

NEYRON TO‘RLARIDA SINAPTİK VAZNLARNI HISOBLASH

Bozorov G‘iyosiddin Sa‘dullayevich

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali

Axborot tizimlari va

texnologiyalari kafedrası dotsenti

bozorovgiyosiddin@gmail.com

Mixliyev Ramazon Razzoq o‘g‘li

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali

Axborot tizimlari va

texnologiyalari kafedrası assistenti

ramazonmixliyev@gmail.com

Annatsiya: Ushbu maqolada sun‘iy neyron to‘rlarining ishlash tamoyillari, ularning arxitekturaviy tuzilishi hamda sinaptik vaznlarni hisoblash va optimallashtirish jarayonlari chuqur tahlil qilingan. Neyron to‘rlarining biologik asoslari va ularning soddalashtirilgan modeli sifatida sun‘iy tizimlarda qo‘llanilishi yoritilib, turli arxitekturalar — to‘g‘ri tarqalishli va rekurrent, statik va dinamik to‘rlarning o‘ziga xos jihatlari bayon etilgan.

Maqolada neyronlarning o‘zaro bog‘lanish mexanizmlari, faollashtirish funksiyalarining ahamiyati hamda o‘rganish algoritmlarining (o‘qituvchili, o‘qituvchisiz va aralash) sinaptik vaznlarni shakllantirishdagi ro‘li asoslab berilgan. Shuningdek, neyron to‘rlarning umumlashtirish qobiliyati, overfitting muammosi va uni bartaraf etish usullari ham ko‘rib chiqilgan.

Tadqiqot davomida neyron to‘rlar yordamida klassifikatsiya, signallarni qayta ishlash, tasvirlarni tahlil qilish va funksiyalarni approksimatsiyalash kabi masalalarni samarali yechish imkoniyatlari ochib berilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, sinaptik vaznlarni to‘g‘ri hisoblash va tarmoq arxitekturasini optimal tanlash sun‘iy neyron to‘rlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit soʻzlar: sunʼiy neyron toʻrlari, sinaptik vaznlar, oʻrganish algoritmlari, faollashtirish funksiyasi, koʻp qatlamli neyron toʻr, toʻgʻri tarqalishli toʻr, rekkurent neyron toʻr, statik va dinamik toʻrlar, tarmoq arxitekturasi, sunʼiy intellekt.

Tirik mavjudotlar ichida eng oliysi boʻlgan inson har qadamda anglash, oʻrganish va qaror qabul qilishga duch keladi. Neyrotoʻrli yoʻnalish nisbatan murakkab masalalarni miya qay tarzda yechishi va uning tamoyillarini avtomatik qurilmalarda qanday amalga oshirilishini tushunishga harakatdan paydo boʻldi. Hozircha *sunʼiy neyron toʻrlari (artificial neural networks, ANN)* tabiiy neyron toʻrlarning imkon doirasida soddalashtirilgan eng oxirgi koʻrinishidir. Inson va boshqa jonivorlarning nerv tizimi zamonaviy texnologiyalar yordamida yaratish mumkin boʻlgan qurilmalardan ancha murakkabdir. Shunday boʻlsa-da, nerv tizimlarining umumiy tamoyillaridan foydalanib koʻpgina amaliy masalalarni muvaffaqiyatli echishga erishilmoqda.

Sunʼiy neyron toʻrlari (SNT) – sunʼiy neyronlar birlashuvi bilan yuzaga kelgan, biologik nerv toʻrini juda ham soddalashtirilgan koʻrinishidir. Bu oʻrinda soddalashtirish darajasi neyronlar va ular oʻrtasidagi bogʻlanishlarning beqiyos murakkabligi bilan belgilanadi. Biologik nerv tizimlarida har bir neyron xossalari va funksiyalari toʻplamiga ega boʻlib, ular ichida miyaning kommunikatsion tizimini tashkil qiluvchi nerv tolalari boʻyicha elektroximik signallarni qabul qilish, ishlov berish va uzatish funksiyalari noyob hisoblanadi.

Sunʼiy neyron toʻrlari oʻz arxitekturasi bilan ajralib turadi: neyronlar oʻrtasidagi bogʻlanishlar tuzilmasi, qatlamlar soni, neyronlarni faollashtirish funksiyalari, oʻrganish algoritmlari. Bu nuqtayi nazardan mashhur SNT ichidan statistik, dinamik toʻrlar va *fuzzy*-tuzilmalar; bir yoki koʻp qatlamli toʻrlarni ajratib koʻrsatish mumkin.

