# 利用 pyQt5 搭建一个简易的图片编辑器（PhotoEdit）

姓名：胡成成　　学号：41724260

北京科技大学计通学院 通信 1701 班

**摘要：**在本报告中介绍了一套简易的图片编辑器软件系统的需求分析、设计、实现和测试。首先对于整个项目的基本模块，算法，框架，UI 界面需求进行分析，根据需求引入相关技术。其次开始软件系统的整体设计，从布局，功能和代码层次进行分析设计。最后进行代码实现和功能测试，完成整个软件系统的正常使用。在这里主要利用 Python 的图形化界面搭建，运用图像处理技术对现有原图进行操作。

**关键字：GUI 图形化界面；图像处理；**pyQt5；滤镜。

## 1. 项目背景和意义

### 1.1 项目背景简介

伴随着 python 课程的结束，最吸引我兴趣的便是 python 图形化界面的搭建与图像处理的部分。鉴于课上学习的 pyQt4 和图像处理的 PIL 库，通过类比学习了最新版 pyQt5，通过对这方面的学习，能够综合到 GUI 界面的搭建，图像处理等方法，于是选择完成一个简单的图像编辑器，精简的修图小程序，来实践 python 的图形化理论学习。就这样，这个小项目就诞生了。

### 1.2 项目完成意义

通过搭建简易的图片编辑器主要是对学习的 Qt 的图形化操作熟悉，掌握基本的图像处理本领。同时，增强了自己的资料搜集能力，并判别资料中的自己需要的部分，以及工程开发的基本流程，测试的一些基本方法等等。

## 2. 需求分析

## 2.1 基本模块需求

针对一块基本的图形处理软件，包括了基本的文档打开存储，图形界面的搭建，图形处理，日志记录等。于是需要下载相关模块，包括 pyQt5，pillow 等。

## 2.2 基本算法需求

根据任意一个图像处理软件，必然会用到图像处理的相关函数，有些函数也就需要了解它的基本算法，比如滤镜的添加，便需要对图片的像素点进行处理，调用相关函数，已经一些调整函数，例如亮度，对比度，锐化这些图片调整的方式必然也有它的处理算法。于是需要查看相关文献，搜集资料来获取这些算法的原理和使用方式。

## 2.3 基本框架需求

类比正常的软件开发规范，工程文件创建的格式规范化，学习基本的开发要点，注释的规范，面向对象的开发方式，是否需要调用大框架等等。

## 2.4 基本 UI 需求

为了使 UI 界面更美观，需要一些图片挑选，字体选择规划，布局规划设计等。

# 3. 概要和详细设计

## 3.1 设计概要

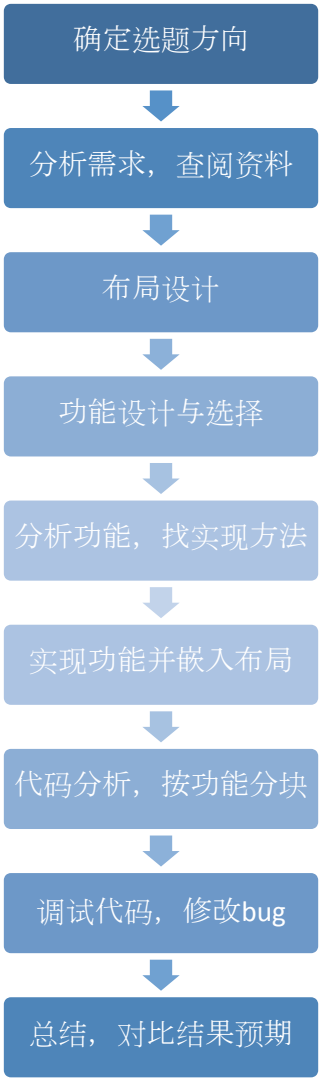
围绕图像编辑处理这一大功能，在设计时主要考虑到一下几点工作方向：

1. 设计主界面窗口的布局：采用编辑主窗口+处理选项窗口设计。
2. 分析要加入的基本功能：主要包括滤镜，调整，尺寸，旋转四个大方面进行功能细化。
   - 滤镜：无滤镜原图，黑白滤波，负滤波，均值滤波。
   - 调整：对比度，亮度，锐化。
   - 尺寸：修改宽度，修改高度，比例修改。

- 旋转：顺时针和逆时针 90 度旋转，垂直和水平翻转。

3. 分析功能并进行资料搜集处理：细化处理事项。
4. 分析需要写的代码的层次与功能：将代码按功能分类分块，是整个文件具有层次感。
5. 开始撰写代码：根据不同功能分别细化处理。
6. UI 布局优化和细节调整。
7. 程序调试与修改。
8. 总结注意事项，并对比结果与预期的差距。

