



SHIFOKORLAR YOZGAN RETSEPTNI O‘QISHDA SUN’IY INTELLEKT MODELLARIDAN FOYDALANISH

*Xolmatov Javlon Yusupovich – O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali,
djavadja@gmail.com*

Xolbo‘tayeva Sarvinoz

Annotatsiya: Ushbu maqolada shifokorlar tomonidan qo‘lda yozilgan retseptlarni avtomatik o‘qish va tahlil qilishda sun‘iy intellekt modellari, xususan, chuqur o‘rganish (Deep Learning) yondashuvlaridan foydalanish masalasi ko‘rib chiqiladi. Tibbiyot amaliyotida qo‘lyozma retseptlarning noaniqligi va o‘qishdagi xatoliklar dori vositalarini noto‘g‘ri berish, bemor xavfsizligiga tahdid tug‘dirish kabi muammolarni keltirib chiqaradi. Mazkur tadqiqotda optik belgilarni aniqlash (OCR), konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), rekurent neyron tarmoqlar (RNN) hamda Transformer arxitekturalari asosida retsept matnini raqamlashtirish va semantik tahlil qilish usullari tahlil etiladi.

Shuningdek, tasvirni oldindan qayta ishlash (filtrlash, segmentatsiya, normallashtirish), qo‘lyozma belgilarni aniqlash va dori nomlarini tibbiy ma‘lumotlar bazasi bilan solishtirish bosqichlari bayon qilinadi. Taklif etilgan modelning aniqlik darajasi, xatolik ko‘rsatkichlari va amaliy samaradorligi baholanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sun‘iy intellekt asosidagi tizimlar retseptlarni o‘qishda inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, farmatsevtik xizmat sifatini oshirish va sog‘liqni saqlash tizimida raqamlashtirish jarayonini jadallashtirishga xizmat qiladi.

Mazkur ish tibbiy axborot tizimlarini takomillashtirish, elektron retsept tizimlarini joriy etish va klinik qarorlarni qo‘llab-quvvatlash sohasida muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit soʻzlar: *Konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), qoʻlyozma harflarni tanish (HCR), piksellar matritsasi, konvolyutsiya, max pooling, fazoviy oʻzgarmaslik, ReLU, MNIST, sunʻiy intellekt.*

Shifoxonlarda, poliklinikalarda shifokorlar asosan bemorlar uchun retseptlarni qoʻlda yozishadi. Ayrim dorixonalar bugungi raqamli texnologiyalar davrida bunday qoʻlyozmalarni oʻqishga qiynalishadilar. Bu bilan bogʻliq muammolarga yechimni sunʻiy intellekt yordamida hal qilish imkoniyati mavjud. Bugungi kundagi transformatsiya jarayonlarida qoʻlyozma hujjatlarni kompyuterni tushunish formatga oʻtkazish — Qoʻlyozma maʼlumotlarni tanib olish (Handwritten Character Recognition - HCR) masalasi sunʻiy intellektni rivojlantirish eng qadimiy, ammo oʻz faoliyatini yoʻqotmagan muammolardan biri boʻlib qolmoqda. Qoʻlyozmalarni harf avtomatik tanish tizimlar bank ishini avtomatlashtirish, pochta xizmatlarini indekslarni saralash, qadimiy qoʻshimcha xizmatlarni raqamlashtirish va aniqlashlar retseptlarini yaratish koʻplab tegishli sohalarda dolzarb va strategik ahamiyatga ega boʻlsa, bosma matnlardan farqli oʻlaroq, qoʻlyozma matnlar oʻzining kuchli strukturaviy variativligi va vizual “shovqin” darajasi bilan ajralib turadi.



Inson husnixatining takrorlanmasligi, harflarning bir-biriga qoʻshilib yozilishi va yozuv qurollarining xilma-xilligi anʼanaviy algoritmlar uchun jiddiy qiyinchiliklarni tugʻdiradi. Ushbu vazifalarni hal etishda soʻnggi yillardagi Konvolyutsion neyron tarmoqlari (Convolutional Neural Networks – CNN) texnologiyalari haqiqiy burilish yasadi. CNN arxitekturasi insonning vizual korteksi (koʻrish markazi) ishlash prinsipiga asoslangan boʻlib, u tasvirdagi piksellarning fazoviy bogʻliqligini samarali saqlab qoladi va muhim belgilarni (features) avtomatik ravishda ierarxik tarzda ajratib beradi.



