

ӘОЖ 519.97, 519.7

DOI 10.52167/1609-1817-2022-122-3-237-245

Ж.К. Алимсеитова¹, Г.С. Бекетова², А.К. Абуова³,

¹ Satpayev University, Алматы, Қазақстан

² Ғ.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

³ Қазақ қатынас жолдары университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: zhuldyz_al@mail.ru

АДАПТАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ К РАСПОЗНАВАНИЮ РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА

Аннотация. Мақалада биометриялық аутентификация мен иридодиагностикадағы көздің шатырша қабығын танып білу мәселесі қарастырылады. Көздің шатырша қабығын танып білуге арналған нейрондық желі моделінің ең тиімді түрі - үйірткілі нейрондық желі, оның параметрлері осы мәселені шешуге бейімделуі керек. Бейімдеуге болатын үйірткілі нейрондық желі параметрлерінің тізімі анықталды. Бейімделу принциптері ұсынылды, соның негізінде нейрондық желі моделін тапсырманың шарттарына бейімдеудің өзіндік процедурасы жасалды. Белгілі шешімдерден айырмашылығы, үйірткі және субдискреттеу қабаттарының негізгі параметрлерін анықтауға мүмкіндік беретін ұсынылған бейімделу принциптерін қолдануды қамтиды. Ұсынылған процедураны қолдану дәлдігі 0,95 деңгейінде болатын нейрондық желі моделін жасауға мүмкіндік беретіні эксперименталды түрде дәлелденді, ұқсас мақсаттағы ең жақсы заманауи шешімдерге сәйкес келеді. CNN көмегімен көздің шатырша қабығын нейрондық желілік талдау әдісін жасау саласындағы қосымша зерттеулердің орындылығы көрсетілген.

Түйінді сөздер. Көздің шатырша қабығы; нейрондық желілік талдау; үйірткілі нейрондық желі; биометриялық параметр.

Кіріспе.

Практикалық тәжірибе және көптеген жарияланымдардың мәліметтері қазіргі компьютерлік жүйелердің жетілдірілуі көбінесе адамның биологиялық, психофизиологиялық және мінез-құлық қасиеттерін сипаттайтын биометриялық параметрлерді талдаудың жоғары сенімді және жоғары тиімді құралдарын жасау мәселесін шешумен байланысты екенін көрсетеді. Сонымен қатар, бастапқы ақпаратты байланыссыз тіркеу мүмкіндігі, жоғары дәлдік, танып білу жылдамдығы адам көзінің шатырша қабығын сипаттайтын биометриялық параметрлерді талдау құралдарының болашағын анықтайды [7, 23]. Көздің шатырша қабығын сипаттайтын параметрлерді қолданудың сөзсіз артықшылықтары жоғары тұрақтылық пен бірегейлікті қамтиды, бұл өз кезегінде жоғары сенімді талдау нәтижелерін алу мүмкіндігін анықтайды. Осы параметрлерді талдаудың заманауи құралдарының кемшіліктері күрделі және қымбат тіркеу құралдарын қолдану қажеттілігі болып табылады, бұл көбінесе шулы деректерді талдауға жеткіліксіз бейімделген бастапқы өңдеу және танып білу модульдерінің жетілмегендігіне байланысты [16, 22]. Адам көзінің шатырша қабығының параметрлерін талдаудың жетілдірілген құралдарын енгізу биометриялық аутентификация жүйелерінің тиімділігін арттырып қана қоймай, иридодиагностика саласында медицинада қолданылуын табады деп болжанады [5, 8, 11]. Осылайша, адам көзінің шатырша қабығының параметрлерін талдау технологиясын жетілдірудің ғылыми және қолданбалы мәселесінің өзектілігі түсіндіріледі.

Материалдар мен тәсілдер.

