



QO'LYOZMA HARFLARNI TANISHDA SUN'IY INTELLEKT ALGORITMLARIDAN FOYDALANISH

*Xolmatov Javlon Yusupovich – O'zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali
katta o'qituvchisi, djavadja@gmail.com*

*Xatamova Fazilat Davron qizi – O'zbekiston Milliy universiteti Jizzax
filiali talabasi,*

***Annotatsiya:** Maqola qo'lyozma harflarni avtomatik tanishda sun'iy intellekt algoritmlarini qo'llashga bag'ishlangan. Unda tasvirlarga raqamli ishlov berish bosqichlari, neyron tarmoqlari strukturalari va ularning ishlash prinsiplari tahlil qilingan. EMNIST bazasi asosida algoritmlarning samaradorligi baholanib, qo'lyozma hujjatlarni elektron ko'rinishga o'tkazishning zamonaviy yechimlari keltirilgan.*

***Kalit so'zlar:** qo'lyozma harflar, EMNIST baza, sun'iy intellekt, raqamlashtirish, CNN, RNN.*

Hozirgi vaqtda ma'lumotlarni raqamlashtirish jarayoni barcha sohalarda jadal sur'atlarda rivojlanmoqda. Ayniqsa, qo'lyozma shaklidagi hujjatlarni elektron ko'rinishga o'tkazish axborot tizimlari uchun murakkab vazifa bo'lib qolmoqda. Inson qo'li bilan yozilgan matnlar turlicha shaklga, egilish burchagiga va chiziqlar qalinligiga ega ekanligi ushbu sohada universal algoritmlarni yaratishni taqozo etadi. Sun'iy intellekt, xususan, mashinali o'rganish va chuqur o'rganish texnologiyalari ushbu muammoning eng maqbul yechimi sifatida namoyon bo'lmoqda.

Qo'lyozmani tanish jarayoni bevosita tasvir sifatiga bog'liq. Dastlabki bosqichda skaner qilingan yoki rasmga olingan hujjat "shovqinlardan" tozalanadi. Binarizatsiya jarayoni orqali rangli tasvir kulrang(grayscale) formatga o'tkaziladi. Bu jarayonda Otsu usuli kabi algoritmlar yordamida har bir pikselning chegaraviy qiymati aniqlanadi. So'ngra, segmentatsiya bosqichi amalga oshiriladi. Bunda umumiy matn bloki avval qatorlarga, so'ngra so'zlarga va oxir-oqibat alohida harf



elementlariga ajratiladi. Har bir ajratilgan belgi o'lchami normallashtiriladi, ya'ni standart piksellar o'lchamiga (masalan, 28x28) keltiriladi.

Qo'lyozma belgilarni klassifikatsiya qilishda Konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) eng yuqori natijani ko'rsatmoqda. CNN modellari tasvirni qismlarga bo'lib o'rganishi bilan ajralib turadi. Birinchi qatlamlarda harfning chetlari va chiziqlari aniqlansa, chuqurroq qatlamlarda harfning o'ziga xos geometrik shakllari — halqalar, kesishish nuqtalari va yoylari tahlil qilinadi.

Murakkab, ya'ni bir-biriga ulanib yozilgan (kursiv) matnlarni tanishda esa Rekurrent neyron tarmoqlari (RNN) va ularning takomillashgan turi bo'lgan LSTM (Long Short-Term Memory) modellari qo'llaniladi. Ushbu modellar matni shunchaki rasm sifatida emas, balki ketma-ketlik (sequence) sifatida idrok etadi. Masalan, so'z ichidagi bitta harf noaniq bo'lsa, algoritm qo'shni harflar yordamida mantiqiy ehtimollikni hisoblab, xatoni tuzatadi.

