

## **KO'P VAZNLI NEYRON TO'RI MODELLARI**

**Askar Saparov Turdibayevich**

**O'zMU, Sun'iy intellekt magistranti**

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, biologik neyronlarning o'zaro ta'siri neyronlar o'rtasida signallarni uzatuvchi neurotransmitterlarga asoslanadi va bir neyron turli ro'l o'ynaydigan turli neurotransmitterlarni chiqarish orqali boshqa neyronga ma'lumot yuboradi. Ushbu biologik yondashuv asosida ikkita neyron o'rtasidagi bog'lanish og'irliklari miqdorini oshirish yo'li bilan, ya'ni biologik nuqtai nazardan har bir ulanish o'rtasida bir nechta bog'lanishlar mavjud degan taxminga asoslanib, neyron tarmoqlarning yangi modeli taklif etiladi. Bog'lanish og'irliklarining yig'indisi neurotransmitter toifasining yig'indisini ifodalaydi va og'irliklarning turli komponentlari turli neurotransmitterlarga mos keladi. Ushbu neurotransmitterlar mos ravishda raqobatlashishi uchun taklif qilingan modeldagi har bir havola uchun kirish va chiqishlar evristik tarzda aniqlanadi. Biologik nuqtai nazardan, taklif qilingan neyron tarmoq modellarini biologik neyron tarmoqlarga yaqinroq bo'lgan matematik modellar sifatida olish mumkin. Yangi modellarning tuzilishi nuqtai nazaridan, har bir yashirin neyronning faollashuvi bir nechta filtrlarga asoslanganligi neyron tarmoq tomonidan o'rganilgan xususiyatlarning talqinini yaxshilashi mumkin.

Neyrobiologiya sohasidagi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, turli xil sun'iy neyron tarmoqlari modellari, to'g'ri tarqaladigan neyron tarmoqlari, takroriy neyron tarmoqlar, chuqur e'tiqod tarmoqlari [1], Deep Boltzmann mashinasi [2], chuqur avtokoder [3], konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) va boshqa modellar [4- 8] yaratilgan. Natijada, vizual ob'ektlarni tasniflash, nuqtani aniqlash va tabiiy tilni qayta ishlash kabi sun'iy intellekt bilan bog'liq muammolarni hal qilish mumkin bo'ldi. Ikki neyron o'rtasida signal (ma'lumot) uzatish faqat bitta vaznli ulanishga asoslanganligi barcha mavjud sun'iy neyron tarmoqlarning umumiy xususiyatidir.

Ko'p qatlamli neyron tarmoq tasniflash vazifalarida funktsional tuzilmani baholash uchun eng foydali sun'iy neyron tarmoqlardan biridir. Sun'iy neyron tarmoqlari tadqiqotchilari ko'p qatlamli arxitekturadan foydalanadigan turli xil neyron tarmoqlar modellarini taklif qildilar va tajriba o'tkazdilar, masalan konvolyutsion neyron tarmoqlari [9], chuqur neyron tarmoqlari [10], Ko'p qatlamli perseptron (MLP) [11] va boshqalar.

Hisob-kitoblarda ko'rsatilgan aniqlikka erishish uchun sun'iy neyron tarmoqlari strukturasi tanlash muammosi tarmoqning yashirin neyronlari va yashirin qatlamlari soniga asoslanadi. Muayyan faollashtirish funksiyalaridan foydalanganda sun'iy neyron tarmoqlarda yashirin qatlamlar sonini ko'paytirish gradient yo'qolishi muammosiga olib keladi. Xatolarning teskari taqsimotining ko'rsatkichlari juda kichik yoki aksincha, juda katta bo'lishi mumkin. Muammoni hal qilish uchun qisqa muddatli xotira tarmog'i deb ataladigan takrorlanuvchi neyron tarmoq ishlab chiqildi. V.Kurkova [12] tadqiqoti asosida ixtiyoriy uzluksiz funktsiyani bir o'lchovli cheksiz differentsiallanuvchi sigmoid faollanish funktsiyasi va ikkita yashirin qatlamli neyron tarmoq yordamida yetarlicha yaqinlashtirish mumkinligi isbotlangan. Biroq, bu xulosaga ko'ra, yaqinlashtirish uchun zarur bo'lgan yashirin qatlamdagi neyronlar soni juda katta.