Көздің шатырша қабығы - бұл қарашықтың алдыңғы жағындағы боялған сақина, бұлшықет пен дәнекер тіндерінен және пигмент жасушаларынан тұрады, қарашықтың өлшемін өзгертеді [1,5]. Көздің шатырша қабығының үлгісі ерекше және егіздерде де қайталанбайды. Көздің шатырша қабығында саусақ ізіне немесе басқа биометриялық суреттерге қарағанда, мысалы, құлақ қалқанына қарағанда әлдеқайда көп мәліметтер бар деп саналады. Көздің шатырша қабығын танып білу құралдары (RTI) көздің суретін бекітеді, содан кейін қарашықтың айналасындағы түсті бөлікті талдайды. Бұл RTI көз торын тану құралдарынан ерекшеленеді, олар көз ішіндегі қан тамырлары торының суретін сипаттайтын параметрлерді талдауға бағытталған. RTI-дің тағы бір артықшылығы - адамның көзіне әсер етпестен шатырша қабығы параметрлерін тіркеудің тек пассивті құралдарын қолдану мүмкіндігі. Пайдаланушылардың биометриялық аутентификация жүйелерінде қолданылатын RTI-де инфрақызыл бейнекамералар әдетте тіркеу құралы ретінде қолданылады [9], ал медициналық RTI көбінесе көрінетін жарық диапазонының бейнекамераларына бағытталған [5]. [4, 14] еңбектерінде шатырша қабығына тән белгілердің негізгі түрлері анықталған.

RTI-де қолданылатын параметрлерді талдау процесін алдын - ала өңдеу және нақты танып білу кезеңдеріне бөлуге болады [6, 14]. Алдын-ала өңдеу технологиясы келесі кадамдарды дәйекті орындаудан тұрады: көздің кескін сапасын талдау; көздің шатырша қабығының ішкі және сыртқы шекараларын бөлектеу; кескінді қалыпқа келтіру үшін таңдалған шатырша қабығын геометриялық түрленуі. Талданған параметрлердің алдын-ала жасалған номенклатурасында көздің шатырша қабығын танып білу осы параметрлердің мәндерін анықтаудан, сынақ кескінін қалыптастырудан және сол кескінді бір немесе бірнеше стандарттармен салыстырудан тұрады. [9, 20, 21] еңбектерде көздің шатырша қабығын танып білудің дұрыс еместігі мыналардан туындауы мүмкін: әр түрлі жарықтандыру жағдайлары; әр түрлі видеотіркеу құралдарын қолдану; көздің шатырша қабығын жабатын кірпіктер мен қабақтардың кедергілері; қарашықтың ақаулары; көздің шатырша қабығының қара түсі, соның салдарынан қарашық пен шатырша қабығы біріктіріледі; көздің шатырша қабығының жарқырауы; бастың қозғалысы мен орналасуы; линзалар мен көзілдіріктердің кедергілері; адамның жасына, ауруына, психофизиологиялық жағдайына байланысты көздің шатырша қабығының өзгерістері.

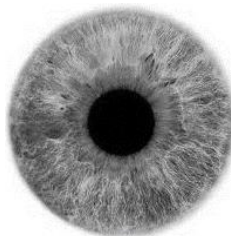
Бұл қиындықтарды жеңудің белгілі тәсілдері видеотіркеу құралдарының тиімділігін арттырумен де, тіркелген параметрлерді өңдеу тиімділігін арттырумен де байланысты. Сонымен, [6] жұмыста көздің шатырша қабығының Оңтүстік-Шығыс Азия тұрғындарына тән қара көлеңке қарашығының шекарасын бөлуді қиындатады. Қараңғы көздерді жақын инфрақызыл спектрде, ал жарық көздерін көрінетін диапазонда тіркеген жөн. [9] жұмыста стробоскопиялық инфрақызыл камераларды қолдану арқылы көздің еріксіз жоғары жиілікті тербелмелі қозғалысын өтеу әдісі ұсынылған.

