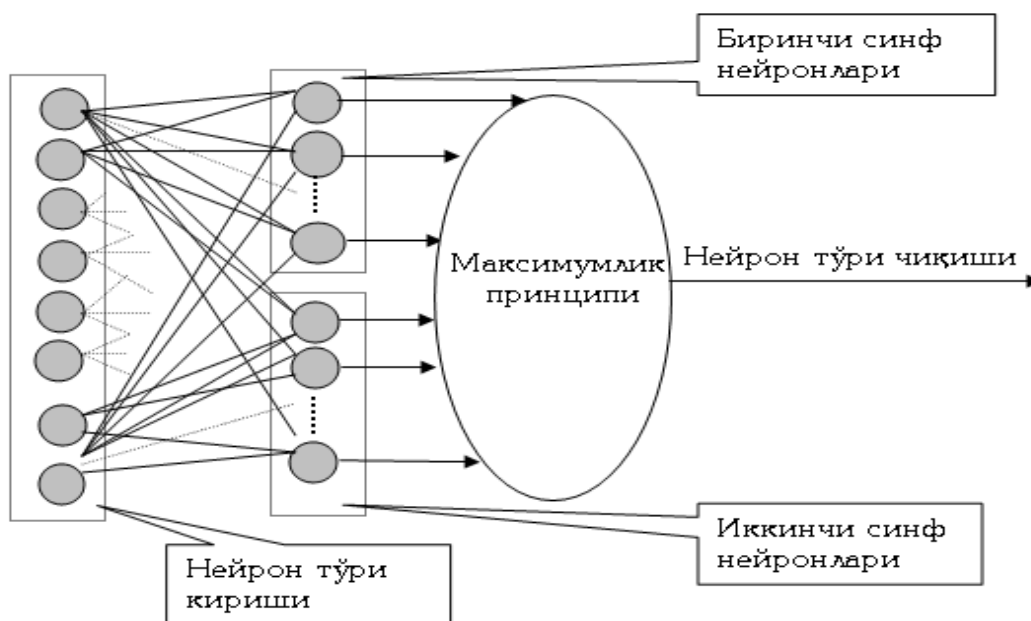
neyron bilan bog'langan. O'z navbatida har bir neyron kiruvchi qiymatlar «sozlangan» yig'indisini chiqaradi.



1.6-rasm. Bir qatlamli neyron to'ri.

Vaznlarni W matritsa elementlari sifatida qarash o'ng'aydir. Matritsa m satr va n ustunga ega bo'lib, m –kirishlar soni, n –neyronlar soni. Masalan, $w_{i,j}$ – bu uchinchi kirishni ikkinchi neyron bilan bog'lovchi vazndir. Shunday qilib, komponentalari neyronlarning *OUT* bo'lgan chiquvchi N vektorni hisoblashni matritsali ko'paytma $N = XW$ sifatida keltirish mumkin, N va X –satr-vektorlar.

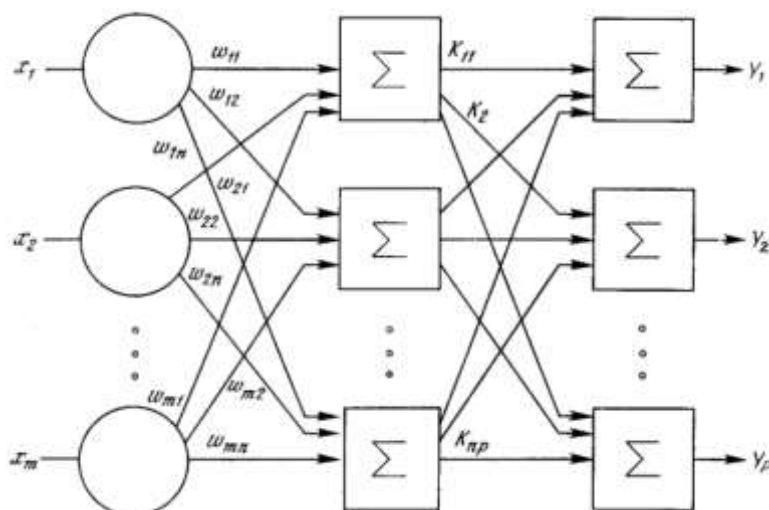
Bir qatlamli neyron to'rlari masala yechimi sifatida «g'olib barchasiga ega» prinsipi keng qo'llaniladi. Bu prinsip mohiyati quyidagicha: kiruvchi X uchun birinchi qatlamdagi qaysi neyron maksimum (minimum) qiymat qabul qilsa, o'sha neyron qayta-ishlanayotgan ob'ektni o'ziga «tortgan» hisoblanadi. Mazkur neyronning barcha xossalari ayni shu ob'ektga ham tegishli bo'ladi, masalan qatlam neyronlari sinflar vakillari sifatida qaralsa, o'ziga tortgan neyron (ob'ekt) qaysi sinfga tegishli bo'lsa, noma'lum (yangi) ob'ekt ham shu sinfga tegishli bo'ladi va hakoza. Maksimumlik prinsipi bo'yicha amal qiladigan bir qatlamli sun'iy neyron to'ri 1.7-rasmda keltirilgan.



1.7-rasm. Maksimumlik prinsipida amal qiluvchi bir

qatlamli sun'iy neyron to'ri

Hajm jihatdan katta va murakkab neyron to'rlari, odatda, mos ravishda katta hisoblash imkoniyatlariga ega. Garchi neyronning juda ko'p tuzilishlari yaratilgan bo'lsa ham ko'p qatlamli neyron to'rlari miyaning ayrim qatlamli bo'laklarini nusxasidir. Bunday to'rlar bir qatlamli neyronlarga nisbatan o'rganish sig'imi kengroq hisoblanadi va hozirda uch qatlamli to'rlarni o'rgatish algoritmlarining bir qancha turlari yaratilgan. Shu o'rinda, qayd etib o'tish zarurki, hozirda soha olimlari tomonidan bir va ko'p qatlamli neyron to'rlarining o'zaro ekvivalentligi matematik tarzda isbot qilingan.



1.8-rasm. Ikki qatlamli neyron to'ri.

Ko'p qatlamli neyron to'rlari qatlamlar kaskadi bilan hosil bo'lishi mumkin. Bir qatlam chiqishi keyingi qatlam uchun kirish bo'ladi. Bunday neyron turi 1.8-rasmda keltirilgan.

Teskari bog'lanishli to'rlar. Yuqorida ko'rilgan to'rlarda teskari bog'lanishlar yo'q edi, ya'ni qandaydir qatlamning chiqishidan chiqib, xuddi shu qatlam yoki oldingi qatlamlar kirishiga boruvchi bog'lanishlar yo'q edi. Bunday to'rlar to'g'ri tarqaluvchi to'rlar sinfini tashkil qiladi va ular katta qiziqish uyg'otadi va juda keng ravishda qo'llaniladi. Chiqishlarida kirishlariga bog'lanish bo'lgan to'rlar teskari bog'lanishli to'rlar deyiladi. Teskari bog'lanishlari bo'lmagan to'rlarda xotira yo'q, ularning chiqishi faqat ayni paytdagi kirishlar va vaznlar bilan aniqlanadi. Ayrim ko'rinishdagi teskari bog'lanishli neyron to'rlarida chiqish qiymatlari kirishga qaytariladi, oqibatda chiqish ayni paytdagi kirish va oldingi chiqish bilan aniqlanadi. Shu sababli teskari bog'lanishli to'rlar inson miyasining qisqa muddatli xotirasi xossalariga o'xshash xossalarga ega bo'ladi. To'r chiqishlari qisman oldingi kirishlarga bog'liq bo'ladi.

1.5. Ekspert tizimi va sun'iy neyron to'rlaridan birgalikda foydalanish

Ma'lumki ekspert tizimlarining kuchi birinchi o'rinda undagi bilimlarning qanchalik to'liqligi va, ikkinchi o'rinda qo'llanilayotgan mantiqiy xulosa mexanizmiga bog'liq bo'ladi.