Toʻrlardagi hisoblash jarayonlarning farqlanishi, qisman neyronlarning oʻzaro bogʻlanish usullaridan kelib chiqadi, shu sababli toʻrlarning quyidagi turlarini ajratishadi:

- toʻgʻri tarqalish toʻrlari (*feedforward*) – signal toʻr boʻyicha faqat bitta yoʻnalish oʻtadi: kirishdan chiqishga;
- teskari bogʻlanishli toʻrlari (*feedforward / feedback*);

- yonlanma bog‘lanishli to‘rlar (*laterally connected*);
- gibridd to‘rlar.

Umuman olganda, bog‘lanishlar tuzilmasi bo‘yicha SNT ikkita sinfga guruhlanishi mumkin:

- 1) to‘g‘ri tarqalishli to‘rlar – tuzilmada teskari bog‘lanishlar yo‘q;
- 2) rekkurent to‘rlar – teskari bog‘lanishli.

To‘rlarning birinchi sinfida eng mashhur va ko‘p ishlatiladigan sun‘iy neyronlari qatlamli joylashgan ko‘p qatlamli to‘rlari hisoblanadi.

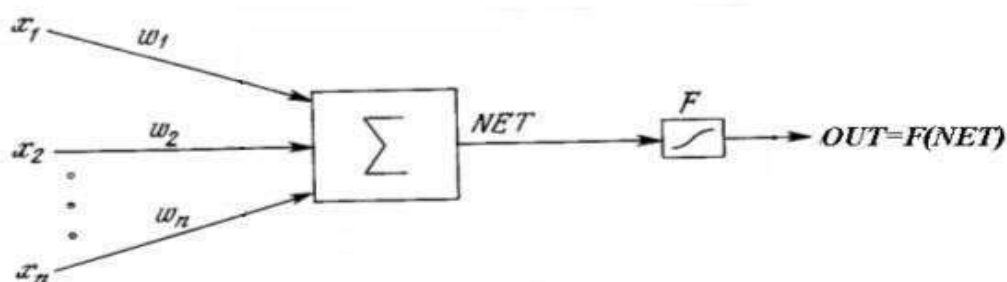
Qatlamlar o‘rtasidagi bog‘lanishlar – bir yo‘nalishda va aksariyat hollarda har bir neyron chiqishi keyingi qatlamdagi barcha neyronlarning kirishi bilan bog‘langan bo‘ladi. Bunday to‘rlar “*statik to‘rlar*” deyiladi, chunki o‘z tuzilmasida teskari bog‘lanishlarga va dinamik elementlarga ega emas, to‘r chiqishi esa faqat kirish sifatida berilgan to‘plamga bog‘liq bo‘ladi, to‘rning oldingi holatlariga bog‘liq emas. Statik to‘rlardan farqli ravishda ikkinchi sinfidagi to‘g‘ri tarqalishli to‘rlarga “*dinamik to‘rlar*” deyiladi. Ularda teskari bog‘lanishning mavjudligi tufayli har bir vaqt momentidagi holat oldingi holatga bog‘liq bo‘ladi.

Yechilishida SNT ishlatiladigan masalalarni 4 toifaga bo‘lish mumkin:

- anglash va klassifikatsiya (klaster tahlil, masalan, belgili berilganlarni va nutqni anglash, elektrokardiogrammani, qon kataklarini va boshqa berilganlarni sinflarga ajratish; klasterli tahlilda o‘lchov berilganlarini guruhlash va ichki xususiyatlari bilan bir-biriga juda ham o‘xshash bo‘lgan berilganlarni bitta sinf ostilariga (klasterlarga) guruhlash amallari bajariladi);
- tasvirlarga ishlov berish: matn, video-, aerofoto suratlar;
- identifikatsiya va boshqaruv tizimlari;
 - signallarni bilan ishlash, xususan, modellashtirish masalalarida funksiya approksimatsiyasi.

Topologik nuqtayi nazardan neyron to‘rini o‘lchangan bog‘lanishli yo‘naltirilgan graf ko‘rinishi tasavvur qilish mumkin. Bunda sun‘iy neyronlar graf uchlari, sinaptik bog‘lanishlar – graf yoylari bo‘ladi. *Sun‘iy neyron* – biologik neyronning ba’zi

funksiyalarini bajaruvchi SNT elementi bo‘lib, uning asosiy vazifasi kirish signallariga bog‘liq holda chiqish signalini shakllantirishdan iborat. Eng keng tarqalgan konfiguratsiyalarda kirish signallari moslashuvchi summatorlar orqali silliqanadi, keyin summatorning chiqish signali nochiziqli o‘zgartirgichga (faollashtirish funksiyasiga) kiradi va u yerda ham o‘zgartirilib chiqishga uzatiladi.



