

Ж.К. Алимсеитова^{1,2}, А. Оган^{1,2}, А.К. Абуова³

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

³Халықаралық көлік-гуманитарлық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: zhuldyz_al@mail.ru

ҚОЛЖАЗБАНЫ ТАНЫП БІЛУ ҮШІН ЕҢ ТИІМДІ НЕЙРОЖЕЛІЛІК МОДЕЛЬДІ ТАҢДАУДЫ НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа. Мақалада қолжазбаның биометриялық бейнелерді танып білу үшін нейрондық желі моделін пайдалану мәселесі қарастырылады. Қолжазбаны танып білу үшін нейрондық желілер модельдерін пайдалану кезінде белгілі нейрондық жүйелерде шешілмеген, белгісіз ұзындықтағы қолжазба фрагменттерін талдау қажеттілігі проблемалардың бірі болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін мақалада кіріс параметрлерінің белгісіз санына және жұмыс жағдайларының ерекшеліктеріне бейімделген қолжазбаны танып білу үшін ең тиімді нейрондық желі моделін таңдаудың негіздемесі ұсынылады. Бұл тиімді нейрондық желілік ақпараттық қауіпсіздік жүйелерін әзірлеудің ғылыми негізделген әдістемесінің бірінші кезеңі. Негіздеуден кейін екінші кезең жүзеге асырылады - тиімді нейрондық желі моделінің параметрлерін анықтау. Негіздеу нәтижесінде қолжазбаның биометриялық бейнелерін танып білу үшін ең тиімді нейрондық желі модельдері және олардың интегралдық тиімділік критерийінің мәні алынды.

Түйінді сөздер. Нейрожелілік модель, биометриялық аутентификация, қолжазба, тиімділік критерийі, екіқабатты персептрон, үйірткілі нейронды желілер, модельдің тиімді түрі.

Кіріспе.

Қазіргі заманғы ақпараттық жүйелерді қорғау жүйелерінің даму тенденцияларын талдау олардың тиімділігін арттырудың негізгі бағыттарының бірі биометриялық аутентификация құралдарын енгізу болып табылатынын көрсетеді [1-3]. Биометриялық сипаттамалар адамның биологиялық, психофизиологиялық және мінез-құлық қасиеттерін сипаттайды. Бұл құралдарды пайдалану, ең алдымен, биометриялық белгілерге негізделген пайдаланушыны автоматты түрде аутентификациялау мәселелерін шешуге бағытталған: саусақ іздері, көздің шатырша қабығы, бет бейнесі, қолжазба, дауыс және сөйлеу сипаттамалары. Биометриялық технологияларға көбірек көңіл бөлу себептерінің бірі адамның автоматты аутентификациясы қабылданған немесе сәтті қабылдануы мүмкін кең ауқымды коммерциялық және әлеуметтік қосымшалардың болуы болып табылады. Сонымен қатар, дәл қазіргі уақытта ақпараттық орталарды және виртуалды қызметтердің әртүрлі түрлерін одан әрі дамыту үшін негізгі кедергі болып табылатын сенімді пайдаланушы аутентификация мәселесі болып табылады. Отандық аспаптық құралдары белгілі бір міндеттерді толық шешпейді [4], шетелдік қорғау жүйелерінде мұндай міндеттер айтарлықтай табысты шешіледі [1-3, 5]. Мұндай жетістікке биометриялық ақпаратты өңдеу және танып білу үшін нейрондық желілер әдістерін қолдану арқылы қол жеткізіледі. Бұл алғышарттар осы мақаланың негізгі мәселесін анықтайды.

Барлық биометриялық бейнелерді танып білу технологиялары үш топқа бөлінеді. Бірінші топқа адамның статикалық сипаттамаларын талдауға негізделген технологиялар,

ал екінші топқа адамның динамикалық сипаттамаларын талдауға негізделген технологиялар жатады. Үшінші топта бірінші және екінші топтағы технологияларды біріктіруге болады, яғни мультибиометриялық технологияларды қолдануға болады.