## 3.2 设计流程




## 3.3 技术引用

1. 滤镜相关函数算法：（下面我们将原图 RGB 三色值分别记为 R，G，B，处理后图片 RGB 三色值记为 r，g，b）。
   - 黑白滤波：
     - 将像素点 R，G，B 先加权平均并记为 s
     - 取 k 值 30
     - 新的 RGB：***r=s+k*2；g=s+k；b=s***
   - 负滤波：
     - 新的 RGB：***r=255-R;g=255-G;b=255-B***
   - 均值滤波：
     - 将像素点 R，G，B 先加权平均并记为 s
     - 新的 RGB：***r=s；g=s；b=s***
2. 调整相关函数算法：（MAX 参数限定最大值，MIN 参数限定最小值，F_MAX 系数增强最大值，F_MIN 系数增强最小值，X 给定参数值）
   - 计算比例系数 r：***r=（X-MIN）/（MAX-MIN）***
   - 得到增强系数：***F_MIN+r*（MAX-MIN）***
   - 将增强系数赋值给相应的调整参数

# 4. 代码实现

## 4.1 Python 版本与 IDE 说明

Python 版本：Python 3.6

IDE：Pycharm

## 4.2 相关库调用

PyQt5 库：PyQt5 是基于图形程序框架 Qt5 的 Python 语言实现，由一组 Python 模块构成。需要借助该模块完成基本界面的搭建，主要包括 QtWidgets，QtCore，QtGui 组件的基本使用，完成部件布局和事件的基本处理。

PIL 库：python 的第三方图像处理库，支持 python2 版本，python3 版本后移植到 pillow 库，这里的 PIL 引用就是最新的 pillow 库。借助该库完成基本的图像处理操作。

Sys 库：提供对解释器使用或维护的一些变量的访问，以及与解释器强烈交互的函数。主要保持 python 主程序文件正常运行。

Ntpath 库：处理基本的文件路径问题，扩展了 Windows 平台上提供 os.path 功能，可以在其他平台上处理 Windows 路径。

Functools 库：主要是为函数式编程而设计，用于增强函数功能。这里主要用于高阶函数。

Logging 库：日志模块，主要是用来记录我们想要的信息，以便于后期调试。

fileConfig 库：用来读取配置文件报错解决方法。

Getopt 库：专门用来处理命令行参数。

## 4.3 文件分块说明

1. 创建工程文件夹：命名为 photoEdit。
2. 在工程文件夹下新建 img_modifier 文件夹存放 __init__.py，color_filter.py，img_helper.py 文件。
   - __init__.py：存放配置文件相关代码
   - color_filter.py：存放滤镜相关函数
   - img_helper.py：存放图片处理相关函数和参数
3. 工程文件下新建 img_modifier.py:存放初始化操作函数。
4. 工程文件下新建 photo_editor.py:存放布局代码，主程序代码，和基本事件函数和参数。
5. 工程文件夹下添加 UI 布局图片文件和日志文件 logging_config.ini。

## 4.4 关键代码说明

### 4.4.1 滤镜文件代码说明

1. 文件定位：img_modifier 文件夹下 color_filter.py 文件。

2. 文件库导入：

```
import logging
```

3. 定义彩色滤镜类 ColorFilters：存放滤镜键值对便于调用查询。

```
class ColorFilters:
    filters = {"sepia": "Sepia", "negative": "Negative", "black_white": "Black & White"}
    SEPIA, NEGATIVE, BLACK_WHITE = filters.keys()
```

4. 滤镜函数定义：这里我们主要引用三种简单的滤镜，主要原理是通过载入图片获取整个图片像素信息，对像素的 RGB 值进行重新计算赋值得到的新图片。对于这一过程，由于一张大图片的像素数量庞大，计算的时候耗时比较长，可能需要几秒钟时间等待计算。

```
#黑白滤镜
def sepia(img):
    pix = img.load()
    for i in range(img.width):
        for j in range(img.height):
            s = sum(pix[i, j]) // 3
            k = 30
            pix[i, j] = (s+k*2, s+k, s)
#均值滤波
def black_white(img):
    pix = img.load()
    for i in range(img.width):
        for j in range(img.height):
            s = sum(pix[i, j]) // 3
            pix[i, j] = (s, s, s)
#负滤镜，底片滤镜
def negative(img):
    pix = img.load()
```

```
        for i in range(img.width):
            for j in range(img.height):
                pix[i, j] = (255 - pix[i, j][0], 255 - pix[i, j][1], 255 - pix[i, j][2])
```