1-rasm Sun‘iy neyron

Faollashtirish funksiyasi – sun‘iy neyronning chiqish signalini (OUT) hisoblovchi nochiziqli funksiya bo‘lib, bu o‘rinda asosan quyidagi funksiyalar ishlatiladi:

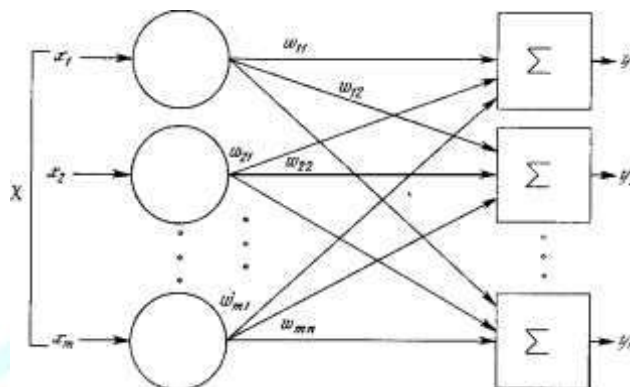


2-rasm Faollashtirish funksiyalari

Neyroinformatika – biologik neyron to‘rlar ishlash tamoyili asosida hisoblash tizimlarini tadqiq qiladigan fan yo‘nalishi bo‘lib, oldingi avlod hisoblash qurilmalaridan bunday tizimlarning asosiy farqi:

- hisoblashda yuqori parallellik;
- mavjud berilganlarni umumlashtirish qobiliyati;
- dasturlash o‘rnini o‘rganish bilan almashtirish;
- shovqinga nisbatan yuqori turg‘unlik.

Neyron to‘rining arxitekturası – neyron to‘rlari alohida element- larining bog‘lanish va tashkil qilish usuli.



3-rasm. Bir qatlamli neyron to‘ri

Neyronlarning arxitekturaviy farqlanishidan biri – bu har xil faollashtirish funksiyadan foydalanishiga bog‘liqligidir. Neyron to‘rlari arxitekturasiga ko‘ra 2 sinfga ajratish mumkin: to‘g‘ri tarqalgan to‘rlar va rekurrent to‘rlar.

1-jadval. To‘g‘ri tarqalgan to‘rlar va rekurrent to‘rlar qiyosiy tahlili

Tavsifi	To‘g‘ri tarqalgan to‘rlar (teskari bog‘lanishsiz)	Rekurrent to‘rlar (teskari bog‘lanishli)
<i>Afzalligi</i>	Oson amalga oshirish imkoniyati. Kafolatlangan (matematik isbotlangan) yaqinlashuvchi hisoblash.	To‘g‘ri tarqalgan to‘rlarga nisbatan neyron to‘ri hajmining kichikligi (neyronlar soni bo‘yicha).
<i>Kamchiligi</i>	Masala murakkabligi oshishi bilan neyronlar sonining tez o‘sishi.	Yaqinlashuvchi hisoblashni ta‘minlovchi qo‘shimcha shartlarning zarurligi.

Neyroto‘rlarni o‘rganish algoritmi – to‘rni talab etilgandek ishlatish maqsadida arxitektura, sinaptik bog‘lanishlar vazni va o‘rgatuvchi tanlanma bo‘yicha neyron ostonalarini sozlash protsedurasidir. O‘rganishning asosiy paradigmalari:

“O‘qituvchili o‘rganish” – o‘rgatuvchi tanlanmada kirish-chiqish juftliklari, ya’ni, har bir kirish uchun to‘g‘ri javoblar (to‘rlarning chiqishi) ma’lum bo‘ladi.

“Yordam bilan o‘rganish” – to‘g‘ri javoblar ma’lum emas, lekin to‘r chiqishi to‘g‘riligining kritik bahosi ma’lum.

“O‘qituvchisiz o‘rganish” – o‘rgatuvchi tanlanma sifatida faqat kirish qiymatlaridan foydalaniladi.

“Aralash o‘rganish” – bir qism vaznlar “o‘qituvchili o‘rganish” orqali, qolgan o‘z-o‘zini o‘rganish bilan topiladi.

Neyroto‘rni o‘rgatuvchi genetik algoritmi – bu neyroto‘rni optimal arxitekturasini evolyutsion yo‘l bilan topuvchi algoritmdir. Bir nechta to‘rlar tasodifiy arxitektura bilan yaratiladi va har bir to‘r genetik kodning xromosomasi sifatida qaraladi. Xromosomalar ustida chatishtirish (*crossover*), urchitish, mutatsiya amallari bo‘lishi mumkin. Moslashish (*fitness*) funksiyasini hisoblashda berilgan qadamdagi eng optimal to‘rlar arxitekturasi tanlanadi.

