МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (**МАИ)**

Отчет о лабораторной работе №2

По дисциплине: «**Поиск, обработка и распознавание аудио, видео и графической информации**»

На тему «Изучение и освоение методов классификации формы изображений»

Выполнил: _____ Щербаков В.С. гр. М8О-110М-19

подпись, дата

Проверил: _____ Местецкий Леонид Моисеевич, д.ф.-м.н., проф.

подпись, дата

Москва, 2020

Содержание

1. Постановка задачи

Разработать и реализовать программу для классификации изображений ладоней, обеспечивающую:

- Ввод и отображение на экране изображений в формате TIF;
- Сегментацию изображений на основе точечных и пространственных преобразований;
- Генерацию признаковых описаний формы ладоней на изображениях;
- Вычисление меры сходства ладоней;
- Кластеризацию изображений.

В качестве исходных данных прилагается набор из 99 цветных изображений ладоней разных людей, полученных с помощью сканера, в формате 489×684 с разрешением 72 dpi. Задача состоит в построении меры сходства изображений на основе выделения и анализа формы ладоней. Нужно разработать и реализовать алгоритм, входом которого является изображение, а выходом – описание признаков формы, попарные расстояния, кластеры изображений. Примеры входных изображений представлены на рисунках.

В качестве признакового описания формы предлагается построить «линию пальцев» - ломаную линию, соединяющую точки на кончиках пальцев (tips) с точками в основаниях пальцев (valleys). Пример такой линии представлен на рисунке. Длины 8 звеньев ломаной линии образуют 8-мерный вектор признаков формы ладони.

В задание входят задачи двух уровней сложности: Intermediate, Expert.

Класс Intermediate:

1. Найти на изображении ладони точки в кончиках и основаниях пальцев.
2. Визуализировать результат для экспертного контроля в виде картинки аналогичной приведенному выше рисунку.

Класс Expert:

1. Найти для каждой ладони 3 наиболее похожих изображения и представить результат в виде таблицы «имя образца – имена ближайших соседей».
2. Определить число людей, чьи ладони представлены в изображениях, и составить списки ладоней для каждого, т.е. провести кластеризацию изображений в виде таблицы «Персона № – имена изображений ладоней».

2. Описание данных

В качестве данных для проверки работоспособности программы был предложен набор 99-ти фотографий, на каждой из которых можно наблюдать ладонь, прижатую к сканирующему устройству. Наблюдая эти фотографии, несложно заметить, что несмотря на то, что изображено там везде одно и тоже, на некоторых изображениях либо есть лишине детали (вроде запятсья), либо рука плотно прижата и из-за этого возникают пятна. Эти два дефекта(лишние детали и пятна) очень сильно усложняют процесс построения алгоритма для распознавания пальцев рук. Однако, в тоже время у переданного набора данных есть существенный плюс – однородный темный фон. При анализе изображений с пазлами основная проблема как раз заключалась в том, что пазлы были на пестром фоне и это принесло большое количество проблем, здесь же конкретно эту проблему преодолевать не пришлось.

3. Описание метода решения

В связи с сложностями изображений, описанными выше, составить алгоритм, кототрый бы работал однинаково корректно на всех изображениях оказалось нетривиальной задачей. Путем эксперементальных запусков и подбором различных параметров используемых методов были выделены следующие основные шаги алгоритма:

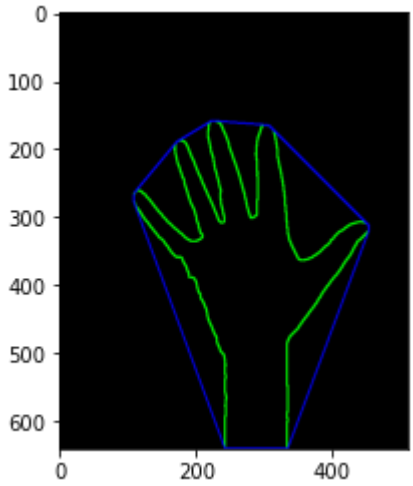
1. Предобработка изображения с использованием различных фильтров и преобразований.
2. Построение контура изображения.
3. Использование ConvexHull и построение точек между пальцами и на кончиках пальцев.

