

СТАТЬИ

УДК 004.81

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ДЛЯ ГРАФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ХАРАКТЕРА ЧЕЛОВЕКА  
ПО ЕГО РУКОПИСНОМУ ПОЧЕРКУ**

**Бурякова О.С., Решетникова О.А., Черкесова Л.В.**

*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,  
e-mail: chia2002@inbox.ru*

Идея возможности установления личности человека по его рукописному почерку основывается на особенностях его письма, отличительных чертах и своеобразии характера, проявляющегося в каллиграфии – стиле начертания букв. Для каждого человека эта характеристика индивидуальна. В процессе получения и закрепления навыков письма прослеживается зависимость – корреляция, существующая между внутренним состоянием владельца рукописного почерка, при воздействии на него внешних факторов, и его способностями написания букв. Методы составления психологического портрета человека ещё остаются закрытыми и не автоматизированными. Однако рукописный почерк, как и биометрия, представляет собой единственный в своём роде внутренний ресурс человека, отражающий его реальную психологическую характеристику, обоснованную не чьей-то субъективной оценкой (часто спорной), а объективными свойствами личности, воспроизведёнными в почерке. Эксперт–графолог не всегда способен квалифицированно определить черты характера владельца почерка, их свойства и величину влияния на эмоциональное состояние. Так, не представляет особого труда оценить наклон букв почерка, если типы наклона точно классифицированы. Определение других свойств вызывают проблемы: например, сложно найти параметр округлости букв. Для его оценки нужно подсчитать число элементов, обладающих дугообразными, угловатыми и резкими деталями, а затем вычислить их долевые пропорции и процентное соотношение. Сегодня для анализа рукописного почерка можно применить методы искусственного интеллекта – глубокое машинное обучение нейронных сетей. Методы цифровой обработки изображения сегодня используются повсеместно, а просканированные экземпляры почерка различных людей сохраняются в специализированных базах данных. Это даёт возможность систематизировать собранные экземпляры почерков и привести их к виду, удобному для графологического анализа. При создании программного средства тщательно подбирались наборы данных (датасеты), содержащие изображения различных способов написания русских и латинских букв, и результаты психологического анализа, формирующие графологические соотношения. Полученные зависимости показали устойчивую корреляцию между почерком человека и его индивидуальными психологическими особенностями – чертами характера человеческой личности, написавшей этот текст.

**Ключевые слова:** рукописный почерк, графологический анализ, методы искусственного интеллекта, нейронная сеть, каллиграфия, датасет, психологический анализ, способы начертания букв, методы цифровой обработки

**APPLICATION OF NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES  
FOR GRAPHOLOGICAL ANALYSIS OF PERSON'S  
CHARACTER BY HIS HANDWRITING**

**Buryakova O.S., Cherkesova L.V., Reshetnikova O.A.**

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: chia2002@inbox.ru*

The idea of possibility of establishing the person's identity by his handwriting is based on the peculiarities of his writing, distinctive features and originality of his character, manifested in the calligraphy – the style of letters writing. This characteristic is individual for each person. In the process of obtaining and consolidating writing skills, there is dependence – the correlation that exists between the internal state of the owner of handwriting, when exposed to external factors, and his methods of letters writing. Methods of psychological portrait of person drawing up remain closed and not automated. However, the handwriting, like biometrics, is unique internal resource of person, reflecting his real psychological characteristics, justified not by someone's subjective assessment (often controversial), but by objective personality traits reproduced in the handwriting. An expert–graphologist is not always able to determine professionally the character traits of the handwriting owner, their properties and the amount of influence on the emotional state. Therefore, it is not difficult to estimate the slope of handwriting letters if the types of slope are accurately classified. Defining other properties causes problems: for example, it is difficult to find the roundness parameter of letters. To evaluate it, it need to count the number of elements with arcuate, angular and sharp details, and then calculate their fractional proportions and percentage ratio. Today, artificial intelligence methods can be used to analyze handwriting – deep machine learning of neural networks. Digital image processing methods are used everywhere today, and scanned copies of various people handwriting are stored in specialized databases. This makes it possible to systematize the collected copies of handwriting, and bring them to the form convenient for graphological analysis. When creating software tool, datasets containing the images of various ways of writing Russian and Latin letters, and results of psychological analysis forming the graphological relationships were selected very carefully. The obtained dependencies showed the stable correlation between person's handwriting and his individual psychological characteristics – the character traits of the human personality who wrote this text.

