

编号:

# 哈尔滨工业大学（威海）

## 大一年度项目结题报告

项目名称：给旧时光上色——黑白照片彩色化

项目负责人：刘胜昔 学号：2021210615

联系电话：15642916658 电子邮箱：1024038403@qq.com

专业集群：自动化 辅导员：王子铭

指导教师：马立勇 职称：副教授

联系电话：13290171794 电子邮箱：13290171794@163.com

院系及专业：信息科学与工程学院 自动化

哈尔滨工业大学（威海）  
填表日期：2022 年 11 月 04 日

## 一、项目团队成员（包括项目负责人、按顺序）

姓名	性别	所在专业集群	学号	联系电话	本人签字
刘胜昔	男	信息科学与工程学院	2021210615	15642916658	
郭一诺	男	信息科学与工程学院	2021210610	13761680225	
陆子昂	男	信息科学与工程学院	2021210617	18055131833	
李金喆	男	计算机科学与技术学院	2021211071	18304225286	
李建辉	男	信息科学与工程学院	2021210613	15398365161	
蔡度	男	信息科学与工程学院	2021210605	15857781150	

## 二、指导教师意见

签 名：_____ 年    月    日
--------------------------

## 三、项目专家组意见

组长签名：_____ ( 学部盖章 ) 年    月    日
---------------------------------------

## 四、项目成果

序号	名称	说明
1	黑白照片彩色化	在风景图的光影和色彩上有较高的准确度呈现的效果图无明显地与原本彩色图片违和。
2	用户交互	是用户在使用软件时，有更好的体验感，并有身临其境的感觉。
3	训练集	专门制作一个针对人物的训练图集，在基于神经网络技术上单独创新一个针对人像的部分，弥补这方面的不足。
4	API 调用	从 API 的调用入手，筛选出对人物图像处理更为准确，有效的 API 接口，增强基于人物的黑白照片彩色化的丰满度和真实感。

## （一）课题背景

黑白照片自带的色调就决定了它本身的庄严与肃静。但不可否认的是，这也让它的大部分存在成为人们记忆中沉淀的回忆，任其经受岁月的洗礼。蓦然回首，再反观这张图纸时，或许只有定格在这一瞬间的剪影。

或许是心中带着让这一份份被时代珍藏的剪影依然能绽放光彩，让如今的人们能通过这张张模糊不清的黑白照片，拾回一份清晰且鲜活的记忆；或许是自己有着无法追溯的记忆，或许是身处智能电器时代的我们对老一辈人的不安；或许是时代之中人人都有抹不去的回忆……这种种的因素的结合即是我们选择这个项目的原由。而放大了说，这也可能是时代赋予这项技术的意义。也是这个小众的技术，在历史的长河中，它虽然始终未掀起过什么大风大浪，但也因为人们心中留有回忆，这技术也如点点星火，经久不息。