5. 滤镜图片复制效果函数 color_filter(img, filter_name)：用于多样式预览对比框展示，img 为导入的图片，filter_name 为滤镜的键 KEY（上面定义滤镜类中提到）。同时添加日志记录，记录报错信息，以便调试。

```
def color_filter(img, filter_name):
    img_copy = img.copy()
    if filter_name == ColorFilters.SEPIA:
        sepia(img_copy)
    elif filter_name == ColorFilters.NEGATIVE:
        negative(img_copy)
    elif filter_name == ColorFilters.BLACK_WHITE:
        black_white(img_copy)
    else:
        logger.error(f"can't find filter {filter_name}")
        raise ValueError(f"can't find filter {filter_name}")
    return img_copy
```

### 4.4.2 图像处理文件代码说明

1. 文件定位：img_modifier 文件夹下 img_helper.py 文件。
2. 相关库导入：

```
from PIL import Image, ImageEnhance
import logging
import img_modifier.color_filter as cf
```

3. 调整参数设定：针对对比度，亮度和锐化程度，设置参数进行限制，避免调整幅度过大产生不必要的变化。

```
# 对比度
CONTRAST_FACTOR_MAX = 1.5
```

```
CONTRAST_FACTOR_MIN = 0.5
# 锐化
SHARPNESS_FACTOR_MAX = 3
SHARPNESS_FACTOR_MIN = -1
# 亮度
BRIGHTNESS_FACTOR_MAX = 1.5
BRIGHTNESS_FACTOR_MIN = 0.5
```

4. 事件函数定义：
   - 上传获取图片 get_img(path)：path 为图片路径
   - 尺寸改变函数 resize(img, width, height)：img 为待处理图片，width 为图片宽度，height 为图片高度
   - 旋转图片函数 rotate(img, angle)：img 为待处理图片，angle 为旋转角度
   - 滤镜调用函数 color_filter(img, filter_name)：img 为待处理图片，filter_name 为滤镜键
   - 亮度调整函数 brightness(img, factor)：img 为待处理图片，factor 为调整增强程度参数
   - 对比度调整函数 contrast(img, factor)：img 为待处理图片，factor 为调整增强程度参数
   - 锐化调整函数 sharpness(img, factor)：img 为待处理图片，factor 为调整增强程度参数
   - 翻转函数 flip_left(img)和 flip_top(img)：img 为待处理图片
   - 保存图片函数 save(img, path)：img 为待处理图片，path 为保存路径
   - 打开图片函数 open_img(img)：img 为待处理图片

```
def get_img(path):
    if path == "":
        logger.error("path is empty of has bad format")
        raise ValueError("path is empty of has bad format")
    try:
```

```
            return Image.open(path)
        except Exception:
            logger.error(f"can't open the file {path}")
            raise ValueError(f"can't open the file {path}")
def resize(img, width, height):
    """Resize image"""
    return img.resize((width, height))
def rotate(img, angle):
    """Rotate image"""
    return img.rotate(angle, expand=True)
def color_filter(img, filter_name):
    """Filter image"""
    return cf.color_filter(img, filter_name)
def brightness(img, factor):
    """Adjust image brightness form 0.5-2 (1 - original)"""
    if factor > BRIGHTNESS_FACTOR_MAX or factor <
BRIGHTNESS_FACTOR_MIN:
        raise ValueError("factor should be [0-2]")
    enhancer = ImageEnhance.Brightness(img)
    return enhancer.enhance(factor)
def contrast(img, factor):
    """Adjust image contrast form 0.5-1.5 (1 - original)"""
    if factor > CONTRAST_FACTOR_MAX or factor <
CONTRAST_FACTOR_MIN:
        raise ValueError("factor should be [0.5-1.5]")
    enhancer = ImageEnhance.Contrast(img)
    return enhancer.enhance(factor)
def sharpness(img, factor):
    """Adjust image sharpness form 0-2 (1 - original)"""
```

```
        if factor > SHARPNESS_FACTOR_MAX or factor <
SHARPNESS_FACTOR_MIN:
                raise ValueError("factor should be [0.5-1.5]")
        enhancer = ImageEnhance.Sharpness(img)
        return enhancer.enhance(factor)
def flip_left(img):
        """Flip left to right"""
        return img.transpose(Image.FLIP_LEFT_RIGHT)
def flip_top(img):
        """Flip top to bottom"""
        return img.transpose(Image.FLIP_TOP_BOTTOM)
def save(img, path):
        """Save image to hard drive"""
        img.save(path)
def open_img(img)：
        img.open()
```

