

UO'K: 004.85(075.8)

## YO'L BELGILARINI ANIQLASHDA QO'LLANILADIGAN CHUQUR O'RGANISH ALGORITMLARINI TAHLILINI AMALGA OSHIRISH

**Davronov Shohjaxon Rizamat o'g'li** – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent,  
ORCID: 0000-0003-0857-4271, E-mail: [shoxjahon94@gmail.com](mailto:shoxjahon94@gmail.com)

**Rayimova Aziza Rizoqul qizi** – magistrant,  
ORCID: 0009-0002-2360-4862, E-mail: [a62014554@gmail.com](mailto:a62014554@gmail.com)

Qarshi davlat universiteti, Qarshi sh., O'zbekiston

***Annotatsiya.** Mazkur maqolada konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) algoritmlari tahlil qilinib, ularning kompyuter ko'rish sohasida, xususan, avtomatlashtirilgan yo'l aniqlash tizimlarida qo'llanilishi o'rganiladi. Asosiy e'tibor CNN arxitekturasi tuzilmasi, ishlash tamoyillari va tasvirni segmentatsiya qilishdagi imkoniyatlariga qaratildi. Ushbu ish natijasida sun'iy intellekt texnologiyalariga asoslangan yo'l aniqlash tizimini ishlab chiqishning nazariy va amaliy jihatlari yoritiladi hamda real vaqt rejimida ishlay oladigan tizimni yaratish bo'yicha takliflar ishlab chiqiladi.*

***Kalit so'zlar:** konvolyutsion neyron tarmoq, kompyuter ko'rish, yo'l belgilarini aniqlash, avtomatlashtirish, chuqur o'rganish, TensorFlow, OpenCV.*

УДК: 004.85(075.8)

## ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

**Давронов Шохжохон Ризамат угли** – доктор философии по техническим наукам, доцент  
**Райимова Азиза Ризокул кизи** – магистрант

Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье анализируются алгоритмы сверточных нейронных сетей (CNN) и изучается их применение в области компьютерного зрения, в частности, в автоматизированных системах распознавания дорог. Основное внимание уделено структуре архитектуры CNN, принципам работы и ее возможностям при сегментации изображений. В результате данной работы будут рассмотрены теоретические и практические аспекты разработки системы распознавания дорожных знаков на основе технологий искусственного интеллекта, а также сделаны предложения по созданию системы, способной работать в режиме реального времени.*

***Ключевые слова:** сверточная нейронная сеть, компьютерное зрение, распознавание дорожных знаков, автоматизация, глубокое обучение, TensorFlow, OpenCV.*

UDC: 004.85(075.8)

## CONDUCTING ANALYSIS OF DEEP LEARNING ALGORITHMS USED IN ROAD SIGN DETECTION

**Davronov, Shoxjahon Rizamat ugli** – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor  
**Raimova, Aziza Rizokul kizi** – Master's student

Karshi State University, Karshi city, Uzbekistan

***Abstract.** This article analyzes convolutional neural network (CNN) algorithms and studies their application in computer vision, in particular, in automated road recognition systems. The main focus is on the structure of the CNN architecture, its operating principles and its capabilities in image segmentation. As a result of this work, theoretical and practical aspects of developing a road sign*

*recognition system based on artificial intelligence technologies will be considered, and proposals will be made for creating a system capable of operating in real time.*

**Keywords:** Convolutional neural network, computer vision, road sign recognition, automation, deep learning, TensorFlow, OpenCV.