Тұлғаның статикалық сипаттамалары - бұл адамнан бөлінбейтін және туғаннан бері берілген сипаттамалар. Ең көп таралған - саусақ ізі, көздің түрлі-түсті қабыршығы, көз торы, қол немесе бет геометриясы және басқалар. Адамның статикалық сипаттамалары іс жүзінде пайдаланушылардың психофизиологиялық жағдайына байланысты емес, тіркеуге көп уақытты қажет етпейді және беріктілігі жоғары.

Адамның динамикалық сипаттамаларына уақыт өте келе пайда болған немесе жасына немесе сыртқы әсерлерге байланысты өзгереді қасиеттер жатады. Ең көп таралғаны - дауыс және қолжазба бойынша танып білу.

Нейрондық желілер әдістерін қолданудың орындылығын анықтауда [1-3] жүргізілген талдау нейрондық желі моделін қолданудың тиімділігі көбінесе оның түрі тапсырма шарттарына қаншалықты сәйкес келетініне тәуелді екенін көрсетеді. Қолда бар әдебиеттерде нейрондық желі моделінің түрін биометриялық аутентификация тапсырмаларына бейімдеу әдістерінің сипаттамасы жоқ. Сондықтан бұл осы жұмыстың мақсаттарының бірі.

Мақаланың мақсаты – қолжазба негізінде биометриялық аутентификацияның тиімділігін арттыру мақсатында тиімді нейрондық желі моделін таңдау әдісін негіздеу.

Зерттеу мақсаты. Кіріс параметрлерінің белгісіз саны бар және күтілетін жұмыс жағдайларының ерекшеліктеріне бейімделген қолжазбаны танып білу үшін тиімді нейрондық желі моделін негізделген түрде таңдау. Мұндай нейрондық желі моделін таңдау және іске асыру тиімдірек биометриялық қолжазба аутентификациясын жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Мұндай жүйені ұйымдар ақпараттық ортаға кіру, құжаттарды куәландыру және басқа мақсаттарда пайдалана алады.

Материалдар мен тәсілдер.

Адамның қолжазбасы бойынша идентификация үшін оның қолжазбасы немесе кодтық сөз жазуы қолданылады. Қажетті қорғау дәрежесіне және жабдықтың (графикалық планшет, Palm қалталық компьютер экраны және т.б.) болуына байланысты цифрлық идентификация кодының екі түрі бар. Біріншісі – қолжазбаның өзі бойынша, яғни сәйкестендіру үшін жай ғана екі суреттің сәйкестік дәрежесі қолданылады. Екіншісі қолжазба және жазудың динамикалық сипаттамалары бойынша, яғни идентификация үшін қолтаңбаның өзі, қолжазбаны жқалдырудың уақытша сипаттамалары және бетіндегі қысым динамикасының статистикалық сипаттамалары туралы ақпаратты қамтитын үйірткі құрылады. Бұл әдістің артықшылықтарына құрылғының төмен құны, өмірдің барлық салаларында кеңінен қолданылуы жатады. Кемшіліктерге жалғандық жасау мүмкіндігі, қолтаңбаны талдау мәселесі жатады. Ерекшелік - адамның психологиялық жағдайына және қолжазба тұрақтылығына тәуелді.

Қолжазба түріндегі биометриялық бейнелерді танып білу үшін өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар әртүрлі нейрондық желілер модельдері қолданылады. Мысалы, автоэнкодтаушы негізіндегі терең нейрондық желілер, ReLU активтендіру функциясы бар терең нейрондық желілер, екі қабатты персептрон, үйірткілі нейрондық желілер және ұзақ қысқа мерзімді жадының рекуррентті нейрондық желілер.