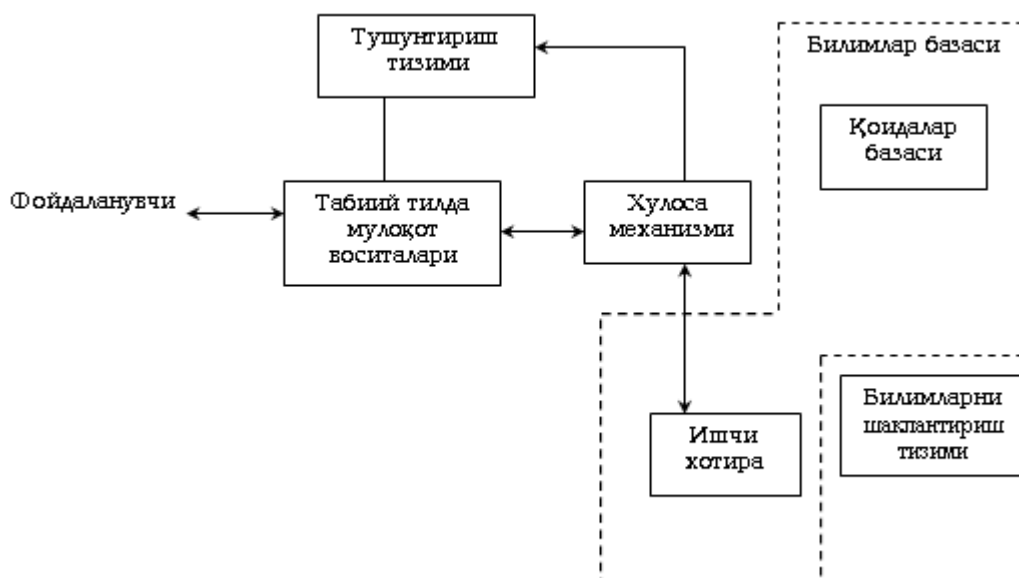
An'anaviy ekspert tizimlarining asosiy kamchiliklari shundan iboratki, ularda bilimlar bazasi statikdir, ya'ni ekspert tomonidan kiritilgan bilimlar o'zgarmaydi. Bilimlar bazasini o'zgartirish faqat tashqi ta'sir ekspert tomonidan amalga oshirilishi mumkin. Bundan tashqari bilimlar bazasida tasvirlangan bilimlar qay darajada predmet sohadagi qonuniyatlarni adekvat aks ettirishi ham ma'lum bir muammodir. Chunki predmet sohadagi bilimlarni tasvirlashda ma'lum cheklanishlar qo'llaniladiki, oxir oqibatda tasvirlangan bilimlar yuzaki va to'liq bo'lmay qoladi. Bu holga, boshqa tomondan bilimlarni tasvirlash modelini tasvirlash imkoniyatini cheklanganligi ham asosiy sabab hisoblanadi. Sun'iy neyron to'rlarida yechilayotgan masalaning ichki qonuniyatlari to'ring vaznlarida to'liq o'z ifodasini topadi va aytish mumkinki sun'iy neyron to'rlari klassik ekspert tizimlariga nisbatan predmet sohaga nisbatan adekvat bilimlarni hosil qiladi. Lekin, bu bilimlarni oshkor ko'rish imkoni yo'q. [5]

Ekspert tizimlari va sun'iy neyron to'rlarini birgalikda ishlatish hisobiga bu tizimlardagi kamchiliklar bartaraf qilingan neyroekspert tizimini yaratish mumkin. Neyroekspert tizimini yana bir afzalligi shundaki unda bilimlar bazasini faqat ekspert tomonidan to'ldirilmasdan, matematik asoslangan holda neyron to'ri orqali to'ldirish mumkin.

Tajriba ma'lumotlaridan (o'rgatuvchi tanlovdan) ajratib olingan (avtomat ravishda yoki foydalanuvchi ishtirokida) bilimlar neyroekspert tizimining bilimlar bazasini tashkil qiladi va ular ma'lum ramziy shaklda (modelda) ifodalanadi. Ramziy model sifatida yuqorida keltirilgan produksiya modelini ko'rishimiz mumkin. Bu modelda barcha bilimlar «AGAR <shart> U HOLDA <xulosa>» qoidalar to'plami ko'rinishida beriladi.

Neyroekspert sistemasining mahsuliy qoidalardan tashkil topgan bilimlar bazasi predmet soha mutaxassisining tavsifiy bo'limlaridan ifodalaydi.

Bilimlar bazasini shakllantirishda tajriba tanlovining lokal-optimal qoplamalarining va ob'ekt alomatlarining xossalarinidan olingan bilimlardan (qoidalardan) tashqari neyron to'ridagi har bir neyrondan ham ma'lum bir xususiyatlarni o'zida tasvirlashi mumkin. Ma'lumki, har bir neyron alomatlar fazosidagi o'zi qaror qabul qiladigan qandaydir sohani aniqlaydi. Neyron to'ringing ishlashidagi «g'olib barchasiga ega» qoidasiga ko'ra ob'ektning biror sinfga tegishligi aniq bir neyronning tortish doirasi orqali aniqlanadi. Demak, bu neyronni o'rganish orqali ayrim xossalarni (bilimlarni) keltirib chiqarish va ularni bilimlar bazasiga kiritish mumkin.



1.9-rasm.Ekspert sistamasining ishlash prinsipi.

Bilimlar neyroekspert tizimi tomonidan qabul qilinadigan qarorlarini izohlash, xulosa jarayonini optimallashtirish, yechim qabul qilish jarayonini «shaffof» qilish imkoniyatlarini beradi va shu orqali sistema samaradorligini oshiradi.

II bob. Sun'iy intellekt tizimlari

2.1. Sun'iy intellekt tizimlari haqida

Kompyuter texnologiyalarining mukammallashuvi va jamiyatning deyarli barcha sohalariga kirib borishi natijasida gigant hajmda har xil toifali berilganlar bazalari (BB) uzluksiz o'smoqda. Shu bilan birgalikda, bu astronomik hajmdagi “xom” berilganlardan “yashirin bilimlar”ni kashf qiladigan usullarga talab ortmoqda. Chunki, an'anaviy BB uchun yaratilgan maxsus so'rov tillari (masalan, relyatsion BB uchun SQL so'rov tili) yordamida “yashirin bilimlar”ni olib bo'lmaydi. Odatda, “yashirin bilimlar” deganda quyidagilar tushuniladi:

- ilgari noma'lum bo'lgan, yangi bilimlar bo'lishi;
- bevosita ko'rib bo'lmaydigan bilimlar (masalan, berilganlarni bevosita vizual tahlili yoki oddiy statistik tavsiflarni hisoblash uchun);
- amaliyot uchun foydali, ya'ni tadqiqotchi yoki iste'molchi uchun qiymatga ega bo'lgan bilimlar;
- osonlik bilan izohlash mumkin bo'lgan, ya'ni, fan sohasida terminlar orqali qiyinchiliksiz tushuntiriladigan bilimlar bo'lishi shart.

Bu talablar Data Mining (DM) usullari mohiyatini va DM texnologiyalari BB boshqarish tizimlari, statistik tahlil usullari va sun'iy intellekt usullari bilan qanday ko'rinishda, qanday munosabatda foydalanishini aniqlab beradi.

DM usullari yordamida kashf qilingan bilimlarni model ko'rinishida ifodalish qabul qilingan. Bunday modellarga assotsiativ qoidalar, qarorlar daraxtlari, klasterlar, matematik funksiyalar kiradi. Bu kabi modellarni qurish usullari sun'iy intellekt sohasida ko'riladi.

DM usullari orqali yechiladigan masalalar tavsiflovchi va prognoz qiluvchilarga ajraladi. Tavsiflovchi masalalarda eng asosiysi bu mavjud bo'lgan yashirin qonuniyatlarga yaqqol tavsif berish bo'lsa, prognoz qiluvchi masalalarda

esa, tanlovda berilganlarga asoslanib kelajakdagi hodisalarni prognoz qilishdir. Tavsiflovchi masalalarga quyidagilar kiradi:

- assotsiativ qoida yoki obrazlarni izlash;
- ob'ektlarni guruhlash, klasterli tahlil;
- regression modellarni qurish;

Prognoz qiluvchi masalalarga:

- ob'ektlarni klassifikatsiya qilish (oldindan berilgan klasslar uchun);
- regression tahlil, vaqtli qatorlar tahlili masalalari kiradi.