**Keywords:** handwriting, graphological analysis, artificial intelligence methods, neural network, calligraphy, dataset, psychological analysis, letter writing methods, digital processing methods

Возможность установления личности человека по рукописному почерку базируется на его своеобразии – индивидуальности почерка при письме и уникальности проявления характера человека в его способе начертания букв. Изучением особенностей почерка занимается отрасль изобразительного искусства – каллиграфия [1]. Известно, что в процессе получения и закрепления навыков письма прослеживается некая зависимость – корреляция, существующая между внутренним состоянием владельца рукописного почерка, при воздействии на него внешних факторов, и его способами написания букв. Рукописный почерк, как и биометрия, является уникальным источником информации, ресурсом, который может дать психологическую характеристику его владельца, основываясь не на субъективном мнении окружающих, а на объективных свойствах, отраженных в письме. Методы психологического исследования характера человека по его рукописному почерку применяются на протяжении многих веков, однако часто вызывали сомнения в своей научности. Тем не менее практическая психология быстро развивается и тесно связана с *криминалистическим почерковедением*.

*Графология* – это анализ качественных физических характеристик и закономерностей рукописного почерка человека с целью идентификации личности его владельца. Это учение позволяет определить психологическое состояние, в котором человек находился в процессе письма, и оценить его личностные характеристики. Несмотря на сложившееся мнение о графологии как о лженауке, быстро развивается направление *судебного почерковедения*. В криминалистике важное место сегодня занимает судебно-почерковедческая экспертиза, базирующаяся на исследовании почерка лица, подозреваемого в совершении преступления. С этой точки зрения, рукописный почерк – это «развёрнутая система движений», «итоговая система написания букв», основывающаяся на «письменно-двигательном функционально-динамическом комплексе сформировавшихся навыков», проявляющихся в рукописях [2].

Важным, для экспертно-криминалистического исследования, свойством рукописного почерка является его своеобразие. Индивидуальность почерка – это ценное качество для решения задачи *установления личности*, её распознавания и *идентификации*. Оно заключается в неповторимости множества признаков почерка каждого человека, что отражается в единстве анатомических, физиологических и психических

свойств, поскольку в основе его формирования лежит письменно-двигательный навык, сформированный ещё в раннем детстве.

Система регулятивных процессов, сложившаяся в процессе индивидуального развития человека, позволяет ему стандартно и устойчиво выполнять определённые действия в процессе написания текста. Индивидуальность почерка человека, у которого уже сформирован письменно-двигательный навык, выражается в специфических изменениях, дополнениях или сокращениях по отношению к стандартной прописи, изучаемой в школе [3].

При формировании письменно-двигательного навыка при обучении письму основную роль играют анатомические особенности пишущего человека (строение руки, глаз, особенности зрения), его психофизиологические особенности восприятия письменных знаков, в основе которых лежит формирование слухо-рече-двигательного и зрительного представления о письменных знаках. К объективным обстоятельствам также относится поза (посадка) человека во время письма и методика его обучения письму в детстве. В итоге, к 16–17 годам жизни, у каждого человека формируется своеобразный, индивидуальный и неповторимый рукописный почерк. Подобно языку тела, это проекция внутреннего мира человека на мир внешний [4].

Проанализировав рукописные почерки печально известных маньяков, серийных убийц и террористов, как зарубежных, так и отечественных, в том числе «школьных стрелков», эксперты-графологи однозначно определили основные признаки почерка преступников [5]: это ярко выраженные, неровные росчерки или слишком аккуратно выведенные, почти печатные буквы; очень сильный и неравномерный нажим пера; особые угловые завитки – нижние штрихи букв тщательно выведены и значительно больше самих букв; особое расстояние между буквами, при котором наблюдается сильное сжатие букв, или, наоборот, большое расстояние между ними – расстояние между словами почти не отличается от расстояния между буквами; особое размещение текста на листе – на полях или в углу страницы; ломаные буквы – не дописанные до конца, или настолько сильно пересекающиеся, что одна буква становится частью следующей [6]. Эти особенности очень расплывчаты и характерны не только для преступников с расстройствами психики, но и для нормальных людей. Ведь даже условия написания текста могут стать причиной неравномерного нажима пера (шариковой авторучки, карандаша

и др.). Однако комплексный анализ отдельного рукописного почерка, с применением уже известной информации, позволяет составить общее представление о личности человека, с которым эксперты имеют дело в конкретном случае [7].

Существует соответствующее специальное компьютерное программное обеспечение, в том числе веб-сайты, где все желающие пользователи, с помощью разработанных новых методик, могут изучить психологический тип и свойства нервной системы людей по почерку. Тем не менее до сих пор методы составления психологического портрета человека остаются закрытыми, не автоматизированными и субъективными, хотя рукописный почерк позволяет охарактеризовать его владельца, основываясь не на личном мнении эксперта (часто весьма спорном), а на объективных свойствах личности, отраженных в написанном тексте.

Однако ни одна из известных компьютерных программ графологического анализа не работает с рукописным почерком напрямую. Такие информационные системы получают данные о каллиграфии человека, оцениваемые пользователями, что влечёт за собой субъективную оценку из-за их недостаточной подготовки в вопросах анализа рукописного текста [8]. Обычный пользователь, и даже эксперт-графолог, не всегда может правильно оценить уровень того или иного свойства. Если определить наклон почерка, типы которого точно определены, не представляет трудностей, то с таким свойством, как округлость (выпуклость) букв, для определения которого нужно вычислить множество дугообразных и угловатых элементов, а также рассчитать их долевые пропорции и процентное соотношение, возникает неоднозначность.