[6] - де жүргізілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қолжазбалық символдарды танып білуге негізделген қолданушылардың биометриялық аутентификациясының қазіргі заманғы нейрожелілік жүйелерінің дамуының негізгі бағыттарының бірі - белгісіз ұзындықтағы қолжазбалық мәтін фрагменттерін талдауды жүзеге асыру қажеттілігі. Басқаша айтқанда, нейрожелілік жүйе қолжазбалардың символдардың әртүрлі көлемін

талдауға динамикалық түрде бейімделуі керек. Бұл, ең алдымен, құпиясөздік деректердің ұзындығын өзгертуге мүмкіндік береді, бұл [1, 7] сәйкес аутентификация жүйесінің тұрақтылығына оң әсер етеді. Биометриялық аутентификацияның әйгілі нейрожелілік жүйелерінде қолжазба құпиясөзінің ұзындығын кең көлемде өзгерту мүмкіндігі жоқ екенін ескерту керек. Мұны, ең алдымен, осындай жүйелерді танып білу блогының негізіндегі классикалық нейрожелілік модельдерінің негізгі шектеулерінің бірі - кіріс параметрлерінің белгіленген саны арқылы түсіндіруге болады.

Осылайша, биометриялық аутентификациялаудың нейрожелілік жүйесіне көрсетілген мүмкіндікті қосу үшін жаңа нейрожелілік моделін құру керек, ол бір жағынан кіріс параметрлерінің белгісіз санына бейімделуі керек, ал екінші жағынан күтілетін жұмыс жағдайларының ерекшеліктеріне бейімделуі керек.

Нейрожелілік модельді құрудың бастапқы нүктесі ретінде [1] жұмыста баяндалған ақпаратты қорғаудың тиімді нейрожелілік жүйелерін әзірлеудің жақсы жаңартылған және ғылыми негізделген әдіснамасын қолдандым. Кеңейтілген түрде бұл әдіснама нейрожелілік моделінің құру үшін екі кезеңді қамтиды:

- модельдің ең тиімді түрін таңдауды негіздеу;
- тиімді моделінің параметрлерін анықтау.

Сонымен қатар, модельдің ең тиімді түрін таңдауды негіздеу үшін келесі принципті қолданылды: нейрожелілік моделінің ең тиімдісі - сипаттамалары ақпаратты қорғау міндетінің маңызды шарттарына сәйкес келетін түрі [1, 2]. Негізгі нұсқада көптеген маңызды шарттарды оқу деректерін, оқыту процесінің шектеулерін, есептеу қуаттарын, шығыс ақпаратын, техникалық іске асыруды және нейрожелілік құралдарды қолдану аясын сипаттайтын санаттарға бөлу ұсынылады. Осылайша, нейрожелілік модельдің ең тиімді түрін таңдау міндеті келесі өрнекпен сипатталған көп факторлы оңтайландыру проблемасына дейін азаяды:

$$E_{\Sigma}(a_i) = \sum_{k=1}^K E_k(a_i) \rightarrow \max, a_i \in A, i=1,2,\dots,I, \quad (1)$$

мұнда E_{Σ} - нейрожелілік моделінің түрін оңтайландырудың интегралды критерийі, a_i - i -ші нейрожелілік модель түрі, A , I - нейрожелілік модельдерінің рұқсат етілген түрлерінің жиынтығы және саны, E_k - k -ші тиімділік критерийі, K - тиімділік критерийлер саны.

Сондай-ақ [1]-де (1)-ші өрнекте қолданылатын тиімділіктің негізгі критерийлерінің әмбебап тізімі келтірілген. Сол жұмыста әмбебап тізімді қойылған ақпаратты қорғау міндетіне бейімдеу туралы ұсыныс жасалды. Модификацияның қажеттілігі [1] жарияланғаннан кейін пайда болған нейрондық желілер теориясының дамуындағы үлкен прогреске байланысты екенін ескерту қажет. Мысалы, softmax түрі бар активтеу функциясының арқасында шығыс сигналын ықтималды түрде ұсыну мүмкіндігі қазіргі уақытта нейрожелілік модельдерінің кез-келген түрі үшін жүзеге асырылуы мүмкін. Сондықтан, тиімділікті бағалаудың тиісті негізгі критерийін қолдану мүмкін емес.

Нейрондық желілер теориясының қазіргі жағдайын ескере отырып және белгісіз ұзындықтағы қолжазба мәтінін талдау негізінде биометриялық аутентификация проблемасының ерекшелігін ескере отырып, көрсетілген тізімді өзгерту 1-кестеде келтірілген.