DM usullari bilan masalaning yechilishi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Gipotezani shakllantirish;
2. Berilganlarni yig'ish;
3. Berilganlarni tayyorlash (filtrlash);
4. Modellarni tanlash;
5. Modellar parametrlari va o'rgatish algoritmini tanlash;
6. Modelni o'rgatish (modelning qolgan parametrlarini avtomatik izlash);
7. O'rgatish sifati tahlili, agar qoniqarsiz bo'lsa 5- yoki 4- bosqichga qaytish;
8. Aniqlangan qonuniyatni tahlil qilish, agar, talabga javob bermasa 1,4 yoki 5-bosqichga qaytish.

DM texnologiyalarida quyidagi muammolar uchraydi:

Gigant hajmli berilganlar. Berilganlar ichida kerakli natija uchun hissa qo'shmaydiganlari ham bo'lishi mumkin. Bu holatda berilganlar bilan ishlash katta resurs talab qiladi.

Xato o'lchangan berilganlar. DM usullarida ko'zlangan maqsadga yetish berilganlarni qanchalik aniq va ishonchli bo'lishiga bog'liq. Berilganlarni o'lchashdagi xatoliklar natijaga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

O'lchanmagan berilganlar. Qandaydir sabablar bilan berilganlardagi ayrim alomatlar o'lchanmasdan qolishi mumkin (masalan, be'morni barcha tahlilga puli yetmasligi mumkin yoki o'lchash asbobi buzilib qolishi mumkin va hakoza).

Har xil toifali berilganlar. Real hayotda ob'ektlarning alomatlari har xil toifali (miqdoriy, nominal, binar va tartibli) bo'ladi va ular bilan ishlash o'ziga yarasha muammolar yaratadi.

Informativ alomatlarni tanlash. Tanlovdagi ob'ektlar alomatlarining ichida bir birini takrorlaydiganlari yoki olinadigan natijaga ta'sir ko'rsatmaydiganlari uchrashi mumkin. Bunday informativ bo'lmagan alomatlarni tanlovdan chiqarib tashlash model sifatini oshiradi va berilganlarni qayta ishlashda resurslarni tejashiga olib keladi. Ammo, alomatlarni saralash masalasining murakkabligi kombinatorli xarakterga ega. Shuning uchun, alomatlarni tanlashda to'liq saralashni (perebor) kamaytiradigan usullarni topish DMning zamonaviy muammolaridan hisoblanadi.

Latent alomatlarni topish. Latent alomatlar bu tanlovda mavjud alomatlardan ma'lum kombinatsiya natijasida hosil qilinadigan yashirin alomatlardir. Tanlovdagi alomatlar har doim qaror qabul qilish uchun yetarli bo'lmasligi mumkin, shunday vaziyatda latent alomatlar yordamida yangi alomatlar fazosi quriladi va masala yechiladi. Informativ bo'lgan latent alomatlarni topish muammosi to'liq yechim topmagan.

Etalon ob'ektlarni topish. Har xil toifali gigant hajmli tanlovlar bilan ishlashda tanlovni to'liq qoplaydigan va minimal sondagi etalon ob'ektlarni topish.

DM texnologiyalari inson faoliyatining deyarli barcha sohalariga tez suratda kirib bormoqda. Dastlab, bank ishi, sug'urta, elektron tijorat va elektron

marketingda qo'llanila boshlagan bo'lsa, hozirgi kunga kelib sanoat, moliyaviy tahlil, veb resurs va matn tahlili, davlat sektori, biologiya, genetika, meditsina va tabiiy fanlar kabi boshqa sohalarda ham foydalanilmoqda. Ijtimoiy tarmoqlar tahlili, terrorizmga qarshi kurash va mobil tarmoq tahlili, birja, seysmologiya sohalarda samarali natijalar bermoqda. Shuning uchun, dunyoning ilg'or mamlakatlari DM texnologiyalarini rivojlantirishga katta mablag' va mutaxassislarni jalb qilmoqda.

Bilimlarga asoslangan sistemalar tuzilishi. Bilimlarga asoslangan sistemalar misol-produksion sistemalar. Produksion sistema uchta tashkil etuvchini o'z ichiga oladi: qoidalar bazasi, ishchi xotira va xulosa mexanizmi. Bularga qo'shimcha sifatida foydalanuvchi bilan intellektual muloqatni amalga oshirish uchun bilimlarni o'zlashtirish sistemasi, tabiiy tilda muloqot vositalari va tushuntirish qism sistemalari kiradi. Qoidalarni saqlash uchun xotira. (qoidalar bazasi) Agar siz usta tomonidan avtomobilni nosoz joyini aniqlashda bajariladigan amallarni kuzatsangiz, ustaning ma'lum bir strategiya yoki evristikalardan foydalanishini ko'rasiz.

Avtomobil nosozligini anglagan usta, avtomobilning nosozligi bor qismini topishga xarakat qiladi (bu elektr bilan ta'minlash sistemasi, sovitish, yonilg'i uzatish qismlari). Ustani xarakatini kuzatar ekanmiz, biz uni doim qandaydir qoidalariga amal qilayotganligini va qoida sharti bajarilganda uning xulosa qismida oraliq natijalar olinib va ular navbatida keyingi qoidalar uchun shart vazifasini o'taydi.

Masalan, bunday xulosa zanjiri quyidagi bo'lishi mumkin.

AGAR dvigatel o't olmasa VA dvigatel starteri ishlamasa

U HOLDA starterni elektr ta'minlash sistemasida nosozlik mavjud.

AGAR dvigatel o't olmasa VA dvigatel starteri ishlamasa

U HOLDA yonilg'i uzatish sistemasida nosozlik bor.

AGAR yonilg'i uzatish sistemasida nosozlik bor VA yonilg'i darajasi ko'rsatishi nolda bo'lsa XULOSA gaz kamerasi bo'sh AGAR starterning elektr ta'minlash sistemasida nosozlik bor VA akkumulyator kontaktlari buzilgan XULOSA akkumulyator xato ulangan.

Bunday qoidalar "AGAR U HOLDA" shaklidagi qoidalar deyiladi va produksiya qoidalari deb nomladi. Qoida antetsedent shart qismidan va konsekvant-xulosa qismidan iborat bo'ladi.

Har bir shart atribut va uning qiymatidan iborat bo'ladi.

Atribut	Qiymat
Dvigatel	O't olmayapti
Dvigatel starteri	Ishlamaydi
Starter elektr ta'minlash sistemasi	Nosoz

Ishchi xotira (berilganlar bazasi). Bilimlarga asoslangan sistemalarning boshqa muxim bo'laklaridan biri ishchi xotiradir. Bu xotirada ayni paytdagi xolatni tavsiflovchi faktlar va shu vaqtdan aniqlangan atribut qiymatlar saqlanadi. Vaqt o'tishi bilan ishchi xotira tarkibi o'zgaradi, qoidalar bazasidagi qoidalarining ishlashi natijasida ishchi xotira tarkibi kengaya boradi. Yuqoridagi misolni ko'radigan bo'lsak boshlang'ich paytda ishchi xotirada faqat «dvigatel ishlamayapti», «dvigatel starteri ishlamayapti» faktlarigina bor edi. Qoidalar ishlashi natijasida unga yangi fakt «starter elektr ta'minlash sistemasi nosoz» fakti kiritiladi. Yangi faktorlarni ishchi xotiraga kelib qo'shilishi ishchi xotiraning qismini tashkil qiladi. Ishchi xotiraga qo'shilayotgan yangi faktlar qoidalarini mavjud faktlarga qo'llashdan xosil bo'ladi.