V.Mairov va A.Pinkus [13] birinchilardan bo'lib klassik sun'iy neyron tarmoqlari uchun yashirin qatlamdagi neyronlar sonining mezonini taklif qildilar. Ular ixtiyoriy ko'p o'lchovli funktsiyani yaqinlashtirishda sigmoid faollashtirish funktsiyasiga ega ikkita yashirin qatlamli neyron tarmoq mavjudligini isbotladilar. Keyinchalik V.Ismoilov [14] tomonidan neyron tarmoqlarni to'g'ri ko'paytirishda regressiya muammosi bo'yicha yanada yaxshi natijaga erishildi. Bundan tashqari, xorijiy olimlar sun'iy intellekt nazariyasi va amaliyotini rivojlantirishga katta hissa qo'shdilar.

### **Arxitektura tavsifi**

Biologik nuqtai nazardan, neyronlar o'rtasida axborot almashinuvi kimyoviy sinapslar yordamida amalga oshiriladi. Biz 1(a)-rasmda neurotransmitterlarning ma'lum bir biologik neyronning aksonidan sinaptik

yorlarga ajralib chiqishi va keyingi biologik neyron tomonidan postsinaptik tarzda qabul qilinishini ko'rishimiz mumkin. Informatika nuqtai nazaridan, sun'iy neyronni biologik neyronning qandaydir matematik tasviri deb hisoblash mumkin va neyronlarni bog'laydigan og'irlik bu ikki neyron o'rtasidagi sinaps rolini o'ynaydi, bu esa ma'lumot uzatish sifatida qabul qilinadi.

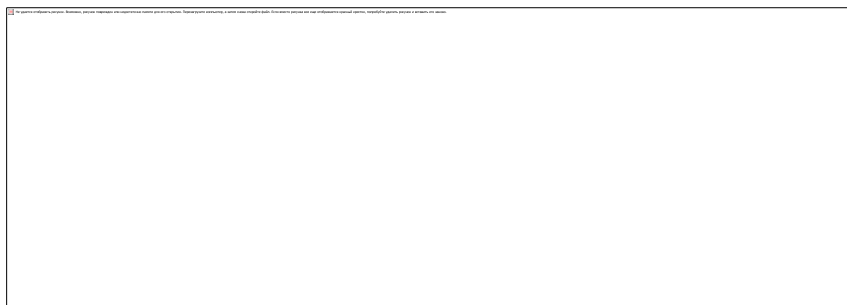
Biologiya va kognitiv fanlar bo'yicha tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, u 100 dan ortiq biologik neurotransmitterlar bilan topilgan. Biologik nuqtai nazardan ular uch turga bo'linadi: aminokislotalar, peptidlar va monoaminlar. Hozirgacha biologik neyron faqat bitta turdagi neurotransmitterni tashiydi, deb ishonilgan. Biroq, bu sohadagi so'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, har xil turdagi neurotransmitterlarni o'z ichiga olgan va tashuvchi neyronlarning boshqa turlari ham mavjud [15,16]. Hozirgi vaqtda bitta terminalda mavjud bo'lgan turli xil peptidlarning ko'plab misollari mavjud.

Zamonaviy sun'iy neyron tarmoq modeli inson miyasining biologik darajasidagi neyronlarni taqlid qiluvchi bog'lovchi birliklar to'plami asosida qurilgan. Har bir birlikda neyron solishtiriladi va ulanishning og'irlik koeffitsienti yoki ikkita bog'langan tugun o'rtasidagi sinaptik og'irlik deb ataladigan, bir signalni bir birlikdan ikkinchisiga uzatadi, ulangan neyronlar orasidagi butun biologik sinapsni tavsiflaydi. Ikki birlik orasidagi ulanish og'irligi skalyar qiymat hisoblanadi va sinaptik ulanishni yoki hatto neurotransmitterning barcha mavjud turlarini modellashtiradi. Biologik darajadagi nuqtai nazardan, neurotransmitterlarning ko'p turlari turli xil funktsiyalarga ega, bu bizni neyronlar orasidagi bog'lanish og'irliklarining o'lchamlarini kengaytirishga olib keladi. Bu ikki neyron orasidagi ko'p o'lchovli vektorlarga bir o'lchovli skalyar qiymatlardan koeffitsientlar uchun og'irliklarni qo'shishingiz mumkinligi bilan bog'liq. Birliklarni ulashning ushbu mexanizmi turli biologik darajadagi neurotransmitterlar o'rtasida neyron signallarini muvofiqlashtirishni taqlid qilish uchun evristik usulda olingan. Sun'iy neyron tarmoqlarining an'anaviy modellarining uzatish mexanizmi bilan solishtirganda yondashuvni hisobga olgan holda, yangi taklif qilinayotgan sun'iy neyron tarmog'ining uzatish mexanizmi