Qo'lyozma harflarni tanish bo'yicha CNN algoritmi

Kirish: 28×28 kulrang tasvir (image)

Chiqish: 26 ta klassdan birortasi (A–Z)

1. Ma'lumotni tayyorlash

1. Tasvirni 0–1 oralig'iga normallashtirish:

$image = image / 255.0$

2. Tasvir formatini (28,28,1) ga o'zgartirish (channel qo'shish)

3. Label'larni 1–26 oralig'iga moslashtirish (one-hot encoding talab qilinadi)

2. Konvolyutsion qatlamlar

1. Conv2D #1

- 32 filtr, 3×3
- Aktivatsiya: ReLU

2. MaxPooling #1

- 2×2 o'lcham
- Maqsad: tasvir o'lchamini kamaytirish, xususiyatlarni ajratish



3. Conv2D #2

- 64 filtr, 3×3
- ReLU

4. MaxPooling #2

- 2×2 o'lcham

Bu qatlamlar tasvirdan chiziqlar, qirralar, egri shakllar kabi xususiyatlarni chiqaradi.

3. Flatten

- 2D feature map'ni 1D vektorga aylantirish
- Kirish qatlamidan to'liq bog'langan qatlamga uzatish

4. To'liq bog'langan qatlamlar (Dense layers)

1. Dense #1

- 128 neyron
- ReLU

2. Dropout (0.5)

- Overfitting'ni kamaytirish

3. Dense #2 (Chiqish)

- 26 neyron (harflar uchun)
- Softmax: har bir klass ehtimolini hisoblash

5. Chiqish

- Softmax orqali chiqish ehtimolliklari olinadi
- Eng katta ehtimollik \rightarrow tanlangan harf (predicted_letter)

6. Modelni o'qitish

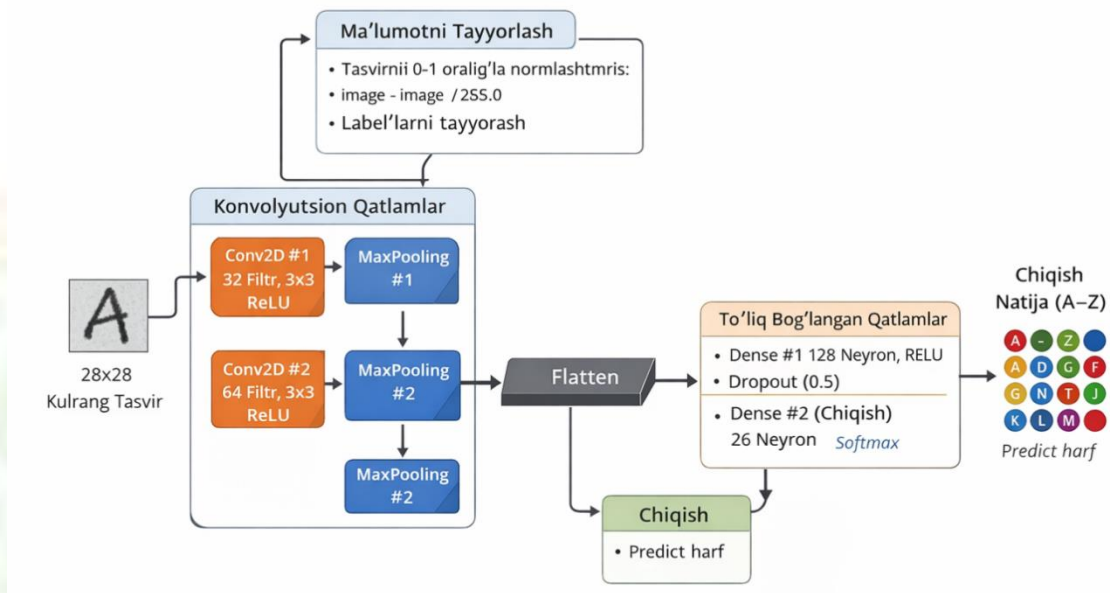
- Loss: categorical_crossentropy
- Optimizer: Adam
- Epoch: 10–20
- Batch size: 128

7. Baholash

- Accuracy (to'g'ri tanish foizi)

- Confusion matrix (qaysi harflar ko'pincha xato aniqlanadi)

Ya'ni **algoritm bosqichlari quyidagi ko'rinishda bo'ladi**: Tasvir → Normalizatsiya → Conv2D → ReLU → MaxPooling → Conv2D → ReLU → MaxPooling → Flatten → Dense → ReLU → Dropout → Dense → Softmax → Natija (A–Z).