Более подробное описание: Основная идея здесь заключалась в использовании ConvexHull для построения многоугольника, вершинами которого являлись бы кончики и основания пальцев. Однако, казалось бы, простой алгоритм вызвал проблемы. Для того, чтобы построить контур руки, необходимый для использования ConvexHull пришлось провести бинаризацию изображения. Пример изображения, получаемого на данном этапе приведен ниже:

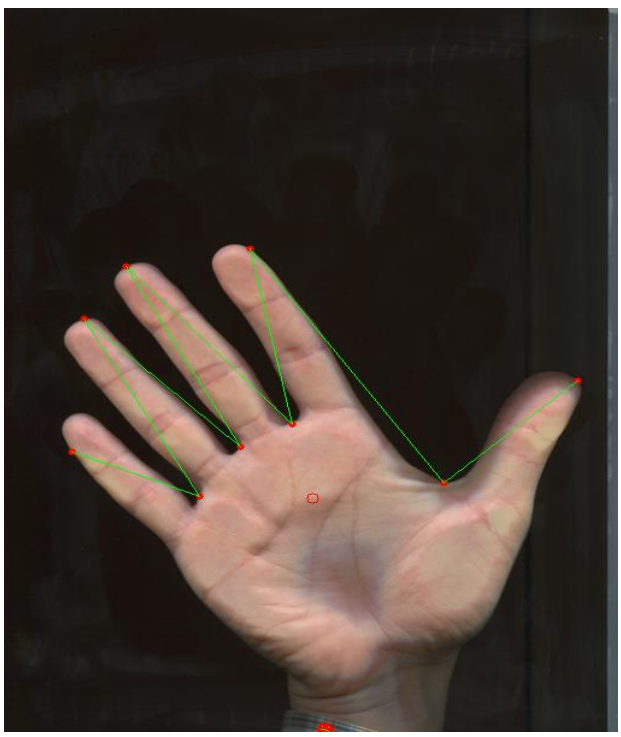
В ходе отладки программы был реализован вывод промежуточных результатов, в итоговой версии программы эта возможность отсутствует для избежания избыточности. Для того, чтобы привести изображение в вид, аналогичный виду на изображении выше были выполнены следующие манипуляции с использованием библиотеки OpenCV:

1. cv2.cvtColor() – преобразование изображения в серое.
2. cv2.GaussianBlur(), cv2.threshHold(), cv2.MedianBlur() – данные методы производят бинаризацию изображения и сглаживания Медианным и Гаусиановским фильтром.
3. cv2.findContours(), cv.ConvexHull() – ищет конутры на изображени
4. Далее происходит цикл, в котором осуществляется проход по вершинам многоугольника, на них наностятся точки, а также прямые, которые их соединяют.

На этапе 3 получаетс что-то вроде этого:



В итоге в идеале получаются подобные изображения:



4. Описание программной реализации

Для решения данной задачи была разработана программа на языке python 3.7. Реализовано два варианта её использования:

1. Как консольное приложение

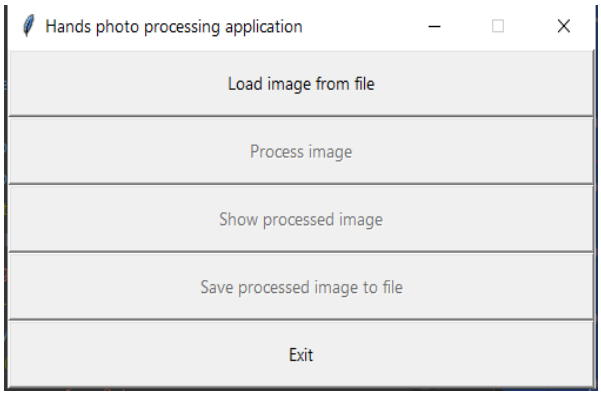
```
usage: task_02.py [-h] [-i INPUT_FILE_NAME] [-o OUTPUT_FILE_NAME]
                  [-c COEFFICIENT] [-s SHOW_NEEDED]

Program to find points - ends of fingers on hands photos

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -i INPUT_FILE_NAME, --input-file-name INPUT_FILE_NAME
                        String that contain input image filename to load
  -o OUTPUT_FILE_NAME, --output-file-name OUTPUT_FILE_NAME
                        String that contain processed image filename to save
  -c COEFFICIENT, --coefficient COEFFICIENT
                        Approximation Poly DP Coefficient
  -s SHOW_NEEDED, --show SHOW_NEEDED
                        Is show final picture needed or now
```

На данном скриншоте можно увидеть help для реализованной программы, в нем описывается, каким образом можно пользоваться ей в консольном режиме. Пример использования:

python ./task_02.py -i ./001.tif -s True – обрабатывает изображение 001.tif и выводит его на экран, сохраняет в файл ./train/001.tif

python ./task_02.py -i ./152.tif – обрабатывает изображение 152.tif, но не выводит его на экран(так как не передан параметр -s True), сохраняет в файл ./train/152.tif