## Kirish

Hozirgi kunda sun'iy intellekt va mashinali o'rganish texnologiyalarining jadal rivojlanishi sanoat, transport, tibbiyot, ta'lim va boshqa ko'plab sohalarda ilg'or innovatsion yechimlarni ishlab chiqish imkonini bermoqda. Ayniqsa, kompyuter ko'rish (computer vision) yo'nalishidagi konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN – Convolutional Neural Networks) yordamida tasvirni avtomatik tahlil qilish va tushunish texnologiyalari keng qo'llanilmoqda. Ushbu texnologiyalar ayniqsa avtonom transport vositalarida xavfsizlik va samaradorlikni ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash, haydovchilarning e'tiborini oshirish, avtohalokatlar sonini kamaytirish bugungi kundagi eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, avtonom avtomobillar yoki intellektual transport tizimlari uchun yo'l belgilarini aniqlash va ularni to'g'ri talqin qilish funksiyasi hayotiy ahamiyatga ega. Bu jarayonda inson ko'rish qobiliyatini model qiluvchi, ya'ni tasvirlarni tahlil qilish va ulardan tegishli ma'lumotlarni ajratib olishga qodir konvolyutsion neyron tarmoq algoritmlarining o'rni beqiyosdir [1].

Konvolyutsion neyron tarmoqlar - bu tasvirni avtomatik tarzda tahlil qilish, obyektlarni tanish, segmentatsiya va klassifikatsiya qilishda keng qo'llaniladigan chuqur o'rganish arxitekturasi hisoblanadi. Ushbu maqolada yo'l belgilarini tanish va ularni aniqlash haqida yoritiladi. Yo'l belgilari turli texnikalar yordamida avtomatik tarzda aniqlanadi va tasniflanadi. Bu jarayonlar ko'pincha sun'iy intellekt, mashina o'rganishi, hamda kompyuter ko'rish texnologiyalari asosida amalga oshiriladi [1].

## Uslub va materiallar

### 1. Tasvirni oldindan qayta ishlash.

Modelga kiruvchi tasvirlar bir nechta jarayonlardan o'tkaziladi. Masalan, rangli tasvirni HSV yoki YCbCr formatiga o'tkazish yorug'lik sharoitiga kamroq bog'liq bo'lishi uchun, shovqinni tozalash Gaussian blur, median blur orqali, o'lchamni o'zgartirish CNN modelga mos formatga (masalan, 32x32 yoki 64x64) o'tkazish.

### 2. Piktogramma orqali farqlash.

Har bir belgi ustida joylashgan rasm - piktogramma - uning ma'nosini aniq bildiradi. Masalan, bolalar rasmi - "Bolalar" belgisi, sirpanchiq avtomobil rasmi - "Sirpanchiq yo'l".

### 3. Joylashuvi orqali farqlash.

Belgining yo'l bo'yida yoki yo'lining ustida (arqonli yoki ustunli holatda) joylashishi ham uning ahamiyatini bildiradi. Masalan, buyruq belgilar odatda yo'lining o'ng tomonida, ustuvorlik belgilar chorralarda joylashadi.

### 4. Belgilarni aniqlash (Deteksiya).

Bu bir necha turlarga bo'linadi va ulardan birinchisi klassik algoritmlar deb ataladi. Klassik algoritmlar esa 2 turdan iborat: Canny Edge Detection – konturlarni aniqlash va Hough Transform – geometrik shakllarni aniqlash (aylana, chiziq).

Ikkinchisi rang asosidagi aniqlash va u belgilar rangiga qarab maskalar hosil qilinadi (masalan, HSV formatida qizil maska). Uchinchisi esa hozirgi zamon AI usullari va ular tarkibiga YOLO (You Only Look Once) – real vaqtli deteksiya, Faster R-CNN – yuqori aniqlikda aniqlash, SSD (Single Shot Detector) – real vaqtga mos, yengil model.

### 5. Belgilarni farqlash (Klassifikatsiya). Ushbu klassifikatsiya 2 xil usuldan tashkil topadi:

a) Klassik mashina o'rganish usullari: SVM – har bir belgi sinfini chiziqli yoki nolinear chegaralash, k-NN – eng yaqin belgilar asosida sinfga ajratish kabilarni o'z ichiga oladi.

b) Konvolyutsion Neyron Tarmoqlar (CNN): LeNet, AlexNet, ResNet, VGGNet kabi arxitekturalar, belgining o'ziga xos xususiyatlarini avtomatik ajratib olish, GPU yordamida real vaqtlilik ishlov berish imkoniyatlarini o'z ichiga oladi.