1-rasm. Qo'lyozma harflarni tanish bo'yicha CNN algoritmi

Sun'iy intellekt modellarini o'qitishda EMNIST va IAM kabi xalqaro ma'lumotlar bazalaridan keng foydalaniladi. EMNIST bazasi 800 mingdan ziyod o'quv va 70 mingta test namunalaridan iborat bo'lib, u harflarni tanish bo'yicha standart hisoblanadi. Hozirgi kunda zamonaviy arxitekturalar ushbu bazada 99.7 foizdan yuqori aniqlikni ko'rsatmoqda. Bu ko'rsatkich hatto insonning diqqat darajasidan ham yuqori bo'lishi mumkin. O'zbekistonda ham lotin va kirill alifbosidagi qo'lyozmalarni tanish bo'yicha mahalliy ma'lumotlar bazalarini shakllantirish va ularni o'zbek tilining grammatik qoidalari bilan integratsiya qilish dolzarb masaladir.

HCR (Handwritten Character Recognition) texnologiyasi bugungi kunda bank tizimlarida cheklarni qayta ishlashda, davlat xizmatlarida ariza va blankalarni avtomatik o'qishda, shuningdek, logistika sohasida pochta jo'natmalarini saralashda keng qo'llanilmoqda. Tibbiyot sohasida shifokorlarning qo'lyozma



retseptlarini raqamlashtirish orqali farmatsevtik xatoliklarni kamaytirishga erishilmoqda. Tarixiy qo‘lyozmalarni saqlovchi arxivlarda esa ushbu texnologiya nodir asarlarni kelajak avlodga tahrir qilinadigan elektron shaklda yetkazish imkonini beradi.

Tizimlarning mukammal ishlashiga to‘sqinlik qiluvchi bir qator muammolar mavjud. Birinchidan, matn yozilgan qog‘ozning sifati va yoritilganlik darajasi tanib olish aniqligiga ta’sir qiladi. Ikkinchidan, har bir insonning individual yozish uslubi juda xilma-xildir.

Kelajakda generativ sun‘iy intellekt (GAN - Generative Adversarial Networks) yordamida sun‘iy ravishda turli xil husnixt namunalarini yaratish orqali modellarni yanada aniqroq o‘qitish rejalashtirilmoqda. Shuningdek, multimodel tizimlar orqali matnning nafaqat shaklini, balki uning semantik (ma’noviy) mazmunini ham tushunadigan algoritmlar ishlab chiqilmoqda.

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, qo‘lyozma harflarni tanishda sun‘iy intellekt algoritmlaridan foydalanish axborot almashinuvi tezligini va sifatini tubdan yaxshiladi. Konvolyutsion va rekurrent neyron tarmoqlarining sintezi murakkab yozuvlarni ham yuqori aniqlikda raqamlashtirish imkonini bermoqda. Bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar nafaqat texnik, balki ijtimoiy-iqtisodiy sohalarda ham samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). "Gradient-based learning applied to document recognition". Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278-2324. (Neyron tarmoqlari bo‘yicha dunyodagi eng mashhur fundamental asar).
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). "Deep Learning". MIT Press. (Sun‘iy intellekt va chuqur o‘rganish bo‘yicha asosiy darslik).
3. Graves, A., & Schmidhuber, J. (2009). "Offline handwriting recognition with multidimensional recurrent neural networks". Advances in Neural Information Processing Systems.



4. Wong, S. T. (2021). "Handwriting Recognition: Modern Approaches and Machine Learning Techniques". Springer Nature.
5. Aripov, M., & Sharipov, A. (2019). "O'zbek tili alifbosidagi qo'lyozma belgilarni tanib olish masalalari". Axborot texnologiyalari va tizimlari: muammolar va yechimlar. (Mahalliy tadqiqotlar uchun misol).
6. Chollet, F. (2017). "Deep Learning with Python". Manning Publications. (Amaliy dasturlash va Keras kutubxonasi bo'yicha qo'llanma).
7. Official MNIST Database Documentation. "The MNIST database of handwritten digits". [Onlayn manba]: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>