Umumlashtirish – neyron to‘rining kirish signallarini o‘rganish- dagiga nisbatan chetlashishlarning qandaydir darajasigacha ta’sirchan bo‘lmasdan qolish qobiliyati. Masalan, obrazlarni anglash masalarida neyron to‘ri shovqinli va buzilgan obrazlarni anglash va tiklash imkonini beradi.

Me‘yoridan ortiq o‘rganish (haddan tashqari yaqin moslash) – neyron to‘rinining konkret o‘rganish namunalarga haddan tashqari aniqlikdagi moslashuvi muammosi bo‘lib, uning natijasida to‘r umumlashtirish qobiliyatini yo‘qotadi. Me‘yoridan ortiq o‘rganish juda uzoq vaqt o‘rganishda, o‘rgatuvchi namunalari soni yetarlicha bo‘lmaganda yoki neyron to‘ri juda ham murakkab tuzilishga ega bo‘lganida yuzaga keladi.

Barcha SNT umumiy xossalardan biri signallar bilan parallel ravishda ishlash xossasi bo‘lib, uni amalga oshirish uchun neyronlar to‘plamini qatlamlarga ajratish va ma’lum bir usulda turli qatlamlarini, ayrim hollarda bitta qatlamdagi neyronlarni o‘zaro bog‘lash zarur bo‘ladi.

U yoki bu turdagi masalalarni yechish uchun sun‘iy neyron to‘rining zarur va yetarli xossalarni asoslash neyrokompyuter texnikasini ishlab chiqarishdagi muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi.

Fundamental nazariy ishlanmalar yo‘qligi yechilayotgan masalaga qat’iy bog‘langan neyron to‘rini sintez qilish imkonini bermaydi. Aksariyat holatlarda fiksirlangan tuzilmaga (konfiguratsiyaga) ega bo‘lgan neyron to‘ri parametrlari konkret masala yechimiga mos sozlanadi va optimal variant intuitiv tanlanma asosida olinadi. Neyronlarning minimal soni va ular o‘rtasidagi bog‘lanishlarni izlash qo‘yilgan masalani yechish uchun yetarli bo‘lib, minimal konfiguratsiyali neyron to‘rini qurish jarayonini aniqlab beradi. Bu jarayon, agar qandaydir maxsus ko‘rsatmalar bo‘lmaganda, mumkin bo‘lgan yechimlar to‘plamidan ularning eng soddasini afzal bilish kerakligi asoslangan Okkam keskich g‘oyasiga zid kelmaydi.

Turli toifadagi alomatlar bilan tavsiflangan berilganlar uchun neyron to‘ri.

Turli toifadagi alomatlar fazosida neyron to‘rini amalga oshirishning qiyinchiligi, birinchi navbatda kuchsiz shkalalarda o‘lchanadigan kirish parametrlarining vaznlarini tanlash bilan bog‘liqdir. Kuchli o‘lcham shkalalaridan kuchsiz shkalaga o‘tish orqali berilganlarni unifikatsiyalash ishlatiladigan alomatlar informativligini kamaytiradi, obyektlar tanlanmasini kombinator ravishda cheklangan holatga olib keladi. Bu o‘rinda aniq bir aprior ma’lumotlar bo‘lishi va ishlanadigan berilganlarning o‘zlarining xossalari kuchsiz shkalalarni “*boyitishga*”, ya’ni kuchsiz shkalalarga tartib va miqdoriy xossalarni berish imkonini beradi.

Aksariyat hollarda neyron to‘rini o‘rganish jarayoni, oldindan berilgan, fiksirlangan sondagi neyronlar uchun ularning har birining chegirilgan yig‘indilar vaznlarini ketma-ket ravishda aniqlashtirish bilan olib boriladi. Minimal sondagi neyronlarga ega neyron to‘rini sintez qilish jarayoni tavsiya xususiyatiga ega va nazariy ravishda yetarlicha asoslanmagan.

Har bir tadbqiqiy soha uchun o‘zining mezonlari mavjud bo‘lib, ularni neyron to‘rini tuzilmasini tanlashda inobatga olish kerak bo‘ladi. Ko‘p qatlamli sun’iy neyron to‘rini o‘rganish (moslashuv- chanlik) darajasini (hajmini) hisoblash formulalari mavjud bo‘lib, ularga ko‘ra ko‘p qatlamli sun’iy neyron to‘rining o‘rganish sig‘imi bir qatlamli perseptrondan yuqori emas [3].