### 黑白与彩色

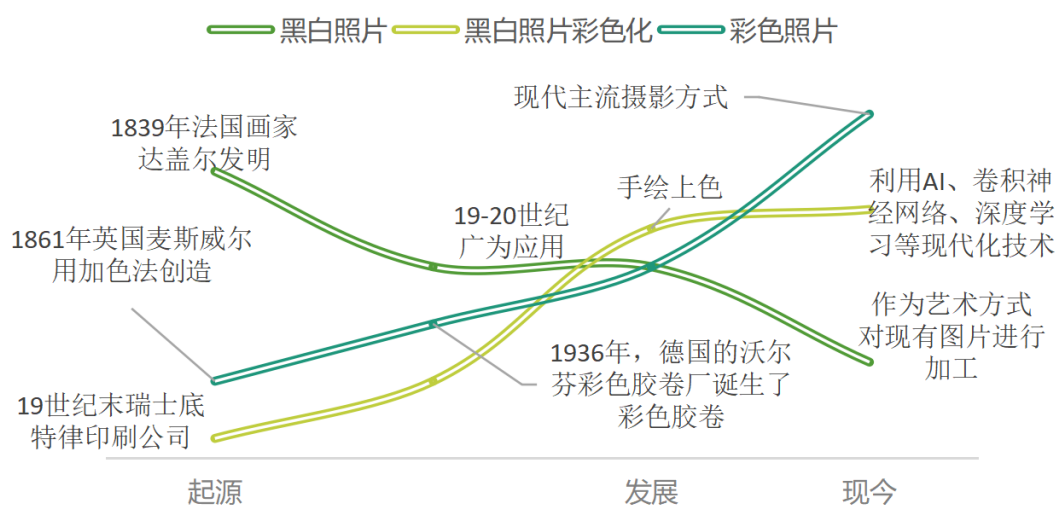


图 1.1 黑白照片与彩色照片时代发展

在 19 世纪末，瑞士底特律印刷公司曾试图用光敏材料化学上色，记录了当时世界各地的美景，并将其做成明信片，获利颇丰。下图为当时他们生产的 700 万张明信片中的一些经典样例，可以看到，当时的色彩已经还原的很丰富，只是这种方法非常耗时，操作者需要熟练的技术，并全神贯注于细节。于是随着时间的流逝，这种方法逐渐被淘汰。手工将黑白相片上色也是当时所流行的一个方法。但同样，操作时间长、操作门槛高也使这项技术逐渐被



淘汰，人们还在渴望着新的方法。

图 1.2

随着计算机的普及和人工智能的兴起，人们试图通过计算机手段完成这一人工的繁琐过程。而将计算机作为辅助工具来完成着色这项工作，最初是出现于威尔逊·马克尔在 1970 年提出的电视机以及照片彩色化这个概念中，他是将计算机辅助彩色化运用于照片等媒体信息的处理，例如“阿波罗”登月获取的月球影像。Hal Roach 工作室（哈尔·罗奇工作室）的主席 Glick 在 1984 年就曾有过这样的论断，彩色化经典的黑白作品所创造出的经济价值远远超过新创造的黑白作品，肯定了计算机辅助彩色化的研究前景。

