

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОГРАММ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

ELEMENTS OF SYSTEM ANALYSIS OF PROGRAMS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

**S. Kulik
A. Shtanko**

Summary. This article deals with the analysis of programs in the description of which convolutional neural networks are mentioned. Only programs protected by titles of protection of the Russian Federation were analyzed. The search was carried out among more than 140 thousand documents. A total of 227 programs and one database were found and reviewed. The areas of application of the found programs were identified. Particular attention in the search and analysis was paid to recognition for forensics (security elements of documents) and for medicine (psoriasis and PUVA therapy). The results obtained can be used by developers of neural network algorithms for automated factographic information systems.

Keywords: system analysis, computer program, convolutional neural networks, intellectual property item.

Кулик Сергей Дмитриевич

Д.т.н., доцент, Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»
sedmik@mail.ru

Штанько Александр Николаевич

Аспирант, Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»
shtanko-mephi@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу программ, в описании которых упоминаются сверточные нейронные сети. Анализировались только программы защищенные охранными документами Российской Федерации. Поиск осуществлялся среди более 140 тысяч документов. Всего было найдено и рассмотрено 227 программ и одна база данных. Были выявлены области применения найденных программ. Особое внимание при поиске и анализе было уделено распознаванию для криминалистики (защитных элементов документов) и для медицины (псориаза и ПУВА-терапии). Полученные результаты могут быть использованы разработчиками нейросетевых алгоритмов для автоматизированных фактографических информационных систем.

Ключевые слова: системный анализ, программа, сверточные нейронные сети, объект интеллектуальной собственности.

Введение

Нейронные сети (НС) являются одним из инструментов машинного обучения для решения различных задач на практике. Одним из типов НС являются сверточные нейронные сети (СНС), хорошо приспособленные для распознавания изображений. Системный анализ (СА) [1] существующих разработок и методов, включая зарегистрированные программы, является необходимым этапом при планировании разработок и исследований. Выявление и последующий анализ зарегистрированных в Российской Федерации (РФ) программ для ЭВМ в области СНС является целью данной работы. Проанализированы именно программы для ЭВМ, зарегистрированные Федеральной службой по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ). Доступ к описанию этих программ предоставляется интернет-сайтом Федерального института промышленной собственности (ФИПС) с помощью специальной поисковой системы. Важными элементами СА являются показатели. На практике эффективность нейросетевых решение оценивают с помощью специальных показателей таких как [2]: *TP* (true positive), *FN* (false negative), *FP* (false positive), *TN* (true negative), Accuracy (точность,

правильность), Precision (точность), Recall (полнота, чувствительность), F_1 -мера. Эффективность СНС [3, 4, 5] также оценивают по этим показателям.

Сведения, предоставляемые ФИПС, по конкретной программе включают следующие поля: номер свидетельства, дата регистрации, номер и дата поступления заявки, дата публикации, авторы, правообладатель, название, реферат. В реферате — краткое описание программы, что усложняет их анализ. В нем указываются языки программирования, объем программы, а также тип ЭВМ и поддерживаемые операционные системы, однако часто данная информация не приводится.

Анализ зарегистрированных программ для ЭВМ

Был успешно проведен поиск программ для ЭВМ, упоминающих в своем описании НС в общем и СНС в частности. Поиск проводился среди более **140 тысяч** документов в информационной системе (ИС) ФИПС. Для поиска программ с использованием НС использовался следующий поисковый запрос: «нейрон* AND сет*», а для СНС — «(свёрточн* OR сверточн*) AND нейронн*

Таблица 1. Количество программ и баз данных на 26.01.2022

Тип объекта интеллектуальной собственности	Количество	
	Нейронные сети	Сверточные нейронные сети
Программа для ЭВМ	2007	227
База данных	76	1