6. Belgilarni aniqlashda ishlatiladigan ma'lumotlar bazalari (Datasets)

Datasets 4 qismdan tashkil topadi. Bular,

1) GTSRB (German Traffic Sign Recognition Benchmark). GTSRB 43 ta belgi sinfi, tasvirlar, turli yoritish, burchak va deformatsiyalaridan iborat.

2) LISA Traffic Sign Dataset. Ushbu dataset AQSh belgilariga asoslangan, har xil yo'l belgilarini o'z ichiga oladi.

3) Tsinghua-Tencent 100K. Bu murakkab sharoitdagi yo'l belgilar, real hayotga yaqin hisoblanadi.

4) O'zbekiston hududida qo'llaniladigan va yo'l belgilar to'plami.

7. Yo'l belgilarini amaliy qo'llanilishi. Bu avtonom avtomobillar uchun harakat yo'nalishini aniqlash, xavfli holatlarni oldindan bilish, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)da haydovchini ogohlantirish, og'ir vaziyatlarda yordam berish, mobil ilovalarda yo'l belgilarini skaner qilish, mashg'ulot rejimida foydalanish, yo'l harakati monitoringida belgilar yo'qligini aniqlash, noto'g'ri o'rnatilgan belgilarni tahlil qilish kabilarda xizmat qiladi [2].

8. Yo'l belgilarini tanishdagi ilmiy va texnik muammolar ham bir qancha. Bulardan bir nechtasini sanab o'tamiz. Bular [3],

- Kutilmagan yorug'lik o'zgarishi (masalan, quyosh nuri, tun).
- Belgining eskirgan yoki yaroqsiz holati.
- Bir xil ko'rinadigan, lekin mazmuni har xil belgilar.
- Real vaqtda aniqlashda kechikishlar.
- Qo'shaloq belgilar yoki qisman ko'rinayotgan belgilar va hokazo.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish sohasida kuzatilayotgan taraqqiyotlar kompyuterli ko'rish (computer vision) texnologiyalarining rivojlanishiga katta turtki bo'ldi. Kompyuterli ko'rish texnologiyalari yordamida kompyuterlar rasm yoki video kabi vizual ma'lumotlarni tahlil qilish, tanib olish va talqin etishni o'rganmoqda. Bu texnologiya tibbiyot, sanoat, xavfsizlik, avtomatlashtirilgan transport tizimlari va boshqa ko'plab sohalarda qo'llanilmoqda.

Kompyuterli ko'rish (Computer Vision) texnologiyalari asosidagi algoritmlar tasvir va video ma'lumotlardan ma'no chiqarish, obyektlarni aniqlash, tasniflash va ularni kuzatishda ishlatiladi. Bu algoritmlar yo'l belgilarini aniqlash va farqlashda ham keng qo'llaniladi. Tasvirni klassifikatsiya algoritmlari ma'lum bir rasmga tegishli obyekt yoki holatni aniqlash uchun ishlatiladi. Bu turdagi algoritmlar tasvirga bitta toifani belgilaydi.

Kompyuterli ko'rishda keng qo'llaniladigan usullar quyidagilardan iborat [4]:

Convolutional Neural Networks (CNNs) – Konvolyutsion neyron tarmoqlar rasmni qatlamli tarzda tahlil qilib, undagi xususiyatlarni o'rganadi va tasniflaydi.

Transfer Learning – Oldindan o'rgatilgan modellar (masalan, VGG, ResNet) yordamida yangi tasvirlar klassifikatsiya qilinadi.