Bilimlar bazasi qoidalar va ishchi xotira tarkibidan iborat bo'ladi. Umuman olganda ishchi xotira vaqt o'tishi bilan kamayib boradi. Lekin ayrim hollarda ishchi xotira kamayishi ham mumkin.

Masalan kompaniya kapital mablag'ining perspektiv rejasini tuzish sistemalarida, foydalanuvchi istagiga muvofiq ishchi xotirada ayrim faktlar olib tashlanishi mumkin. Bu faktlar bilan birgalikda shu faktlardan hosil bo'lgan faktlar ham olib tashlanadi.

Xulosa mazmuni (qoidalar interpretatori). Xulosa mexanizmi ikkita funksiyani bajaradi: birinchidan, ishchi xotiradan faktlarni va qoidalarni qurib chiqib, mumkin bo'lsa ishchi xotiraga yangi faktlarni qo'shish; ikkinchidan qoidalarni kuzatish va tanlash tartibini aniqlash. Bu mexanizm maslahat jarayonini boshqaradi va foydalanuvchiga hosil bo'lgan xulosalar xaqida ma'lumot beradi, ishchi xotirada berilganlar yetishmasa kerak ma'lumotni so'raydi.

Ayrim sistemalarda to'g'ri xulosa usulidan foydalaniladi. Ishchi xotiradan faktlardan xulosaga. Boshqa sistemalarda teskari xulosa usulidan foydalaniladi qoida xulosalari ketma-ket qaraladi, toki ishchi xotirada yoki foydalanuvchi tomonidan shu xulosani tasdiqlaydigan faktlar aniqlanmaguncha.

Ko'pchilik sistemalarda xulosa mexanizmi xajmi jixatidan katta bo'lmagan programma orqali amalga oshiriladi. Kompyuter xotirasining asosiy qismmini qoidalar tashkil kiladi.

Yuqorida aytib o'tgandek xulosa mexanizmi ikkita komponentadan iborat bo'ladi: biri xulosaning o'zini amalga oshirsa, ikkinchisi bu jarayonni boshqaradi.

Xulosa komponentasi. Bu komponenta modus ponens xulosa qoidalarini qo'llashdan iborat. Modus ponens qoidasining mazmuni quyidagicha: «Agar A muloxaza rost bo'lsa va «AGAR A U HOLDA B» qoida mavjud bo'lsa, u xolda B muloxaza rostdir. Qoidaning ishlashi uchun qoidani shart qismini qanoatlantiruvchi faktlar tashishi kerak,u xolda qoida xulosasi rost bo'ladi.

Garchi bu mexanizmni kompyuterda amalga oshirish oson bo'lsa xam, inson ongi bu mexanizmni ancha samarali bajaradi.

Xulosa komponentasining asosiy xususiyatlaridan biri uning ma'lumot yetishmovchiligida xam amal qilishidir. Masalan, avtomobil nosozligini aniqlashda akkumulyator kontaktlari buzilganligi xaqidagi fakti ishchi xotirada bo'lmasligi mumkin. Bu xolda xulosa komponenta o'zini qanday tutishi kerak, bu faktni foydalanuvchidan so'rash xam mumkin, ikkinchi yo'l xulosa mexanizmi xulosani davom ettirib yetishmagan ma'lumotni xosil qilishi kerak. Bu xulosa aniq bo'lmasligi mumkin, lekin xar qanday bo'lganda xam mexanizm o'z ishini to'xtatmasligi kerak.

Boshqaruv komponentasi. Bu komponenta qoidalarini qo'llanish tartibini aniqlaydi, xamda ayni paytda o'zgartiriladigan faktlar bor yo'qligini aniqlaydi.

Boshqaruv komponenta 4 ta funksiyani bajaradi

1. Moslashtirish, qoida namunasi mavjud faktlar bilan moslashtiriladi.
2. Tanlash, agar ayni paytda qoidalarini bir nechta qo'llanishi mumkin bo'lsa, u xolda ular ichida berilgan kriteriyaga juda xam mos keluvchisi tanlanadi (konfliktni yechish)
3. Amalga oshirish, agar qoida namunasi faktlarga mos kelsa, bu qoida ishlab ketadi.
4. Xarakat ishchi xotirasi bajarilgan qoida xulosasiga mos ravishda o'zgartiriladi. Agar qoida xulolasida qandaydir ishni bajarish ko'rsatilgan bo'lsa, u programma tomonidan bajariladi.

Produksiyalar interpretatori siklik ravishda ishlaydi. Xar bir siklda barcha qoidalar qarab chiqiladi va ular ichida qoida sharti shu momentdagi faktlar bilan mos keladimi yo'qligini tekshiradi. Interpretator qoidalarini qo'llanish tartibini

aniqlaydi. Qoida tanlangandan keyin qoida xulosasi ishchi xotiraga kiritiladi va sikl qaytadan boshlanadi.

2.2. Neyron to'rlarining mantiqiy shaffofligi mezonlari

Mantiqiy shaffof to'r tushunchasi bu tuzilishi bo'yicha masalaning yechish algoritmini foydalanuvchiga oson tushuntirib berishga imkon beruvchi neyron to'ri hisoblanadi.

Mantiqiy shaffoflikning tayanch mezonlariga minimal konfiguratsiyali neyron to'rlarini sintez qilish jarayoni javob beradi deb hisoblash mumkin. Shuningdek, bu holda mantiqiy shaffoflik mezonlari neyron to'rlarining programma ta'minoti va texnik amalga oshirishning nisbatan sodda mezonlari bilan mos keladi. Bir qatlamli neyron to'rlarida har qanday takrorlashlarning yo'qligi, kirish signallarini oldindan chiziqsiz qayta ishlash vositalarining mavjudligi intuitiv qaror qabul qilish jarayonini modellashtirishni yengillashtiradi. Neyron to'rlarining mantiqiy shaffofligining mezonlari:

1. Neyron to'rlarida qatlamlar soni qancha kam bo'lsa, uning mantiqiy shaffoflik darajasi yuqori bo'ladi. Bu yerda mantiqiy shaffoflik quyidagicha tushintiriladi, ya'ni kirishdan chiqishgacha bo'lgan signallarning o'tish yo'llarida neyronlar qancha kam bo'lsa, shunchalik mantiqiy shaffof bo'ladi. Bunga dalil sifatida fikrlashlar zanjiri uzunligi qanchalik kam bo'lsa, tushunib olish shunchalik oson bo'lishini misol qilib keltirish mumkin. Minimal konfiguratsiyali neyron to'rlari yordamida sintez qilish, bir qatlamli neyron to'rlari hosil bo'ladi bu mezonning bajarilishini kafolatlaydi.

2. Neyronga keladigan signallar sonini kamaytirish. Psixologlar ma'lumotiga ko'ra, inson chegaralangan darajadagi alomatlarga tayangan holda fikr yuritadi. Alomatlarining mumkin bo'lgan kombinatsiyalari soni juda katta bo'lgan holda inson qaror qilishida ishtirok etadigan olomatlar soni 2 yoki 3 alomatlar bilan cheklanadi. Minimal konfiguratsiyali neyron to'rlarini sintez qilishda sinflarga

ajratish va tashhis masalalarida alomatlarning masala yechishdagi hissalarining darajalari bo'yicha informativ alomatlarni ajratib olish uchun maxsus usullarni qo'llanishida ifodalanadi.

3. Neyron to'rlarida har bir qatlamida neyronlar sonini kamaytirish va sinapslarning umumiy sonini kamaytirish mezonlari o'rgatuvchi tanlovning etalon ob'ektlar bilan minimal qoplamasini qurish orqali optimallashtiriladi. Bundan tashqari neyron to'rlarini soddalashtirish jarayoni informativ latent (oshkor o'lchash imkoniyati yo'q) alomatlar kombinatsiyasini hisoblash va tanlash orqali ham amalga oshiriladi. Chiziqsizlikka, kirish signallarni ularning neyron to'rlariga kirishigacha qayta ishlash orqali erishiladi va u inson tomonidan qo'llaniladigan intuitiv qaror qabul qilishni modellashtirishning quyidagi usullari bilan amalga oshiriladi:

a) latent (oshkor o'lchash imkoniyati yo'q) alomatlarning informativ to'plamini aniqlash;

b) o'zaro bog'liq bo'lmagan alomatlarning informativ to'plamini aniqlash.