Xalqaro miqyosda MNIST va EMNIST kabi global ma'lumotlar bazalari ustida olib borilayotgan izlanishlar shuni ko'rsatadiki, CNN asosidagi modellar hatto inson ko'zi xususiyatlarini qiyin bo'lgan murakkab yoki xira yozuvlarni ham 99% dan yuqori aniqlik bilan klassifikatsiya qilishga qodir. CNN arxitekturasining maqsadi CNN arxitekturasining qo'lyozma harflarini tanishdagi tahlil qilish, tasvirlarni qayta ishlash metodlarini ko'rib chiqish va zamonaviy Deep Learning metodologiyalarini qo'llash orqali tanib olish tizimlarining ishlab chiqarishni tadqiq etishdan iborat.

Qo'lyozma harflarni tanish tizimlarida tasvirni ko'rinishga keltirish jarayoni butun neyronning ishlashini aniqligini belgilab beradi. Kompyuter ko'rish tizimlarida har qanday vizual ma'lumotni qayta ishlashdan avval uni sonli ko'rinishga keltirish shart, chunki inson ko'zi harfning shakli va chiziqlarini yaxlit ko'rsa-da, kompyuter uchun tasvir rasmlardan iborat jadval, ya'ni matritsadir.

Tahlil qilinayotgan har bir qo'lyozma harf balandligi 28×28 o'lchamdagi piksellar to'plamidan iborat bo'ladi. Bu degani, tasvir 28 ta qator va 28 ta ustundan tashkil topgan bo'lib, jami piksellar soni 784 tani tashkil etadi.

Har bir piksel tasvirning ma'lum bir nuqtasidagi yorqinlik darajasini ifodalaydi va shu piksellar yig'indisi orqali harfning umumiy shakli hosil bo'ladi. Bunda har bir piksel 0 dan 255 gacha bo'lgan butun son narsaga ega bo'ladi. 0 tasvirlangan fon bu nuqtada hech qanday yozuv yoki kontur mavjud emas. 255 narsa esa harfning aynan o'zini, ya'ni qalam yoki ruchka bilan chizilgan chizig'ini ifodalaydi. Ularning sonlar esa harfdagi kontur chetlari yoki xira tozalangan qismlar bo'ladi:

$$\text{Harf shakli} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Neyron tarmog'ining o'quv yukini kamaytirish va hisoblash jarayonini osonlashtirish uchun ushbu sonli qiymatlar ustida matematik amallar bajariladi. Kirish qiymatlari 0 va 1 oralig'iga (diapazoniga) keltiriladi, bu jarayon normallashtirish yoki standartlashtirish deb ataladi. Bunda har bir pikselning qiymati ular qabul qilishi mumkin bo'lgan maksimal qiymatga, ya'ni 255 ga bo'linadi:

$$P_{norm} = \frac{P_{original}}{255}$$

Natijada 784 ta elementdan iborat bo'lgan, haqiqiy o'nli kasr sonlarni o'z ichiga olgan katta hajmga ega vektor yoki matritsa hosil bo'ladi. Normallashtirilgan ushbu ma'lumotlar neyron tarmog'ining kirish qatlamiga uzatiladi. Tizim piksellarning matritsadagi joylashuvi va o'zaro bog'liqligiga qarab, harfga xos bo'lgan eng muhim xususiyatlarni (chiziqlar, burchaklar va egilishlar) aniqlashga kirishadi.

Tasvir raqamli ko'rinishga keltirilgach, konvolyutsiya jarayoni boshlanadi. Bu bosqichda CNN tasvirning umumiy ko'rinishiga emas, balki uning tarkibiy qismlariga, ya'ni burchaklar, egilishlar va chiziq'larga e'tibor qaratadi. Buning uchun yadro (kernel) yoki filtr deb ataladigan kichik matritsalar (odatda 3×3 yoki 5×5 o'lchamda) qo'llaniladi.

