

УДК 159.9.072.592

Распознавание характеристик пользователя по почерку

*Тамбиев К.Ш., студент
кафедры «Информационные системы и телекоммуникации»,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научные руководители: Алфимцев А.Н., к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Волков А.В., заведующий мультимедийной лабораторией ГУИМЦ
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
deviatkov@bmstu.ru*

1. Введение

Зигмунд Фрейд писал: «Без сомнения, посредством почерка человек выражает свою индивидуальность» [2].

Почерк, точно так же как жесты и мимика, отражает особенности личности [1]. Будучи результатом последовательности индивидуальных движений, он может рассказать о привычках, чувствах и мыслях человека в тот момент, когда он взял ручку и что-либо написал.

Как и сам человек, почерк уникален, поэтому его характерные детали говорят об определенных качествах личности. Размер букв, наклон, сила нажима, особенности пунктуации и различные петли помогают выявить в каждом человеке индивидуальность с особыми, только ему присущими качествами. Несмотря на то что практически все люди учатся писать по прописям и следуют рекомендациям учителя, не известно ни одного случая точного копирования данного учебного пособия.

Поэтому так важно, насколько почерк отличается от написания букв в прописи. В том случае, если он сильно его напоминает, человек стремится действовать соответственно общепринятым нормам и старается мыслить «как все». И наоборот, люди, далеко отступившие от «правильного» стиля письма, обычно действуют согласно собственным нормам и отличаются независимым образом мыслей. Что касается графологического анализа, в нем важны отклонения от нормы, так как именно они могут сообщить о личности больше всего интересных сведений.

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/616688.html>

Графология – это учение, согласно которому существует устойчивая связь между почерком и индивидуальными особенностями личности. В странах Европы графология давно применяется в тестировании конкретного человека, направленном на познание черт его характера, с недавнего времени она получила официальное признание в США, где быстро завоевывает признание.

Причин для того, чтобы обратиться к анализу почерка столько же, сколько существует личных проблем у человека. Многие фирмы нанимают графологов, с помощью которых проверяют кандидатов на работу. Молодые люди обращаются к профессиональным графологам, когда они не уверены, куда им лучше направить свои способности и таланты. К ним обращаются родители, которые пытаются понять, почему их сын предпочитает играть в бейсбол, вместо того, чтобы учиться на врача.

Однако графология – не панацея от всех бед и не чудо. Ее задача сводится лишь к тому, чтобы проанализировать основные черты почерка таким образом, чтобы человек понял свои способности и сумел ими воспользоваться наилучшим образом. Способность анализировать почерк также не является «даром», с которым рождается человек. Графология основана на определенных правилах, которые должны четко соблюдаться для того, чтобы прийти к разумным выводам.

Целью данной работы является разработка метода распознавания характеристик пользователя по результатам обработки изображения рукописной подписи пользователя и ее графологического анализа.

Для этого понадобится рассмотреть методы обработки изображений, посредством которых мы будем выявлять основные черты подписи пользователя, а затем изучить типологии личностей и их особенности, чтобы после проведения графологического анализа подписи можно было распознать характеристики пользователя.

2. Типологии личности и критерии их классификации по анализу подписи

Подпись для графолога является наиболее общим выражением характера человека, потому что в ней испытуемый отражает себя как бы в сжатой форме. Когда нет возможности получить образец письма испытуемого, графологу достаточно грамотно проанализировать подпись человека, чтобы дать векторное определение (общее направление) особенностей его характера. Существует несколько правил (законов) расшифровки подписи, которые усваиваются в процессе практического освоения графологии как науки. Приведем наиболее общие правила в виде простого анализа. Каждая характеристика и особенность письма оцениваются определенным числом баллов, которые потом суммируются.

Итак,

Наклон букв: левый наклон – 2 балла; легкий наклон влево – 5; правый наклон – 14; резкий наклон вправо – 6; прямое написание – 10.

Форма букв: округлые – 9 баллов; угловатые – 19.