4. To'rning sozlanadigan parametrlarining qiymatlarini ajratilgan yakuniy qiymatlar majmuasiga keltirish zarur. Neyron to'rlarining bu mezonni quyidagicha amalga oshiriladi:

a) miqdoriy va sifat alomatlarining sinaptik vaznlari o'rtasida tekislashni ta'minlovchi koeffitsientni hisoblash ;

b) miqdoriy alomatlar qiymatlarini $[0,1]$ intervalga keltirish orqali normallashtirish;

v) sifat alomatlarining tushirib qoldirilgan qiymatlari uchun sinaptik vaznlarini hisoblash.

Minimal konfiguratsiyali neyron to'rlarini sintez qilishga asoslangan yangi mezonlar sifatida quyidagilarni keltiramiz.

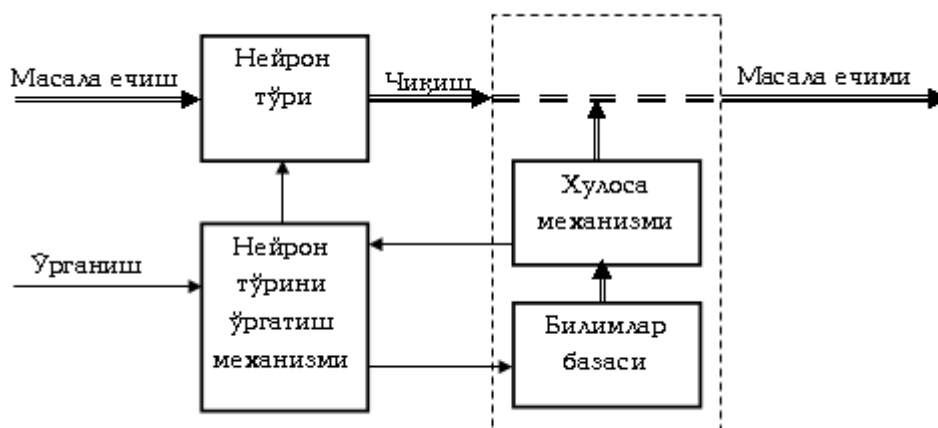
1. Kesishmaydigan sinflar ob'ektlarining chiziqli qobiqlari o'rtasidagi masofa o'zgarmas kattalikka intiladi. Miqdoriy alomatlarining o'lchov birligini fiksirlangan deb olamiz. Bu holda kesishmaydigan sinflar ob'ektlarining chiziqli qobig'i o'rtasidagi masofa va ular konfiguratsiyasi, o'rganiladigan ob'ektlar soni o'sishi bilan turg'unlanishi kerak bo'ladi. Bundan kelib chiqadiki, o'rganilayotgan ob'ektlar minimal qoplamasidagi ob'ekt - etalonlar soni o'zgarmas kattalikka intiladi.
2. Neyron to'rlarini sintez qilishda o'rganilayotgan ob'ektlarni korrekt anglashni o'zaro bog'liqmas alomatlarining minimal to'plami ta'minlaydi. Nazariy jihatdan o'zaro bog'liqmas alomatlarining minimal to'plami, alomatlar fazosidan har qanday alomat ifodalanadigan bazis sifatida qaraladi.
3. Neyron to'rlarini sintez qilishda o'rgatuvchi m ob'ektlar va qoplamadagi etalonlar soni uchun o'rinli. Neyron to'rlarining «ko'rmagan» ob'ektlar uchun umumlashtirish imkoniyati, bu neyron to'rlarining muhim xossalardan biridir. Bu xossaning bajarilishi neyron to'rlarini sintez qilishning asosiy sharti hisoblanadi. Har bir neyron (etalon) umumlashtiradigan ob'ektlar soni cheksizlikka intilishi kerak.

Neyron to'rlarining mantiqiy shaffofligi murakkab tizimlardagi o'z-o'zini boshqarish va integratsiya jarayonlarining qonuniyatlari qaraladigan ilmiy yo'nalish sifatida yuzaga kelgan sinergetika fani g'oyalari bilan muvofiqlashadi.

2.3. Neyroekspert tizimlarida sinaptik vaznlarni hisoblash

O'rganuvchi neyron to'ri yordamida bilimlarni ajratib olish bashorat qilish, obrazlarni anglash masalalarida qaror qabul qilish jarayonini tushuntirish shaklida ifodalanadi. Bunday tushuntirishga misol tariqasida konkret masalalani yechishga zarur bo'lgan neyron to'ri tuzilishi va undagi neyronlar soni aniqlashni keltirishimiz mumkin.

Ob'ektni tavsiflovchi alomatlar to'plamiga ma'lum bir cheklanishlar kiritish orqali neyronlarning soni va ularning sinaptik vaznlarini hisoblashning aniq usullaridan foydalanish imkoniyatini mavjudligi malum. Mahsuliy qoidalardan tashkil topgan bilimlar bazasi va sun'iy neyron to'riga ega neuroekspert sistemasining tuzilishi va ishlash prinsipi 2.1-rasmda keltirilgan.



2.1-rasm. Neuroekspert sistemasining ishlash prinsipi.

Qatlamdagi neyronlar har bir sinf etalon ob'ektlaridan tashkil topadi. Neyron to'ri prinsipi bo'yicha amal qiladi, ya'ni aniqlanishi zarur bo'lgan ob'ekt berilganlari neyron to'ri kirishiga uzatilganda qatlamdagi qaysi neyron maksimal qiymat qabul qilsa, ob'ekt shu neyron sinfiga tegishli hisoblanadi.

Bir qatlamli neyron to'rining minimal konfiguratsiyasini izlash o'rgatuvchi tanlovni etalon ob'ektlarning minimal qoplamalarini qurish ko'rinishida amalga oshirilgan.

O'rgatuvchi tanlovni minimal qoplamalarini qurishning mohiyati quyidagicha. O'rgatuvchi tanlovni ifodalovchi m ta ob'ektlar to'plami o'zaro kesishmaydigan l ta $K_1, \dots, K_l$ sinflarning vakillaridan iborat. Har bir ob'ekt n alomat yordamida tavsiflangan bo'lib, ularning r tasi sonli (miqdoriy), $(0 \leq r \leq n)$, $(n - r)$ - nominaldir (sifat ko'rsatgichlar).

Ob'ekt tavsifidagi miqdoriy va sifat alomatlar nomerlari mos ravishda to'plamlari bilan berilgan bo'lsin va $S_i \in E_0(S_i = (x_{j1}, \dots, x_{jn}))$ ob'ekt tanlov etaloni bo'lsin. Bu yerda x_{ji} - j - ob'ektni tavsiflovchi i - alomat.

I va J mos ravishda berilgan obektlarni tavsifidagi miqdoriy va sifat alomatlarining sonlari to'plami bo'lsin.

Berilgan $|I| + |J| = n$ ob'ektlarni tavsiflash miqdoriy va nominal (sifat) alomatlar uchun $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ alomatlarining nomerlarini I, J orqali belgilab olamiz.

