

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 336 (2021), 125 – 130

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.31>

УДК 004.93.032.26

МРНТИ 28.23.15

Э. К. Темырканова, А.Б. Саурамбекова

Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: a.saurambekova@auesk.kz

## МЕДИЦИНАЛЫҚ МАСКАЛАРДАҒЫ БЕТ-ӘЛПЕТТІ ТАҢУ ҮШІН YOLO ЖЕЛІСІН ОҚЫТУ

**Аннотация.** Бет маскaларын анықтау - бұл Covid-19-дың алдын-алу үшін қауіпсіздік мақсатындағы өте маңызды мәселе. Медициналық салада ауру белгілері бар-жоғына қарамастан, жұқтырған адамнан жұқтыру қаупін маска азайтады. Осылайша, адам бет-әлпетіндегі масканы анықтау өте маңызды және күрделі міндетке айналады. Бетті таңу жүйелерінің тиімділігі медициналық маскaлар, бас киімдер және көзілдірік сияқты кедергілерге байланысты айтарлықтай нашарлауы мүмкін. Қазіргі уақытта суреттегі нысандарды таңудың бірнеше түрлі әдістері бар. Ең танымал әдістердің бірі- конволюциялық нейрондық желілер, сондай-ақ олардың модификациялары.

Бұл мақалада YOLO желісінің қысқаша сипаттамасы, маскaмен және маскасыз бет-әлпетті анықтай алатын желіні оқытудың мысалы және жұмыс нәтижелері келтірілген.

Таңу моделі бірдей деректері бар әртүрлі алдын-ала дайындалған нысандарды таңу модельдерінде оқытылды және шектеулі сәйкестендіру үшін жақсы дәлдікке жету үшін бірнеше ортада бағаланды.

**Түйін сөздер:** конволюциялық нейрондық желілері, үлгіні таңу, CNN, YOLO.

**Кіріспе.** You Only Look Once (YOLO) - one stage detector, бұл нейрондық желінің конволюциялық архи-тектурасы, нақты уақыт режимінде анықтауға мүмкіндік беретін алғашқы жылдамдықты детекторлардың бірі. Оны Джозеф Редмон жобалаған. Бірінші басылым шыққан кезде (2016) [1,2] Faster R-CNN [3,4] және DPM [5] сияқты тәсілдермен салыстырғанда, YOLO моделі PASCAL VOC 2007 датасетінде mAP дәлдігінде аздап ұтылды, алайда, ол анықтау жылдамдығында бұрын болған барлық тәсілдерден едәуір асып түсіп, нақты уақыт режимінде анықтауды жүзеге асыра алды. YOLO-ның 3 нұсқасы бар, атап айтқанда 1 нұсқасы, 2 нұсқасы және 3 нұсқасы. Соңғы екі нұсқасы біріншісінің жақсартулары болып табылады [6].

YOLO-ға дейін кескін классификаторлары объектінің орналасқан жерін анықтау үшін бүкіл суретті сканерлеу арқылы нысанды анықтау тапсырмасын орындау үшін қолданылған. Бүкіл кескінді сканерлеу процесі алдын-ала анықталған терезеден басталады, егер көрсетілген нысан суреттің сканерленген бөлімінде болса - true мәні, ал егер жоқ болса - false мәні болатын логикалық нәтиже шығарады. Бүкіл терезедегі суретті сканерлегеннен кейін, суретті қайта қарау үшін қолданылатын терезе үлкейтіледі. Нысанды анықтау үшін деформацияланатын бөлшектер модельдері (DPM) жылжымалы терезе деп аталатын осы әдісті қолданады.

R-CNN және Fast R-CNN сияқты басқа анықтау әдістері, негізінен, келесі қадамдар арқылы объектілерді анықтау үшін қолданылатын кескінді жіктеуіш желілер болып табылады:

1. Суретте ықтимал шектеуші қораптар құру үшін Region Proposal әдісін қолдану;
2. Шектеуші қорапта классификаторды іске қосу;
3. Қораптың шекараларын қатайту үшін кейінгі өңдеуді орындау классификациясынан кейін көшірмелерді жою.