Даже профессиональные судебные эксперты-графологи порой могут не согласиться в оценке какой-нибудь спорной особенности каллиграфии, которая вызывает длительные дискуссии.

Однако на сегодняшний день, в век компьютерных технологий, для анализа почерка уже появилась возможность применять современные информационные технологии, в том числе методы искусственного интеллекта, и в частности нейросетевые технологии. Так, можно просканировать экземпляры рукописного почерка, а затем применить к ним обученную нейронную сеть [9]. Методы цифровой обработки изображений сегодня используются повсеместно, а просканированные экземпляры рукописного почерка людей можно хранить в специализированных базах данных. Всё это даёт возможность систематизировать собранные экземпляры

рукописного почерка и привести их к виду, удобному для графологического анализа.

*Машинное обучение* представляет собой одну из быстро развивающихся областей искусственного интеллекта, позволяющих решать задачи, ранее не поддающиеся решению. Это задачи классификации и анализа графических данных, распознавание изображений (в том числе рукописного почерка, определяющего психологические характеристики личности, включая деструктивные черты характера человека, прогнозирование его, возможно опасного, поведения, что важно для профилактики преступлений) и другие задачи нечёткой логики [10].

Итак, для выявления индивидуальной психологической вариативности поведения человека по его рукописному почерку необходимо проводить его *графологический анализ* [11].

Целью исследования является разработка программного средства, способного установить черты характера человека по его рукописному почерку и определить степень деструктивности его личных наклонностей. *Объект* исследования авторов – нейросетевые технологии распознавания изображений, *предмет* – методы и алгоритмы искусственного интеллекта, предназначенные для установления черт характера человека по почерку и для определения степени деструктивности его наклонностей. Для достижения цели авторами исследованы современные графологические модули и системы, находящиеся в открытом доступе в сети Интернет [12–14]; сформулированы требования к разработке своего нового оригинального модуля, разработан новый алгоритм распознавания почерка, создано новое программное обеспечение, реализующее этот алгоритм.

Проведено алгоритмическое конструирование и анализ структуры разрабатываемого программного средства. Показан выбор средств и механизмов распознавания изображений рукописного почерка человека, среди которых: кроссплатформенное приложение PyCharm; язык программирования Python 3 (в среде IDLE); библиотеки Python, предназначенные для взаимодействия с массивами NumPy; модуль для математических вычислений в Python – Math; библиотека с исходным кодом для обработки и классификации изображений OpenCV и др.

#### **Материалы и методы исследования**

Материалы и методы исследования связаны с интеллектуальными нейросетевыми технологиями распознавания черт характера человека по его рукописному почерку. Общий алгоритм работы разработанного программного средства представлен на рис. 1.

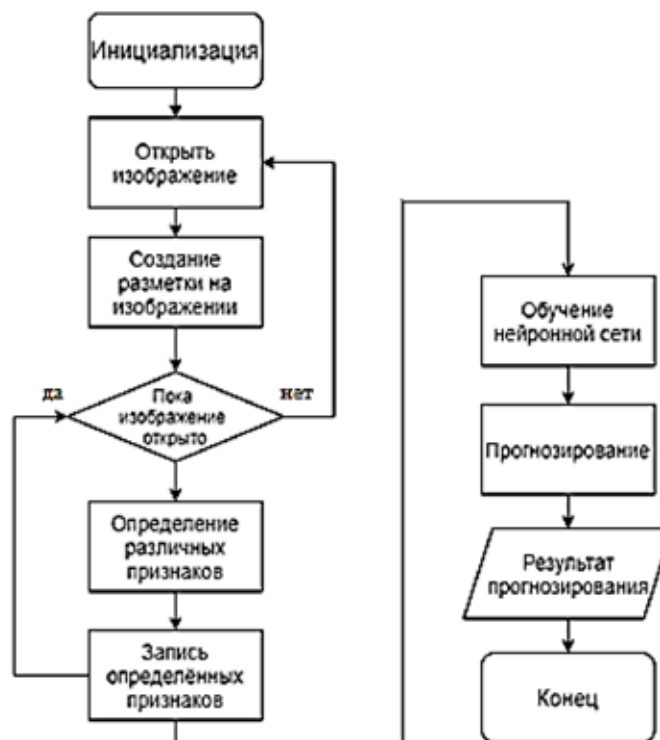


Рис. 1. Алгоритм работы программного средства



Рис. 2. Графологическое соотношение, демонстрирующее устойчивую связь между рукописным почерком и индивидуальными особенностями личности

Работа программного приложения заключается в следующем: сначала нужно загрузить просканированную фотографию оригинала рукописного текста, написанного неизвестным человеком. Далее следует про-

вести разметку полученного изображения, для чего потребуются использовать функции вычисления горизонтальной и вертикальной проекций соответственно. Эти две функции выполняют подсчёт пикселей в строках

по горизонтали и в столбцах по вертикали, затем возвращают список, содержащий сумму пикселей в строках и столбцах. После создания разметки рукописного текста нужно определить различные индивидуальные признаки начертания букв. Это функции определения: базового угла; верхнего поля; размера букв при письме; межстрочного интервала; интервала между словами; давления пера при нажиме; угла наклона текста, соблюдения полей, начертания угловых завитков букв и др.