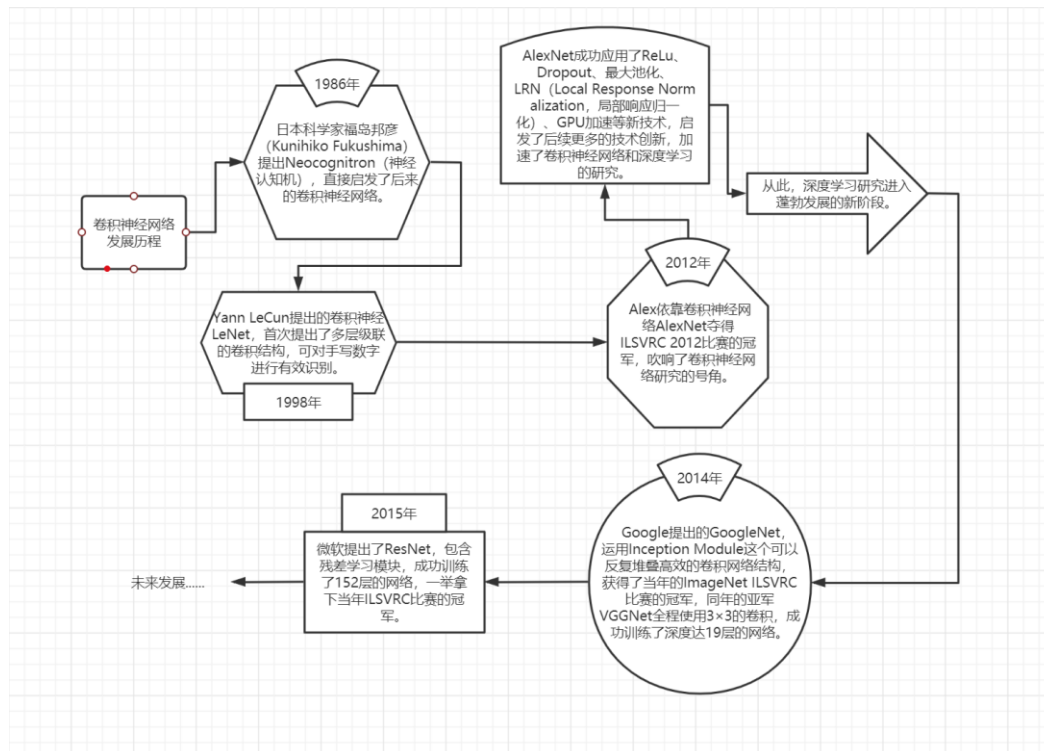


图 1.3 时代发展流程图

本世纪初，由于计算机技术的空前发展，利用计算机辅助彩色化的技术在不断被人所发掘，更新换代，Levin 等人<sup>[1]</sup>提出了一个简单的着色方法，该方法基于一个前提：具有相似亮度并在时空中相邻的像素具有相似的颜色。他们使用二次成本函数对这个前提进行建模，采用标准的方法求解优化问题。这样，用户只需要用少量的颜色来注释图像，其指示的颜色将在空间和时间上自动传播，以产生完全着色的视频序列。Larsson 等人<sup>[2]</sup>开发了一套全自动图像彩色化系统，它通过深度卷积网络（VGG）提取低层和高层的语义特征，进而预测每个像素的颜色直方图，决定生成图像的颜色分配。该方法与先前的研究相比，有较大的改进。Gupta 等人<sup>[3]</sup>提出的算法使用彩色图像的超像素特征表示来学习不同图像的像素和对应颜色之间的关系，以此来预测每幅灰度图像的颜色值。与每个像素独立处理的算法相比，使用超像素有助于提高空间一致性、加速着色过程。

## （二）课题研究内容与方法

### 1. 研究内容与方法

首先，我们组先尝试了使用 python 从底层开始本地搭载网络并且训练图片的研究方向，研究方法如下所示：

- （1）通过查阅相关资料，大致了解该网络的基本结构与实现的原理
- （2）通过学习 python 语言以及相关的第三方库，如 matplotlib, numpy, pandas 等
- （3）通过学习相关深度学习理论，对于这一类代码的思路进行了解并且了解一些优化方法，希望能优化该网络
- （4）最后，我们到 github, kaggle 等外国网站找到了相关源码以及英文论文，以便搭载

在本地训练，并且将输出与 c++ 的组对接。

但是，当我们顺着我们的研究方向走，最终实现了论文对应的源码时，发现了两个问题：首先，由于训练集不够，我们训练的成果不是很理想，如图一所示，我们发现这两种网络的彩色化上色并不能对图片的每一个区域上色，此外，我们还发现，这两个网络只能像加滤镜一样给图片添加一些单调的色彩，这种情况在 ECCV16 的网络测试结果上尤为明显。我们深刻分析了原因：首先，数据集不够庞大，使得网络的测试集的损失函数仍然很高，其次，训练的数据，没有针对性，我们的数据集采用了原文件中的数据集，使得该网络只能对特定的人脸进行染色，而环境的色彩则被忽略了。经过讨论，我们认为尽管这两个问题能够依靠数据集的更改而解决，但是消耗时间过长，无法保证生成图片的质量。其次，由于缺乏相关项目的经验与扎实的理论基础，我们没有能力在更改损失函数，卷积核，以及优化方法的同时，保证该方法是完备而且能够解决问题的。因此，我们后来的研究方向有所改变。