[2, 7, 15, 17, 19] жұмыстарда сигналдарды сандық өңдеудің классикалық әдістеріне негізделген тіркелген параметрлерді өңдеудің тиімділігін арттырудың белгілі тәсілдері сипатталған. Сонымен, [19] жұмыста шатырша қабығы кескіндерінің ақпараттық белгілерін алудың екі сатылы технологиясы ұсынылады. Сегментацияның бірінші кезеңінде суреттегі шатырша қабығы аймағы анықталады, ол кірпіктермен, қабақтармен және жарықтармен жабылмаған аймақтарды бөлуден тұрады. Параметрлеудің екінші кезеңінде ақпараттық белгілерді есептеу жүзеге асырылады. [7] жұмысында шатырша қабығының кескінін көп масштабты квадраттық вейвлет түрлендірулер арқылы өңдеу алгоритмі ұсынылған. Суретті бинаризациялау үшін шекті мәндерді есептеу алгоритмдерін талдау [17]. [15] жұмысында шатырша қабығының негізгі нүктелерін Эрмит түрлендіру әдісімен оқшаулау негізінде шатырша қабығының параметрлеу әдісі ұсынылған. Компьютерлік эксперименттердің көмегімен CASIA-IrisV3 деректер

базасында бейнеленген шатырша қабығын танып білу қателігі шамамен 0,23% құрады. [2] жұмыста қарашықты және шатырша қабығының сыртқы шекарасын оқшаулау әдісі негізделген, ол жиектің детекторларына және Хафты түрлендіру арқылы шеңберлерді бөлуге негізделген. Жарықтың өзгеруіне және шатырша қабығы кескінінің бұрышына қатысты әдіс шектеулері көрсетілген.

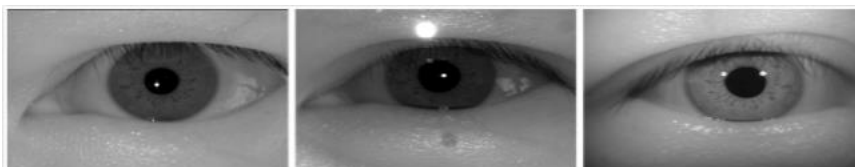
Егер шатырша қабығын танып білудің нейрондық желілік әдістерін талдайтын болса, онда ол екі қабатты перцептрон, үйірткілі нейрондық желі, тікелей сигнал таратылатын терең нейрондық желі қолданылғанын көрсетеді. Әзірлемелердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері, шатырша қабығын танып білуге дайындықтың өзіндік тәсілдері бар. Көптеген жұмыстарға қарамастан, биометриялық аутентификация және иридодиагностика кезінде көздің шатырша қабығын танып білу проблемасының әртүрлі жағдайларына нейрондық желілердің заманауи түрлерін бейімдеу бағытында қосымша зерттеулер жүргізудің орындылығы туралы қорытынды жасауға болады деп санаймыз. Сондықтан, осы мақаланың мақсаты нейрондық желі моделін көздің шатырша қабығын танып білуге бейімдеу процедурасын жасау болып табылады.

[10, 13] деректерге сүйене отырып нейрондық желі моделін көздің шатырша қабығын танып білуге бейімдеу процедурасы нейрондық желі моделінің түрі мен параметрлерін анықтауды қамтуы керек екендігі анықталды. Сондай-ақ, осы процедураны әзірлеу кезінде танылатын көздің шатырша қабығының бейнесі алдын-ала өңдеуден өтті деп болжанады, оның барысында [9, 20] көрсетілген типтік кедергілер тегістелді. Бұл өңдеудің күтілетін нәтижесі - шатырша қабығының бейнесі, оның мысалы 1 суретте көрсетілген.



1 сурет - Көздің шатырша қабығының өңделген бейнесі

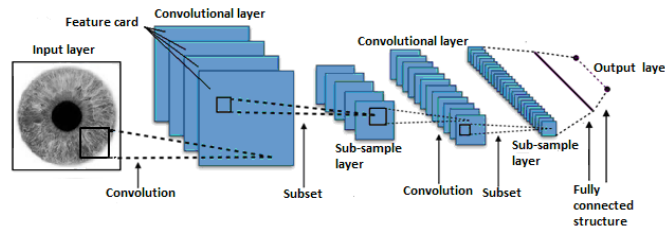
Нейрондық желілік танып білу алдын-ала оқытылған нейрондық желіні қолдануды қажет ететіндіктен, көздің шатырша қабығының бейнесін алу үшін бастапқы деректер ретінде көз кескіндерінің жалпыға қол жетімді және өкілдік дерекқорларын қолданған жөн. Осы типтегі ең танымал мәліметтер базасының бірі - CASIA. Осы дерекқордағы суреттердің мысалдары 2 суретте көрсетілген.