Funksiyani approksimatsiyalash uchun neyron to‘ri konfiguratsiyasini tanlash. Sun‘iy neyron to‘ri yordamida ko‘p o‘zgaruvchili uzluksiz funksiyani oldindan berilgan aniqlikda approksimatsiya qilish ko‘pgina tabiiy tadqiqotlarda asosiy masala hisoblanadi.

Bu masalani yechishdagi neyron to‘rini o‘rganish usullari hali mukammalidan uzoqda. Xususan, bu holat neyron konfiguratsiyasini tiklanayotgan funktsiya murakkabligiga moslashtirishning qat‘iy formal protseduralari yo‘qligida namoyon bo‘ladi. Odatda konfiguratsiyani tanlash evristik usulda amalga oshiriladi va u tadqiqotchining intuitsiyasi, hamda tajribasiga bog‘liq bo‘ladi.

Bir qatlamli sun‘iy neyron to‘rini tuzilmaviy va algoritmik sintez qilishning taklif qilinayotgan usul miqdoriy hamda turli toifadagi alomatlar fazosida tavsiflangan o‘rgatuvchi tanlanmaning etalon-obyektlar bilan minimal qoplamasini qurishning optimizatsiya masalasini yechishga asoslangan [4].

Masala qo‘yilishi. Funksiyaning jadval qiymatlarining approksimatsiyasi qilinuvchi qiymatidan maksimal chetlashishi \square kattaligi berilganda o‘rgatuvchi tanlanmaning lokal-optimal qoplamasi qurish masalasi qaraladi.

Obyekt-etalonlar atrofida (lokal sohada) funktsiya approksimatsiyasi radial-bazis faollashtirish funksiyalari yordamida amalga oshiriladi. Ma‘lum approksimatsiya usullaridan farqli ravishda to‘r-ning tayanch elementlari alomatlar fazosining lokal sohalari bo‘yicha nisbatan tekis (beriladigan aniqlik ma‘nosida) taqsimlangan. Yechilayotgan masala chegarasida uzluksiz funktsiya approksimatsiyasining aniqligi va o‘rgatuvchi tanlanma hajmiga bog‘liq ravishda neyron to‘rinining umumlashtirish darajasi haqidagi masala qaraladi.

Neyron to‘rining funksional bog‘lanishni tiklash uchun approksimatsiyalash xossasi *RBF*-to‘rlar deb nomlanuvchi radial-bazis funktsiya yordamida amalga oshiriladi.

Adabiyotlar.

1. Ramazon, M., & Abdusattor, B. (2023). MIKROSKOP YORDAMIDA HUYAYRALARDAGI QON VA OQ QON HUYAYRALARI SONI BO‘YICHA BEMORLARNING SOG‘LIG‘INI ANIQLASH. *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research*, 133-137.
2. Эшонкулов, Т., & Михлиев, Р. (2023). Тестовые алгоритмы для решение задачи таксономии. *Информатика и инженерные технологии*, 1(2), 150-153.
3. Haykin, S. "Neural Networks and Learning Machines." 3rd Edition, Pearson, 2008.
4. Mixliyev, R., & Mustafoyev, E. (2024). MIKROSKOPDAGI TASVIRLARDA HUYAYRALARNI SANASH VA ANIQLASH ALGORITMI. *International Journal of scientific and Applied Research*, 1(1), 30-32.
5. Alday M., Mustafoyev E., Mixliyev R. ONLAYN MIT APP INVERTOR PLATFORMASIDAN FOYDALANILGAN HOLDA TIMER VA BUDILNIK MOBIL ILOVASINI YARATISHNI O‘RGATISH JARAYONI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14245095> //Journal of International science networks. – 2024. – T. 1. – №. 3. – C. 88-94.
6. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. "Deep Learning." MIT Press, 2016.
7. Mixliyev R., Eshonqulov T. TABIIY TASVIRLAR SIFATINI OSHIRISH USULLARI //International Journal of scientific and Applied Research. – 2024. – T. 1. – №. 3. – C. 76-79.
8. Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., Williams, R. J. "Learning representations by back-propagating errors." *Nature*, 1986.
9. Pardayev, S., & Mixliyev, R. (2024). HOZIRGI ZAMON MAKTAB O‘QUVCHILARNING TA‘LIM NATIJALARINI BAHOLASHNING ZAMONAVIY DIDAKTIK IMKONIYATLARI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14245187>. *Journal of International science networks*, 1(3), 95-101.