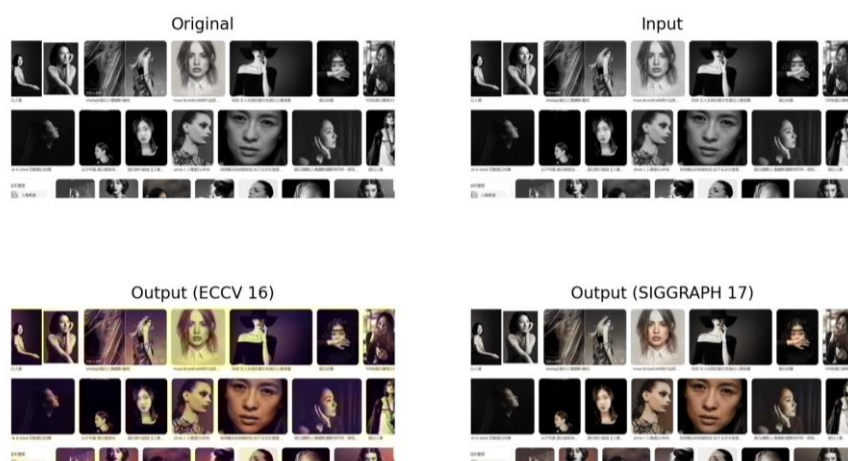


图 2.1 测试的两种网络的训练成果

## 2. 调用百度 API

我们使用了百度的 API，关于百度 API，其中包含了大多数的包装完成的算法并提供了对外处理项目的接口，如自然语言处理、语音识别和人脸识别，其中也包括对于图像处理部分这些都属于百度智能云的人工智能部分，要实现预期的功能调用并实现 API 的应用，涉及到下述步骤。

申请百度 API 接口，Internet 的网页都有唯一的标识，通常称之为 URL (Uniform Resource Locator)，即为 web 的地址。完整的 URL 包括协议、域名、端口、虚拟目录、文件名、锚和参数。其中参数需要申请应用授权码 API Key, Secret Key，创建应用后打开应用列表如图 2.1，记录看到的 ID、Key、Secret Key。

将参数传入到获取 access\_token 的 URL 中，可以直接在网址中输入 URL，也可以设置函数得到返回 access\_token 的值，将值传入 API 的 URL 中即可正常调用 API 的接口服务。