### 4.4.3 图片配置文件代码说明：

1. 文件定位：主文件下 img_modifier.py 文件。
2. 文件库导入：

```
import getopt
import sys
import logging
from img_modifier import img_helper
```

3. 函数初始化函数 init()：命令处理函数，将操作函数进行封装便于选择调用。

```
def init():
        args = sys.argv[1:]
        if len(args) == 0:
```

```
            logger.error("-p can't be empty")
            raise ValueError("-p can't be empty")
        logger.debug(f"run with params: {args}")
        # transform arguments from console
        opts, rem = getopt.getopt(args, "p:", ["rotate=", "resize=", "color_filter=",
"flip_top", "flip_left"])
        rotate_angle = resize = color_filter = flip_top = flip_left = None
        path = None
        for opt, arg in opts:
            if opt == "-p":
                path = arg
            elif opt == "--rotate":
                rotate_angle = int(arg)
            elif opt == "--resize":
                resize = arg
            elif opt == "--color_filter":
                color_filter = arg
            elif opt == "--flip_top":
                flip_top = True
            elif opt == "--flip_left":
                flip_left = arg
        if not path:
            raise ValueError("No path")
        img = img_helper.get_img(path)
        if rotate_angle:
            img = img_helper.rotate(img, rotate_angle)
        if resize:
            w, h = map(int, resize.split(','))
            img = img_helper.resize(img, w, h)
```

```
    if color_filter:
        img = img_helper.color_filter(img, color_filter)
    if flip_left:
        img = img_helper.flip_left(img)
    if flip_top:
        img = img_helper.flip_top(img)
    if __debug__:
        img.show()
```

### 4.4.4 布局和主程序文件代码说明：

1. 文件定位：主文件下 photo_editor.py 文件。
2. 文件库导入：

```
import sys
import ntpath
from PyQt5.QtWidgets import *
from PyQt5.QtCore import Qt
from PyQt5.QtGui import *
from functools import partial
from img_modifier import img_helper
from img_modifier import color_filter
from PIL import ImageQt
from logging.config import fileConfig
import logging
```

3. 基础参数设定：基本调整参数设定，包括颜色，基本尺寸限制。

```
_img_original = None
_img_preview = None
THUMB_BORDER_COLOR_ACTIVE = "#3893F4"
THUMB_BORDER_COLOR = "#ccc"
BTN_MIN_WIDTH = 120
```

```
ROTATION_BTN_SIZE = (70, 30)
THUMB_SIZE = 120
SLIDER_MIN_VAL = -100
SLIDER_MAX_VAL = 100
SLIDER_DEF_VAL = 0
```

4. 操作类 Operations 定义：其中包括初始化，重置属性，变化检测，字符处理函数。

   - 初始化函数__init__(self)：

```
def __init__(self):
    self.color_filter = None
    self.flip_left = False
    self.flip_top = False
    self.rotation_angle = 0

    self.size = None
    self.brightness = 0
    self.sharpness = 0
    self.contrast = 0
```

   - 重置函数 reset(self)：

```
def reset(self):
    self.color_filter = None
    self.brightness = 0
    self.sharpness = 0
    self.contrast = 0
    self.size = None
    self.flip_left = False
    self.flip_top = False
    self.rotation_angle = 0
```

   - 变化检测函数 has_changes(self)：

```
    def has_changes(self):
        return self.color_filter or self.flip_left\
                or self.flip_top or self.rotation_angle\
                or self.contrast or self.brightness\
                or self.sharpness or self.size
```

- 字符处理函数__str__(self)：

```
    def __str__(self):
        return f"size: {self.size}, filter: {self.color_filter}, " \
            f"b: {self.brightness} c: {self.contrast} s: {self.sharpness}, " \
            f"flip-left: {self.flip_left} flip-top: {self.flip_top} rotation:
{self.rotation_angle}"
```

5. 基础调整函数定义：包括尺寸变换限定函数，调整主原理函数，操作主函数。

- 尺寸变换限定函数_get_ratio_height(width, height, r_width)和 _get_ratio_width(width, height, r_height)：

```
def _get_ratio_height(width, height, r_width):
    return int(r_width/width*height)
def _get_ratio_width(width, height, r_height):
    return int(r_height/height*width)
```