Filtr tasvir matritsasi ustida ma'lum bir qadam bilan surilib chiqadi va har bir nuqtada filtrdagi sonlar tasvirning tegishli piksellari bilan ko'paytirilib, umumlashtiriladi. Masalan, vertikal chiziqlarni aniqlovchi filtr tasvirdagi aynan tik chiziq'larga duch kelganda yuqori qiymatli natija beradi. Natijada "Xususiyatlar xaritasi" (Feature Map) hosil bo'ladi, bu esa harfning qayerida qanday geometrik elementlar (konturlar) borligini ko'rsatadi.

Misol: Tasvirning bir bo'laki va filtrni ko'paytirish:

$$\begin{bmatrix} 10 & 20 \\ 30 & 40 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = (10 \cdot 1) + (20 \cdot 0) + (30 \cdot 0) + (40 \cdot 1) = 50$$

Konvolyutsiyadan so'ng olingan xususiyatlar xaritalari (feature maps) juda katta hajmdagi hisoblash ma'lumotlarini o'z ichiga oladi. Bu esa neyron



tarmog'ining hisoblash quvvatiga haddan tashqari yuk bo'lishi va tizim ishlashini sekinlashtirishi mumkin.

Pooling jarayoni — bu tasvirning geometrik yaxlitligini va eng muhim vizual signallarini saqlab qolgan holda, uning piksellar o'lchamini matematik usullar bilan kichraytirish mexanizmidir. Ushbu jarayon neyron tarmog'iga harf tasvirning qaysi qismida joylashganidan qat'iy nazar, uni bir xil darajada aniq tanish imkonini beruvchi “o'zgarmaslik” (fazoviy invariantlik) xususiyatini taqdim etadi.

Pooling tasvir matritsasi ustida ma'lum bir qadam (stride) bilan harakatlanuvchi kichik oynalar (odatda 2×2 o'lchamda) orqali har bir to'rtta pikselni hududdan faqat bitta eng xarakterli qiymatni oladi. Hozirgi kunda qo'lyozma harflarni tanib olishda eng samarali va keng tarqalgan usul Max Pooling hisoblanib, u har bir blok ichidan faqat eng yuqori qiymatga ega bo'lgan pikselni tanlab oladi. Bunda to'rtta piksel qiymati o'zaro solishtirilib, eng yuqori signal yangi, kichraytirilgan matritsaga ko'chiriladi. Past qiymatli boshqa piksellar esa ahamiyatsiz detal yoki "vizual shovqin" sifatida olib tashlanadi.

Misol: 2×2 blokdan bitta sonni ajratish:

$$\begin{bmatrix} 12 & 8 \\ 4 & 9 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Max Pool}} [12]$$

Ushbu jarayon tasvirning eni va bo'yi ikki baravarga qisqarishi hisobiga umumiy piksellar soni 4 baravarga, masalan, 28×28 o'lchamli tasviri poolingdan so'ng 14×14 holatiga keladi. Bu usul ma'lumotlarni quruq yodlab olishdan himoya qiladi. Pooling sifatli tasvir siqilgach, model darajali modelni chalg'imag, ob'ektning umumiy strukturasi eng zaruriy konturlarini o'rganadi. Pooling yordamida erishiladigan eng katta strategik yutuq fazoviy o'zgarmaslikdir. Ya'ni, harf qiyshiq, chekkada yoki kichikroq hajmda yozilgan bo'lsa ham, Pooling eng muhim kontur signallarini “tutib oladi” va modelning adashib ketmasligini ta'minlaydi. Ushbu bosqich yakunida hosil bo'lgan zichlashtirilgan va “tozalangan” ma'lumotlar to'plami keyingi Flattening (tekislash) jarayoni orqali yakuniy klassifikatsiya (turkumlash) uchun tayyorlanadi.”



Flattening jarayonining asosi — konvolyutsiya va pooling orqali ajratib olingan barcha vizual Pooling bosqichidan soʻng olingan maʼlumotlar hali ham ikki oʻlchamli matritsalar koʻrinishida boʻlib, ular harfning fazoviy tuzilishini oʻzida saqlaydi. Biroq neyron tarmogʻining yakuniy qaror qabul qiluvchi qismi — toʻliq ulangan qatlamlar (Dense Layers) faqat chiziqli maʼlumotlar bilan ishlashga moslashgan. Shu sababli, barcha xususiyatlar xaritalarini bitta uzun zanjirga aylantirish uchun Flattening (tekislash) jarayoni amalga oshiriladi.