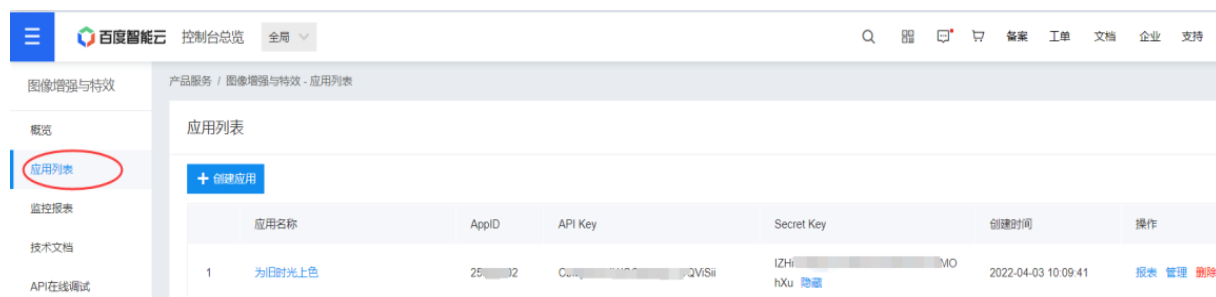


图 2.2

关于配置百度调用 API 接口所需的头文件和库函数，json 文件格式简单，获取重要信息

方便，适合存储字符类文件，常用于数据交换。

(1) 下载 jsoncpp 文件: jsoncpp-master.zip

①将文件解压到项目文件中

②把 include\json\json.h 文件和 src\lib\_json 目录的.cpp 文件加入项目中。

curl 是一种用于从服务器传输数据或向服务器传输数据的传输工具，支持各种互联网传输协议，可快速测试 API 端点。

(2) 下载 curl 文件 curl-7.64.1.cab 和 curl-7.64.1.zip

①把 curl-7.64.1.cab 解压到项目文件中的 curl-7.64.1-lib 目录下

②把 curl-7.64.1.zip 解压到项目文件中的 curl-7.64.1 目录下

说明: curl 的编译比较复杂，为此直接使用已经编译好的 windows 下的库 OpenSSL 是一个开放源代码的包，应用访问互联网的服务器可提高安全性。

(3) 下载 OpenSSL 文件 Win32OpenSSL-1\_1\_1n.exe

OpenSSL 的库的编译也比较复杂，在这里直接采用 VC 编译好的库直接安装该软件。

(4) 项目环境配置

点击项目名称，点击右键，选择属性，分别设置项目的包含目录和库目录。

①包含目录应包含三个 include 头文件 json、curl、OpenSSL。

②库目录含有两个 lib 文件目录。

③创建的项目中包含 json.h 以及库目录中的文件。

④连接器中设置要连接的库如图 2.3。

⑤运行时需要.dll 文件，从相关软件的安装目录中拷贝到项目的执行目录中。

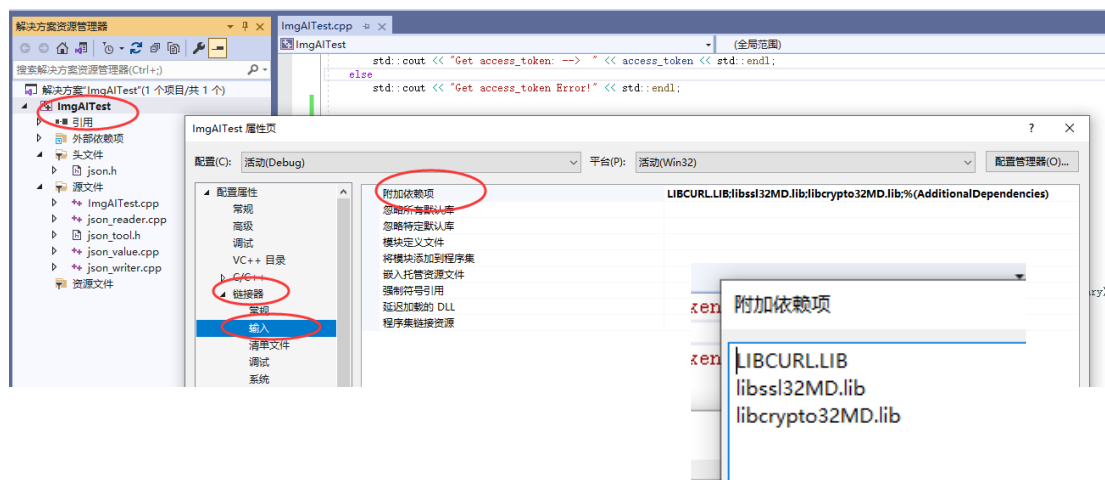


图 1.3

3.项目在运行前包括了所有的安装包和解压到项目目录下的文件，运行注意事项

(1) 运行前要在 button 处理函数中设置正确的 APIKey 和 SecretKey。

