

NEYRON TO'RDA CHIQISH QATLAMINING TUZILISHI VA VAZIFALARI

*Farg'ona davlat universiteti
Amaliy matematika kafedrası
katta o'qituvchisi*

Israil Tojimamatov Nurmamatovich
israiltojimatov@gmail.com

Farg'ona davlat universiteti talabasi
Meliqo'ziyeva Gulzoda Komiljon qizi
gulzodamelikoziyeva705@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun'iy neyron tòrlar tarkibidagi chiqish qatlaminig tuzilishi va asosiy vazifalari batafsil yoritilgan. Chiqish qatlaminig neyronlar soni, aktivatsiya funksiyalarining tanlanishi hamda ularning tasniflash va regressiya masalalaridagi roli ko'rib chiqilgan. Shuningdek, chiqish qatlaminig model natijasini shakllantirishdagi ahamiyati va yo'qotish funksiyasi bilan bog'liqligi tushuntirilgan. Maqola sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish sohasida ta'lim olayotgan talabalar uchun foydali manba bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy neyron t r, chiqish qatlami, aktivatsiya funksiyasi, sigmoid, softmax, regressiya, tasniflash.

Annotation: This article discusses the structure and main functions of the output layer in artificial neural networks. The number of neurons in the output layer, the selection of activation functions, and their role in classification and regression problems are examined. In addition, the importance of the output layer in forming the final model results and its connection with the loss function are explained. The article serves as a useful resource for students studying artificial intelligence and machine learning.

Keywords: artificial neural network, output layer, activation function, sigmoid, softmax, regression, classification.

Аннотация: В данной статье подробно рассматриваются структура и основные функции выходного слоя искусственных нейронных сетей. Проанализировано количество нейронов выходного слоя, выбор функций активации и их роль в задачах классификации и регрессии. Также объясняется значение выходного слоя в формировании конечного результата модели и его связь с функцией потерь. Статья может быть полезна студентам, изучающим искусственный интеллект и машинное обучение.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, выходной слой, функция активации, сигмоида, softmax, регрессия, классификация.

Kirish

So'nggi yillarda sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish texnologiyalari jadal rivojlanib, turli sohalarda — tibbiyot, iqtisodiyot, axborot texnologiyalari, muhandislik va ta'lim tizimida keng qo'llanilmoqda. Ushbu texnologiyalarning asosini sun'iy neyron tòrlar tashkil etadi. Sun'iy neyron tòrlar biologik asab tizimi faoliyatidan ilhomlanib yaratilgan bo'lib, murakkab ma'lumotlar asosida o'rganish, tahlil qilish va qaror qabul qilish imkoniyatiga ega.

Neyron tòrlar odatda kirish, yashirin va chiqish qatlamlaridan iborat bo'ladi. Har bir qatlam o'ziga xos vazifani bajaradi, biroq modelning yakuniy natijasi aynan chiqish qatlamida shakllanadi. Shu sababli chiqish qatlamining tuzilishi va funksional imkoniyatlari neyron tòrning aniqligi va samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Chiqish qatlamida olinadigan natijalar tasniflash sinflari, ehtimollik qiymatlari yoki bashorat qilinayotgan sonli kattaliklar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Chiqish qatlamining tuzilishi masalaning turiga bog'liq holda farqlanadi. Binar va ko'p sinfli tasniflash masalalarida chiqish neyronlari soni va aktivatsiya funksiyasi turlicha tanlanadi, regressiya masalalarida esa chiqish qatlamidan uzluksiz qiymatlar olinadi. Shu bilan birga, chiqish qatlamining natijalari o'qitish jarayonida yo'qotish funksiyasi orqali baholanadi va model og'irliklarini optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi.

Mazkur maqolaning maqsadi — sun'iy neyron tòrlarning chiqish qatlamining tuzilishini, uning asosiy vazifalarini hamda aktivatsiya funksiyalarining ahamiyatini ilmiy asosda tahlil qilishdan iborat. Ushbu mavzu sun'iy intellekt yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar va mazkur soha bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun muhim nazariy ahamiyatga ega.