2. Как оконное приложение



Вся программа состоит из нескольких пунктов меню:

- Load image from file – запускает диалоговое окно с выбором файла изображения для загрузки
- Process image – запускает обработку изображения (доступно только после выбора изображения в предыдущем пункте меню)
- Show processed image (доступно только после обработки изображения)
- Save processed image to file – сохранить обработанное изображение в файл (доступно только после обработки изображения)

5. Эксперименты

В ходе написания программы отладка проводилась с использованием предложенных изображений. За счет того, что они имели достаточно различающийся вид, удалось добиться определенного уровня универсальности программы, что позволяет без изменения параметров конфигурации фильтров обрабатывать различные изображения, в том числе с сложным для распознавания фоном.

6. Выводы

В ходе работы была разработана программа на языке python 3.7 и освоены основополагающие методы обработки изображений и алгоритмы компьютерного зрения и их реализации для данного языка.

Приложение: Исходный код

```
#task_02.py

from image_processor import ImageProcessor
from cmd_pasrer import ImageProcessorArgs
from image_processing_app import ImageProcessingApp

if __name__ == "__main__":
    image_processor_args = ImageProcessorArgs()

    if image_processor_args.input_file_name is None:
        image_processor = ImageProcessor()
        app = ImageProcessingApp(image_processor)
        app.mainloop()
    else:
        input_file_name, output_file_name, approx_poly_dp_coefficient = image_processor_args.input_file_name, \
                                                    image_processor_args.output_file_name, \
                                                    image_processor_args.approx_poly_dp_coefficient
        image_processor = ImageProcessor(input_file_name, output_file_name, approx_poly_dp_coefficient)

        show_needed = image_processor_args.is_showing_picture_needed
        image_processor.load_image_from_file()
        image_processor.find_points()
        image_processor.save_image_to_file()
        if show_needed:
            image_processor.show_processed_image()
```

```
#image_processor.py

import numpy as np
import cv2
import os


class ImageProcessor:
    def __init__(self, input_file_name=None, output_file_name=None, coefficient=None):
        self.__image_with_points = np.ndarray(shape=10)
        self.__image_without_points = np.ndarray(shape=10)
        self.__input_file_name = input_file_name
        self.__approx_poly_dp_coefficient = 0.01 if coefficient is None else coefficient

    def find_points(self):
        img = self.__image_without_points
        width = int(img.shape[1])
        height = int(img.shape[0])
        resize = cv2.resize(img, (width, height), interpolation=cv2.INTER_AREA)

        # Обесцвечиваем изображение
        gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
        lower_color = np.array([0, 35, 50])
        upper_color = np.array([30, 255, 255])

        mask = cv2.inRange(gray, lower_color, upper_color)

        gray = cv2.cvtColor(resize, cv2.COLOR_BGR2GRAY)  # Обесцвечиваем изображение

        # kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (2, 2))
        # hsv_d = cv2.dilate(mask, kernel)

        # cv2.imshow("Dilate", hsv_d)
```

```
    # cv2.waitKey(0)

    maxIntensity = 255.0  # depends on dtype of image data
    x = np.arange(maxIntensity)

    phi = 1
    theta = 1

    newImage0 = (maxIntensity / phi) * (mask / (maxIntensity / theta)) ** 0.5
    newImage0 = np.array(newImage0, dtype="uint8")

    blur = cv2.GaussianBlur(mask, (15, 15), 0)
    ret, thresh1 = cv2.threshold(blur, 50, 255, cv2.THRESH_BINARY + cv2.THRESH_OTSU)
    MB = cv2.medianBlur(blur, 19)


    contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    drawing = np.zeros(img.shape, np.uint8)
    max_area = 0

    for i in range(len(contours)):
        cnt = contours[i]
        area = cv2.contourArea(cnt)
        if area > max_area:
            max_area = area
            ci = i
            cnt = contours[ci]
            hull = cv2.convexHull(cnt)
            moments = cv2.moments(cnt)
            if moments['m00'] != 0:
                cx = int(moments['m10'] / moments['m00'])  # cx = M10/M00
                cy = int(moments['m01'] / moments['m00'])  # cy = M01/M00

                central = (cx, cy)
                cv2.circle(img, central, 5, [0, 0, 255], 1)
                cv2.drawContours(drawing, [cnt], 0, (0, 255, 0), 1)
                cv2.drawContours(drawing, [hull], 0, (0, 0, 255), 1)
                cnt = cv2.approxPolyDP(cnt, self.__approx_poly_dp_coefficient * cv2.arcLength(cnt, True), True)
                hull = cv2.convexHull(cnt, returnPoints=False)