2 сурет - CASIA дерекқорындағы көз суреттерінің мысалдары

Бастапқы деректердің сипаты мен [24, 25] нәтижелері көздің шатырша қабығын танып білуді сұр реңктердегі шектеулі өлшемді кескіндерді нейрондық жіктеу мәселесі ретінде түсіндіруге мүмкіндік береді. Нәтижесінде, шатырша қабығын танып білуге

арналған нейрондық желінің ең тиімді түрі CNN болып табылады, оның типтік құрылымы 3 суретте көрсетілген.



3 сурет - CNN типтік құрылымы

[10, 13] нәтижелері үйірткілі нейрондық желінің негізгі құрылымдық параметрлеріне мыналар жататынын көрсетеді: кіріс нейрондарының саны (L_{in}), шығыс нейрондарының саны (L_{out}), толық байланысқан қабаттардың саны (H), толық байланысқан қабаттардағы нейрондардың саны (L_h), үйірткілі қабаттардың саны (K_{con}), әр үйірткілі қабатындағы белгілер карталарының саны (C_{con}), субдискреттеу қабаттарының саны (K_{sub}), әрбір субдискреттеу қабаты үшін масштабты коэффициент (m_s), әрбір үйірткілі қабаты үшін үйірткі ядросының мөлшері (b_{con}), үйірткіні орындау кезінде рецептивті өрістің ығысуы (d), көршілес нейрондық қабаттар арасындағы байланыс құрылымы.

[4, 13] нәтижелері көрсеткендей CNN құрылымдық параметрлерін анықтау үшін қолданылатын математикалық аппараттың негізі келесі өрнектер болып табылады:

$$L_{in} = a(0) \times a(0), \quad (1)$$

$$s(l) = a(k) / m_s(l), \quad (2)$$

$$a(k) = (a(k-1) - b(k) + r(k)) / d(k) + 1, \quad (3)$$

$$2(C_{con}(K_{con}) + 1) \leq L_{h \leq} 20(C_{con}(K_{con}) + 1), \quad (4)$$

мұндағы $a(0)$ - CNN кіріс өрісінің мөлшері, $s(l)$ - субдискреттеудің l -қабатының мөлшері, $a(k)$ - k -үйірткілі қабаты үшін белгілер картасының мөлшері, $r(k)$ - k -үйірткілі қабаты үшін толықтырушы нөлдердің саны.

Бұл жағдайда CNN қызметі келесі өрнектермен анықталады

$$x_{\Sigma}^{(i,j)} = x_0^{(i,j)} + \sum_{s=1}^{b_{con}} \sum_{t=1}^{b_{con}} (w_{s,t} x^{i+s,j+t}), \quad (5)$$

$$y_{con} = \max(0, x_{\Sigma}), \quad (6)$$

$$y_{sub} = \arg \max(x_{1,1}, \dots, x_{m_s, m_s}), \quad (7)$$

$$y_h = \frac{\exp(x_{\Sigma}) - \exp(-x_{\Sigma})}{(\exp(x_{\Sigma}) + \exp(-x_{\Sigma}))}, \quad (8)$$

$$y_{out,i} = \exp(q_i) / \sum_{k=1}^{L_{out}} \exp(q_k), \quad (9)$$

мұндағы $x_{\Sigma}^{(i,j)}$ - үйірткі қабатындағы (i,j) нейроны үшін жалпы кіріс сигналы;

$x_0^{(i,j)}$ - үйірткі қабатындағы нейронның ығысуы;

Y_{con} - үйірткі қабаты нейронының шығыс сигналы;

Y_{sub} - max pooling процедурасын орындау шартында субдискреттеу қабаты нейронының шығыс сигналы;

Y_h - толық байланысқан шар нейронының шығыс сигналы;

$Y_{out,i}$ - i шығыс қабатының шығыс сигналы.

Желіні оқыту үшін қатені кері тарату алгоритмі қолданылады.