Бұл жүйелер күрделі, көлемді және оларды оңтайландыру қиын, себебі әр компонентті бөлек оқыту керек [6].

YOLO басқа желілерден өзгешелігі - бұл кескінді анықтау проблемасын жіктеу мәселесі емес, регрессия мәселесі ретінде қарастырады және жоғарыда аталған барлық тапсырмаларды орындау

үшін бір конволюциялық нейрон желісін қолдайды. Барлық тәуелсіз тапсырмаларды бір желіге біріктірудің келесі артықшылықтары бар:

1. Жылдамдық: YOLO желісі бұрынғыдан қарағанда өте жылдам, себебі ол нысандарды анықтау үшін бірыңғай жинақтау желісін қолданады. Конволюция болжамдарды алу үшін бүкіл кіріс кескіні үшін бір рет қана орындалады.

2. Фондық қателер аз: YOLO оның бөліктері емес, бүкіл кескіннің конволюциясын орындайды, осылайша класстар мен олардың пайда болуы туралы контексттік ақпаратты кодтайды. Фондық түзетулерді объект ретінде болжау кезінде ол аз қателіктер жібереді, себебі ол бүкіл кескінді және себептерді жергілікті түрде емес, жаһандық түрде қарастырады.

### 1. Нейрондық желі архитектурасының сипаттамасы

448 × 448 кескіннің соңында 24 конволюциялық қабаты және 2 толық байланыстырылған қабаты бар модификацияланған GoogLeNet кескін классификациясы моделінің бөлігі арқылы өтеді. «Inception module» GoogLeNet орнына 1 × 1 қабаттары, одан кейін 3 × 3 конволюциялық қабаттары қолданылады.

Кескін өлшемі сәйкес келмеген жағдайда, ол тиісті рұқсатқа дейін созылады.

YOLO-бұл құрамдас құрылымның конволюциялық нейрондық желісі. Модель C++ бағдарламалау тілінде жазылған Darknet [8,9] фреймворгіне негізделген. Ол модельдің жұмысына және оны оқытуға қажетті есептеулердің барлық логикалық құрылымын ұсынады.

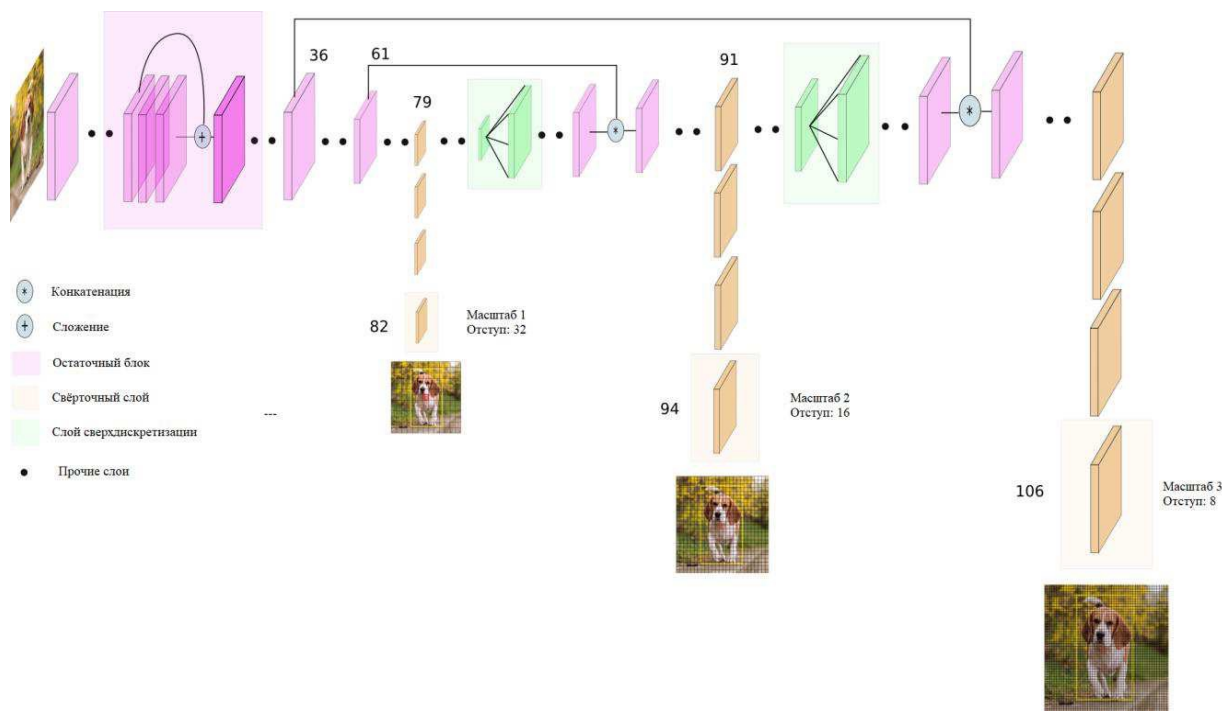
«YOLO v3.0» құрылымы Darknet-53 моделі негізінде құрастырылған [8]. Darknet-53 желісінің жалпы қабатты құрылымы 1-суретте көрсетілген.