(2) 设置要打开的黑白图片文件的名字以及经过调用函数后返回的要保存的彩色图片的名字。注：照片默认放置在程序运行目录下。

(3) curl 发送的请求函数，可以设置回调函数保存接受的内容，因为需要多次回调才能完成文件的传输。

(4) 运行时注意从百度服务器收到的图片长度信息，如果出错会显示错误提示信息，如图 2.4。



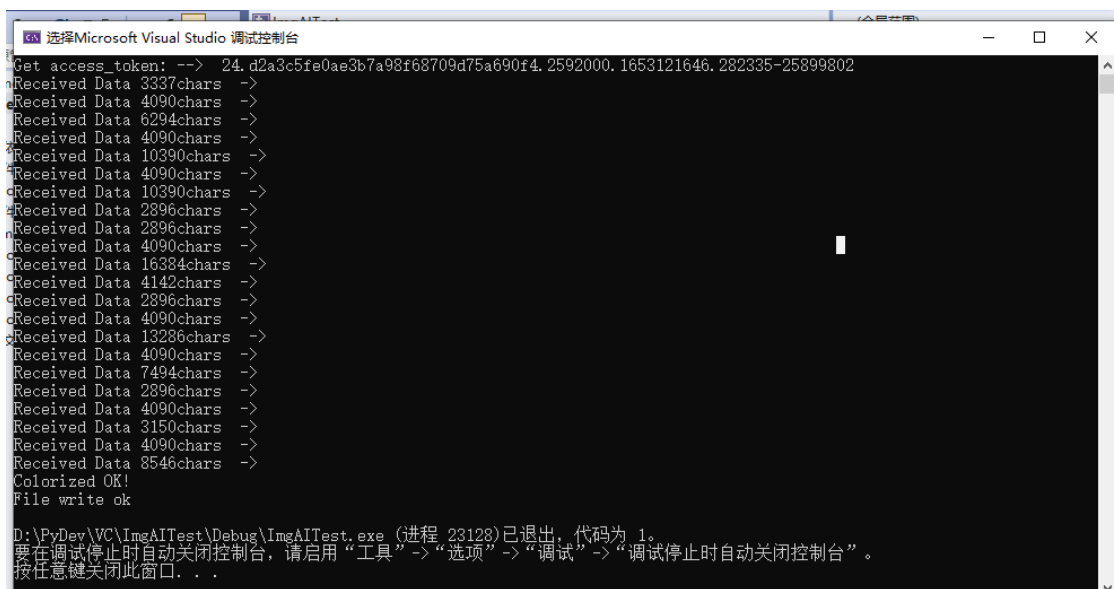


图 2.4

### (三) 研究结果

1.效果方面：软件已经能理想地实现对黑白照片的修复和还原的效果。在风景图的光影和色彩上有较高的准确度；处理色彩复杂程度较高，图片中多重元素结合较多的图片效果好；所还原照片的色彩能正确地与地形和环境结合，呈现的效果图无明显地与原本彩色图片违和。下图是做所的较为成功的效果图：彩色化能明显地突出景色的鲜明属性，呈现出黑白照片原本事物的图像。经过素材的比较，彩色化的照片还原度极高，对风景和建筑物的色彩还原效果把控恰到好处，如图 3.1。

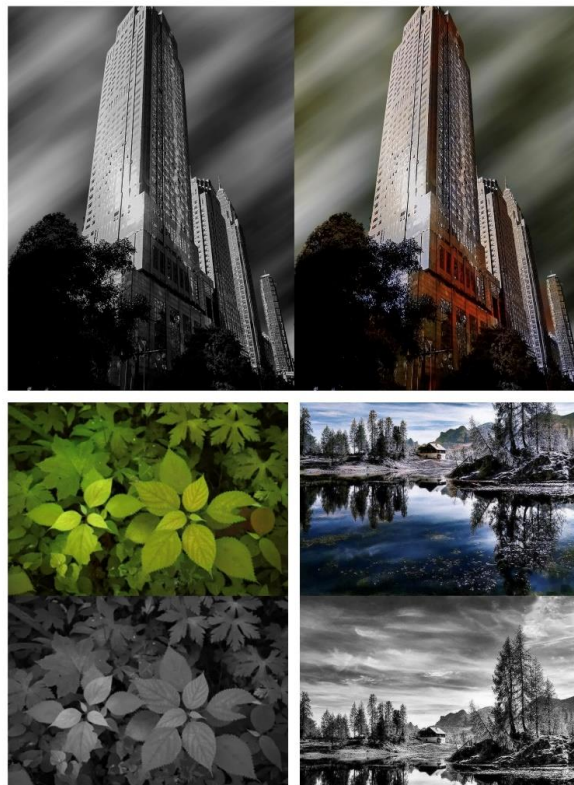


图 3.1

2.问题分析：基于人物的黑白照片彩色化稳定性还有待改进，部分的人物图像的处理会出现局部的色差现象；人物的肤色的还原不能做到精准的分析 and 还原，皮肤颜色的质感和颜色的还原还不完美。

效果图（图 3.2）：左图是失败的案例，出现了色差和色彩交接边界处理有所缺失的问题。右图是对人像证件照的案例，色彩还原充分，对于人物的衣物的细节处理到位，能成功的实现基于人物的黑白照片还原。



图 3.2

解决方案：

①基于 API 的改进：面对我们对于人像处理的问题，我们会从 API 的调用入手，筛选出对人物图像处理更为准确，有效的 API 接口，增强基于人物的黑白照片彩色化的丰满度和真实感。

②基于训练图集的改进：对于目前的软件已经能对绝大多数黑白照片做到很好还原的情况下，方案一的 API 调用可能出现其他方面的问题，造成拆东墙补西墙的结果。所以我们计划做一个针对人物的训练图集，在基于神经网络技术上单独训练一个针对人像的部分，弥补这方面的不足。