1 кесте - Нейрожелілік модельдердің тиімділік критерийлері

№	Санат	Критерийді түсіндіру
E_1	Оқу деректері	Кіріс параметрлерінің әртүрлі саны бар оқу мысалдарын пайдалану мүмкіндігі
E_2		Шектеулі іріктемелерде оқыту мүмкіндігі
E_3		Оқу деректеріндегі шудың болу мүмкіндігі
E_4		Оқу мысалдарының корреляциясының болу мүмкіндігі
E_5		Танья білуге арналған сыныптардың әрқайсысының мысалдарын пропорционалды түрде көрсету қажеттілігі
E_6		Дискретті кіріс параметрлерін пайдалану мүмкіндігі
E_7		Таңбаланған оқу мысалдарын пайдалану мүмкіндігі
E_8		Таңбаланбаған оқу мысалдарын пайдалану мүмкіндігі
E_9	Оқыту процесі	Қысқы оқу мерзімі
E_{10}		Оқытуды автоматтандыру
E_{11}		Ары қарай оқыту мүмкіндігі
E_{12}		Оқыту сапасы
E_{13}		Сараптамалық деректерде оқыту мүмкіндігі
E_{14}		Салмақ коэффициенттерін алдын ала реттеу мүмкіндігі
E_{15}		Оқу процесін параллельдеу мүмкіндігі
E_{16}		Танылатын объектілерді иерархиялық белгілер желісі арқылы бөлу мүмкіндігі
E_{17}	Есептеу қуаты	Жады көлемі (дұрыс есте сақталған мысалдар санының салмақ коэффициенттерінің санына қатынасы)
E_{18}		Оқыту нәтижелерін оқу іріктемелерінен тыс экстраполяциялау
E_{19}	Техникалық іске асыру	Шешім қабылдау жылдамдығы
E_{20}		Бағдарламалық іске асыру көлемі
E_{21}		Қолданатын жады көлемі
E_{22}	Апробацияланған қолданылу саласы	Уақыт қатарларын модельдеу
E_{23}		Бейнелерді талдау
E_{24}		Қолжазба мәтінін танып білу

Нәтижелер және талқылау.

Нейрожелілік моделінің ең тиімді түрін таңдауды негіздеу процесінің келесі бағыты биометриялық аутентификацияның заманауи нейрожелілік жүйелерін және қолжазбаны танып білудің нейрожелілік жүйелерін талдау нәтижелерімен байланысты. Бұл нәтижелер мұндай жүйелерде негізінен нейрожелілік модельдері арасында келесі түрлер қолданылатындығын көрсетеді: автоэнкодтаушы негізіндегі терең нейрондық желілер, ReLU активтендіру функциясы бар терең нейрондық желілер, екі қабатты персептрон, үйірткілі нейрондық желілер және ұзақ қысқа мерзімді жадының рекуррентті нейрондық желілер. Келтірілген деректерге сәйкес (1) өрнекті келесідей өзгертуге болады:

$$E_{\sum}(a_i) = \sum_{k=1}^{24} E_k(a_i) \rightarrow \max, a_i \in A, i=1,2,\dots,5, \quad (2)$$

$$A = \{DNN_a, DNN_r, MLP_2, CNN, LSTM\}, \quad (3)$$

мұнда DNN_a - автоэнкодтаушы негізіндегі терең нейрондық желі, DNN_r - ReLU активтендіру функциясы бар терең нейрондық желі, MLP_2 - екі қабатты персептрон, CNN-

үйірткілі нейрондық желі, LSTM- ұзақ қысқа мерзімді жадының рекуррентті нейрондық желі.

Сондай-ақ, [1] ұсынымдарға сәйкес қойылған биометриялық аутентификация міндеті үшін критерийлердің маңыздылығы (2)-ге сәйкес салмақ коэффициенттерін енгізу арқылы ескерілді:

$$E_{\Sigma}(a_i) = \sum_{k=1}^{24} (r_k \times E_k(a_i)), a_i \in A, i=1,2,\dots,5, \quad (4)$$

$$E_{\Sigma}(a_i) \rightarrow \max, a_i \in A, i=1,2,\dots,5, \quad (5)$$

мұнда r_k – k -ші оңтайландыру критерийінің салмақтық коэффициент.