Таблица 2. Программы, связанные со СНС

№	Номер	№	Номер	№	Номер	№	Номер
1	2022610568	58	2020616387	115	2015614849	172	2020614576
2	2022610554	59	2020612466	116	2015618275	173	2020614263
3	2022610549	60	2020612189	117	2016616828	174	2020613958
4	2021681715	61	2019661677	118	2022610359	175	2020612889
5	2021681451	62	2020610552	119	2022610217	176	2020611604
6	2021680472	63	2020610009	120	2021681660	177	2020610994
7	2021680592	64	2019667576	121	2021681519	178	2020610551
8	2021680315	65	2019667533	122	2021681483	179	2020610473
9	2021680342	66	2019665048	123	2020660007	180	2019666634
10	2021680401	67	2019664410	124	2021680358	181	2019666660
11	2021680151	68	2019664036	125	2021668412	182	2019665323
12	2019616459	69	2019662905	126	2021667540	183	2019663902
13	2021668752	70	2019662698	127	2021667259	184	2019662568
14	2021667818	71	2019661942	128	2021667263	185	2019660566
15	2021667846	72	2019661827	129	2021665264	186	2019660145
16	2021667850	73	2019660337	130	2021665394	187	2019618953
17	2021666662	74	2019660102	131	2021664592	188	2019618491
18	2019663996	75	2019619922	132	2021663515	189	2019617218
19	2021666230	76	2019619346	133	2021663036	190	2019616956
20	2021665801	77	2019616700	134	2021661539	191	2019616452
21	2021665643	78	2019615952	135	2021661786	192	2019616192
22	2021665048	79	2019613553	136	2021661124	193	2019616219
23	2021664744	80	2019612887	137	2021660783	194	2019614889
24	2021662500	81	2019612938	138	2021660524	195	2019611919
25	2021661659	82	2019612578	139	2021660465	196	2019611811
26	2021660627	83	2019611762	140	2021619846	197	2019610888
27	2021619356	84	2019610486	141	2021619090	198	2019610179
28	2021618922	85	2019610134	142	2021618203	199	2018666854
29	2021618082	86	2018665453	143	2021618086	200	2018666681
30	2021617195	87	2018665528	144	2021617651	201	2018665529
31	2021615482	88	2018664696	145	2021616571	202	2018665579
32	2021615040	89	2018664368	146	2021614448	203	2018663222
33	2021614038	90	2018664334	147	2021614926	204	2018663246
34	2021612968	91	2018661938	148	2021614785	205	2018660781
35	2021612984	92	2018661463	149	2021614648	206	2018619758
36	2021612235	93	2018661224	150	2021614604	207	2018618493
37	2021611643	94	2018660316	151	2021612374	208	2018618494
38	2021611034	95	2018660036	152	2021611858	209	2018616210
39	2021610887	96	2018660163	153	2021610283	210	2018613987
40	2021610516	97	2018619708	154	2021610244	211	2018611048
41	2021610015	98	2018619522	155	2019616808	212	2017661038
42	2020666215	99	2018616349	156	2020667916	213	2017661200
43	2020664826	100	2018615226	157	2021610010	214	2017662701

Таблица 2 (продолжение). Программы, связанные со СНС

№	Номер	№	Номер	№	Номер	№	Номер
44	2019664069	101	2018614941	158	2020666925	215	2017617504
45	2020665505	102	2018613677	159	2020666742	216	2014611688
46	2020665598	103	2018610713	160	2020666808	217	2014617810
47	2020663718	104	2017661676	161	2020666860	218	2015614739
48	2020663719	105	2017663153	162	2020666312	219	2015614813
49	2020619925	106	2017663154	163	2020665857	220	2015614834
50	2020619910	107	2016619379	164	2020661690	221	2015614847
51	2020619510	108	2017615663	165	2020661508	222	2015616115
52	2020619396	109	2017614568	166	2020660568	223	2015660998
53	2020618844	110	2013614056	167	2020660186	224	2016613871
54	2020618434	111	2015611772	168	2020618931	225	2016615226
55	2020617585	112	2015614432	169	2020616652	226	2016619869
56	2020617603	113	2015614840	170	2020616285	227	2016619966
57	2020617657	114	2015614848	171	2020615998		

Таблица 3. Количество зарегистрированных программ и БД

Год	Нейронные сети		Сверточные нейронные сети	
	Программы	БД	Программы	БД
2013	68	2	1	0
2014	88	7	2	0
2015	109	3	12	0
2016	108	1	6	0
2017	149	8	9	0
2018	237	7	31	0
2019	322	9	46	0
2020	370	14	44	0
2021	523	23	71	1