3.入口搭建方面：在最初的商定阶段，我们对入口的搭建期望是简单明了，具有易操作，方便图片导入的基础特点。在此基础上，美化入口界面，以简单，大方的窗口为最终结果。



效果图：入口的搭建满足期望要求，满足图片的导入和生成的基本条件，界面所表现的功能和操作清晰明了，也满足了基于软件的使用场景和方向，达到了期望要求。



图 3.3

问题分析：在与百度旗下的百度云 AI 彩色化页面相比较，我们的软件的拉动光标色彩渐变的操作未能在入口实现，大大降低了软件的丰富性和可操作性。

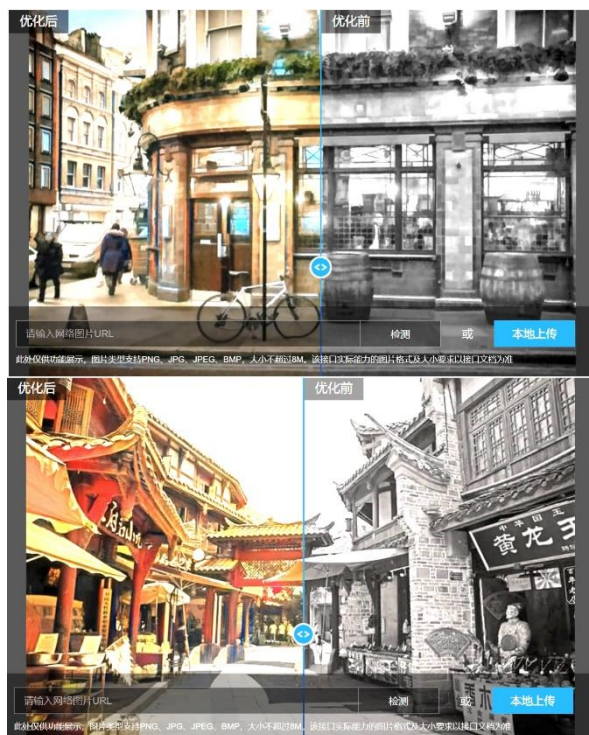


图 3.4

解决方案:

①不改变软件的基础功能下,添加移动光标达到彩色黑白的渐变功能,能极大地丰富软件的功能性,同时也让软件更具有可玩性。

②原本搭建的入口设计和背景颜色稍有单调,在丰富功能性的基础上,对软件的入口做一定美化,为追求能达到锦上添花的效果。

#### (四) 创新点

API 调用方面,从 API 的调用入手,筛选出对人物图像处理更为准确,有效的 API 接口,增强基于人物的黑白照片彩色化的丰满度和真实感。

训练集方面,专门做了一个针对人物的训练图集,在基于神经网络技术上单独创新一个针对人像的部分,弥补这方面的不足。

#### (五) 结束语

本文主要对图像黑白自动彩色化方法做了一些研究,详细分析了基于颜色转移的彩色化方法,由于该算法操作简单、易实现,且对简单场景图像彩色化效果较好,被广泛用于彩色化研究中。对于复杂场景的图像,颜色转移彩色化算法的全局颜色转移效果不佳。

工作展望:提高彩色化算法的自动化水平,目的是将算法更好地应用于实践中,免除人工的交互性,接下来的工作可以在以下几个方面开展:

1.完善基于图像块数据库的区域图像彩色化方法,提高数据查询的精确搜索。

2.雨雾天获取的景物图像视觉不清晰,而在航空或高速公路上经常遇到能见度低的天气情况。针对这类图像,运用图像彩色化的方法使得图像对比度增强、恢复原来的色彩,这将是十分有现实意义的工作。

3.夜视技术在军事、安全、交通等领域应用很广泛,其中微光和红外成像技术一直是研究的热点,这类成像技术都是黑白图像,将彩色化技术应用于夜视图像也将是十分有价值的工作。

4.本文所采用的彩色化技术只适用于静态图像,对于实时性要求高、信息量大、场景复杂的视频图像要求有较高的彩色化技术,尤其是自动化实现的要求,这将是今后研究重点之一。

#### (六) 参考文献

[1] Levin A, Lischinski D, Weiss Y. Colorization using optimization[J]. ACM Transactions on Graphics, 2004, 23(3): 689-694.

[2] Larsson G, Maire M, Shakhnarovich G. Learning representations for automatic colorization[C]//European Conference on Computer Vision, 2016: 577-593.

[3] Gupta R K, Chia A Y S, Rajan D, et al. A learning-based approach for automatic image and video colorization[EB]. arXiv:1704.04610, 2017.