[1-3] нәтижелері бірінші жуықтауда 1-ші кестеде көрсетілген тиімділік критерийлеріне А жиынына жататын нейрожелілік модельдерінің негізгі түрлерінің сәйкестігін бағалауға мүмкіндік берді. Көрсетілген бағалар үш балдық шкала бойынша қойылды және 2-ші кестеде келтірілген. Критерий $E_i=1$, егер биометриялық аутентификация мәселесінің i -ші сипаттамасы нейрожелілік моделінің осы түрінде толық қамтамасыз етілсе, $E_i=0,5$ – егер сипаттама осы типтегі нейрожелілік моделінің параметрлерін оңтайландыру арқылы қамтамасыз етілсе және $E_i=0$ – егер қамтамасыз етілмесе.

2 кесте - Тиімділік критерийлердің шамасы

№	Нейрожелілік модель түрі				
	DNN _a	DNN _r	MLP ₂	CNN	LSTM
E_1	0	0	0	0	1
E_2	0	0	0	0,5	0,5
E_3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_6	1	1	1	1	1
E_7	1	1	1	1	1
E_8	1	1	1	1	1
E_9	0,5	1	0,5	0,5	0,5
E_{10}	0,5	0,5	1	1	1
E_{11}	1	0	0	0	0,5
E_{12}	0,5	1	1	1	1
E_{13}	0	0	0,5	0	0
E_{14}	0,5	0	0	0	0
E_{15}	1	0,5	0,5	0,5	0,5
E_{16}	0,5	0,5	0	0,5	0,5
E_{17}	0,5	0,5	0,5	1	1
E_{18}	1	1	0,5	1	1
E_{19}	1	1	1	1	0,5
E_{20}	0,5	1	1	1	1
E_{21}	1	1	0,5	1	1
E_{22}	0	0	0	0,5	1
E_{23}	0,5	0,5	0,5	1	0,5
E_{24}	0,5	0,5	0,5	1	0,5

Сондай-ақ 2-ші кестеде көрсетілген тиімділік критерийлерінің әрқайсысы үшін [1-3] деректеріне сүйене отырып, салмақ коэффициенттерінің мәндерін анықтадым. Салмақтық коэффициенттердің көрсетілген мәндері 3 кестеде келтірілген.

3 кесте - Тиімділік критерийлері үшін салмақ коэффициентінің мәндері

r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8
1	0,5	0,3	0,3	0,3	1	1	0,2
r_9	r_{10}	r_{11}	r_{12}	r_{13}	r_{14}	r_{15}	r_{16}
0,5	0,5	0,3	0,9	0,3	0,3	0,3	0,5
r_{17}	r_{18}	r_{19}	r_{20}	r_{21}	r_{22}	r_{23}	r_{24}
0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	1	1

Нәтижесінде нейрожелілік модельдерінің әрбір зерттелген түрі үшін интегралдық тиімділік критерийінің мәні есептелді. Есептеулердің мәні 2-ші кестедегі және 3-ші кестедегі деректерді (4) өрнекке ауыстыруға келді. Алынған мәндер 4-ші кестеде берілген.

4 кесте - Нейрожелілік модельдерінің қарастырылған түрлері үшін интегралды тиімділік критерийінің мәндері

Интегралды критерийінің мәндері	Нейрожелілік модель түрі				
	DNN _a	DNN _r	MLP ₂	CNN	LSTM
E_{Σ}	6,7	6,75	6,35	7,35	9,35

4-ші кестенің және (5) өрнектің деректерін пайдалана отырып, нейрожелілік модельдерінің ең тиімді түрлері ұзақ қысқа мерзімді жадының рекуррентті нейрондық желі және үйірткілі нейрондық желі болып табылатыны анықталды. Осылайша, желілердің осы түрлерінің мүмкіндіктерін біріктіретін нейрожелілік моделі ең үлкен перспективаға ие деп болжауға болады. Бұл болжам [1-4, 6-7]-де дәлелденген ұқсас тұжырымдармен расталады.

Қорытынды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, нейрожелілік модельдер ішінді биометриялық аутентификация жүйелерінде және қолжазбаны танып білу нейрожелілер жүйелерінде негізінде келесі түрлері қолданылады: автоэндкодер негізіндегі терең нейрондық желілер, ReLU активтендіру функциясы бар терең нейрондық желілер, екі қабатты персептрон, үйірткілі нейрондық желілер және ұзақ қысқа мерзімді жадының рекуррентті нейрондық желілер. Нейрожелілік модельдерінің ең тиімді түрлері ұзақ қысқа мерзімді жадының рекуррентті нейрондық желілер және үйірткілі нейрондық желілер екені анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нейросетевые модели, методы и средства оценки параметров безопасности интернет-ориентированных информационных систем: монография / А. Корченко, И. Терейковский, Н. Карпинский, С. Тынымбаев. – Киев: НАУ, 2016. – 276 с.

[2] Toliupa, S., Tereikovska, L., Tereikovskiy, I., Doszhanova, A., Alimseitova, Z. (2021) Procedure for Adapting a Neural Network to Eye Iris Recognition // 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings, p. 167–171, doi 10.1109/PICST51311.2020.94680209468020

[3] Б. Ахметов, Л. Терейковская, И. Терейковский, Ж. Алимсеитова Определение оптимального типа нейросетевой модели для биометрической аутентификации // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей промышленной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050»» посвященной 70-летию профессора М. Бейсенби. – Астана, 2017. - с. 155-157.

[4] Ахметов Б.Б., Корченко А.Г., Терейковский И.А., Алибиева Ж.М., Бапиев И.М. (2017) Параметры оценки эффективности нейросетевых средств распознавания кибератак на сетевые ресурсы информационных систем // Вестник Национальной Академии Наук Республики Казахстан. – 2017. - №2. - С. 19-27

[5] Нейромережеві моделі розпізнавання фонем в голосовому сигналі в системі дистанційного навчання: монографія / В.М. Михайленко, Л.О. Терейковська, І.А. Терейковський, Б.Б. Ахметов. – Київ: «Компринт», 2017. – 252 с.

[6] Алимсеитова Ж.К. Разработка интеллектуальной автоматизированной системы распознавания биометрических образов: специальность 05.13.16 «Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях»: дис. на соискание кандидата техн. наук / Алимсеитова Жулдыз Кенесхановна; Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова. – Бишкек, 2019. – 164с.

[7] И. А. Терейковский, Л. А. Терейковская, А. О. Корченко, Ж. М. Алибиева Нейросетевое распознавание рукописных символов в системе биометрической аутентификации // Інформаційні технології в економіці і природокористуванні. – 2017. - № 2. - С. 29-42.

REFERENCES*

[1] Nejrosetevye modeli, metody i sredstva ocenki parametrov bezopasnosti internet-orientirovannyh informacionnyh sistem: monografija / A. Korchenko, I. Terejkovskij, N. Karpinskij, S. Tynymbaev. – Kiev: NAU, 2016. – 276 s.

[2] Toliupa, S., Tereikovska, L., Tereikovskiy, I., Doszhanova, A., Alimseitova, Z. (2021) Procedure for Adapting a Neural Network to Eye Iris Recognition // 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings, r. 167–171, doi 10.1109/PICST51311.2020.94680209468020

[3] B. Ahmetov, L. Terejkovskaja, I. Terejkovskij, Zh. Alimseitova Opredelenie optimal'nogo tipa nejrosetevoj modeli dlja biometricheskoj autentifikacii // Sbornik trudov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Intellectual'nye informacionnye i kommunikacionnye tehnologii – sredstvo osushhestvlenija tret'ej industrial'noj revoljucii v svete Strategii «Kazahstan-2050»» posvjashhennoj 70-letiju professora M. Bejsenbi. – Astana, 2017. - s. 155-157.