- 调整主原理函数_get_converted_point(user_p1, user_p2, p1, p2, x)：user_p2 参数限定最大值，user_p1 参数限定最小值，p2 系数增强最大值，p1 系数增强最小值，x 给定参数值。

```
def _get_converted_point(user_p1, user_p2, p1, p2, x):
    r = (x - user_p1) / (user_p2 - user_p1)
    return p1 + r * (p2 - p1)
```

- 操作主函数 get_img_with_all_operations()：

```
def _get_img_with_all_operations():
    logger.debug(operations)
```

```
    b = operations.brightness
    c = operations.contrast
    s = operations.sharpness
    img = _img_preview
    if b != 0:
        img = img_helper.brightness(img, b)
    if c != 0:
        img = img_helper.contrast(img, c)
    if s != 0:
        img = img_helper.sharpness(img, s)
    if operations.rotation_angle:
        img = img_helper.rotate(img, operations.rotation_angle)
    if operations.flip_left:
        img = img_helper.flip_left(img)
    if operations.flip_top:
        img = img_helper.flip_top(img)
    if operations.size:
        img = img_helper.resize(img, *operations.size)
    return img
```

6. 布局类 ActionTabs(QTabWidget)定义：主要存放四大编辑器布局。
7. 四大编辑区卡片类定义：
   - RotationTab(QWidget)：旋转翻转页布局类
     - __init__(self, parent)：初始化函数
     - on_rotate_left(self)和 on_rotate_right(self)：顺时针逆时针每次转 90 度函数：

```
    def on_rotate_left(self):
        logger.debug("rotate left")
        operations.rotation_angle = 0 if operations.rotation_angle ==
270 else operations.rotation_angle + 90
```

```
            self.parent.parent.place_preview_img()
        def on_rotate_right(self):
            logger.debug("rotate left")
            operations.rotation_angle = 0 if operations.rotation_angle == -
270 else operations.rotation_angle - 90
            self.parent.parent.place_preview_img()
```

- on_flip_left(self)和 on_flip_top(self)：左右翻转和上下翻转函数：

```
        def on_flip_left(self):
            logger.debug("flip left-right")
            operations.flip_left = not operations.flip_left
            self.parent.parent.place_preview_img()
        def on_flip_top(self):
            logger.debug("flip top-bottom")
            operations.flip_top = not operations.flip_top
            self.parent.parent.place_preview_img()
```

➢ ModificationTab(QWidget)：尺寸改变页布局类

- __init__(self, parent)：初始化函数
- set_boxes(self):尺寸展示函数：

```
        def set_boxes(self):
            self.width_box.setText(str(_img_original.width))
            self.height_box.setText(str(_img_original.height))
```

- on_width_change(self, e)和 on_height_change(self, e)：高度和宽度改变函数：

```
        def on_width_change(self, e):
            logger.debug(f"type width {self.width_box.text()}")
            if self.ratio_check.isChecked():
                r_height = _get_ratio_height(_img_original.width,
_img_original.height, int(self.width_box.text()))
                self.height_box.setText(str(r_height))
```

```
    def on_height_change(self, e):
        logger.debug(f"type height {self.height_box.text()}")
        if self.ratio_check.isChecked():
            r_width = _get_ratio_width(_img_original.width,
_img_original.height, int(self.height_box.text()))
            self.width_box.setText(str(r_width))
```

- on_ratio_change(self, e)：比例改变函数
- on_apply(self, e)：尺寸改变生效函数：

```
    def on_apply(self, e):
        logger.debug("apply")
        operations.size = int(self.width_box.text()),
int(self.height_box.text())
        self.parent.parent.update_img_size_lbl()
        self.parent.parent.place_preview_img()
```

➢ AdjustingTab(QWidget)：像素调整页布局类

- __init__(self, parent)：初始化函数
- reset_sliders(self)：重置函数：

```
    def reset_sliders(self):
        self.brightness_slider.setValue(SLIDER_DEF_VAL)
        self.sharpness_slider.setValue(SLIDER_DEF_VAL)
        self.contrast_slider.setValue(SLIDER_DEF_VAL)
```

- on_brightness_slider_released(self)：亮度调节函数
- on_sharpness_slider_released(self)：锐化调节函数
- on_contrast_slider_released(self)：对比度调节函数：

```
    def on_contrast_slider_released(self):
        logger.debug(self.contrast_slider.value())
        self.contrast_slider.setToolTip(str(self.contrast_slider.value()))
        factor = _get_converted_point(SLIDER_MIN_VAL,
SLIDER_MAX_VAL, img_helper.CONTRAST_FACTOR_MIN,
```

```
img_helper.CONTRAST_FACTOR_MAX, self.contrast_slider.value())
            logger.debug(f"contrast factor: {factor}")
            operations.contrast = factor
            self.parent.parent.place_preview_img()
```