Ushbu jarayonning mantiqi juda sodda, ammo ahamiyati beqiyosdir. Tasavvur qiling, bizda poolingdan soʻng olingan 14×14 oʻlchamdagi matritsa mavjud. Flattening (tekislash) amali ushbu matritsaning har bir qatorini ketma-ketlikda bir chiziqqa tizib chiqadi. Natijada $14 \times 14 = 196$ ta elementdan iborat boʻlgan bitta uzun ustun, yaʼni bir oʻlchamli vektor hosil boʻladi. Agar konvolyutsiya bosqichida bir nechta (masalan, 32 ta) filtr boʻlsa, barcha ushbu matritsalaridagi maʼlumotlar bir-birining ketidan ulanib, bir necha ming elementli ulkan maʼlumotlar zanjirini tashkil qiladi. Flattening (tekislash) jarayoni orqali bir oʻlchamli vektorga aylantirilgan barcha xususiyatlar endi neyron tarmogʻining qaror qabul qiluvchi yakuniy qismi — Toʻliq ulangan qatlamga (Fully Connected yoki Dense Layer) uzatiladi. Agar konvolyutsiya va pooling qatlamlari tasvirdan muhim belgilarni (chiziqlar, burchaklar) ajratib olishga xizmat qilgan boʻlsa, ushbu qatlam oʻsha belgilarning kombinatsiyasini tahlil qilib, tasvirdagi harfni aniqlash (klassifikatsiya qilish) vazifasini bajaradi. Toʻliq ulangan qatlamda har bir kirish neyroni keyingi qatlamdagi barcha neyronlar bilan bogʻlangan boʻladi. Bu yerda model: "agar yuqorida ikkita vertikal chiziq va oʻrtada bitta gorizontal chiziq boʻlsa, bu katta ehtimol bilan 'H' harfidir" degan mantiqiy xulosalarni matematik ogʻirliklar (weights) orqali shakllantiradi. Yashirin qatlamlarda ReLU (Rectified Linear Unit) faollashtirish funksiyasi qoʻllanilib, u tarmoqqa murakkab va chiziqli boʻlmagan bogʻliqliklarni anglash imkonini beradi. Har bir bogʻlanish oʻquv jarayonida oʻzgarib boradi, natijada model xatolarni kamaytirib, harfning eng xarakterli belgilariga koʻproq "eʼtibor" qaratishni oʻrganadi.



Jarayonning eng so'nggi nuqtasi — bu Chiqish qatlami (Output Layer) bo'lib, undagi neyronlar soni biz tanimoqchi bo'lgan belgilar sinfi miqdoriga mos keladi. Masalan, agar model faqat ingliz alifbosi harflarini taniyotgan bo'lsa, chiqishda yigirma oltita neyron mavjud bo'ladi. Bu yerda Softmax deb ataluvchi maxsus matematik funksiya ishga tushadi.

$$\sigma(z)_i = \frac{e^x}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}}$$

Softmax chiqish qatlamidagi ixtiyoriy sonli natijalarni ehtimollik ko'rinishiga (0 va 1 oralig'iga) o'tkazadi, bunda barcha chiqishlarning yig'indisi aniq birga (100%) teng bo'ladi.

Masalan, neyron tarmog'iga qo'lyozma "B" harfi kiritilganda, Softmax natijalarni quyidagicha taqsimlashi mumkin: "A" harfi bo'lish ehtimoli — 0.01 (1%), "B" harfi — 0.95 (95%), "P" harfi — 0.04 (4%). Tizim avtomatik ravishda eng yuqori ehtimollikka ega bo'lgan indeksni tanlaydi va foydalanuvchiga yakuniy natijani taqdim etadi. Shu tariqa, oddiy piksellar matritsasi murakkab matematik transformatsiyalar orqali inson tushunadigan aniq belgi va ma'lumotga aylanadi.