Таблица 4. ЯП, используемые в программах со СНС

Язык программирования	Количество	Примерная доля
Python	157	0,69
C++	50	0,22
Matlab	13	0,06
C#	12	0,05
JavaScript	9	0,04
C	6	0,03
Java	6	0,03
SystemVerilog	4	0,02
VHDL	4	0,02
PHP	4	0,02
HTML	2	0,01

AND сет*». Также аналогично был проведен поиск среди более **19 тысяч** описаний баз данных (БД). ФИПС в своей ИС предоставляет сведения на программы и БД, зарегистрированные начиная с 2013 года. Результаты приведены в табл. 1.

То есть было найдено 2007 программ с СНС, и из них 227 (примерно каждая восьмая программа) использует именно СНС. В случае с БД было найдено только одно описание. В табл. 2 приведены все номера свидетельств найденных программ.

В ходе данной работы эти документы были тщательно изучены и проанализированы. Сначала, была проведена группировка документов по году публикации (см. табл. 3).

Отметим (см. табл. 3), что увеличивается количество программ, связанных с СНС, при этом СНС начали чаще появляться в описаниях программ начиная с 2018 г. (заметьте, что до этого был небольшой всплеск в 2015 г.). Можно заметить тенденцию на увеличение количества зарегистрированных программ для ЭВМ с использованием СНС.

Затем были проанализированы языки программирования (ЯП), используемые для написания этих программ с использованием СНС. В результате проведенного анализа были выявлены наиболее часто используемые языки программирования, представленные в табл. 4.

В табл. 4 указаны только ЯП, встречающиеся более одного раза. Стоит отметить, что в описании программ могут быть указаны несколько ЯП. Язык программирования Python наиболее часто встречается среди рассматриваемых программ, значительно меньше, но всё ещё значительное количество программ написано на языках C или C++. Также в программу может быть включен интерфейс, например веб-интерфейс, написанный на языках HTML и PHP, поэтому данные языки также указаны в таблице, несмотря на то что они не являются достаточно подходящими для реализации СНС. Также стоит отметить набор зарегистрированных программ для ПЛИС с использованием языков SystemVerilog и VHDL. В примерно половине случаев тип ЭВМ не указан. Среди вычислительных средств, указанных в описании к программам, можно отметить следующие (далее в скобках указан номер свидетельства):

1. Процессор с архитектурой armhf, и реализован модуль обнаружения объектов для блока управления безопасностью автомобиля (№ 2021667263).
2. Реализовано вычисление СНС (машинное обучение) на процессоре Kendryte K210 (№ 2020660007).
3. Реализовано обнаружение и классификацию объектов в системах на основе процессора NM6408 (№ 2021614604).
4. Реализовано распознавание и отслеживание объектов с помощью алгоритма Виолы-Джонса или СНС на одноплатном компьютере Raspberry Pi (№ 2021610010).
5. Реализована для процессора Xeon Gold 6140 программа подбора персонала (№ 2020666860).

Что касается поддерживаемых операционных систем (ОС), то в почти половине случаев ОС не указана. Примерно 75% программ поддерживают различные

версии ОС Windows. Примерно 50% программ поддерживают Linux или UNIX, при этом примерно в четверти из проанализированных программ указывается именно дистрибутив Ubuntu. В 9 описаниях указана MacOS. Отметим программы (№ 2021680401 и № 2021610010) поддерживающие Rasbian/Raspberry Pi. Также программа (№ 2020660007) на основе процессора Kendryte K210 работает без ОС.

Так как рефераты программ достаточно короткие, то технические подробности реализаций зачастую в них не указаны. Однако в некоторых описаниях всё же указаны используемые программные библиотеки. В 6 свидетельствах указана библиотека машинного обучения Keras, при этом данная библиотека обычно опирается на библиотеку Tensorflow. Tensorflow была явно указана в 9 описаниях. Также в нескольких случаях упомянуты такие библиотеки как Pytorch, caffe для машинного обучения, библиотека машинного зрения OpenCV, математическая библиотека numpy. В двух программах обработки текста указана библиотека word2vec. Также во многих описаниях упоминается CUDA, ускоряющая вычисления СНС.