- FiltersTab(QWidget)：滤镜选择页布局库
  - __init__(self, parent)：初始化函数
  - add_filter_thumb(self, name, title="")：添加滤镜函数
  - on_filter_select(self, filter_name, e)：滤镜选择函数：

```
    def on_filter_select(self, filter_name, e):
        logger.debug(f"apply color filter: {filter_name}")
        global _img_preview
        if filter_name != "none":
            _img_preview = img_helper.color_filter(_img_original,
filter_name)
        else:
            _img_preview = _img_original.copy()
        operations.color_filter = filter_name
        self.toggle_thumbs()
        self.parent.parent.place_preview_img()
```

  - toggle_thumbs(self):切换滤镜函数：

```
    def toggle_thumbs(self):
        for thumb in self.findChildren(QLabel):
            color = THUMB_BORDER_COLOR_ACTIVE if
thumb.name == operations.color_filter else
THUMB_BORDER_COLOR
            thumb.setStyleSheet(f"border:2px solid {color};")
```

8. 主布局类 MainLayout(QVBoxLayout)定义：
   - __init__(self, parent)：初始化函数

- place_preview_img(self)：背景图片设置函数
- on_save(self)：保存图片函数
- on_upload(self)：上传图片函数
- update_img_size_lbl(self)：图片大小加载函数
- on_reset(self)：重置函数

9. 主窗口类 EasyPzUI(QWidget)定义：
   - __init__(self, parent)：初始化函数
   - center(self)：居中函数
   - closeEvent(self, event)：程序退出函数

```
def closeEvent(self, event):
    logger.debug("close")
    if operations.has_changes():
        reply = QMessageBox.question(self, "",
                                     "您还没有保存<br>确定退出?", QMessageBox.Yes | QMessageBox.No, QMessageBox.No)
        if reply == QMessageBox.Yes:
            event.accept()
        else:
            event.ignore()
```

10. 主程序：程序入口

```
if __name__ == '__main__':
    fileConfig('logging_config.ini')
    app = QApplication(sys.argv)
    win = EasyPzUI()
    sys.exit(app.exec_())
```

# 5. 代码测试

## 5.1 运行进入主界面

运行主程序 photo_editor.py，进入如下主界面：包括提示信息“点击上传图片编辑”，个人证件照和创作说明，三个按钮：“上传”，“重置”，“保存”。其中后两个按钮要上传照片后开始编辑才能启用。

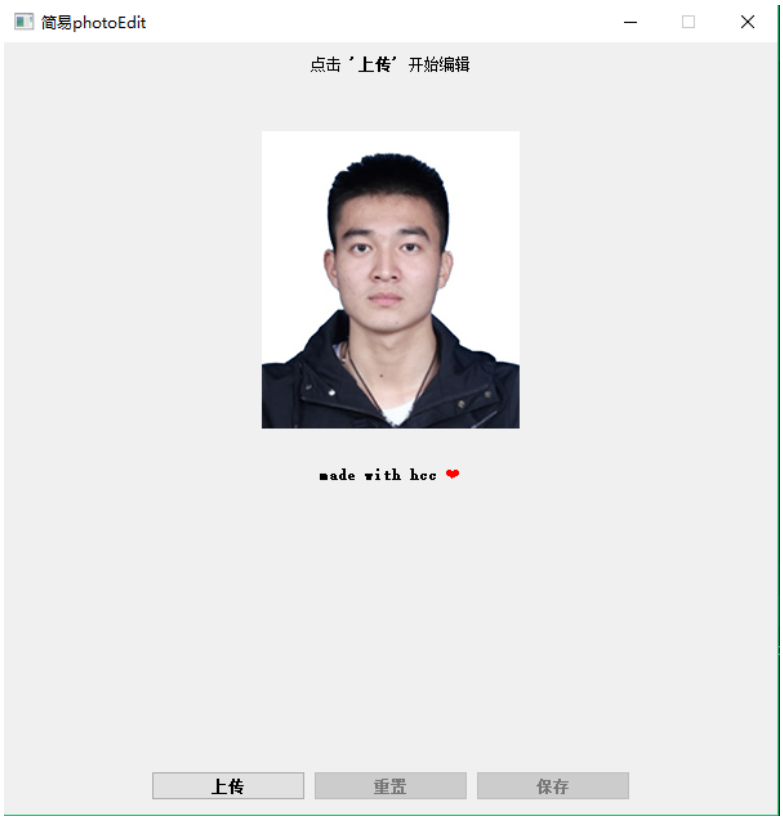



**Figure 1:程序运行入口**

## 5.2 上传图片功能测试

1. 预先选择好一张北科大西门图片，上传后进入编辑页面：首先展示的是滤镜添加区，下方是预览，点击任意一个我们设置好的滤镜即可添加滤镜更改照片，下方预览同时还提供与原图对比效果。