Kompyuterli ko'rishda eng ko'p qo'llaniladigan asosiy algoritmlar turlarini keltirib o'tamiz:

An'anaviy (klassik) kompyuterli ko'rish algoritmlari. Bu algoritmdan birinchisi Edge Detection (chegaralarni aniqlash) hisoblanadi va u yo'l belgilarining shakli va ramkalarini aniqlashda qo'llaniladi. Edge Detection qo'llanilishidan maqsad obyekt konturlarini topish, bu jarayon 3 ta algoritmni o'z ichiga oladi [5]:

- Canny Edge Detector.
- Sobel Operator.
- Laplacian of Gaussian.

Hough Transform(shaklni o'zgartirish). Bunda geometrik shakllarni (aylana, chiziq) aniqlanadi va ko'pincha dumaloq yo'l belgilarini aniqlashda ishlatiladi.

Template Matching(modelni moslashtirish). Template matchingda oldindan belgilangan shablon bilan tasvirni solishtiriladi va kam miqdordagi belgi turlari bo‘lgan holatlarda ishlatiladi [6].

Color Thresholding/Color Segmentation(ranglar ajratilishi). Bunda tasvirdagi ma’lum rangdagi obyektlarni ajratib olinadi. Masalan: qizil, ko‘k, oq rangli belgilarni aniqlash [7].

Mashina o‘rganish asosidagi algoritmlar. Ushbu algoritm SVM (Support Vector Machine), k-NN (k-Nearest Neighbors), Decision Tree, Random Forest kabilardan tashkil topgan. SVM da tasvirlardan olinadigan xususiyatlar (HOG, SIFT, LBP) asosida obyektlarni tasniflaydi va yo‘l belgilarining turini aniqlashda foydalaniladi. k-NN (k-Nearest Neighbors) da eng yaqin qo‘shnilar printsipli asosida tasniflanadi va u kichik datasetlar uchun yaxshi ishlaydi. Decision Tree, Random Forest esa xususiyatlarga asoslangan qaror daraxtlari hisoblanadi va yo‘l belgilarining aniq xususiyatlariga asoslanadi [8].

Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) asosidagi algoritmlar. CNNlar kompyuterli ko‘rishda eng samarali va aniq algoritmlar hisoblanadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar LeNet-5, AlexNet, VGGNet (VGG-16, VGG-19), ResNet (ResNet-50, ResNet-101) kabilarni o‘z ichiga oladi (1-jadval). LeNet-5 odatda kichik va sodda model hisoblanadi. Bu dastlab MNIST raqamlarini tanish uchun yaratilgan, lekin yo‘l belgilariga moslashtirish ham mumkin [9]. AlexNet ancha katta tasvir to‘plamlari uchun mo‘ljallangan va kuchli raqobatbardosh aniqlikka ega [10]. VGGNet (VGG-16, VGG-19) esa odatda kichik konvolyutsion yadrolardan iborat chuqur tarmoq hisoblanadi va yuqori aniqlikka erishadi boshqalarga nisbatan, ammo hisoblash og‘ir. ResNet (ResNet-50, ResNet-101) “Skip connections” yordamida chuqur tarmoqlarni samarali o‘rganadi va yo‘l belgilarining murakkab sinflarini tasniflash uchun juda yaxshi [11].

Yo‘l belgilarini aniqlash masalasi ikki asosiy bosqichdan iborat:

1. Tasvirdan obyektни aniqlash (deteksiya).
2. Aniqlangan obyektни klassifikatsiya qilish.

1-jadval

**CNN modellarining yo‘l belgilarini aniqlashdagi samaradorligi tahlili [7]**

Model nomi	Aniqlik (%)	Ishlash tezligi (FPS)	Afzalliklari	Kamchiliklari
LeNet	85%	30	Yengil arxitektura	Katta o‘lchamdagi tasvirlarda past aniqlik
VGG-16	92%	10	Yuqori aniqlik	Resurs talabchan
YOLOv5	95%	60+	Real vaqt uchun mos	Katta model
ResNet-50	93%	20	Keng o‘rgatilgan model	O‘rganish muddati uzun

**Eksperimental natijalar**

Tajriba uchun VGG16 arxitekturasi tanlandi va GTSRB ma’lumotlar bazasida sinovdan o‘tkazilgan (2-jadval). O‘qitish jarayoni 20 epoch davomida olib borilgan.