Анализ рефератов программ показывает, что в более чем половине случаев входные данные представляют собой изображения, или кадры видеопотока, или данные аналогичного представления. Чаще всего СНС используются для классификации, обнаружения, сегментации изображений. Однако из-за краткости рефератов бывает трудно определить точный вид использования СНС. Часто используется общий термин «распознавание» или утверждается использование СНС без указания деталей. Также редко указывается конкретные архитектур СНС. Тем не менее, были упомянуты следующие архитектуры:

1. **U-net** — архитектура для биомедицинской сегментации изображений. Используется в программах, предназначенной для дешифровки космической съемки (№ 2022610568), предназначенной для определения патологий на рентгеновских изображениях легких (№ 2021612984), реализующей подбор параметров обучения СНС для задачи сегментации потоковой мультимедиа информации (№ 2021665394).
2. Семейство архитектур **ResNet**, предназначенных для классификации изображений. ResNet-50, то есть остаточная сеть 50 слоев, используется в программе для обнаружения и классификации птиц на фотографиях фотоловушек (№ 2021617195). Также данная архитектура упоминается как Microsoft ResNet (№ 2020612466), где программа предназначена для биометрической идентификации лиц людей на изображениях. СНС используется для определения ключевых точек. ResNet-34 используется в био-

метрической аутентификации по изображению лиц (№ 2019619346). Архитектура ResNet-101 реализована для задачи обнаружения и классификации объектов на изображениях дистанционного зондирования (№ 2021665264), а также в программе перевода с языка жестов в текст для обнаружения руки в кадре (№ 2019610179). Одна из протестированных архитектур программы (№ 2018618493) использовалась для определения потери видимости камеры.

3. Архитектура **MobileNet-SSD** для обнаружения объектов используется для обнаружения лиц на изображении для дальнейшей биометрической идентификации (№ 2019616956).
4. Архитектура **VGG** для классификации изображений. Например, используется VGG-19 для классификации жестов для перевода с языка жестов в текст (№ 2019610179). Одна из протестированных архитектур программы применяется для определения потери видимости камеры (№ 2018618493).
5. Архитектура **Mask RCNN** для обнаружения объектов. Например, используется для обнаружения объектов для распознавания жестового языка (№ 2018666854).
6. Архитектура **InceptionV3**. Одна из архитектур используется для определения потери видимости камеры (№ 2018618493).

Рассмотрим области применения СНС.

Большое количество программ можно отнести к области информационных технологий (ИТ), так как не область применения явно не указана, либо программа предназначена для улучшения работы или является вспомогательной программой какой-либо ИС или другой программы. Так, например, можно выделить группу программ, реализующих СНС, их применение и обучение, не указывая конкретное их применение. Например, программа (№ 2019663996) реализует запуск предварительно обученных СНС на специальном оборудовании. Программа (№ 2013614056) позволяет обучать и проверять работу СНС, при этом подробности применения и реализации не указаны, так же, как и в описании программы (№ 2015618275).

Были обнаружены программы, предназначенные для оптимизации НС, повышения точности работы, визуализации их работы и т.п. Можно назвать такие программы вспомогательными. Например, программа (№ 2021681451) позволяет визуализировать отклики нейронов, что может быть полезно при отладке программ на основе СНС. Другая программа (№ 2021611643) обеспечивает автоматический подбор гиперпараметров СНС для повышения качества ее работы. Также автоматический выбор архитектуры или гиперпараметров за-

явлен в описании программы (№ 2019664069), программы (№ 2021668412) с использованием генетического алгоритма, программы (№ 2021665394) использующей подбор параметров СНС архитектуры U-Net и программы (№ 2018665529). Другая вспомогательная программа (№ 2018613677) обеспечивает вычисление показателей точности и построение графика ROC-кривых. Также оценка точности заявлена в описании программы (№ 2021680358). Была также найдена программа для отладки работы СНС (№ 2020616285).