**Figure Error! Main Document Only.：上传图片展示**

2. 点击调整进入调整相关操作：并对比调节后的效果（右图）

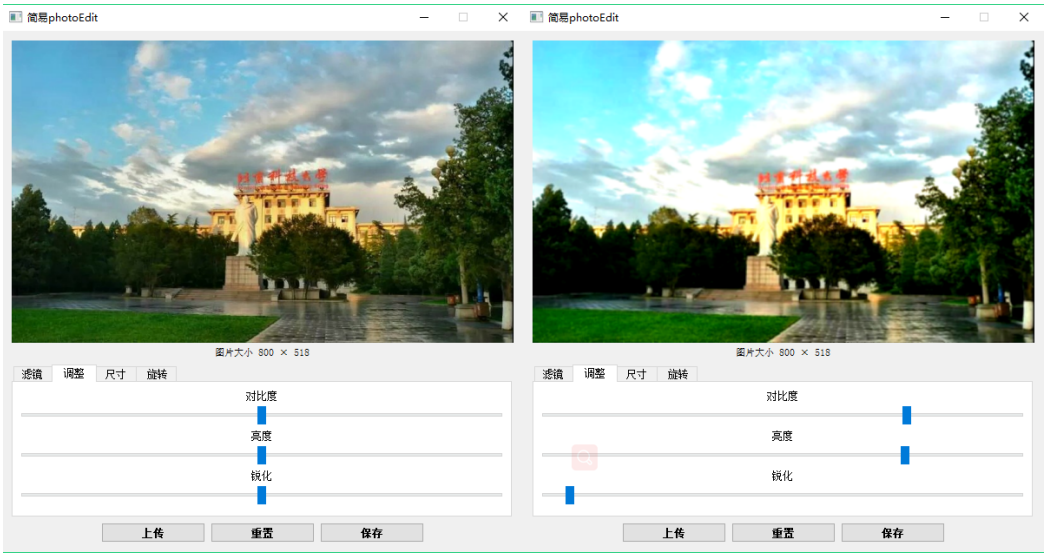



**Figure 3：调整对比图**

3. 点击尺寸进入尺寸编辑区：左图为原始尺寸，右图将尺寸改为 400*270 后的结果。

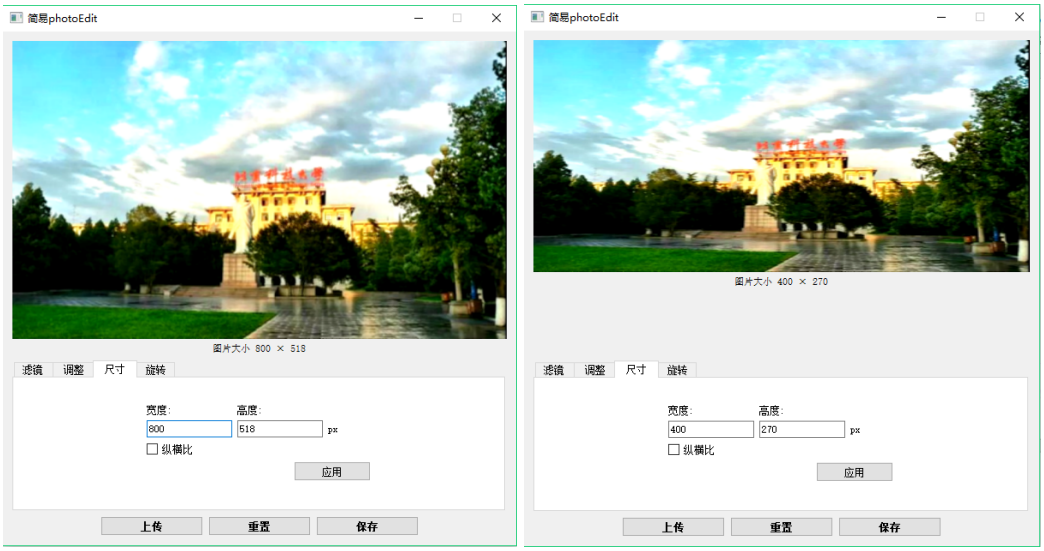



**Figure 4：尺寸对比图**

4. 点击旋转进入旋转翻转编辑区：下方四图对比四类旋转翻转操作。


**Figure 5：旋转编辑区**

**Figure 6：功能对比图**

5. 点击重置和退出展示：退出时如果图片进行了改变操作，将会提示保存退出。

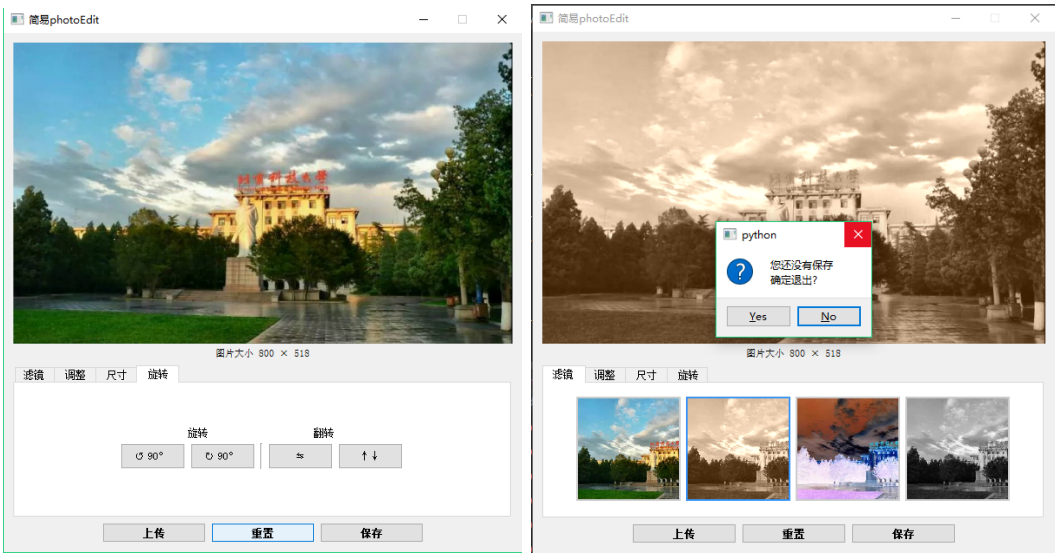



**Figure 7：保存与退出**

# 6. 结论与未来方向

## 6.1 结论

通过该项目的编程实践学习，基本完成了 pyQt5 基本界面布局和部件的应用，以及图像处理中的加滤镜方式；修改图片对比度，亮度和锐化；图片尺寸的修改与缩放；图片的旋转和翻转等操作。文件导入以及保存等方式。完成简单的图像处理的几个方面。

通过实践得出项目实践的基本流程：首先选好一个开发方向，分析开发的基本需求，根据需求查找资料部署。然后开始设计整个项目的基本框架，包括界面，功能，调整。其次对工程文件的层次分析，将各类型代码分类分块。紧接

着就可以开始进行代码构建。基本代码形成后进行优化调整，并进行 bug 调试，测试基本功能的正常，最终完成整个项目。

## 6.2 未来方向

整个项目工程完成的功能不多，可以在以后扩展滤镜的样式，同时增加模糊功能，尝试使用高斯模糊，表面模糊等模糊方式，增加鼠标的功能性，通过鼠标自由控制图片旋转，缩放，移动等功能，增加添加文字功能等等，将整个工程扩展。

## 7. 致谢

感谢皇甫伟老师八周 python 课程的悉心教导。

## 8. 参考文献与链接

[1]李晓军.计算机图像处理的相关技术[J/OL].电子技术与软件工程,2019(08):73[2019-05-03].

[2]王昕瑞,林忠.图像特效滤镜算法研究与实现[J].电脑知识与技术,2018,14(33):200-202.

[3]耿颖.使用 Python 语言的 GUI 可视化编程设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2019,19(02):20-22+44.

[4]李艳梅. 图像增强的相关技术及应用研究[D].电子科技大学,2013.

[5]李光鑫. 基于亮度-对比度传递技术的彩色图像融合算法[A]. 中国光学学会.中国光学学会 2010 年光学大会论文集[C].中国光学学会:中国光学学会,2010:7.

[6] https://www.jianshu.com/p/e8d058767dfa

[7] http://www.xdbcb8.com/pyqt5/

[8] https://blog.csdn.net/ajaxhe/article/details/7541705

[9] https://www.cnblogs.com/Security-Darren/p/4168310.html

[10] https://www.cnblogs.com/liujiacai/p/7804848.html

[11] https://www.cnblogs.com/zz22--/p/7719285.html

[12] https://blog.csdn.net/lz0499/article/details/80963696