CNN параметрлерін маманның шатырша қабығының бейнесін қалай танитынына ұқсас етіп бейімдеуге болады деп болжанады. Көрсетілген аналогияны CNN жұмыс істеу тұжырымдамасымен біріктіре отырып, нейрондық желі моделінің параметрлерін танып білу міндетіне бейімдеу принциптері тұжырымдалған:

1) Үйірткі қабаттарының саны сарапшының көздің шатырша қабығының бейнесін танып білу деңгейлерінің санына тең болуы керек.

2) Үйірткінің i қабатындағы белгілер карталарының саны танып білудің i деңгейіндегі белгілер санына тең.

3) І-ші үйірткі қабаты үшін үйірткі ядросының мөлшері тиісті иерархиялық танып білу деңгейінде танылатын белгілердің мөлшеріне тең болуы керек.

4) Барлық үйірткі және субдискреттеу процедураларын орындау нәтижесінде көздің шатырша қабығының бастапқы екі өлшемді бейнесі CNN бірінші толық байланысқан қабатына сәйкес келетін векторға айналуы керек.

Осылайша, нейрондық желі моделінің орындылығы туралы тұжырымның әділдігін қабылдай отырып, ұсынылған бейімделу процедурасы CNN параметрлерін бейімдеу үшін әзірленген принциптерді қолдану болып табылады.

Нәтижелер және талқылау.

Нейрондық желілер теориясы [13], (1-3) өрнектерді талдау және жоғарыда тұжырымдалған принциптер нейрондық желі моделінің параметрлерін бейімдеу процесі көбінесе шатырша қабығының кіріс кескінінің көлеміне, танылатын сыныптардың санына және оқу мысалдарының санына байланысты болатындығын көрсетеді. Бұл зерттеу CASIA-Iris-Interval деректер базасында ұсынылған 10000 көздерінің кескіндері бар 100 пайдаланушының шатырша қабығын нейрондық желілік танып білуге бағытталған. 2 суретте көрсетілгендей, көрсетілген көз суреттерінің ажыратымдылығы 320x280 пиксель. Бұл жағдайда 1 суретте көрсетілген кескін 2-суретте көрсетілген көз суреттерін өңдеудің күтілетін нәтижесі. Іс жүзінде, шатырша қабығының алынған бейнесі [9, 20, 21] жұмыстарда сипатталған типтік кедергілердің әсерінен ішінара кесіліп, бұрмаланады. Негізгі нұсқада шатырша қабығы кескінінің кесілген және бұрмаланған бөліктері фондық түспен толтырылуы керек. Бұл суреттерді талдау шатырша қабығы кескіні 280x280 пиксель квадратына сәйкес келеді деп айтуға мүмкіндік береді. Дәл осындай өлшем CNN кіріс өрісі үшін қабылданады, яғни $a(0)=280$. Бұл мәнді (1) қою арқылы $L_{in}=78400$ алынды. Осыдан кейін, 1-қағидатқа сәйкес, сараптамалық бағалау арқылы шатырша қабығын танып білу деңгейлерінің саны 4-ке тең екендігі анықталды, бұл $K_{con}=4$ үйірткі қабаттарының санына сәйкес келеді. Сондай-ақ, 2 және 3 принциптеріне сәйкес, CASIA-Iris-Interval мәліметтер базасында ұсынылған шатырша қабығының суреттерін талдағаннан кейін, бірінші танып білу деңгейде [13] деректермен ұқсастық бойынша, 5x5 өлшемді 5 қарапайым белгілерді анықтаған жөн. Сонымен, $C_{con}(1)=5$, $b_{con}(1)=5$, $d=1$. Сондай-ақ, [25] позицияларға негізделген үйірткі ядросының мөлшері барлық танып білу деңгейлері үшін бірдей болуы мүмкін екендігі анықталды.