	Түрі	Фильтрлер	Өлшемі	Шығыс
	Конволюциялық	32	3 × 3	256 × 256
	Конволюциялық	64	3 × 3 / 2	128 × 128
1x	Конволюциялық	32	1 × 1	
	Конволюциялық	64	3 × 3	
	Қалдықтық			128 × 128
	Конволюциялық	128	3 × 3 / 2	64 × 64
2x	Конволюциялық	64	1 × 1	
	Конволюциялық	128	3 × 3	
	Қалдықтық			64 × 64
	Конволюциялық	256	3 × 3 / 2	32 × 32
8x	Конволюциялық	128	1 × 1	
	Конволюциялық	256	3 × 3	
	Қалдықтық			32 × 32
	Конволюциялық	512	3 × 3 / 2	16 × 16
8x	Конволюциялық	256	1 × 1	
	Конволюциялық	512	3 × 3	
	Қалдықтық			16 × 16
	Конволюциялық	1024	3 × 3 / 2	8 × 8
4x	Конволюциялық	512	1 × 1	
	Конволюциялық	1024	3 × 3	
	Қалдықтық			8 × 8
Орташа үлгі		Жаһандық		
Толық байланысқан Softmax		1000		

1-сурет - Darknet-53 желісінің қабатты құрылымы

Darknet-53 желісі әртүрлі мақсаттағы 53 қабаттан тұрады. Darknet-53 - "YOLO v3.0" желісінің негізгі блогы және ондағы белгілерді бөлуге жауап беретін блок болып табылады. Осы блоктың шығуында алынған ақпарат тікелей желінің соңғы қабаттарына түседі, мұнда шығыс мәліметтерін жіктеу және қалыптастыру жүзеге асырылады.

"YOLO v3.0" жалпы құрылымы объектілердің координаттарын және олардың өлшемдерін болжауға жауапты Darknet-53-ке негізделген тағы 53 қабаттан тұрады. Осылайша, қабаттар саны 106-ға жетеді. Желі құрылымы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет - «YOLO v3.0» желісінің қабатты құрылымы

**2. YOLO желісін оқыту.** Оқыту үшін Imagenet-те алдын-ала дайындалған конволюциялық салмақтар қолданылады (darknet53 моделінің салмақтары).