Эти признаки, вместе взятые, формируют индивидуальное психоаналитическое соотношение между рукописным почерком его автора и особенностями психики его личности, что выражается в стиле его письма, отражающем его деструктивные наклонности (рис. 2).

В процессе работы функций определения характеристик рукописного почерка также используются функции обработки изображения. Например, часто применяются функции двусторонней фильтрации, медианной фильтрации (для удаления шумов), изменения цветового пространства, поиска контуров и их выравнивания по горизонтали и вертикали и т.д. [15–17].

После определения индивидуальных признаков рукописного почерка автора полученные значения приводятся к дискрет-

ным величинам и сохраняются. Их запись используется для дальнейшего обучения нейронной сети. Затем, используя результаты вычислений, применяют метод прогнозирования черт характера автора рукописного текста. Далее, на основе перечисленных выше значений, выполняется графологический анализ личности автора.

### Результаты исследования и их обсуждение

При создании программного средства были подобраны наборы данных (датасеты), содержащие изображения различных способов рукописного написания русских и латинских букв, и результаты психологического анализа, формирующие графологические соотношения (рис. 2). Полученные зависимости показывают устойчивую связь между рукописным почерком человека и его индивидуальными особенностями.

Используя файл с исходными данными для обучения нейронной сети, формируют список значений, пригодных для обучения нейронной сети. Для начала, используя метод *isfile()*, выполняют проверку того, является ли указанный путь существующим.

Далее извлекаются все функции, путём вызова *extract*, и сохраняются значения необработанных функций *raw\_feature\_list*. Эти действия показаны на рис. 3.

```
import os
import extract

os.chdir("images");
files = [f for f in os.listdir('.') if os.path.isfile(f)]
os.chdir("../")

page_ids = []
if os.path.isfile("raw_feature_list"):
    print ("Info: raw_feature_list already exists.")
    with open("raw_feature_list", "r") as label:
        for line in label:
            content = line.split()
            page_id = content[-1]
            page_ids.append(page_id)

with open("raw_feature_list", "a") as label:
    count = len(page_ids)
    for file_name in files:
        if(file_name in page_ids):
            continue
        features = extract.start(file_name)
        features.append(file_name)
        for i in features:
            label.write("%s\t" % i)
        print>>label, ''
        count += 1
        progress = (count*100)/len(files)
        print str(count)+' '+file_name+' '+str(progress)+'%'
    print "Done!"
```

Рис. 3. Запись необработанных значений

```

import categorize

if os.path.isfile("feature_list"):
    print ("Error: feature_list already exists.")

elif os.path.isfile("raw_feature_list"):
    print ("Info: raw_feature_list found.")
    with open("raw_feature_list", "r") as raw_features, open("feature_list", "a") as features:
        for line in raw_features:
            content = line.split()

            raw_baseline_angle = float(content[0])
            raw_top_margin = float(content[1])
            raw_letter_size = float(content[2])
            raw_line_spacing = float(content[3])
            raw_word_spacing = float(content[4])
            raw_pen_pressure = float(content[5])
            raw_slant_angle = float(content[6])
            page_id = content[7]

            baseline_angle, comment = categorize.determine_baseline_angle(raw_baseline_angle)
            top_margin, comment = categorize.determine_top_margin(raw_top_margin)
            letter_size, comment = categorize.determine_letter_size(raw_letter_size)
            line_spacing, comment = categorize.determine_line_spacing(raw_line_spacing)
            word_spacing, comment = categorize.determine_word_spacing(raw_word_spacing)
            pen_pressure, comment = categorize.determine_pen_pressure(raw_pen_pressure)
            slant_angle, comment = categorize.determine_slant_angle(raw_slant_angle)

            features.write("%s\t" % str(baseline_angle))
            features.write("%s\t" % str(top_margin))
            features.write("%s\t" % str(letter_size))
            features.write("%s\t" % str(line_spacing))
            features.write("%s\t" % str(word_spacing))
            features.write("%s\t" % str(pen_pressure))
            features.write("%s\t" % str(slant_angle))
            features.write("%s\t" % str(page_id))

```

Рис. 4. Инициализация необходимых полей

Далее необходимо сформировать список дискретных значений для дальнейшего обучения классификатора. Эти значения открываются в файле *raw\_feature\_list* с использованием метода *split()*, нумеруются в строке и затем для каждой строки присваивается определенная функция характеристики рукописного почерка. Функции определены в файле *categorize*. После использования функций дискретные значения и комментарии записываются в список *feature\_list*. Программный код, соответствующий этим действиям, представлен на рис. 4.