Направление почерка: строчки «ползут» вверх – 16 баллов; строчки прямые – 12; строчки «сползают» вниз – 1.

Подведем итоги:

12 баллов. Такой почерк наблюдается у людей со слабым здоровьем, у тех, кому далеко за 80.

12–23. Этот почерк принадлежит человеку нерешительному, мягкому, кроткому, с утонченными манерами. Такие люди часто немного наивны, но не лишены чувства собственного достоинства.

23–27. Такой почерк характерен для человека прямодушного и откровенного, общительного и впечатлительного, как правило, хорошего семьянина.

27–36. Достигший такой суммы баллов отличается честностью и добропорядочностью, имеет сильную, устойчивую психику, отважен, полон инициативы и решительности, смекалист.

36–50. Это – индивидуалисты. Люди вспыльчивые и обладающие острым и быстрым умом. Обычно независимы в суждениях и поступках.

3. Обзор методов обработки изображения

3.1. Обработка изображения — детектор границ Кенни (Canny)

Края (границы) — это такие кривые на изображении, вдоль которых происходит резкое изменение яркости или других видов неоднородностей [4].

Получается, что края отражают важные особенности изображения и поэтому, целями преобразования изображения в набор кривых являются:

- выделение существенных характеристик изображения
- сокращение объема информации для последующего анализа

Самым популярным методом выделения границ является детектор границ Кенни. Хотя работа Кенни была проведена на заре компьютерного зрения (1986), детектор границ Кенни до сих пор является одним из лучших детекторов.

Шаги детектора:

— Убрать шум и лишние детали из изображения

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/616688.html>

- Рассчитать градиент изображения
- Сделать края тонкими (edge thinning)
- Связать края в контура (edge linking)

Детектор использует фильтр на основе первой производной от гауссианы. Так как он восприимчив к шумам, лучше не применять данный метод на необработанных изображения. Сначала, исходные изображения нужно свернуть с гауссовым фильтром.

Границы на изображении могут находиться в различных направлениях, поэтому алгоритм Кенни использует четыре фильтра для выявления горизонтальных, вертикальных и диагональных границ. Воспользовавшись оператором обнаружения границ (например, оператором Собеля) получается значение для первой производной в горизонтальном направлении (G_y) и вертикальном направлении (G_x).

Из этого градиента можно получить угол направления границы:

$$Q = \arctan(G_x/G_y)$$

Угол направления границы округляется до одной из четырех углов, представляющих вертикаль, горизонталь и две диагонали (например, 0, 45, 90 и 135 градусов).

Затем идет проверка того, достигает ли величина градиента локального максимума в соответствующем направлении.

Например, для сетки 3x3:

- если угол направления градиента равен нулю, точка будет считаться границей, если её интенсивность больше чем у точки выше и ниже рассматриваемой точки,
- если угол направления градиента равен 90 градусам, точка будет считаться границей, если её интенсивность больше чем у точки слева и справа рассматриваемой точки,
- если угол направления градиента равен 135 градусам, точка будет считаться границей, если её интенсивность больше чем у точек находящихся в верхнем левом и нижнем правом углу от рассматриваемой точки
- если угол направления градиента равен 45 градусам, точка будет считаться границей, если её интенсивность больше чем у точек находящихся в верхнем правом и нижнем левом углу от рассматриваемой точки.

Таким образом, получается двоичное изображение, содержащее границы (т.н. «тонкие края»).

В OpenCV [3], детектор границ Кенни реализуется функцией `cvCanny()`, которая обрабатывает только одноканальные изображения.

3.2. Преобразование Хафа

В предыдущем пункте мы рассмотрели функцию, реализующую детектор границ Кенни. Если немного поэкспериментировать с представленным примером, то видно, что `cvCanny()` помогает замечательно выделять границы предметов и окружающей обстановки. В изображениях подписей пользователей преобладают прямые линии, дуги и окружности. Задача их детектирования весьма неплохо решается с помощью т.н. преобразования Хафа.

Преобразование Хафа (Hough Transform) — это метод для поиска линий, кругов и других простых форм на изображении. Оно предназначено для поиска объектов, принадлежащих определённому классу фигур с использованием процедуры голосования. Процедура голосования применяется к пространству параметров, из которого и получаются объекты определённого класса фигур по локальному максимуму в, так называемом, накопительном пространстве (accumulator space) которое строится при вычислении трансформации Хафа.

Преобразование Хафа основывается на представлении искомого объекта в виде параметрического уравнения. Параметры этого уравнения представляют фазовое пространство (т.н. аккумуляторный массив/пространство, пространство Хафа). Затем, берётся двоичное изображение (например, результат работы детектора границ Кенни). Перебираются все точки границ и делается предположение, что точка принадлежит линии искомого объекта — т.о. для каждой точки изображения рассчитывается нужное уравнение и получаются необходимые параметры, которые сохраняются в пространстве Хафа. Финальным шагом является обход пространства Хафа и выбор максимальных значений, за которые «проголосовало» больше всего пикселей картинки, что и даёт нам параметры для уравнений искомого объекта.

3.2.1. Преобразовании Хафа для поиска линий (Hough Line Transform)

В основе теории преобразования Хафа лежит утверждение, что любая точка двоичного изображения может быть частью некоторого набора возможных линий.

формула линии:

$$y = a \cdot x + b \quad // \text{ в декартовых координатах}$$

$$\rho = x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta) \quad // \text{ в полярных координатах}$$

Прямую на плоскости можно представить:

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/616688.html>

$$x \cdot \cos(f) + y \cdot \sin(f) = R,$$

где R – длина перпендикуляра опущенного на прямую из начала координат,

f — угол между перпендикуляром к прямой и осью OX .

f находится в пределах от 0 до $2 \cdot \pi$,

R ограничено размерами входного изображения.

Через каждую точку (x, y) изображения можно провести несколько прямых с разными R и f , то есть каждой точке (x, y) изображения соответствует набор точек в фазовом пространстве (R, f) , образующий синусоиду. Так же каждой точке (R_0, f_0) пространства (R, f) можно поставить в соответствие счетчик, соответствующий количеству точек (x, y) , лежащих на прямой

$$x \cdot \cos(f_0) + y \cdot \sin(f_0) = R_0$$

Теперь непрерывное фазовое пространство нужно перевести в дискретное, введя сетку на пространстве (R, f) , одной ячейке которой соответствует набор прямых с близкими значениями R и f .

в OpenCV, преобразовании Хафа для нахождения прямых реализуется функцией `cvHoughLines2`.

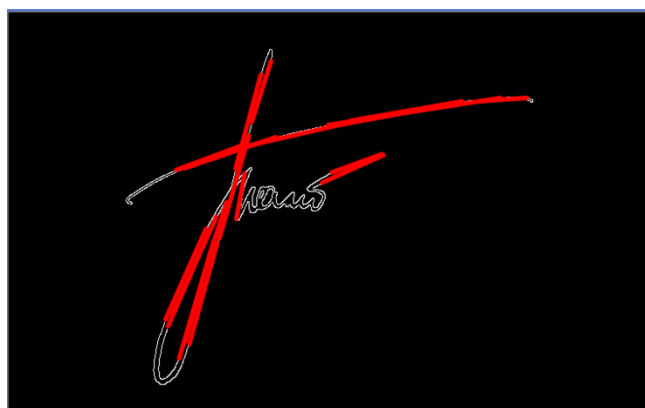


Рис. 1. Реализация поиска линий с помощью преобразования Хафа

3.2.2. Преобразовании Хафа для нахождения окружностей (Hough Circle Transform)

Точки окружности можно представить формулой:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2,$$

где (a, b) – координаты центра окружности, а R – её радиус. т.е. формула, задающая семейство окружностей, имеет вид:

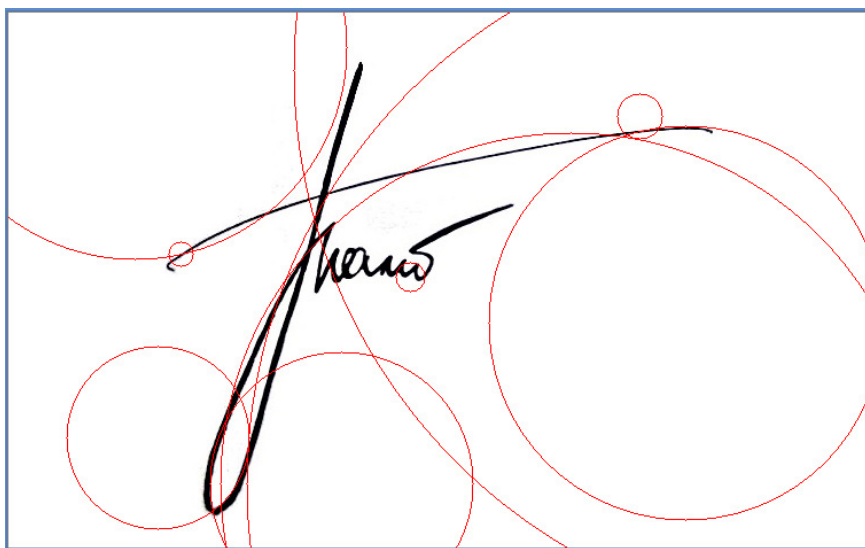
$$F(a, b, R, x, y) = (x - a)^2 + (y - b)^2 - R^2.$$

Как видим, для нахождения окружностей нужно задавать уже 3 параметра — координаты центра окружности и её радиус. Это приводит к увеличению пространства Хафа на целое измерение, что в итоге сказывается на скорости работы. Поэтому для поиска окружностей применяется т.н. градиентный метод Хафа (Hough gradient method).

Нахождение кругов

1. используется детектор границ Кенни для нахождения границ на изображении
2. для ненулевых точек высчитывается градиент (через вычисление 1-й производной по X и Y через `cvSobel()`)
3. определяются центры кругов
4. относительно центра определяются ненулевые точки, лежащие на одном расстоянии

В OpenCV, преобразовании Хафа для нахождения окружностей реализуется функцией



`cvHoughCircles`.

Рис. 2. Реализация поиска окружностей с помощью преобразования Хафа

3.3. Сравнение контуров через суммарные характеристики — моменты

Сравнение контуров — распространённая задача, возникающая, например, при решении проблемы поиска заданного объекта на изображении (template matching — *сравнение шаблона — поиск заданного объекта на изображении*).

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/616688.html>

Самый простой вариант сравнения пары контуров — это рассчитать их моменты. Момент — это суммарная характеристика контура, рассчитанная интегрированием (суммированием) всех пикселей контура.

$$m(p,q) = \sum_{i=1}^n I(x,y) x^p y^q,$$

где p и q — порядок возведения в степень соответствующего параметра при суммировании, n — число пикселей контура.

Исходя из определения, можно сделать вывод, что момент m_{00} — равен длине пикселей контура (вернее сказать — площадь, но так как мы рассматриваем не полигон, а границу, то уместно вести речь о длине). Т.о., сравнение двух контуров можно свести к сравнению их моментов.

Однако, моменты, найденные по простой формуле, приведённой выше, имеют существенные недостатки:

— они не позволяют сравнить контуры одинаковой формы, но разных размеров, поэтому их, сначала нужно нормализовать (операция эквализации контуров (приведение к единой длине) — позволяет добиться инвариантности к масштабу).

— зависят от системы координат, а значит не позволят определить повернутую фигуру.

Поэтому, лучше использовать *нормализованные инвариантные моменты*. Для их вычисления необходим расчет центральных моментов (central moments):

$$m_u(p,q) = \sum_{i=1}^n I(x,y) (x - X_c)^p (y - Y_c)^q,$$

где X_c , Y_c — центр масс: $X_c = \frac{m_{10}}{m_{00}}$, $Y_c = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

К тому же понадобится вычисление нормализованных центральных моментов (normalized central moments):

$$\mu(p,q) = \frac{m_u(p,q)}{m_{00}^{\frac{p+q}{2}+1}}$$

Имеем вычисления нормализованных инвариантных моментов (h_u invariant moments). Это линейная комбинация центральных моментов — идея состоит в том, что комбинируя

различные нормализованные центральные моменты возможно создать инвариантное представление контуров, не зависящее от масштаба, вращения и отражения (h1):

$$\begin{aligned}
 h_u[0] &= n_u20 + n_u02 \\
 h_u[1] &= (n_u20 - n_u02)^2 + (4 \cdot n_u11)^2 \\
 h_u[2] &= (n_u30 - 3 \cdot n_u12)^2 + (3 \cdot n_u21 - n_u03)^2 \\
 h_u[3] &= (n_u30 + n_u12)^2 + (n_u21 + n_u03)^2 \\
 h_u[4] &= (n_u30 - 3 \cdot n_u12) \cdot (n_u30 + n_u12)[(n_u30 + n_u12)^2 - 3 \cdot (n_u21 + n_u03)^2] + \\
 &+ (3 \cdot n_u21 - n_u03)(n_u21 + n_u03)[3 \cdot (n_u30 + n_u12)^2 - (n_u21 + n_u03)^2] \\
 h_u[5] &= (n_u20 - n_u02)[(n_u30 + n_u12)^2 - (n_u21 + n_u03)^2] + 4 \cdot n_u11 \cdot (n_u30 + n_u12) \cdot \\
 &\cdot (n_u21 + n_u03) \\
 h_u[6] &= (3 \cdot n_u21 - n_u03)(n_u21 + n_u03)[3 \cdot (n_u30 + n_u12)^2 - (n_u21 + n_u03)^2] - (n_u30 - \\
 &- 3 \cdot n_u12)(n_u21 + n_u03)[3 \cdot (n_u30 + n_u12)^2 - (n_u21 + n_u03)^2]
 \end{aligned}$$

Имеем методы сравнения:

- method=CV_CONTOUR_MATCH_I1

$$I_1(A, B) = \sum_{i=1 \dots 7} \left| \frac{1}{m_i^A} - \frac{1}{m_i^B} \right|$$

- method=CV_CONTOUR_MATCH_I2

$$I_2(A, B) = \sum_{i=1 \dots 7} |m_i^A - m_i^B|$$

- method=CV_CONTOUR_MATCH_I3

$$I_3(A, B) = \sum_{i=1 \dots 7} \frac{|m_i^A - m_i^B|}{|m_i^A|}$$

Здесь:

$$m_i^A = \text{sign}(h_i^A) \cdot \log(h_i^A);$$

$$m_i^B = \text{sign}(h_i^B) \cdot \log(h_i^B);$$

h_i^A и h_i^B – нормализованные инвариантные моменты.

В итоге, сравнением контуров через моменты можно обработать изображение и найти на нем заданный объект. Работу этого метода проиллюстрируем на рис. 3:

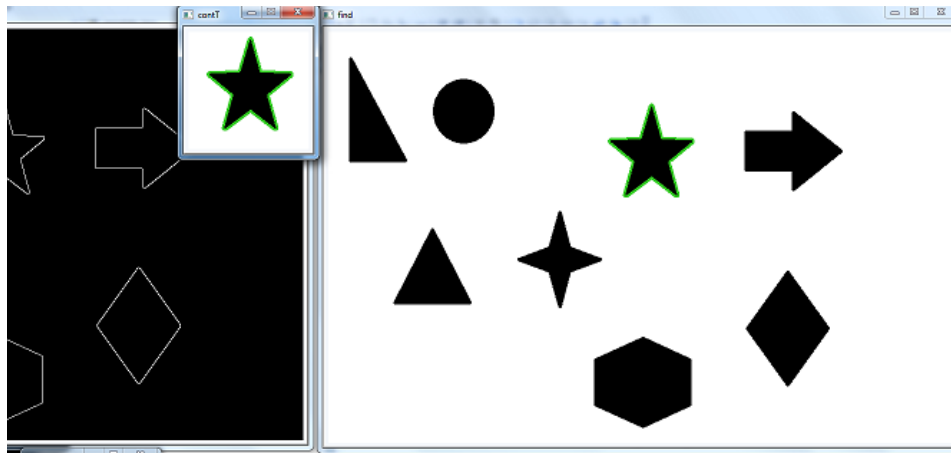


Рис. 3. Поиск заданного объекта при использовании метода сравнения контуров через моменты

4. Описание реализуемого метода распознавания характеристик пользователя по почерку

Рассмотрим метод распознавания характеристик пользователя по почерку, посредством анализа его подписи. Процедура будет проходить в несколько каскадов:

- 1) Обработка изображения подписи детектором границ Кенни.
- 2) Обнаружение на изображении подписи прямых линий, их подсчет и определение наклона с использованием преобразования Хафа [4].
- 3) Обнаружение на изображении подписи окружностей и их подсчет с использованием преобразования Хафа.
- 4) Поиск некоторых распространенных особенностей на изображении подписи (например, угловатость) с использованием метода сравнения контуров через моменты.
- 5) Графологический анализ полученных данных и вывод характеристики пользователя.

Наглядно продемонстрируем все этапы реализации рассматриваемого метода на примере анализа подписи товарища Иванова:

Рис. 4. Подпись Иванова

Для начала проведем обработку изображения детектором границ Кенни, после нее подпись будет выглядеть следующим образом:



Рис. 5. Подпись Иванова после обработки детектором границ Кенни

Теперь, используя преобразование Хафа, найдем на изображении прямые линии, их количество и наклон.



Рис. 6. Поиск прямых линий в подписи Иванова

Проделанная процедура выявила, что в этой подписи лишь 4 прямых линии и все они практически горизонтальные.

На третьем этапе сделаем такое же преобразование, только для обнаружения окружностей.



Рис. 7. Поиск окружностей в подписи Иванова

Получили результат – 9 окружностей.

Для демонстрации четвертого этапа мы за распространенную особенность некоторых подписей выбрали «угловатость». В подписи Иванова она явно отсутствует. Поэтому сразу приступим к графологическому анализу.

Для проведения графологического анализа обратимся к п.2 данной работы. По итогам предыдущих этапов реализуемого метода распознавания характеристик пользователя по почерку мы получили, что в подписи Иванова:

- число окружностей намного больше числа линий. Отсюда следует, что подпись округлая, то есть начисляется 9 баллов;
- все линии горизонтальные. Следовательно, наклона букв нет (10 баллов) и направление почерка прямое (12 баллов).

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/616688.html>

В сумме имеем 31 балл. И из графологического анализа делаем вывод, что товарищ Иванов отличается честностью и добропорядочностью, имеет сильную, устойчивую психику, отважен, полон инициативы и решительности, смекалист.

5. Заключение

В работе рассмотрен метод распознавания характеристик пользователя по почерку, посредством обработки и анализа его подписи. Изучены некоторые азы графологического анализа и различные типологии личности. Проработаны методы обработки изображения с использованием OpenCV. Реализован пример использования рассматриваемого метода. На данный момент этим методом можно дать не очень подробную характеристику пользователя, но в дальнейшем планируется развить процедуры обработки изображения подписи и расширить возможности графологического анализа.

Список литературы

1. Наджимов О.К. Как узнать характер человека по его подписи. Электронный ресурс URL: <http://libr.ipc.tsc.ru/a/URIKOVA/GRAFOLOG/aybek/aybek.html> (дата обращения 12.2012).
2. Кравченко В.И. Графология: характер по почерку. СПб.: ГУАП. 2006. 93 с.
3. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly. 2008. 543 p.
4. Алфимцев А.Н., Лычков И.И. Метод обнаружения объекта в видеопотоке в реальном времени // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 1. С. 44-55.