biologik darajadagi tarmoqlarning signalizatsiya mexanizmiga ancha yaqinroq deb hisoblash mumkin. Shu sababli, bizning yangi taklif etilayotgan sun'iy neyron tarmoq modelimiz an'anaviy (klassik) sun'iy neyrotarmoq modellaridan har tomonlama ustun bo'lishini va'da qilmoqda.

### **KVNT modelining tuzulishi va asosiy natija**

Ushbu bo'limda biz yuzni tasniflash muammolari uchun taklif qilingan KVNT (Ko'p masshtabli konvolyutsion neyron tarmoqlari) tuzilishi bilan tanishamiz. Keling, L yashirin qatlamlari bilan oldinga yo'naltirilgan neyron tarmog'ini ko'rib chiqaylik. An'anaviy neyron tarmog'ining model tuzilishi va tavsiya etilgan KVNT modeli 1-rasmda tasvirlangan, bu erda soddalik uchun biz ikki o'lchovli og'irliklarga ega KVNT modelini olamiz.



1-rasm. (a) L yashirin qatlamli an'anaviy neyron tarmoqning model tuzilishi. (b) Ikki o'lchovli og'irliklarga ega tavsiya etilgan KVNT ning namunaviy tuzilishi.

Umuman olganda, bizning natijamiz [17] da taklif qilingan MNN (Mexanik neyron tarmoq) ning yaqinlashish xususiyatidan olingan. MNN berilgan ixtiyoriy aniqlik bilan har qanday ixcham kichik to'plamda har qanday uzluksiz funktsiyani yaqinlashtirishi mumkin. Ular ixtiyoriy uzluksiz funktsiyani har qanday faollashtirish funktsiyasi bilan bir nechta ulanish og'irligiga ega neyron tarmoq orqali ma'lum bir aniqlik bilan yaqinlashishi mumkinligini isbotladilar.

Bu erda biz yuqorida aytib o'tilgan yaqinlashish xususiyatlarini MNN ning neyron tarmoqlarini tasniflash uchun kengaytiramiz. Ya'ni, biz tasniflash va naqshni aniqlash muammolari uchun bir nechta ulanish og'irliklari (KVNT) bilan sun'iy neyron tarmog'ini quramiz, shuningdek, sigmoid va cheksiz differentsiatsiyalanuvchi faollashtirish funktsiyasiga ega KVNT tasniflash va

naqshni aniqlash vazifalarini aniqlik bilan hal qilishini ko'rsatamiz.

### **KVNTni o'qitish**

Ushbu bo'limda biz taklif qilingan KVNTni o'qitish jarayonini tasvirlaymiz. Umuman olganda, o'quv jarayoni oldinga uzatiladigan neyron tarmoqlarning o'qitish xususiyatidan kelib chiqadi. Bir nechta yashirin qatlamlarga ega tavsiya etilgan KVNTni  $H=2$ , taniqli orqaga tarqalish (backpropagation) algoritmi bilan o'rgatish mumkin. O'qitish misollari bo'lsin, bu erda  $x = \{x_1, \dots, x_{n_0}\}^T$  kirish  $\{x, d\}$  ma'lumotlari,  $n_0$  kirish namunalarning o'lchami va  $d = \{d_1, \dots, d_{n_{L+1}}\}^T$  chiqishning  $a$  - o'lchamidir.  $n_{L+1}$  Biz yo'qotish funksiyasini quyidagi shaklda bo'lgani kabi tartibga solish bilan ishlatamiz.

$$E = -\sum_{j=1}^{n_{L+1}} \left( d_j \log_{10} (y_j^{L+1}) + (y_j^{L+1} - d_j) (1 - \log_{10} (y_j^{L+1})) \right) + \frac{\lambda}{2} \sum_{l=1}^L \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_{l-1}} \sum_{j=1}^{n_l} R(w_{i,j,h}^l)$$

bu yerda

$$R(w_{i,j,h}^l) = \begin{cases} (w_{i,j,h}^l)^2, & w_{i,j,h}^l < 0 \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

$\lambda$  manfiy bo'lmagan tartibga solish koeffitsienti.