$x_j, j \in I$ alomatning tartiblangan qiymatlar to'plami ikkita $[c_1, c_2](c_2, c_3]$ oraliqqa ajratiladi va ularning har biri nominal alomatning gradatsiyasi sifatida qaraladi. c_2 chegarani aniqlash kriteriyasi ikki oraliqning har biri bir sinfga tegishli ob'ektlarning miqdoriy alomatlari qiymatlaridan tashkil topadi degan gipoteza (tasdiq) ga asoslanadi. [4]

$u_i^1, u_i^2 - K_i, i = 1, 2$ klassning mos holda $[c_1, c_2](c_2, c_3]$ oraliqdagi $x_j, j \in I$ alomatlari qiymatlari bo'lsin., $p - x_j$ ning $c_1 = r_{j1}, c_2 = r_{jp}, c_3 = r_{jm}$ o'raliqlardagi chegaralarini aniqlovchi E_0 ga tegishli $r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jm}$ qiymatlari ketma ketligining o'sish tartibidagi nomeri. Quyidagi kriteriya

$$\left(\frac{\sum_{i=1}^2 u_i^1 (u_i^1 - 1) + u_i^2 (u_i^2 - 1)}{\sum_{i=1}^2 |K_i| (|K_i| - 1)} \right) \left(\frac{\sum_{d=1}^2 \sum_{i=1}^2 u_i^d (|K_{3-d}| - u_{3-i}^d)}{2|K_1||K_2|} \right) \rightarrow \max \quad (1)$$

$[c_1, c_2], (c_2, c_3]$ oraliqlar orasidagi optimal chegarani aniqlash imkonini beradi va undan nominal o'lchov shkalasida miqdoriy alomatning gradatsiyasini aniqlash uchun foydalaniladi. (1) ning chap tomonidagi qavs ichidagi ifoda klasslar ichidagi o'xshashlikni, o'ng tomondagisi esa klasslar orasidagi farqlarni bildiradi.

w_i - (1) kriteriyaning i – alomatining ($i \in I$) optimal qiymati bo'lsin. c_1^i, c_2^i, c_3^i bu qiymatlarga mos keluvchi bo'linish oraliqlarining chegaralari. Keyinchalik w_i ni i alomatning vazni sifatida qaraymiz.

Turli tipdagi alomatlar sohasi sifatida tavsiflangan ob'ektlar uchun qo'shimcha ravishda nominal alomatlarining vaznlarini va ularning gradatsiyalarini aniqlash talab etiladi.

Nominal alomatlar vaznlari qiymatlarini hisoblash nominal va miqdoriy alomatlar farqlanishlarining bir xil xususiyatli ekanligi haqidagi tasdiqlashga asoslangan, ya'ni ob'ektlarni miqdoriy alomatlari bo'yicha farqlanishi, ularning nominal alomatlari bo'yicha farqlanishiga mos keladi deb hisoblanadi. Shunga ko'ra vaznlarning chegaraviy qiymatlari sifat alomatlari uchun umumiy bo'lib, quyidagicha hisoblanadi:

Nominal alomatlar vaznlari qiymatlarini hisoblash nominal va miqdoriy alomatlar farqlanishlarining bir xil xususiyatli ekanligiga haqidagi tasdiqlashga asoslangan, ya'ni ob'ektlarni miqdoriy alomatlari bo'yicha farqlanishi, ularning nominal alomatlari bo'yicha farqlanishiga mos keladi deb hisoblanadi. Shunga ko'ra [6]

$$\lambda_{\max} = \sum_{t=1}^l |K_t| (|K_t| - 1),$$

$$\beta_{\max} = \sum_{t=1}^l |K_t| (m - |K_t|)$$

Bu yerda $\lambda_{\max}, \beta_{\max}$ -mos ravishda ob'ektlarning nominal alomatlarini sinflar ichida va sinflar to'ldiruvchisi (tashqarisidagi) ustma-ust tushish mumkinligining maksimal sonlari. Bu qiymatlar yordamida har bir nominal alomatning vazni quyidagicha hisoblanadi:

$$w_{jc} = \left(\frac{\lambda_c}{\lambda_{\max}} \right) \left(\frac{\beta_c}{\beta_{\max}} \right)$$

Bu yerda λ_c, β_c - mos holda c alomatning sinfinda va sinf tashqarisida o'zaro ustma-ust tushishlar sonlari.

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^l \sum_{t=1}^p g_{ic}^t (g_{ic}^t - 1),$$

$$\beta_c = \sum_{i=1}^l \sum_{t=1}^p \begin{cases} g_{ic}^t (|CK_i| - b_{ic}^t), & g_{ic}^t \neq 0 \\ b_{ic}^t |K_t|, & g_{ic}^t = 0, \end{cases}$$

Bu yerda g_{ic}^t c alomatning K_i sinfdagi t – gradatsiyasiyalar soni, b_{ic}^t esa c alomatning K_i sinf tashqarisidagi t – gradatsiyasiyalar soni.

Qo'llanishi. Sun'iy neyron to'rlari hisob ishlari bilan bog'liq masalalarda masalan, oylik maoshni hisoblashda qo'llash uchun yaramaydi. Lekin shunday masalalarni ko'rsatib o'tish mumkinki, ularda sun'iy neyron to'rlari muvafaqqiyatli qo'llanilmoqda va mutahassislar uchun kata qiziqish sohalari bo'lib qolmoqda.

Tibbiy tashhis. Tashhis sistemalari inson organizmi faoliyatini buzilishi va uning sabablari orasida bog'lanishni aniqlashda qo'llaniladi.

2.4. Programa ta'minotidan foydalanish yo'riqnomasi

Programma tuzilishi. Tajriba ma'lumotlaridan bilimlarni ajratib oluvchi programma Windows 7 operatsion sistemasidan foydalanilgan, C++ tilida dastur yozilgan [5,6]. Bajariluvchi programmaning nomi Vazn.exe.

Ishlatilishi. Vazn.exe fayli ishga tushiriladi va quyidagi forma hosil bo'ladi:

[illegible]

So'ngra miqdoriy va nominal alomatlar bilan berilgan obyektlar txt fayli ko'rsatiladi.

Vazn hisoblash

Faylni tanlang

Asosiy sinfni tanlang

Alomat soni Nominal

Obyektlar Miqdoriy

So'ngra, asosiy sinf sifatida sinf nomi kiritiladi Edit maydonga va VAZN tugmasi bosiladi.

Vaznlarni hisoblash

☒ bitta alomat bo'yicha

☐ barcha alomat bo'yicha

Alomatlar roli

Ushbu alomat bo'yicha sinflarga ajratildi

Nasliy_kasallik

So'ngra programma ishlashi

natijasida miqdoriy alomatlar nominal ko'rinishga o'tkaziladi va har bir alomat bo'yicha vazn hisoblanadi.

Alomatlar	Kasallik_holati	Jinsi	Kasb_kasalligi	Nasliy_kasallik
Kasallik_holati		0,243	0,253	0,247
Jinsi	0,223		0,224	0,204
Yoshi	0,205	0,282	0,206	0,203
Kasallik_staji	0,196	0,160	0,202	0,241
Diagnoz_muddati	0,130	0,181	0,134	0,134
Kasb_kasalligi	0,253	0,244		0,243
Nasliy_kasallik	0,240	0,217	0,237	
Aspiringa_aks_ta'siri	0,210	0,185	0,209	0,205
Garmonga_bog'liqlik	0,496	0,254	0,243	0,244
O'tkir_respurativ_kasallik	0,247	0,264	0,244	0,248
Kas_kuch_sababi_asabga_bog'	0,173	0,141	0,178	0,244
Davolashni_to'xtatish	0,157	0,089	0,087	0,094
Kasallik_kuchayishi_jismoniy_zo'riqish	0,041	0,023	0,040	0,025

Ushbu alomatlarni sinfga ajratishda roli kata emas.

Ushbu alomatlar sinfga ajratishda muhim rol o'ynamaydi

Diagnostika_muddati
 Kas_kuch_sababi_asabga_bog'
 Davolashni_to'xtatish
 Kasallik_kuchayishi_jismoniy_zo'riqish
 Havo_alamashish
 NPVPni_qabul_qilish

Ushbu alomatlarni sinfga ajratishda roli katta

Ushbu alomatlar sinfga ajratishda roli katta

Garmonga_bog'liqlik
 O'tkir_respürativ_kasallik
 Allergenlar_bilan_kontakt
 O'tkir_respürativ_kasallik

Hisoblash ishlari yakunlangandan so'ng Ishni yakunlash tugmasi orqali programmadan chiqishimiz mumkin.