Екінші үйірткілі қабаттың белгілері карталарының кеңістікте әртүрлі бағытталған шатырша қабығына тән белгілердің 5 элементарлық түрімен сәйкестігі туралы болжам қабылданды. CNN-дің бұрылу бұрышы $\pm 15^\circ$ суретті танып білуге тұрақтылығын ескере

отырып, $C_{con}(2)=360/15 \times 5=120$ қабылданады. Үшінші және төртінші үйірткілі қабаттың белгілер карталарының саны көздің шатырша қабығының төрт түрлі бағытталған біріктірілген белгілерін танып білу қажеттілігі туралы негізінде анықталады. $\pm 15^\circ$ бұрылуға төзімділікті ескере отырып, $C_{con}(3)=C_{con}(4)=360/15 \times 4=96$. Субдискреттеудің барлық қабаттары үшін $m_s=4$ масштабты коэффициент таңдалады. 1 кестеде көрсетілген CNN құрылымдық параметрлерінің қалғандары, алынған $a(0)$, $C_{con}(1)$, $C_{con}(2)$, $C_{con}(3)$, $b_{con}(1)$, $b_{con}(2)$, $b_{con}(3)$, $b_{con}(4)$, d , m_s мәндерді және бейімделудің төртінші принципін ескере отырып (2-4) өрнектер арқылы есептеледі.

1 кесте - CNN құрылымдық параметрлері

Параметр	Параметр мәні
Кіріс қріс мөлшері	280x280
Кіріс нейрондарының саны	78400
Шығу нейрондарының саны	100
Толық байланысқан қабаттағы нейрондардың саны	1000
Үйірткі қабаттарының саны	3
Бірінші, екінші, үшінші және төртінші үйірткі қабаттардағы белгілер карталарының саны	5; 120; 96
Таңдау қабаттарының саны	4
Үйірткі ядросының мөлшері	5x5
Қабылдау өрісінің ығысуы	1
Бірінші, екінші, үшінші және төртінші үйірткі қабат үшін белгілер картасының өлшемі	276; 68; 16
Нейрондардың толық байланысқан қабаттарының саны	1
Іріктеу қабаттарына арналған масштабты	4

Құрылған CNN Iris Recognition бағдарламалық жасақтамасын жасау үшін негізгі болды. Бағдарлама TensorFlow кітапханасын қолдана отырып, Python бағдарламалау тілінде жазылған. Эксперименттерде CNN әртүрлі конфигурациялары үшін 300 оқу дәуіріндегі оқу тестінің мысалдары үшін танып білу дәлдігі есептелді. Тест мысалдарын танудың максималды дәлдігі 1 кестеде келтірілген CNN конфигурация параметрлері кезінде шамамен 0,95 құрайды. Алынған нәтижелер, жалпы, осындай жүйелердің [9, 12, 16, 18, 21] ең жақсы көрсеткіштеріне сәйкес келеді және осы бағыттағы әрі қарайғы зерттеулердің перспективалылығын көрсетеді. Сонымен қатар, қауіпсіздік параметрлерін бақылаудың нейрондық желілік жүйелерін құру әдіснамасына сүйене отырып, көздің шатырша қабығының бейнесін талдауға арналған CNN параметрлерін оңтайландыру әдісін әзірлеудің орындылығы туралы айтуға болады. Әзірленген процедурадан басқа, бұл әдіс кіріс және шығыс параметрлерінің номенклатурасын анықтауға, оқу үлгісін қалыптастыруға, оқу мысалдарының параметрлерін алдын-ала өңдеуге және шығыс параметрлерін түсіндіруге байланысты кезеңдердің орындалуын қамтамасыз етуі керек.

Қорытынды.

Зерттеулер нәтижесінде нейрондық желі моделін көздің шатырша қабығын танып білу проблемасының жағдайларына бейімдеудің өзіндік процедурасы жасалды. Белгілі шешімдерден айырмашылығы, ол үйірткі қабаттарының негізгі параметрлерін анықтауға мүмкіндік беретін ұсынылған бейімделу принциптерін қолдануды қамтиды. Ұсынылған процедураны қолдану дәлдігі 0,95 деңгейінде болатын нейрондық желі моделін жасауға мүмкіндік беретіні эксперименталды түрде дәлелденді, ұқсас мақсаттағы ең жақсы