Для вычисления дискретных значений были использованы функции, описанные в файле *categorize*, программный код которых представлен на рис. 5. Важным файлом является *extract*, содержащий функции для обработки изображения с помощью библиотеки *OpenCV* [18].

Функция *двусторонней фильтрации* (рис. 6) использует метод *bilateralFilter()*. Этот метод очень эффективен для удаления шума, а также сохраняет острые края изображения [19]. Гауссовский метод работает

значительно хуже, так как он не учитывает одинаковую интенсивность пикселей, а также то, является ли пиксел граничным в изображении [20].

Функция *инвертирования двоичного порога* (рис. 7) используется для изменения цветового пространства, а конкретно – для преобразования изображения в оттенки серого. Также используется метод *threshold* для установки порогового значения пикселей [21].

Следующая функция *эрозии объектов* на изображении предназначена для размывания объектов переднего плана. Обычно она выполняется на бинарных изображениях. На вход этой функции подается 2 параметра: первым является исходное изображение, вторым – структурный элемент или ядро, которое и определяет характер операции эрозии изображения (рис. 8).

Функции *разметки изображения* (рис. 9) используются для подсчета суммы пикселей на изображении. При дальнейшем использовании этих значений нужно воспользоваться функциями горизонтальной и вертикальной проекции.

```
1 def determine_baseline_angle(raw_baseline_angle):
2     comment = ""
3     # falling
4     if(raw_baseline_angle >= 0.2):
5         baseline_angle = 0
6         comment = "DESCENDING"
7     # rising
8     elif(raw_baseline_angle <= -0.3):
9         baseline_angle = 1
10        comment = "ASCENDING"
11    # straight
12    else:
13        baseline_angle = 2
14        comment = "STRAIGHT"
15
16    return baseline_angle, comment
17
18 def determine_top_margin(raw_top_margin):
19    comment = ""
20    # medium and bigger
21    if(raw_top_margin >= 1.7):
22        top_margin = 0
23        comment = "MEDIUM OR BIGGER"
24    # narrow
25    else:
26        top_margin = 1
27        comment = "NARROW"
28
29    return top_margin, comment
30
31 def determine_letter_size(raw_letter_size):
32    comment = ""
33    # big
34    if(raw_letter_size >= 18.0):
35        letter_size = 0
36        comment = "BIG"
37    # small
38    elif(raw letter size < 13.0):
```

Рис. 5. Часть функций Categorize

```
21 def bilateralFilter(image, d):
22     image = cv2.bilateralFilter(image,d,50,50)
23     return image
```

Рис. 6. Двусторонняя фильтрация

```
31 def threshold(image, t):
32     image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
33     ret,image = cv2.threshold(image,t,255,cv2.THRESH_BINARY_INV)
34     return image
```

Рис. 7. Инвертирование двоичного порога

```
def erode(image, kernelSize):
    kernel = np.ones(kernelSize, np.uint8)
    image = cv2.erode(image, kernel, iterations=1)
    return image
```

Рис. 8. Использование функции эрозии изображения

```

98
99 def horizontalProjection(img):
100     (h, w) = img.shape[:2]
101     sumRows = []
102     for j in range(h):
103         row = img[j:j+1, 0:w] # y1:y2, x1:x2
104         sumRows.append(np.sum(row))
105     return sumRows
106
107 def verticalProjection(img):
108     (h, w) = img.shape[:2]
109     sumCols = []
110     for j in range(w):
111         col = img[0:h, j:j+1] # y1:y2, x1:x2
112         sumCols.append(np.sum(col))
113     return sumCols
114

```

Рис. 9. Горизонтальная и вертикальная проекции

Функция *горизонтальной проекции* подсчитывает сумму пикселей в каждой строке и возвращает список-массив. Функция *вертикальной проекции* тоже подсчитывает сумму пикселей, но в столбцах, и также возвращает список – массив.

Функция *извлечения давления пера* (рис. 10) используется для преобразования цветового пространства в оттенки серого, затем – для инвертирования изображения,

пиксел за пикселом. Далее происходит применение функции *двусторонней фильтрации* и использование двойного порога до нуля. Нужно сложить все нулевые значения пикселей в изображении и разделить их на общее количество, чтобы найти среднее значение пикселей во всем изображении. Затем, основываясь на концентрации темных пикселей, можно сделать вывод о среднем давлении пера.

```

def barometer(image):

    global PEN_PRESSURE

    image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    h, w = image.shape[:]
    inverted = image
    for x in range(h):
        for y in range(w):
            inverted[x][y] = 255 - image[x][y]

    filtered = bilateralFilter(inverted, 3)

    ret, thresh = cv2.threshold(filtered, 100, 255, cv2.THRESH_TOZERO)

    total_intensity = 0
    pixel_count = 0
    for x in range(h):
        for y in range(w):
            if(thresh[x][y] > 0):
                total_intensity += thresh[x][y]
                pixel_count += 1

    average_intensity = float(total_intensity) / pixel_count
    PEN_PRESSURE = average_intensity

    return