Vaznlarni hisoblash

☒ bitta alomat bo'yicha

☐ barcha alomat bo'yicha

Vazn

Ishni yakunlash

Xulosa

Sun'iy tafakkur fanining bosh masalalaridan biri birorta sun'iy qurilmalarda insonning fikrlash faoliyatini amalga oshirishdir. Bu boradi turli xil intellektual tizimlar qiyin programmalari, ekspert tizimlari, obrazlarni anglash tizimlarini va nihoyat sun'iy neyron to'rlariga asoslangan programma tizimlarini misol keltirish mumkin. Bular ichida oshkor bilimlar bilan ishlaydigan ekspert tizimlari hisoblanadi. Ularda maxsus bilimlar bazasi va mantiqiy xulosa mexanizmlari mavjud va ular ekspertlar tomonidan shakllantirilgan bilimlar asosida «fikir» yuritadi va xulosa chiqaradi. Lekin bunday tizimlarning asosiy kamchiliklari shundaki, ularda bilimlar tashqarida ekspert-inson tomonidan sub'ektiv bilimlar kiritiladi va bilimlar bazasi yopiq hisoblanadi. Natijada ekspert tizimlari fiksirlangan bilimga ega bo'lib, ishlash jarayonida bilimlar o'zgarmaydi, ular yangi sharoitga moslasha olmaydi va ayni shu sababga ko'ra ekspert tizimlar keng taraqqiy etmadi.

Bu muammolarni yechish yo'llaridan biri tajriba ma'lumotlardan matematik asoslangan ravishda bilimlarni (qonuniyatlarni) avtomatik ravishda ajratib olishdir.

Mazkur malakaviy bitiruv ishida nominal va miqdoriy alomatlar bilan berilgan tajriba ma'lumotlariga mos vaznlarni hisoblash masalasi ko'rildi va turli xil alomat bo'yicha sinflarga ajratib ularning vaznlari hisobladim. So'ngra ma'lum bir sinflarga ajratishda qaysi alomatlar ning roli katta bo'lishini aniqladim. Bizga berilgan "Nafas yo'llari" tanlovi asosida sinfga ajratganimizda quyidagi alomatlar Gormonga bog'liqligi, O'tkir respurativ kasallik, Allergenlar bilan kontakt, alomatlari muhim rol o'ynashi ma'lum bo'ldi. Quyidagi alomatlar esa Davolashni to'xtatish, Diagnostika muddati, Kasallikning kuchayishini sababi asabga bog'liqlik alomatlari muhim rol o'ynamasligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Axborot texnologiyalar sohasida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish to'g'risida O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori. Xalq so'zi (2005-y 3-iyun)
2. Игнатьев Н.А. К. вопросу построения эффективных нейронных сетей для данных, описываемых разнотипными признаками. Вычислительные технологии. - Новосибирск, № 5, 2001, 34 - 38.
3. Игнатьев Н. А. К вопросу построения эффективных нейронных сетей для данных, описываемых разнотипными признаками // Вычислительные технологии. - Новосибирск, 2001. - Т. 6, № 5. - С. 34 - 38
4. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере.- Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1996. 276 с.
5. Игнатьев Н. А. , Мадрахимов Ш. Ф. Экспертная система над множеством алгоритмов синтеза нейронных сетей // Труды Республиканской

конференции «Проблемы алгоритмического программирования», Ташкент, 2000, С. 4.

6. Культин Н.Б. С++Builder в задачах и примерах.-СПб.: БХВ-Петербург, 2005.-336с.

Ilova

Dasturning boshlang'ich matni

```
//-----  
  
#include<iostream.h>  
  
#include <vcl.h>  
  
#pragma hdrstop  
  
#include<stdio.h>  
  
#include "Unit1.h"  
  
//-----  
  
#pragma package(smart_init)
```

```
#pragma resource "*.dfm"
```

```
TForm1 *Form1;
```

```
//-----
```

```
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
```

```
    : TForm(Owner)
```

```
{
```

```
}
```

```
//-----
```

```
struct ALOMAT
```

```
{
```

```
    int**Grad_sinfda;
```

```
    int**Grad_tashqari;
```

```
};
```

```
class VAZN
```

```
{ public:
```

```
    int
```

```
vazn_hisobla(TStringGrid*SG1,TEdit*Ed1,TOpenDialog*TO,TMemo*TM,TEdit
*Ed2,TEdit*Ed3,TEdit*Ed4,TEdit*Ed5,TEdit*Ed6,TMemo*TM2,TMemo*TM3);
```

```
    ALOMAT *alomat;
```

```
};
```

```

VAZN vz;

int
VAZN::vazn_hisobla(TStringGrid*SG1,TEdit*Ed1,TOpenDialog*TO,TMemo*TM,TEdit*Ed2,TEdit*Ed3,TEdit*Ed4,TEdit*Ed5,TEdit*Ed6,TMemo*TM2,TMemo*TM3)
{
    FILE*nominal;

    int i,n,k,j, l,z,m,s,pp,ff,rr,sf_soni=1,f,tt,r,v,K12,d,P;

    int nom_soni=0,miq_soni=0;

    float c_max;

    rr=StrToInt(Ed1->Text)-1;


    String ss;

    ss=TO->FileName;

    nominal=fopen(ss.c_str(),"rt+");

    rewind(nominal);

    fscanf(nominal,"%i",&n);

    fscanf(nominal,"%i",&m);

    alomat=new ALOMAT[n];

    int **a=new int*[n];

    for(i=0;i<n;i++)

    a[i]=new int[m];

```

```
int **Q=new int*[n];
```

```
for(i=0;i<n;i++)
```

```
Q[i]=new int[m];
```

```
String *ALOMAT_NOMI=new String[n];
```

```
int oraliq;
```

```
int **u=new int*[n];
```

```
for(i=0;i<n;i++)
```

```
u[i]=new int[m];
```

```
int*b=new int[m];
```

```
int*sinf=new int[m];
```

```
int*lambda=new int[n];
```

```
int*beta=new int[n];
```

```
float*max=new float[m];
```

```
int*CK=new int[n];
```

```
int*K=new int[n];
```

```
int*alomat_turi=new int[n];
```

```
int*saralash=new int[m];
```

```
int lambda_max=0;
```

```
int beta_max=0;
```

```
String*vazn=new String[n];
```

```
SG1->ColCount=3;
```

```
SG1->RowCount=n;
```

```
int**alomat_grad=new int*[m];
```

```
for(i=0;i<m;i++)
```

```
alomat_grad[i]=new int[n];
```

```
int*alomat_grad_soni=new int[n];
```

```
for(i=0;i<n-1;i++)
```

```
alomat_grad_soni[i]=0;
```

```
sinf[1]=1;
```

```
sinf[2]=2;
```

```
char al_nom[15];
```

```
for(i=0;i<n;i++)
```

```
{
```

```
fscanf(nominal,"%s",&al_nom);
```

```
ALOMAT_NOMI[i]=al_nom;
```

```
}
```

```
for(i=0;i<n;i++)
```

```
{
```

```
fscanf(nominal,"%i",&j);
```

```
alomat_turi[i]=j;
```

```
}
```

```
for(i=0;i<n;i++)
```

```
{
```

```
if(alomat_turi[i]==0)
```

```
nom_soni++;
```

```
else miq_soni++;
```

```
}
```

```
Ed3->Text=StrToInt(n);
```

```
Ed4->Text=StrToInt(nom_soni);
```

```
Ed5->Text=StrToInt(miq_soni);
```

```
Ed6->Text=StrToInt(m);
```

```
i=0;j=-1;
```

```
while(!feof(nominal))
```

```
{
```

```
if(i%n==0)

{j++;k=0;}

fscanf(nominal,"%i",&ff);

a[k][j]=ff;

i++;

k++;

}

fclose(nominal);
```

```
for(i=1;i<=2;i++)

{   CK[i]=0;

K[i]=0;

for(j=0;j<m;j++)

if(sinf[i]!=a[rr][j])

CK[i]++;

else   K[i]++;

}
```

```

for(l=0;l<n;l++)

if(alomat_turi[l]==1)

{

for(i=0;i<m;i++)

saralash[i]=a[l][i];

for(i=n;i>0;i--)

for(j=0;j<n-1;j++)

if(saralash[j]>saralash[j+1])

{

int c;

c=saralash[j];

saralash[j]=saralash[j+1];

saralash[j+1]=c;

}

for(f=1,tt=0;f<=m-2;f++,tt++)

{

for(i=1;i<=2;i++)

{

u[i][1]=0;

u[i][2]=0;