заманауи шешімдерге сәйкес келеді. CNN көмегімен көздің шатырша қабығын нейрондық желілік талдау әдісін жасау саласындағы қосымша зерттеулердің орындылығы көрсетілген.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Aim A., Bill F. Ocular circulation. In Adler's Physiology of the Eye/Ed by Moses and Hart. Mosby Co., 1987 . - P. 183-203.
- [2] Al-Raisi A.N., Al-Khoury A.M. Iris recognition and challenge of homeland and border control security in UEA / A.N. Al-Raisi, A.M. Al-Khoury // Telematics and Informatics. – 2008. – Vol. 25. – P. 117-132.
- [3] Al-Raisi, Egorov E.A., Bowyer K.W., Barret W.A. ISO/IEC 19794-6:2005 “Information technology – Biometric data interchange formats – Part 6: Iris image data”. Roizenblatt, R.
- [4] Barret W.A. National Biometrics Test Center. San Jose State University. June 2000.
- [5] Baxter G.M., Williamson T.H. Color Doppler imaging of the eye:normal ranges, reproducibility and observer variation // J. Ultrasound Med.-1995.-№14 (2).- P. 91-96.
- [6] Bowyer K.W. Identity in the Information Society.– Vol 2. № 3. 2009. P. 327-343.
- [7] Daugman J. How iris recognition works // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2004. Vol. 14. No. 1. P. 21–30.
- [8] Dedov I., Maslova O., Suntsov Y., Bolotskaia L., Milenkaia T., Besmertnaia L. Prevalence of diabetic retinopathy and cataract in adult patients with type 1 and type 2 diabetes in Russia // Rev. Diabet Stud.-2009.- Vol. 6, №2.- P. 124-129.
- [9] Dua, M., Gupta, R., Khari, M. et al. Biometric iris recognition using radial basis function neural network. Soft Comput 23, 11801–11815 (2019).
- [10] Dychka I., Chernyshev D., Tereikovskiy I., Tereikovska L., Pogorelov V. (2020) Malware Detection Using Artificial Neural Networks. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education II. ICCSEEA 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 938. Springer, Cham. Pages 3-12 DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-16621-2_1.
- [11] Egorov E.A. Neotlozhnaja oftal'mologija: uchebnoe posobie dlja vuzov. Moskva: Gjeotar Media. 2005. 118 s.
- [12] Hajaria K., Ujwalla Gawandeb, Golharc Y. Neural Network Approach to Iris Recognition in Noisy Environment. International Conference on Information Security & Privacy (ICISP2015), 11-12 December 2015, Nagpur, INDIA Procedia Computer Science 78 (2016) 675 – 682.
- [13] Hu, Z., Tereykovskiy, I., Zorin, Y., Tereykovska, L., Zhibek, A. Optimization of convolutional neural network structure for biometric authentication by face geometry // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. Volume 754, pp 567-577.
- [14] ISO/IEC 19794-6:2005 “Information technology – Biometric data interchange formats – Part 6: Iris image data”.
- [15] Martens J.-B. The Hermite transform-theory // IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1990. Vol. 38. No. 9. P. 1595–1606.
- [16] Min Beom Lee, Hyung Gil Hong and Kang Ryoung Park Noisy Ocular Recognition Based on Three Convolutional Neural Networks. Sensors 2017, 17, 2933 p. 1-26.
- [17] Miyazawa K. An effective approach for iris recognition using phase-based image matching / K. Miyazawa, K. Ito [et al.] // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2008. – Vol. 30, № 10. – P. 1741-1756.
- [18] Muhammad A., Rizwan Ali Naqvi, Dong Seop Kim, Phong Ha Nguyen, Muhammad Owais and Kang P. IrisDenseNet: Robust Iris Segmentation Using Densely Connected Fully

Convolutional Networks in the Images by Visible Light and Near-Infrared Light Camera Sensors. *Sensors* 2018, 18, 1501, p. 1-30.

[19] Proenca H. Iris recognition: On the segmentation of degraded images acquired in the visible wavelength // *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2010. Vol. 32. No. 8. P. 1502–1516.

[20] Roizenblatt, R. *BioMedical Engineering OnLine*. Vol. 3. № 1. 2004. P 2.

[21] Sanjay R., Mirza S. Iris Recognition System And Analysis Using Neural Networks. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 2 Issue 7, July – 2013, p. 1051- 1054.