```

Рис. 10. Функция извлечения давления пера





Рис. 11. Рукописный текст и результаты графологического анализа программным средством ML *Graphology* характеристик личности российской императрицы Елизаветы Петровны

Далее необходимо запустить файл *train\_predict*, который с помощью библиотеки *Skicit Learn* обучает классификаторы SVM распознаванию черт характера по рукописному почерку.

Для выполнения операции прогнозирования черт характера человека потребуется загрузить исследуемое изображение его рукописного почерка, для чего нужно ввести имя файла, хранящего оригинал изображения. После загрузки изображения программное средство, с помощью описанных выше функций, сможет обработать, а затем и спрогнозировать, исходя из обучения нейронной сети, какие черты характера присущи автору рукописного текста.

Для *первого примера* загрузим фотографию с изображением рукописного почерка. Это образец рукописного почерка российской императрицы Елизаветы Петровны, найденный в её личной переписке [22], и результат графологического анализа её личности (рис. 11).

Текст, написанный императрицей, с грамматикой, принятой в XVIII веке: «Я остаюся до смерти верная вам Елизавета» выражает её характер. Скачущие, кривые, объёмистые, и вместе с тем тонкие, изящные, изысканные буквы её автографа показывают великодушные и противоречивость её личности, а также глубину её души. Капризность, властность, высокомерие, но в то же время благородство, доброта и весёлый нрав императрицы выражают и определяют все буквы всей её записки, от заглавной – и до последней буквы её подписи.

Для *второго примера* просканируем и загрузим в соответствующую папку, для обработки, фотографию с изображением простого текста, написанного рукописным почерком (рис. 12).

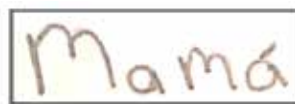


Рис. 12. Пример изображения рукописного почерка

После загрузки фотографии с образцом рукописного почерка программа выдает результат графологического анализа, показанный на рис. 13. В результате работы программы очевидно, что характеристики программы, показанного на фотографии, демонстрируют присущие человеку – владельцу почерка, следующие черты характера: наличие умственной энергии и силы воли; скромность; не слишком большая дисциплинированность (недостаток самодисциплины); низкая общительность и некоммуникабельность; нелюбовь к шумным собраниям, склонность к созерцательности и одиночеству и, вследствие этого, некоторая социальная изоляция.

Судя по рукописному почерку, в тексте из одного слова, его автору не присущи такие черты характера, как эмоциональная устойчивость (нулевой показатель), личная гармония и гибкость (нулевой показатель); зато очевидны невнимательность и недостаток дисциплины (показатель равен единице), проблемы с концентрацией (нулевой показатель) на каком-то одном деле, некоммуникабельность и социальная изоляция (показатель равен единице). Этот почерк принадлежит студенту ДГТУ, не сделавшему в своей жизни ничего плохого, но не обладающему особым стремлением к учёбе и не проявляющему желания заниматься наукой.

Для *третьего примера* загрузим фотографию с образцом рукописного почерка Бобби Джо Лонга, маньяка и серийного убийцы (США) [23], изображённую на рис. 14.

```
[suisaiseiki@Asus_N580GD ml-graphology-master]$ python train_predict.py
Info: label_list found.
Classifier 1 accuracy: 1.0
Classifier 2 accuracy: 1.0
Classifier 3 accuracy: 1.0
Classifier 4 accuracy: 1.0
Classifier 5 accuracy: 1.0
Classifier 6 accuracy: 1.0
Classifier 7 accuracy: 1.0
Classifier 8 accuracy: 1.0
Enter file name to predict or z to exit: mam.png
Baseline Angle: DESCENDING
Top Margin: NARROW
Letter Size: SMALL
Line Spacing: BIG
Word Spacing: BIG
Pen Pressure: LIGHT
Slant: IRREGULAR
Emotional Stability: [0.]
Mental Energy or Will Power: [1.]
Modesty: [1.]
Personal Harmony and Flexibility: [0.]
Lack of Discipline: [1.]
Poor Concentration: [0.]
Non Communicativeness: [1.]
Social Isolation: [1.]
-----
Enter file name to predict or z to exit: z
[suisaiseiki@Asus_N580GD ml-graphology-master]$
```

Рис. 13. Результат работы программы ML\_Graphology с рукописным почерком студента ДГТУ

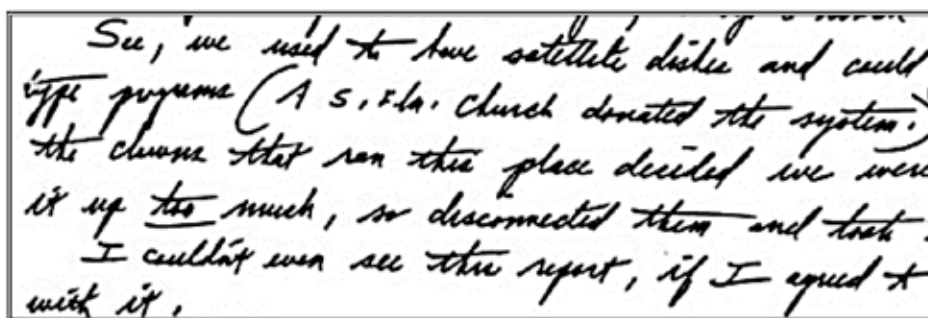


Рис. 14. Пример изображения рукописного почерка серийного убийцы

Его рукописный почерк выдаёт постоянную нервозность, буквы тесно прижаты друг к другу, написаны с большим нажимом. Преобладание угловатых буквенных форм говорит о его неумении выражать свои эмоции адекватно (если эмоции человека нормальны, то в его почерке округлые и остроконечные буквенные формы должны быть сбалансированы). Излишне длинные горизонтальные штрихи в буквах «t» в сочетании с резкостью форм начертания символов свидетельствуют о желании доминировать над жертвами, мучить их и подчинять своей воле.

Рукописный почерк этого текста свидетельствует, что его автор – неврастеник, крайне неустойчивый эмоционально (нулевой показатель); желает славы и доминирования, даже в извращённой форме; обладает внутренней энергией и силой воли (показатель равен единице); скромностью не обла-

дает (нулевой показатель); озлоблен на весь мир (нулевой показатель личной гармонии и приспособляемости к внешним условиям); не склонен к самодисциплине (нулевой показатель), зато обладает хорошей концентрацией на задуманном преступлении (показатель равен единице), некоммуникабелен и находится в социальной изоляции (показатели равны единице). Это свидетельствует о том, что автор текста испытывает удовольствие, издеваясь над жертвами. После загрузки фотографии с образцом рукописного почерка этого персонажа программа выдает результат графологического анализа, показанный на рис. 15.

Рукописный почерк любого человека состоит из сотен переменных [24], составляющих характеристики психологического состояния каждой личности в определённый период времени.

```
[suisiseiki@Asus_N580GD ml-graphology-master]$ python train_predict.py
Info: label_list found.
Classifier 1 accuracy: 1.0
Classifier 2 accuracy: 1.0
Classifier 3 accuracy: 1.0
Classifier 4 accuracy: 1.0
Classifier 5 accuracy: 1.0
Classifier 6 accuracy: 1.0
Classifier 7 accuracy: 1.0
Classifier 8 accuracy: 1.0
Enter file name to predict or z to exit: mam.png
Baseline Angle: DESCENDING
Top Margin: NARROW
Letter Size: SMALL
Line Spacing: BIG
Word Spacing: BIG
Pen Pressure: LIGHT
Slant: IRREGULAR
Emotional Stability: [0.]
Mental Energy or Will Power: [1.]
Modesty: [0.]
Personal Harmony and Flexibility: [0.]
Lack of Discipline: [1.]
Poor Concentration: [1.]
Non Communicativeness: [1.]
Social Isolation: [1.]
-----
Enter file name to predict or z to exit: z
[suisiseiki@Asus_N580GD ml-graphology-master]$
```

Рис. 15. Результат работы программы *ML\_Graphology* с рукописным почерком маньяка

Если и существует реальная возможность выявления потенциальных серийных убийц, террористов или «школьных стрелков» по их рукописному почерку, отражающему их душевное состояние, то в целях превентивной профилактики преступлений ею стоит воспользоваться.

#### Заключение

Таким образом, поставленная авторами цель исследования была достигнута. Разработано оригинальное импортозамещающее программное средство *ML\_Graphology*, предназначенное для распознавания черт характера человека, в том числе и деструктивных наклонностей личности, по рукописному почерку, на основе обучения нейронной сети. Программное средство написано на языке программирования Python версии 3 в интегрированной среде разработчика IDE, с применением дополнительных модулей и библиотек языка Python. Компьютерная программа обеспечивает такие почерковедческие функции, как определение базового угла написания букв; верхнего поля текста; размера письма; межстрочного и межсимвольного интервалов; давления пера, угла наклона текста и др. [25]. Она способна обеспечить графологический анализ рукописного почерка человека с применением нейросетевых технологий, а также выполнять, *на начальном этапе*, распознавание черт его характера, в том числе де-

структивных, на которые стоит особо обратить внимание окружающих.

Так как авторами установлено, что на данный момент на российском рынке программного обеспечения не представлено ни одного аналога подобного программного средства, то разработка программы *ML\_Graphology* приобретает особую значимость в плане импортозамещения. В настоящее время оформляется «Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ».