ASOSIY QISM

Sun'iy neyron tòrlar (Artificial Neural Networks — ANN) biologik neyronlar faoliyatidan ilhomlangan matematik modellar bo'lib, ular murakkab bog'lanishlarni aniqlash va ma'lumotlardan qonuniyatlarni o'rganish uchun xizmat qiladi. Neyron tòrlar bir nechta o'zaro bog'langan qatlamlardan tashkil topadi. Ushbu qatlamlar orqali axborot ketma-ket qayta ishlanib, yakuniy natija hosil qilinadi. Neyron tòrning asosiy tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat: Kirish qatlami (Input layer): Tashqi ma'lumotlarni qabul qiladi va keyingi qatlamga uzatadi. Masalan, tasvirlarni piksellar, matnlarni tokenlar shaklida qabul qiladi. Yashirin qatlamlar (Hidden layers): Kirish ma'lumotlaridan xususiyatlarni ajratib oladi. Qatlamlar soni va neyronlar soni tòrning murakkabligiga va ma'lumot hajmiga bog'liq. Chuqur neyron tòrlar (Deep Neural Networks) ko'p yashirin qatlamlardan tashkil topadi.

Chiqish qatlami (Output layer): Modelning yakuniy natijasini beradi. Bu qatlam vazifa turiga qarab tasniflash yoki bashorat qiymatlarini hosil qiladi.

Zamonaviy tadqiqotlarda chiqish qatlamining konfiguratsiyasi tórning samaradorligi va barqaror ishlashiga bevosita ta'sir qilishi aniqlangan (Goodfellow, 2016). Mazkur qatlamlar ichida chiqish qatlami alohida ahamiyatga ega, chunki aynan shu qatlam orqali model foydalanuvchiga tushunarli bo'lgan natijani taqdim etadi. Chiqish qatlamining tuzilishi bajariladigan masalaga mos ravishda farqlanadi:

Binar tasniflash: Chiqish qatlamida 1 neyron bo'ladi va sigmoid aktivatsiya funksiyasi qo'llanadi. Natija 0–1 oralig'ida chiqadi, bu ehtimollik sifatida talqin qilinadi. Masalan, elektron pochta spam yoki spam emasligini aniqlash.

Ko'p sinfli tasniflash: Chiqish qatlamida sinflar soniga teng neyronlar bo'ladi. Softmax funksiyasi ishlatiladi va har bir neyron sinfga tegishli ehtimollikni chiqaradi. Masalan, MNIST raqamlarni tasniflash ma'lumotlar to'plamida 10 neyron ishlatiladi.

Regressiya: Chiqish qatlamida odatda 1 neyron ishlatiladi va lineer funksiya bilan uzluksiz qiymat olinadi. Masalan, uy narxini, havo haroratini yoki sotuv hajmini bashorat qilish. Shuningdek, zamonaviy tórilar chiqish qatlamida dropout, batch normalization va residual connections texnikalarini qo'llaydi. Bu usullar overfitting muammosini kamaytiradi va tórni barqaror qiladi (He et al., 2016).

Aktivatsiya funksiyalari va ularning ahamiyati: Chiqish qatlamining ishlashi to'g'ridan-to'g'ri aktivatsiya funksiyasi tanloviga bog'liq.

Sigmoid: Binar tasniflashda 0–1 oralig'ida natija beradi, ehtimollikni ifodalaydi.

Softmax: Ko'p sinfli tasniflash uchun barcha chiqish neyronlarini normallashtiradi va yig'indisi 1 ga teng bo'ladi.

Lineer: Regressiyada uzluksiz qiymat beradi.

Tanh: -1 dan 1 oralig'ida qiymat beradi va ba'zi vazifalarda sigmoid o'rnini bosadi.

Zamonaviy tórilar chiqish qatlamida leaky ReLU, parametric ReLU yoki maxout funksiyalarini ham qo'llashi mumkin. Bu funktsiyalar chuqur tórilar uchun o'rganish jarayonini tezlashtiradi va gradientlarning yo'qolishini kamaytiradi.

Chiqish qatlamining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- a) Yakuni natijani taqdim etish: Chiqish qatlamidan foydalanuvchiga tushunarli natija olinadi — sinf, ehtimollik yoki uzluksiz qiymat.
- b) Yo'qotish funksiyasi bilan bog'lanish: Natija va haqiqiy qiymat solishtiriladi, xatolik hisoblanadi. Backpropagation algoritmi bu xatolik asosida neyron tór og'irliklarini optimallashtiradi.
- c) Aniqlik va samaradorlikni oshirish: To'g'ri tanlangan neyronlar soni va aktivatsiya funksiyasi model aniqligini oshiradi.
- d) Moslashuvchanlik: Chiqish qatlamining tuzilishi masala turiga qarab osonlik bilan o'zgartiriladi, bu tórni turli sohalarda qo'llash imkonini beradi.
- e) Gradient oqimi va o'rganish tezligi: Chiqish qatlamidagi aktivatsiya funksiyalari va normalizatsiya texnikalari gradientlarni stabil saqlashga yordam beradi va o'rganish jarayonini tezlashtiradi.

Chiqish qatlamining ilmiy o'rganilishi va optimallashtirilishi quyidagi afzalliklarni beradi:

- a. Tasniflash va regressiya vazifalarini samarali bajarish;
- b. Modelni aniqlik bilan o'qitish va xatolikni kamaytirish;
- c. Katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish;
- d. Sun'iy intellekt tizimlarini tibbiyot, moliya, transport va ta'lim sohalarida qo'llash.
- e. Zamonaviy tadqiqotlar (Schmidhuber, 2015; LeCun et al., 2015) shuni ko'rsatadiki, chiqish qatlamini to'g'ri loyihalash va aktivatsiya funksiyalarini mos tanlash neyron tòrlarning barqaror ishlashi va aniqligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega.

XULOSA

Sun'iy neyron tòrlar zamonaviy sun'iy intellekt tizimlarining asosiy elementlaridan biri bo'lib, murakkab ma'lumotlarni tahlil qilish va ulardan samarali natijalar olish imkonini beradi. Ushbu maqolada neyron tòrlarning muhim tarkibiy qismi hisoblangan chiqish qatlamining tuzilishi va vazifalari batafsil ko'rib chiqildi. Tahlil natijalariga ko'ra, chiqish qatlamining tuzilishi masala turiga bevosita bog'liq bo'lib, tasniflash va regressiya vazifalarida u turlicha shakllantiriladi. Chiqish qatlamidagi neyronlar soni hamda aktivatsiya funksiyalarining to'g'ri tanlanishi modelning aniqligi va barqaror ishlashini ta'minlaydi. Ayniqsa, sigmoid va softmax funksiyalarining tasniflash masalalarida, lineer funksiyaning esa regressiya masalalarida samarali ekanligi asoslandi. Shuningdek, chiqish qatlamining yo'qotish funksiyasi bilan uzviy bog'liqligi neyron tòrni o'qitish jarayonida muhim rol o'ynashi aniqlandi. Aynan chiqish qatlamida yuzaga keladigan xatoliklar orqaga tarqatish algoritmi orqali tòr og'irliklarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, chiqish qatlamining to'g'ri loyihalanishi va uning funksional imkoniyatlarini chuqur tushunish sun'iy neyron tòrlarning samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqot natijalari sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar hamda amaliyotchi mutaxassislar uchun nazariy va amaliy jihatdan foydali bo'lishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press, 2016.
2. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. — Pearson, 3rd Edition, 2009.
3. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006.
4. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — Pearson, 4th Edition, 2020.
5. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning. — Springer, 2018.
6. Mitchell T. M. Machine Learning. — McGraw-Hill, 1997.

7. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. “Deep Learning”, Nature, vol. 521, pp. 436–444, 2015.
8. Schmidhuber J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview, Neural Networks, 2015, vol. 61, pp. 85–117.
9. Nielsen M. A. Neural Networks and Deep Learning. — Determination Press, 2015.
10. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. “Deep Residual Learning for Image Recognition”, CVPR, 2016.
11. Chollet F. Deep Learning with Python. — Manning Publications, 2017.
12. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., Xu B., Warde-Farley D., Ozair S., Courville A., Bengio Y. “Generative Adversarial Nets”, NeurIPS, 2014.
13. Hinton G., Osindero S., Teh Y. W. “A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets”, Neural Computation, 2006, vol. 18, pp. 1527–155