                defects = cv2.convexityDefects(cnt, hull)
                for j in range(defects.shape[0]):
                    s, e, f, d = defects[j, 0]
                    start = tuple(cnt[s][0])
                    end = tuple(cnt[e][0])
                    far = tuple(cnt[f][0])
                    cv2.circle(img, far, 3, [0, 0, 255], -1)
                    cv2.circle(img, end, 3, [0, 0, 255], -1)
                    cv2.circle(img, start, 3, [0, 0, 255], -1)
                    cv2.line(img, start, far, [0, 255, 0], 1)
                    cv2.line(img, end, far, [0, 255, 0], 1)

    self.__image_with_points = img

def show_processed_image(self):
    cv2.imshow('Image with points on fingers', self.__image_with_points)
    cv2.waitKey(0)

def load_image_from_file(self, input_file_name=None):
    if input_file_name is None:
        input_file_name = self.__input_file_name
    else:
```

```
        self.__input_file_name = input_file_name
        self.__image_without_points = cv2.imread(input_file_name)

    def save_image_to_file(self, output_file_name=None):
        if output_file_name is None:
            output_file_name = f"./training/test/{os.path.basename(self.__input_file_name)}"
        cv2.imwrite(output_file_name, self.__image_with_points)
```

```
#image_processing_app.py

import tkinter as tk
from tkinter import Button
from tkinter.filedialog import askopenfilename


class ImageProcessingApp(tk.Tk):
    def __init__(self, image_processor):
        self.__image_processor = image_processor
        tk.Tk.__init__(self)
        self.title("Hands photo processing application")
        self.geometry("500x260")
        self.resizable(False, False)

        self.__load_button = Button(self, text="Load image from file", command=self.load_from_file,
                                    width=61, height=2)
        self.__load_button.pack()

        self.__process_button = Button(self, text="Process image", command=self.process_image,
state="disabled",
                                       width=61, height=2)
        self.__process_button.pack()

        self.__show_button = Button(self, text="Show processed image", command=self.show_processed_image,
                                    state="disabled", width=61, height=2)
        self.__show_button.pack()

        self.__save_button = Button(self, text="Save processed image to file", command=self.save_to_file,
                                    state="disabled", width=61, height=2)

        self.__save_button.pack()

        self.__exit_button = Button(self, text="Exit", command=self.exit, width=61, height=2)
        self.__exit_button.pack()

    def load_from_file(self):
        self.__image_processor.load_image_from_file(askopenfilename())
        self.__process_button["state"] = "normal"

    def process_image(self):
        self.__image_processor.find_points()
        self.__show_button["state"] = "normal"
        self.__save_button["state"] = "normal"

    def show_processed_image(self):
        self.__image_processor.show_processed_image()

    def save_to_file(self):
        self.__image_processor.save_image_to_file()

    def exit(self):
        self.quit()
```

```python
#cmd_parser.py

import argparse


class ImageProcessorArgs:
    def __init__(self):
        parser = argparse.ArgumentParser(description="Program to find points - ends of fingers on hands
photos")

        parser.add_argument("-i", "--input-file-name", type=str,
                            help="String that contain input image filename to load", dest="input_file_name")
        parser.add_argument("-o", "--output-file-name", type=str,
                            help="String that contain processed image filename to save", dest="output_file_name")
        parser.add_argument("-c", "--coefficient", type=float,
                            help="Approximation Poly DP Coefficient", dest="coefficient")
        parser.add_argument("-s", "--show", type=bool,
                            help="Is show final picture needed or now", dest="show_needed")

        args = parser.parse_args()

        self.__input_file_name = args.input_file_name
        self.__output_file_name = args.output_file_name
        self.__approx_poly_dp_coefficient = args.coefficient
        self.__show_needed = False if args.show_needed is None else args.show_needed

    @property
    def input_file_name(self):
        return self.__input_file_name

    @property
    def output_file_name(self):
        return self.__output_file_name

    @property
    def approx_poly_dp_coefficient(self):
        return self.__approx_poly_dp_coefficient

    @property
    def is_showing_picture_needed(self):
        return self.__show_needed
```