[22] Tereikovskiy I. A., Chernyshev D. O., Tereikovska L.A., Mussiraliyeva Sh. Zh., Akhmed G. Zh. The Procedure For The Determination Of Structural Parameters Of A Convolutional Neural Network To Fingerprint Recognition. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 30th April 2019. Vol.97. No 8. Pages 2381-2392.

[23] Tereikovskiy, I., Parkhomenko, I., Toliupa, S., Tereikovska, L. Markov model of normal conduct template of computer systems network objects // 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2018 – Proceedings. pp. 498 – 501.

[24] Tereikovskiy I., Subach I., Tereikovskiy O., Tereikovska L., Toliupa S. and Nakonechnyi V. "Parameter Definition for Multilayer Perceptron Intended for Speaker Identification," 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 227-231.

[25] Toliupa S., Tereikovskiy I., Tereikovskiy O., Tereikovska L., Nakonechnyi V. and Kulakov Y. "Keyboard Dynamic Analysis by Alexnet Type Neural Network," 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2020, pp. 416-420, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235466.

[26] Usham Dias, Vinita Frietas, Sandeep P.S. and Amanda Fernandes A NEURAL NETWORK BASED IRIS RECOGNITION SYSTEM FOR PERSONAL IDENTIFICATION. *ICTACT JOURNAL ON SOFT COMPUTING*, OCTOBER 2010, №2 p.78-83.

Alimseitova Zhuldyz, PhD, associate professor, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, zhuldyz_al@mail.ru

Gulzhanat Sakitzhanovna, PhD, associate professor, Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, G.Beketova@aes.kz

Abuova Akbala, PhD, acting associate professor, Kazakh University of Railway Transport, Almaty, Kazakhstan

NEURAL NETWORK ADAPTATION TO IRIS RECOGNITION

Annotation. The article deals with the issue of iris recognition in biometric authentication and iridodiagnostics. The most effective type of neural network model for iris recognition is a convolutional neural network, the parameters of which must be adapted to solve this problem. The list of convolutional neural network parameters that are appropriate to adapt is determined. The principles of adaptation are proposed, on the basis of which an original procedure for adapting a neural network model to the conditions of the task is developed. Unlike the known solutions, the development involves the use of the proposed adaptation principles, which allow determining the main parameters of the convolution and subdiscretization layers. It has been experimentally proved that the use of the proposed procedure made it possible to develop a neural network model whose accuracy at the level of 0.95 corresponds to the best

modern solutions of a similar purpose. The expediency of further research in the field of developing a method of neural network analysis of the iris using CNN is shown.

Keywords. Iris, neural network analysis, convolutional neural network, biometric parameter.

Алимсеитова Жулдыз, PhD, ассоциированный профессор, Satpayev University, Алматы, Казахстан, zhuldyz_al@mail.ru

Бекетова Гулжанат, PhD, ассоциированный профессор, Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, G.Beketova@aes.kz

Абуова Акбала, PhD, и.о. доцента, Казахский университет путей сообщения, Алматы, Казахстан

АДАПТАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ К РАСПОЗНАВАНИЮ РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА

Аннотация. В статье рассматривается вопрос распознавания радужной оболочки глаза при биометрической аутентификации и иридодиагностике. Наиболее эффективным типом нейросетевой модели для распознавания радужной оболочки глаза является сверточная нейронная сеть, параметры которой необходимо адаптировать для решения данной задачи. Определен перечень параметров сверточной нейронной сети, которые целесообразно адаптировать. Предложены принципы адаптации, на основе которых разработана оригинальная процедура адаптации нейросетевой модели к условиям поставленной задачи. В отличие от известных решений разработка предусматривает использование предложенных принципов адаптации, позволяющих определить основные параметры слоев свертки и субдискретизации. Экспериментальным путем доказано, что использование предложенной процедуры позволило разработать нейросетевую модели точность которой на уровне 0,95, соответствует лучшим современным решениям аналогичного назначения. Показана целесообразность дальнейших исследований в области разработки метода нейросетевого анализа радужной оболочки глаза с помощью CNN.

Ключевые слова. Радужная оболочка глаза, нейросетевой анализ, сверточная нейронная сеть, биометрический параметр.