```

```

for(k=0;k<m;k++)

{

if(saralash[f]>=a[l][k]&&a[rr][k]==sinf[i])

u[i][1]++;

if(saralash[f]<a[l][k]&&a[rr][k]==sinf[i])

u[i][2]++;


}

}

for(r=1,s=0,P=0,K12=0;r<=2;r++)

{

s+=u[r][1]*(u[r][1]-1)+u[r][2]*(u[r][2]-1);

K12+=K[r]*(K[r]-1);

}

for(r=1;r<=2;r++)

for(v=1;v<=2;v++)

P+=u[r][v]*(K[3-r]-u[r][3-v]);

max[tt]=(s*P)/(2*K12*K[1]*K[2]);


}

c_max=max[0];

```

```

oraliq=saralash[1];

for(k=1;k<=tt;k++)

if(c_max<max[k])

{

c_max=max[k];

oraliq=saralash[k];

}

for(i=0;i<m;i++)

if(oraliq>=a[l][i])

a[l][i]=1;

else

a[l][i]=2;

}


FILE*g=fopen("miqdoriy.txt","wt+");

rewind(g);

fprintf(g,"%i",n);

fprintf(g," ");


fprintf(g,"%i",m);

fprintf(g," ");

```

```
fprintf(g, "\n");

for(i=0; i<m; i++)
{
    for(j=0; j<n; j++)
    {
        d=a[j][i];

        fprintf(g, "%i", d);

        fprintf(g, " ");
    }

    fprintf(g, "\n");
}

fclose(g);

g=fopen("miqdoriy.txt", "rt+");

rewind(g);

fscanf(g, "%i", &n);

fscanf(g, "%i", &m);

i=0; j=-1;

while(!feof(g))
{
```

```
if(i%n==0) {j++;k=-1;}
```

```
if(i%n==rr)
```

```
{
```

```
    fscanf(g,"%i",&ff);
```

```
    b[j]=ff;
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
    k++;
```

```
    fscanf(g,"%i",&ff);
```

```
    Q[k][j]=ff;
```

```
}
```

```
    i++;
```

```
};
```

```
fclose(g);
```

```
for(i=1;i<m;i++)
```

```
{
```

```
    s=0;
```

```

    sinf[0]=b[0];

    for(k=0;k<i;k++)

    if(b[i]!=b[k])

    s++;

    if(s==k)

    {

    sf_soni++;

    sinf[sf_soni-1]=b[i];

    }

    }

for(i=0;i<n-1;i++)

{

    alomat_grad[i][0]=a[i][0];

    pp=1;

    for(j=1;j<m;j++)

    {

    bool t=true;

    for(k=0;k<j;k++)

    if(a[i][j]==a[i][k])

```

```

t=false;

if(t&& k!=0)

{

    alomat_grad[i][pp]=a[i][j];

    pp++;

}

}

alomat_grad_soni[i]=pp;

}

for(i=0;i<n-1;i++)

{

    alomat[i].Grad_sinfda=new int*[sf_soni];

    for (int snf=0; snf<sf_soni; snf++)

    {

        alomat[i].Grad_sinfda[snf] = new int[alomat_grad_soni[i]];

        for(int grad=0; grad<alomat_grad_soni[i];grad++)

            alomat[i].Grad_sinfda[snf][grad]=0;

    }

}

for(i=0;i<n-1;i++)

```

```

{

alamat[i].Grad_tashqari=new int*[sf_soni];

for (int snf=0; snf<sf_soni; snf++)

{

alamat[i].Grad_tashqari[snf] = new int[alamat_grad_soni[i]];

for(int grad=0; grad<alamat_grad_soni[i];grad++)

alamat[i].Grad_tashqari[snf][grad]=0;

}

}

for(i=0;i<n-1;i++)

beta[i]=0;


for(i=0;i<n-1;i++)

{

for(j=0;j<sf_soni;j++)

for(k=0;k<alamat_grad_soni[i];k++)

for(z=0;z<m;z++)

if(sinf[j]==b[z]&&alamat_grad[i][k]==Q[i][z])

alamat[i].Grad_sinfda[j][k]++;

}

for(i=0;i<n-1;i++)

```

```

{

for(j=0;j<sf_soni;j++)

for(k=0;k<alomat_grad_soni[i];k++)

for(z=0;z<m;z++)

if(sinf[j]!=b[z]&&alomat_grad[i][k]==Q[i][z]) //shu qator

alomat[i].Grad_tashqari[j][k]++;

}


for(i=0;i<sf_soni;i++)

{

CK[i]=0;

K[i]=0;

for(j=0;j<m;j++)

if(sinf[i]!=b[j])

CK[i]++;

else

K[i]++;

}


for(i=0;i<n-1;i++)

```

```

{
for(j=0;j<sf_soni;j++)

for(k=0;k<alomat_grad_soni[i];k++)

if(alomat[i].Grad_sinfda[j][k]!=0)

{

beta[i]+=alomat[i].Grad_sinfda[j][k]*(CK[j]-alomat[i].Grad_tashqari[j][k]);

}

else

beta[i]+=alomat[i].Grad_tashqari[j][k]*K[j];

}


for(i=0;i<n-1;i++)

lambda[i]=0;


for(i=0;i<n-1;i++)

for(j=0;j<sf_soni;j++)

for(k=0;k<alomat_grad_soni[i];k++)

lambda[i]+=alomat[i].Grad_sinfda[j][k]*(alomat[i].Grad_sinfda[j][k]-1);


for(i=0;i<sf_soni;i++)

lambda_max+=K[i]*(K[i]-1);

```

```

for(i=0;i<sf_soni;i++)

beta_max+=K[i]*(m-K[i]);


float yy=(float)(lambda_max*beta_max);


for(i=0;i<n-1;i++)

{

float xx=(float)(lambda[i]*beta[i]);

String kk=FloatToStr(xx*1./yy);

if(StrToFloat(kk)>=0&&StrToFloat(kk)<0.2)

SG1->Cells[2][i+1]="yomon";

if(StrToFloat(kk)>=0.2&&StrToFloat(kk)<0.6)

SG1->Cells[2][i+1]="yaxshi";

if(StrToFloat(kk)>=0.6)

SG1->Cells[2][i+1]="alo";


vazn[i]=kk.SubString(0,5);

SG1->Cells[1][i+1]=vazn[i];

}

```

```

TM->Clear();

TM2->Clear();

TM3->Clear();

for(i=0,k=0;i<n;i++)

if(i!=rr)

{

SG1->Cells[0][k+1]=ALOMAT_NOMI[i];

k++;

}

String hh=ALOMAT_NOMI[rr];

TM->Lines->Add(hh);


for(i=0,k=0;i<n;i++,k++)

{

if(i==rr)

k++;

if(vazn[i]>=0&&vazn[i]<=0.2)

TM3->Lines->Add(ALOMAT_NOMI[k]);

if(vazn[i]>=0.4)

TM2->Lines->Add(ALOMAT_NOMI[k]);

```

```
}
```

```
}
```

```
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
```

```
{
```

```
vz.vazn_hisobla(StringGrid1,Edit2,OpenDialog1,Memo1,Edit1,Edit3,Edit4,Edit5,  
Edit6,Memo2,Memo3);
```

```
}
```

```
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
```

```
{
```

```
Form1->Close();
```

```
}
```

```
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
```

```
{
```

```
if(!OpenDialog1->Execute())
```

```
return;
```

```
String ss;
```

```
ss=OpenDialog1->FileName;
```

```
Edit1->Text=ss;
```

```
}
```

```
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
```

```
{
```

```
StringGrid1->Cells[0][0]="Alomatlar";
```

```
StringGrid1->Cells[1][0]="Vazn";
```

```
StringGrid1->Cells[2][0]="Holati";
```

```
}
```

```
//-----
```