Maqolada ko'rib chiqilgan barcha bosqichlar — tasvirni matritsaga aylantirishdan tortib, to'liq ulangan qatlamlarda *klassifikatsiya qilishgacha bo'lgan jarayonlar* — CNN modelining yuqori aniqligini ta'minlovchi yaxlit zanjirni tashkil etadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlarining asosiy ustunligi shundaki, ular inson aralashuvisiz tasvirdagi eng muhim xususiyatlarni (features) mustaqil ravishda o'rganadi va ularni bir-biridan farqlaydi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, to'g'ri sozlangan CNN arxitekturasi qo'lyozma harflarni tanishda 99% dan yuqori aniqlikka erishishi mumkin. Bu ko'rsatkich hatto insonning ko'rish qobiliyati aniqligiga yaqinlashadi. Ayniqsa, MNIST yoki EMNIST kabi ulkan ma'lumotlar bazalarida o'qitilgan modellar har xil husnixat uslublari, yozuv qiyaligi va piksellardagi shovqinlarga qaramay, belgilarni xatosiz klassifikatsiya qilmoqda. Modellarning samaradorligi nafaqat ularning



aniqligida, balki soniyasiga minglab tasvirlarni qayta ishlay olish tezligida ham namoyon bo‘ladi.

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, CNN texnologiyasi qo‘lyozma matnlarni raqamlashtirish sohasida inqilobiy o‘zgarish yasadi. Matritsaviy hisob-kitoblar va filtrlar yordamida harfning har bir burchagi hamda chizig‘ini tahlil qilish, qo‘lda yozilgan hujjatlarni tezkor va ishonchli tarzda elektron formatga o‘tkazish imkonini beradi. Kelajakda ushbu tizimlarni yanada takomillashtirish, ayniqsa, murakkab qo‘lyozma matnlarni va bir-biriga qo‘shilib ketgan (kursiv) yozuvlarni tanish algoritmlarini rivojlantirish sun‘iy intellekt sohasidagi eng dolzarb yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio va Aaron Courville. “Chuqur o‘rganish”. MIT Press, 2016.
2. Холматов, Ж., Худойшукурова, Р., & Ибадуллаев, Ш. (2023). Bul algebrasi funksiyalari sistemasini post teoremasi asosida to‘liqlikka tekshirish. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 66-70.
3. Холматов, Д., & Мустафоев, Э. (2023). Zamonaviy diskret matematikaning vazifalari. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 352-356.
4. XOLMATOV J. INTERFAOL TA’LIM METODLARIDAN DISKRET MATEMATIKA VA MATEMATIK MANTIQ FANINI O‘QITISHDA FOYDALANISH //News of UzMU journal. – 2024. – T. 1. – №. 1.1. 1. – С. 119-222.
5. Xolmatov, J. (2024). DISKRET MATEMATIKA VA MATEMATIK MANTIQ FANIDAN MANTIQIY SXEMALAR QURISH MAVZUSIDA INTERFAOL O‘QITISH METODLARIDAN FOYDALANISH. International Journal of scientific and Applied Research, 1(3), 38-42.
6. Xolmatov, J. (2024). BO‘LAJAK AKT MUTAXASSISLARINI TAYYORLASHDA INTELLEKTUAL KOMPETENSIYALARNI



SHAKLLANTIRISH. International Journal of scientific and Applied Research, 1(3), 42-44.

7. Abduraimov, S. S.; Xolmatov, J. Y.; Kholmatov, J.; Firdavs, A. Advancing Educational Equity: A Comprehensive Analysis of Integration in Contemporary Education Systems. Preprints 2023, 2023120981. <https://doi.org/10.20944/preprints202312.0981.v1>

8. J.Yu.Xolmatov. (2024) Dasturiy vositalar yordamida mantiqiy funksiyalarning sxemasini yaratish. Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. 1, 357-360.

9. Kamoliddin B., Javlon K. HAND MOTION CLASSIFIER USING BIOMIMETIC PATTERN RECOGNITION WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS WITH A DYNAMIC THRESHOLD METHOD FOR MOTION EXTRACTION USING EF SENSORS //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. – 2022. – T. 1. – №. 2. – C. 282-285.

10. Yusupovich X. J. et al. QO ‘LYOZMA RAQAMLARNI CNN ASOSIDA TANISH MODELINI TAHLIL QILISH //Modern education and development. – 2026. – T. 44. – №. 4. – C. 248-256.