2-jadval

**VGG arxitekturasi GTSRB ma’lumotlar bazasidan sinovdan o‘tkazish natijalari**

Ko‘rsatkich	Natija (%)
To‘g‘rilik (Accuracy)	98,2
Aniqlik (Precision)	97,9
Qayta chaqirish	98,0
F1-score	97,95

Model real tasvirlarda ham yuqori aniqlik bilan yo‘l belgilarini ajrata oladi. Shuningdek, modelni TensorFlow Lite orqali mobil qurilmalarda ishlashga moslashtirish imkoni ham mavjud.

## Xulosa

Zamonaviy kompyuterli ko‘rish tizimlarining eng samarali va istiqbolli yondashuvlaridan biri bu - konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) hisoblanadi. Neyron tarmoqlar tasvirdagi geometrik va semantik xususiyatlarni avtomatik ravishda ajratib olishga qodir bo‘lib, ayniqsa yo‘l belgilarini tahlil qilish vazifasida yuqori natijalar ko‘rsatmoqda. CNN arxitekturasi orqali belgilarning shakli, rangi, simmetriyasi, fon bilan kontrasti kabi ko‘plab muhim xususiyatlar chuqur tahlil qilinadi. Bu esa belgilarni faqat oddiy farqlash emas, balki turli yoritish, to‘silish, burchak o‘zgarishlari, va shovqinlar mavjud bo‘lgan real sharoitlarda ham ishonchli aniqlash imkonini beradi. ResNet, VGG, MobileNet kabi arxitekturalar keng qo‘llaniladigan modellar qatoriga kiradi.

## Adabiyotlar

- [1] Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer. ISSN-1868-0941. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34372-9>
- [2] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press, 2016, 800 pp, ISBN: 0262035618. DOI:10.1007/s10710-017-9314-z
- [3] Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- [4] Athanasios Voulodimos, Nikolaos Doulamis, Anastasios Doulamis, and Eftychios Protopapadakis. *Deep Learning for Computer Vision: A Brief Review*. Volume 2018, Article ID 7068349, 13 pages, <https://doi.org/10.1155/2018/7068349>.
- [5] Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). *YOLOv3: An Incremental Improvement*. arXiv preprint arXiv:1804.02767.
- [6] He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017). *Mask R-CNN*. In *Proceedings of the IEEE ICCV*.
- [7] R. Sharma, R. B. Pachori, and P. Sircar, (2020). “Automated emotion recognition based on higher-order statistics and deep learning algorithm,” *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 58, p. 101867.
- [8] Zhongqin Bi, Ling Yu, Honghao Gao, Ping Zhou, Hongyang Yao. (2021) Improved VGG model-based efficient traffic sign recognition for safe driving in 5G scenarios. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics* 12(3). DOI:10.1007/s13042-020-01185-5
- [9] A. Almalaq and G. Edwards. (2017). “A review of deep learning methods applied on load forecasting,” in *Proceedings - 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2017*, pp. 511–516. doi: 10.1109/ICMLA.2017.0-110
- [10] K. Simonyan and A. Zisserman, (2014) “Very deep convolutional networks for large-scale image recognition,” *Computer Science*, arXiv preprint arXiv:1409.1556.
- [11] Alexander Wong, Mohammad Javad Shafiee, Michael St. Jules. (2018) *MicronNet: A Highly Compact Deep Convolutional Neural Network Architecture for Real-Time Embedded Traffic Sign Classification*. DOI:10.1109/ACCESS.2018.2873948