[4] Ahmetov B.B., Korchenko A.G., Terejkovskij I.A., Alibieva Zh.M., Bapiev I.M. (2017) Parametry ocenki jeffektivnosti nejrosetevyh sredstv raspoznavanija kiberatak na setevye resursy informacionnyh sistem // Vestnik Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazahstan. – 2017. - №2. - S. 19-27

[5] Nejromerezhevi modeli rozpiznovanija fonem v golosovomu signali v sistemі distancijnogo navchannja: monografija / V.M. Mihajlenko, L.O. Terejkovs'ka, I.A. Terejkovs'kij, B.B. Ahmetov. – Kiev: «Komprinr», 2017. – 252 s.

[6] Alimseitova Zh.K. Razrabotka intellektual'noj avtomatizirovannoj sistemy raspoznavanija biometricheskih obrazov: special'nost' 05.13.16 «Primenenie vychislitel'noj tehniki, matematicheskogo modelirovanija i matematicheskikh metodov v nauchnyh issledovanijah»: dis. na soiskanie kandidata tehn. nauk / Alimseitova Zhuldyz Keneshanovna;

Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова. – Бishkek, 2019. – 164s.

[7] I. A. Terejkovskij, L. A. Terejkovskaja, A. O. Korchenko, Zh. M. Alibieva Nejrosetevoe raspoznavanie rukopisnyh simvolov v sisteme biometricheskoj autentifikacii // Informacijni tehnologii v ekonomici i prirodokoristuvanni. – 2017. - № 2. - S. 29-42.

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

Atkeldi Ogan, doctoral student, senior lecturer, Satpayev University, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: atkeldi@mail.ru

Akbala Abuova, PhD, associate professor, International University of Transport and Humanities, Almaty, Kazakhstan, akbala86@gmail.com

RATIONALE FOR CHOOSING THE MOST EFFICIENT NEURAL NETWORK MODEL FOR HANDWRITING RECOGNITION

Abstract. The article deals with the issue of using a neural network model for recognizing biometric images of handwriting. When using neural network models for handwriting recognition, one of the problems is the need to analyze handwritten fragments of indefinite length, which is not solved in known neural network systems. To solve this issue, the article proposes a rationale for choosing the most effective neural network model for handwriting recognition, which is adapted to an indefinite number of input parameters and to the features of operating conditions. This is the first stage of a scientifically based methodology for the development of effective neural network information security systems. After justification, the second stage is carried out - the determination of the parameters of an effective neural network model. As a result of the substantiation, the most effective neural network models for the recognition of biometric images of handwriting and their value of the integral efficiency criterion were obtained.

Keywords. Neural network model, biometric authentication, handwriting, performance criterion, two-layer perceptron, convolutional neural networks, efficient model view.

Жулдыз Алимсеитова, PhD, ассоциированный профессор, Satbayev University, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, zhuldyz_al@mail.ru

Аткелди Оган, докторант, старший преподаватель, Satbayev University, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, atkeldi@mail.ru

Ақбала Абуова, PhD, ассоциированный профессор, Международный транспортно-гуманитарный университет, Алматы, Казахстан, akbala86@gmail.com

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ПОЧЕРКА

Аннотация. В статье рассматривается вопрос применения нейросетевой модели для распознавания биометрических образов рукописного почерка. При применении нейросетевых моделей для распознавания рукописного почерка одной из проблем является необходимость анализа рукописных фрагментов неопределенной длины, что в известных нейросетевых системах не решено. Для решения данного вопроса в статье предложено обоснование выбора наиболее эффективной нейросетевой модели для

распознавания рукописного почерка, которая адаптирована к неопределенному количеству входных параметров и к особенностям условий эксплуатации. Это является первым этапом научно обоснованной методологии разработки эффективных нейросетевых систем защиты информации. После обоснования проводится второй этап – определение параметров эффективной нейросетевой модели. В результате обоснования получены наиболее эффективные нейросетевые модели для распознавания биометрических образов рукописного почерка и их величины интегрального критерия эффективности.

Ключевые слова. Нейросетевая модель, биометрическая аутентификация, рукописный почерк, критерий эффективности, двухслойный персептрон, сверточные нейронные сети, эффективный вид модели.