В отдельную группу вспомогательных программ можно вынести программы для обработки или работы с выборками для обучения СНС. Так для сферы медицины была найдена программа (№ 2021680472) для формирования изображения топограмм для дальнейшего их использования при обучении СНС. Другая программа (№ 2019611762) предназначена для формирования выборки частотно-временных портретов. А программа (№ 2019660566) предназначена для генерации наборов диаграмм для дальнейшего обучения СНС. Программа (№ 2021666230) использует генетический алгоритм для определения наиболее подходящих изображений для использования при обучении СНС. Программа (№ 2021661659) осуществляет аугментацию выборки данных, то есть увеличивает объем выборки. Схожую задачу выполняет программа (№ 2020663719), которая создает выборку полуавтоматическим способом посредством нарезки изображений. Программа (№ 2021619356) осуществляет оценку неопределенности и полноты выборок для повышения эффективности обучения СНС. Программа (№ 2021614038) осуществляет генерацию синтетических обучающих данных, что полезно при отсутствии возможности составить выборку естественных изображений достаточного объема. Программы (№ 2015614432 и № 2015614840) реализуют базовые операции над выборками (перемешивание и разделение). А программа (№ 2019614889) представляет собой систему организации обучающих данных. Отметим программу (№ 2015614848), осуществляющую преобразование выборки, позволяющее повысить обобщающую способность НС. Программа (№ 2015614739) реализует уменьшение обучающего множества. Разметка истинных данных в обучающей выборке является важным этапом разработки СНС, для этого есть необходимая программа (№ 2018660781). Ряд программ могут быть использованы для обучения ИТ и другим дисциплинам. Были обнаружены следующие программы, заявляющие возможность использования в учебном процессе:

1. Программа (№ 2022610554) продляет матрицу коэффициентов прямых затрат и может быть использована для обучения студентов экономических специальностей.
2. Программа (№ 2018664696) реализует СНС с целью обучения студентов работе СНС.

3. Программа (№ 2019612578) выполняет задачу классификацию объектов, и может быть использована в различных областях, включая учебный процесс.
4. Программа (№ 2018614941) отличается именно бинарной классификацией.
5. В программе (№ 2021664592) используются карточки для задания архитектуры НС, что может быть полезно в учебном процессе.
6. Программа (№ 2019660566) осуществляет генерацию изображений диаграмм для дальнейшего обучения СНС на них. Может быть использовано для обучения студентов.
7. Программа (№ 2019660145) реализует применение и обучение СНС, обладает интерфейсом, и может быть применена в производстве, а также в учебных целях.
8. Отличительной особенностью программы (№ 2019618953) является анализ воздействия шумов на результаты классификации. Эта программа может быть использована при обучении дисциплинам в области радиотехники.
9. Программа (№ 2019616219) кроме реализации СНС также позволяет сравнить эффективности работы с методом на основе каскадов Хаара.
10. Программа (№ 2019614889) предназначена для организации и управления выборками данных для НС.
11. Программа (№ 2018665529) подбирает оптимальные гиперпараметры СНС для минимизации ошибки обучения.
12. Программа (№ 2016615226) обеспечивает распознавание рукописных символов в режиме реального времени.

Достаточно много программ разработано для применения в области медицины. В этой области чаще всего встречаются программы, обрабатывающие различные медицинские снимки (изображения). Например, программа (№ 2017615663) использует СНС для обработки флюорографических снимков для определения отклонений от нормы. Другая программа (№ 2022610217) диагностирует воспалительные заболевания кишечника по изображениям толстой кишки. Есть программа (№ 2021617651), которая определяет скорость течения крови в сосудах по видеоданным движения эритроцитов, при этом используются отдельные НС для сегментации капилляров, извлечения признаков и определения скорости.

Было обнаружено несколько программ для определения заболеваний кожи. Например, программа (№ 2020665598) классифицирует пигментные кожные новообразования для раннего обнаружения злокачественных новообразований, похожие задачи выполняет

программа (№ 2021663515). Программа (№ 2021660465) предназначена для определения меланомы кожи. Стоит отметить, что не было найдено программ для определения кожного заболевания псориаза при помощи НС в целом, и СНС в частности.