Демонстрация работоспособности программного средства уже сейчас позволяет сделать вывод о возможности его применения во многих сферах, и в том числе в криминалистике, в процессе судебно-почерковедческой экспертизы. Исследования группы авторов будут продолжены с привлечением специалистов в области прикладной психологии личности и судебного почерковедения, что поможет значительно улучшить программу *ML\_Graphology* и в перспективе довести её до профессионального уровня и коммерческой реализации.

#### Список литературы

1. Графология: характер человека: учебно-методическое пособие. Верити.пф. 2021. URL: <https://bnti.ru/showart.asp> (дата обращения: 15.09.2022).
2. Yalcin N., Gurbuz F. Graphology and Forensic Graphology. Global Journal of Technology. ResearchGate. 2015. № 8. P. 151–158.

3. Драпкин Л.Я., Каранодин В.Н. Криминалистика. М., 2011. 768 с.
4. Алесковский С.Ю., Комиссарова Я.В. Основы графологии: учебно-методическое пособие. М.: Юрлитинформ, 2006. 216 с.
5. Исаева Е.Л. Практическая графология. Как узнать характер человека по почерку: учебное пособие. М.: Рипол Классик, 2010. 256 с.
6. Серёгин В.В. Почерковедение и почерковедческая экспертиза. СПб., 2015. 229 с.
7. Орлова В.Ф. Судебно-почерковедческая экспертиза. М.: Наука, 2017. 544 с.
8. Жижина М.В. Судебно-почерковедческая экспертиза документов: учебно-практическое пособие. М.: Юрлитинформ, 2017. 172 с.
9. Воронов В.И., Быков А.Ю., Воронова Л.И. Проектирование подсистемы детектирования лиц и интерфейса работы с базой данных в программно-аппаратном комплексе биометрической идентификации на основе нейросетевого распознавания лиц // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14. № 4. С. 31-38. DOI 10.36724/2072-8735-2020-14-4-31-38.
10. Ingole M., Tighare K. Handwritten Character Recognition Using Neural Network. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology (IJSCRSEIT) India, 2021. P. 203-207. DOI: 10.32628/CSEIT217460.
11. Dazzi C., Pedrabissi L. Graphology and Personality: An Empirical Study on Validity of Handwriting Analysis. Psychological Reports. 2009. P. 1255-1268. DOI: 10.2466/PRO.105.F.1255-1268.
12. Инсайт Клиника. Клиника современной психотерапии. Masterhost.ru. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://clinica.nsk.ru> (дата обращения: 15.09.2022).
13. Психология онлайн. Jungland.ru. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://JungLand.ru> (дата обращения: 15.09.2022).
14. Психологические тесты онлайн. Onedio.ru. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://Onedio.ru/tests> (дата обращения: 15.09.2022).
15. Zhang X., Gonnot T., Saniie J. Real-Time Face Detection and Recognition in the Complex Background. Journal of Signal and Information Processing (JSIP). 2017. № 8 (2). P. 99-112. DOI: 10.4236/jsip.2017.82007.
16. Brownlee J., Sudlow K. Recursive Feature Elimination (RFE) for Feature Selection in Python #AI. Machine Learning Mastery. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://machinelearningmastery.com/rfe-feature-selection-in-python/> (дата обращения: 15.09.2022).
17. Chernov Y., Engalychev V. Distant Profiling—Aggression Evaluation with Formalized Handwriting Analysis. International Conference “Trends and Prospects of Development of Criminalistics and Forensic Expertise”. Yerevan, Armenia, 2019. P. 87-96.
18. OpenCV. Spinch. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://pypi.org/project/opencv-python/> (дата обращения: 15.09.2022).
19. DocOpenCV. Mb4. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.opencv.org/4.5.2> (дата обращения: 15.09.2022).
20. Python + OpenCV. Aitishnik. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://mirrobo.ru/pilot/jazyk-programmirovaniya-python> (дата обращения: 15.09.2022).
21. Pythonlib. Py. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://metanit.com/python/tutorial/6.2.php> (дата обращения: 15.09.2022).
22. Писаренко К.А. Елизавета Петровна. М.: Молодая гвардия, 2014. 459 с.
23. Графология: почерк серийных убийц. Институт графоанализа И. Гольдберг. 2022. URL: <https://inessa-goldberg.ru/> (дата обращения: 15.09.2022).
24. Giannini M., Pellegrini P., Gori A., Loscalzo Y. Is Graphology Useful in Assessing Major Depression? Psychological Reports. 2019. № 122. P. 398-410. DOI: 10.1177/0033294118759667.
25. Balestrino M., Fontana P., Terzuoli S., et al. (2012) Altered Handwriting Suggests Cognitive Impairment and May Be Relevant to Posthumous Evaluation. Journal of Forensic Sciences. Sep. 2012. № 57 (5). P. 1252-1258. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2012.02131.x.