Талаптар:

- Linux
- Заманауи CUDA-ны қолдау үшін CMake (нұсқасы 3.8-ден төмен емес)
- CUDA 10.0
- OpenCV (нұсқасы 2.4-тен төмен емес)
- CUDA 10.0 үшін cuDNN (нұсқасы 7.0-ден төмен емес)
- GPU мен CC (нұсқасы 3.0-ден төмен емес)
- GCC немесе Clang
- darknet орнату (<https://github.com/pjreddie/darknet>)
- Алдын ала дайындалған салмақ файлдары (<https://pjreddie.com/media/files/yolov3.weights>)

**3. Деректер жиынтығын дайындау.** Әрбір сурет үшін .txt кеңейтімі бар .txt файлын бір каталогта және бірдей атпен құру керек және файлға салу керек: нысан нөмірі мен объектінің координаттары осы суреттегі, әрбір объект үшін жаңа жолда: `<object-class> <x> <y> <width> <height>`, мұнда: `<object-class>` - 0-ден (N-1) дейін танылатын нысандардың бүтін саны,

`<x> <y> <width> <height>` - кескіннің ені мен биіктігіне қатысты өзгермелі нүкте мәндері 0,0 - ден 1,0-ге дейін болуы мүмкін,

`<x> <y>` - бұл тіктөртбұрыштың ортасы (жоғарғы сол жақ бұрыш емес) [7].

Мысалы, `img1.jpg` кескіні үшін `img1.txt` жасау керек:

1 0.716797 0.395833 0.216406 0.147222

0 0.687109 0.379167 0.255469 0.158333

1 0.420312 0.395833 0.140625 0.166667

**4. YOLO конфигурация файлдарын дайындау.**

YOLO-ға қалай және не үйрету керектігін білу үшін белгілі бір файлдар қажет. Ол үшін үш файл құру керек (.data, .names және .cfg) [7].

- cfg/obj.data
- cfg/obj.names

Obj.data файлында класстардың саны, train.txt, test.txt, obj.names файлдарына сілтемелер бар.

Мысал:

```
classes= 4
train = train.txt
valid = test.txt
names = obj.names
backup = backup/
```

Backup-та yolo салмақ файлы сақталады. Obj.names класс аттарын сақтайды. Әрбір жаңа санат жаңа жолда болуы керек, оның нөмірі бұрын жасалған .txt файлдарындағы санат нөміріне сәйкес келуі керек.

Мысал:

```
mask
no mask
other
```

Енді yolo архитектурасын таңдау үшін .cfg құруға көшейік. Ол үшін yolov3.cfg файлында келесі мәндерді өзгерту керек:

- batch = 24 орнату, бұл оқытудың әр кезеңі үшін 24 суретті қолданатынымызды білдіреді
- subdivisions = 8 орнату, GPU VRAM талаптарын азайту үшін партия 8-ге бөлінеді.
- filters = 27 орнату (filters=(classes + 5)\*3) [7].

Барлық өзгерістерден кейін объектілердің ағымдағы кластары үшін жаңа салмақтарды алу үшін команда енгізу қажет:

```
./darknet detector train cfg/obj.data cfg/yolov3.cfg darknet53.conv.74
```

**5. Тану нәтижелері.** Детекторды іске қосу үшін терминалға келесі команданы енгізу керек:  
./darknet detect cfg/yolov3.cfg yolov3.weights data/test.jpg

Нәтижесінде Darknet анықталған нысандарды, олардың сенімділігі мен оларды іздеуге кететін уақытты басып шығарады:

```
Loading weights from yolov3.weights...Done!
data/img1.jpg: Predicted in 9.436504 seconds.
mask: 93%
no mask: 96%
no mask: 97%
```

Сонымен қатар тану нәтижесі predictions.png файлы ретінде сақталады. Тану мысалы 3-суретте көрсетілген.



3-сурет - YOLO желісінің тану нәтижелері

Түпнұсқа сурет 4-суретте көрсетілген.



4-сурет - Түпнұсқа сурет

**Қорытынды.** Ұсынылған бет маскаларын анықтау моделінде YOLO архитектурасына сүйене отырып, маскалары бар адамдар мен маскалары жоқ адамдар санатына бөлінген суреттер жиынтығын оқыту да, әзірлеу де сәтті аяқталды. Болашақта осы модельде қолданылатын YOLO конволюциялық нейрондық желі әдісі бет маскаларын тануда жемісті нәтиже береді.

**Э. К. Темырканова, А. Б. Саурамбекова**

Алматинский университет энергетики и связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстан

#### **ОБУЧЕНИЕ СЕТИ YOLO ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В МЕДИЦИНСКИХ МАСКАХ**

**Аннотация.** Ношение масок на лице очень важно в целях безопасности и предотвращения Covid-19. В медицинской сфере маска снижает потенциальный риск заражения от инфицированного человека, независимо от того, есть ли у него симптомы или нет. Таким образом, обнаружение масок на лице становится очень важной и сложной задачей. Эффективность систем распознавания лиц может значительно ухудшиться из-за преград, таких как медицинские маски, шляпы, волосы на лице и солнцезащитные очки. В настоящее время существует ряд различных методов для распознавания объектов на изображении. Одним из наиболее популярных методов являются свёрточные нейронные сети, а также их модификации.

В настоящей статье представлено краткое описание сети YOLO, приведён пример обучения, с помощью которого возможно обнаруживать лица с маской и без маски, и результаты работы.

Модель распознавания была представлена на различных предварительно обученных моделях распознавания объектов с одинаковыми данными и оценена в нескольких средах для достижения хорошей точности для ограниченных идентификаций.

**Ключевые слова:** свёрточные нейронные сети, распознавание образов, CNN, YOLO.

**E. K. Temirkanova, A. Saurambekova**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Kazakhstan

#### **YOLO NETWORK TRAINING FOR FACE RECOGNITION IN MEDICAL MASKS**

**Abstract.** The detection of face masks is a very important issue for the safety and prevention of Covid-19. In the medical field, the mask reduces the potential risk of infection from an infected person, regardless of whether they have symptoms or not. Thus, the detection of masks on the face becomes a very important and complex task. The

efficiency of facial recognition systems can significantly deteriorate due to occlusions, such as medical masks, hats, facial hair, and sunglasses. Currently, there are a number of different methods for recognizing objects in an image. One of the most popular methods is convolutional neural networks and their modifications.

This article provides a brief description of the YOLO network, an example of training that can detect faces with a mask and without a mask, and the results of the work.

The recognition model has been trained on different object recognition pre-trained models with the same data and evaluated on multiple environments to achieve good accuracy for limited identities.

**Keywords:** convolutional neural networks, face detection, CNN, YOLO.

**Information about authors:**

Temyrkanova Elvira Kadylbekovna, doctor PhD, associate Professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, Kazakhstan; e.temyrkanova@aes.kz; <https://orcid.org/0000-0003-4059-5996>

Saurambekova Assiya, 2<sup>nd</sup> year master's degree in «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Institute of Telecommunications and Space Engineering; a.saurambekova@aes.kz; <https://orcid.org/0000-0002-4956-219X>

## REFERENCES

- [1] Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. / You only look once: Unified, real-time object detection // 2015. P. 1-10. direct text.
- [2] Redmon J. Darknet: Open source neural networks in C - URL:
- [3] <http://pjreddie.com/darknet/>, 2013–2016. (дата обращения 12.05.2020). Текст: электронный.
- [4] Ren S., He K., Girshick R., and Sun J./Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks // Jan. 2016. P. 1-14. direct text.
- [5] Girshick R. B. / Fast R-CNN //ICCV. Sep. 2015. P. 1-9. direct text.
- [6] Felzenszwalb P. F., Girshick R.B., and McAllester D. / Cascade object detection with deformable part models//In CVPR. 2010. P. 1-10. direct text.
- [7] YOLO v1: Part 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://medium.com/adventures-with-deep-learning/yolo-v1-part-1-cfb47135f81f/> (дата обращения: 14.05.2019).
- [8] YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (дата обращения: 14.05.2019).
- [9] Krizhevsky A. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks / A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. E. Hinton // Advances in Neural Information Processing Systems 25, 2012. P. 1-9
- [10] Darknet: Open Source Neural Networks in C [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://pjreddie.com/darknet/> (дата обращения: 12.06.19)