Отметим группу программ биометрической идентификации (БИ) или аутентификации (необходимо обновить лицо в видеопотоке, и соотнести его с БД эталонов). Есть программы (№ 2021610887, № 2019610486, № 2019618491), которые реализуют данные функции для контроля допуска на предприятие или другие охраняемые территории. В программах (№ 2020617585, № 2019660102) поиск по лицу производится в БД правоохранительных органов. В программах (№ 2019616700, № 2019616956) производится идентификация в домофонных системах. В программах (№ 2020612466, № 2019619346, № 2018661463, № 2018660163, № 2018619708, № 2018619758) область применения БИ явно не указана.

Другой областью, в которой используются СНС, является дистанционное зондирование, например, при помощи спутниковых аппаратов или беспилотных летающих аппаратов. Ряд программ распознает различные объекты и производит анализ на спутниковых снимках: лесные пожары и запасы пресной воды (№ 2022610549), лес, карьеры, здания и сооружения, водные ресурсы, сельскохозяйственные угодья, мусорные свалки (№ 2019660337), карьеры (№ 2020613958), расчет маски облачности по данным космических аппаратов (№ 2020615998). Другая подгруппа программ использует изображения беспилотных летательных аппаратов: оценка повреждения деревьев (№ 2020661690), различные объекты, такие как многоквартирные жилые здания, частные дома, промышленные здания, строящиеся здания, гаражи, теплицы, пирсы и тому подобные (№ 2019665323). В программах (№ 2018616349, № 2021665264) явно не указано как используют СНС. Свидетельство № 2020612189 описывает программу для обнаружения объектов с камеры комплекса беспилотных летательных аппаратов, однако не указаны целевые объекты, поэтому не ясно, можно ли относить данную программу к категории дистанционного зондирования.

Ещё одна категория программ — это программы для мониторинга, например, с помощью камер наблюдения. Например, программа (№ 2021666662) осуществляет подсчет автомашин для оценки заполняемости парковочного пространства. Программа (№ 2021660627) определяет количество посетителей и таким образом загруженность помещений по данным видеопотока камер наблюдения. Программа (№ 2021610244) предназначена для определения аномального поведения в зоне наблюдения. Программа (№ 2020618434) определяет наличие

медицинской маски на лице. Ряд программ предназначен для обнаружения и анализа транспортных средств: распознавание определенных классы транспортных средств в видеопотоке (№ 2020610009), определение цвета транспортных средств (№ 2020614576), определение кузова транспортных средств (№ 2020614263), определение угла поворота регистрационного знака (№ 2019616452). Обнаружение беспилотных летательных аппаратов как в программе (№ 2021612968) может быть использовано в системах безопасности. Модуль, используемый в программе (№ 2016619379) и предназначенный для обнаружения пешеходов и лиц в видеоданных и определения их характеристик, подразумевает использование в системах мониторинга, хотя это явно не указано. Программа (№ 2020616652) обнаруживает и анализирует лица людей для использования для различных задач мониторинга. К данной категории возможно отнести и некоторые программы не использующие камеры наблюдения, как, например, программа (№ 2019615952) определения уровня активности в городе по данным социальных сетей. Некоторые программы описывают алгоритмы общего применения, где среди возможных областей применения — мониторинг, как, например, программа (№ 2020660568).

СНС также используются в задачах информационной безопасности (ИБ). Например, для предотвращения подмены голоса в системах голосовой аутентификации в программе (№ 2021662500), распознавания вредоносных программ в программе (№ 2021611034), обнаружения киберугроз с помощью квантового компьютера в программе (№ 2021660783), обнаружения массивов кибервоздействий типа «отказ в обслуживании» в программе (№ 2021660524). Кроме этого, СНС были применены для именно криптографических задач: обнаружение скрытой с помощью стеганографии информации в изображениях в двух программах (№ 2021612235, № 2019611811), статистический анализ стойкости итеративных блочных шифров в программе (№ 2020618931).

Еще одним современным направлением являются усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS). Было найдено несколько программ в данной области. Базовое функционирование НС для задач обработки данных с камер беспилотных транспортных средств заявлено в программе (№ 2020666925). В другой программе (№ 2019661677) выполняется обнаружение участников дорожного движения, и оценка по видеопотоку с камер расстояния и вероятности столкновения транспортного средства. В похожей программе (№ 2021667263) выполняется обнаружение автомобилей и пешеходов и определяется их положение в системе координат автомобиля. Определение ракурса съемки транспортного средства заявлено в программе (№ 2017661200). В программе (№ 2019612938) представ-

лен программный комплекс безопасности беспилотного транспортного средства.

Кроме этого, не было найдено программ для автоматического анализа защитных элементов бумажных документов, а именно тиснений.

Анализ зарегистрированных баз данных

Было успешно проведено поиск зарегистрированных в ФИПС свидетельств на базы данных, в описании которых упоминаются НС и, в частности, СНС. Поиск проводился среди более **19 тысяч** документов в ИС ФИПС. Анализ БД показал, что была найдена только одна БД в описании которой упоминаются СНС, рассмотрим кратко ее. Эта база данных (№ 2021621805) содержит совокупность элементов значения электромагнитного излучения оптического диапазона разлива нефти и нефтепродуктов. Одним из модулей обработки данной информации используется СНС. Кроме этого, присутствуют модули с рекуррентной и рекурсивной нейронными сетями. Конкретное назначение данных НС в описании БД не указано.

Заключение

Выполнен анализ программ для ЭВМ, защищенные свидетельствами Российской Федерации. Сформирован список из всех обнаруженных программ, связанных с СНС. Анализ показал, что количество программ с использованием НС увеличивается, при этом появляются программы, использующие именно СНС. СНС чаще всего используются для анализа изображений и кадров видеопотока для задач классификации, сегментации, обнаружения или отслеживания объектов. Выделены несколько групп программ: общие ИТ, среди которых можно выделить реализации СНС, программы подбора параметров и улучшения точности, программы работы с выборками, программы для использования в учебном процессе, медицине, биометрии, дистанционном зондировании, мониторинге, ИБ и криптографии, транспорте. Большое количество программ реализуют СНС и вспомогательные программы, не упоминая конкретную область применения. Большое количество программ разработано для задач медицины, зачастую для автоматизированного анализа различных медицинских снимков.

Не было найдено программ для автоматизированного диагностирования псориаза и, в частности, для ПУВА-терапии, при этом были найдены программы для диагностирования других кожных болезней. Не были обнаружены программы автоматического анализа защитных элементов бумажных документов, а именно тиснений для области криминалистики. Поэтому дан-

ные области являются перспективными для дальнейших исследований. В целом можно полагать, что разработка программных средств, в основе работы которых лежат СНС, является перспективным направлением исследова-

ний и достаточно актуальным. Возможно, что некоторые полученные результаты могут полезны разработчикам НС на базе мемристоров [6, 7], исследование которых активно развивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа. — М.: Горячая линия — Телеком, 2012. — 210 с.
2. Hossin M., Sulaiman M.N. A review on evaluation metrics for data classification evaluations //International journal of data mining & knowledge management process, 2015. — Vol. 5. — № 2. — p. 1–11.
3. Shtanko A., Kulik S. Increasing the effectiveness of intelligent module by enlarging training dataset from real data //Procedia Computer Science, 2021. — Vol. 190. — pp. 712–716.
4. Kulik S.D., Shtanko A.N. Experiments with neural net object detection system YOLO on small training datasets for intelligent robotics //Advanced Technologies in Robotics and Intelligent Systems, 2020. — pp. 157–162.
5. Shtanko, A.N. & Kulik, S.D. Scientific personnel training in convolutional neural networks for the implementation of research projects of the MegaScience class. IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series. — Vol. 1406. — p. 012014, 2019.
6. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Sakulin A.E. & Bordanov I.A. Determining the Fault Tolerance of MemristorsBased Neural Network Using Simulation and Design of Experiments //Engineering and Telecommunication (EnT-MIPT). IEEE, 2018. — pp. 205–209.
7. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Zuev A.D., Bordanov I.A., Sakulin A.E. The Research of Fault Tolerance of Memristor-Based Artificial Neural Networks //12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE), IEEE, 2019. — pp. 539–544.

© Кулик Сергей Дмитриевич (sedmik@mail.ru), Штанько Александр Николаевич (shtanko-mephi@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИФИ