

基于拉普拉斯金字塔的图片融合算法

学号	姓名	学院	专业
1120192305	孙华山	计算机学院	人工智能

一.实验简介

- 基于拉普拉斯金字塔的融合算法是在不同尺度、不同空间频率和不同分解层上分别进行融合，与简单融合算法比较具有较好的融合效果
- 本实验是通过基于拉普拉斯金字塔对两张图片进行平滑拼接，同时使用直接拼接的方法；通过实现基于拉普拉斯金字塔融合算法以及两者之间的比较，掌握该算法以及相关的理论基础，体会基于拉普拉斯金字塔的融合算法的优点和进步性。

二.实验目的

- 了解并掌握拉普拉斯金字塔和高斯金字塔产生原理、作用
- 了解并掌握上采样和降采样的原理、作用及应用
- 了解并掌握基于拉普拉斯金字塔对两张图片的融合算法的原理
- 通过实验代码实现基于拉普拉斯金字塔融合算法，进一步掌握原理以及代码实践能力
- 通过比对基于拉普拉斯金字塔融合算法与直接拼接产生的图片比较，体会拉普拉斯算法的优越性以及在实际运用过程中的意义

三.相关理论和知识点

1.上采样和降采样

(1).上采样

上采样又称作“插值”，可以将一幅图像通过指定的插值核函数插值以得到较高的分辨率。

$$g(i, j) = \sum_{k, l} f(k, l) h(i - rk, j - rl)$$

r 为上采样率； $h(i, j)$ 为上采样核函数； $f(i, j)$ 为像素点

(2).降采样

降采样可以将图片的分辨率降低。

$$g(i, j) = \frac{1}{r} \sum_{k, l} f(k, l) h(ri - k, rj - l)$$

r 为降采样率，常用2； $h(i, j)$ 为上采样核函数； $f(i, j)$ 为像素点

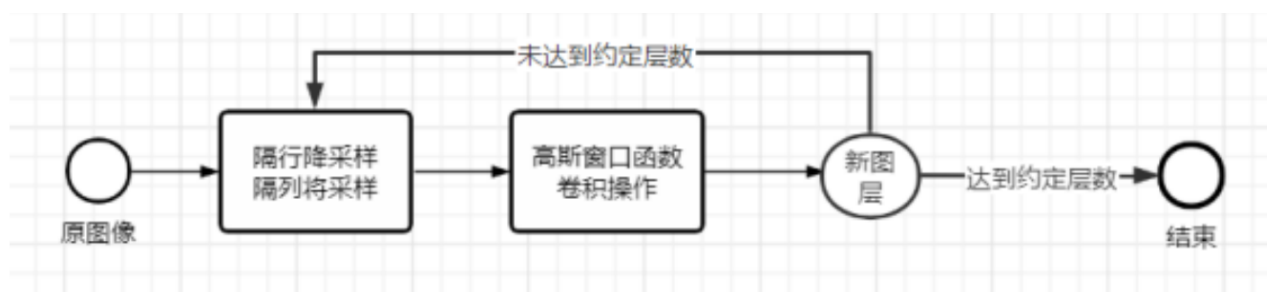
2.掩模

掩模就是用选定的图像、图形或物体，对处理的图像（全部或局部）进行遮挡，来控制图像处理的区域或处理过程。

掩模代表了融合位置，比如掩模图像的左半为255，右半为0，反过来是一样的。根据这个mask建立一个高斯金字塔，用于后续融合：两图像的拉普拉斯金字塔相加，mask为权重，得到融合图像的金字塔。

3.高斯金字塔

- 首先将原图像分别进行隔行降采样和隔列降采样，再利用高斯窗口函数对所得到的图像做卷积操作，得到一层分辨率较低的图像，再对此图像做上述相同的操作，最终得到一系列分辨率逐渐降低的图像，这一系列图像就称作“高斯金字塔”。



4.拉普拉斯金字塔

(1.)拉普拉斯金字塔的产生基于高斯金字塔：

- 拉普拉斯金字塔顶层就是高斯金字塔顶层，其他层为高斯金字塔该层与上一层上采样扩张后做差得到，最终得到的一系列残差图层就是拉普拉斯金字塔。

$$L_l = \begin{cases} L_N = G_N, & l = N \\ G_l - G_{l+1}^*, & N > l \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

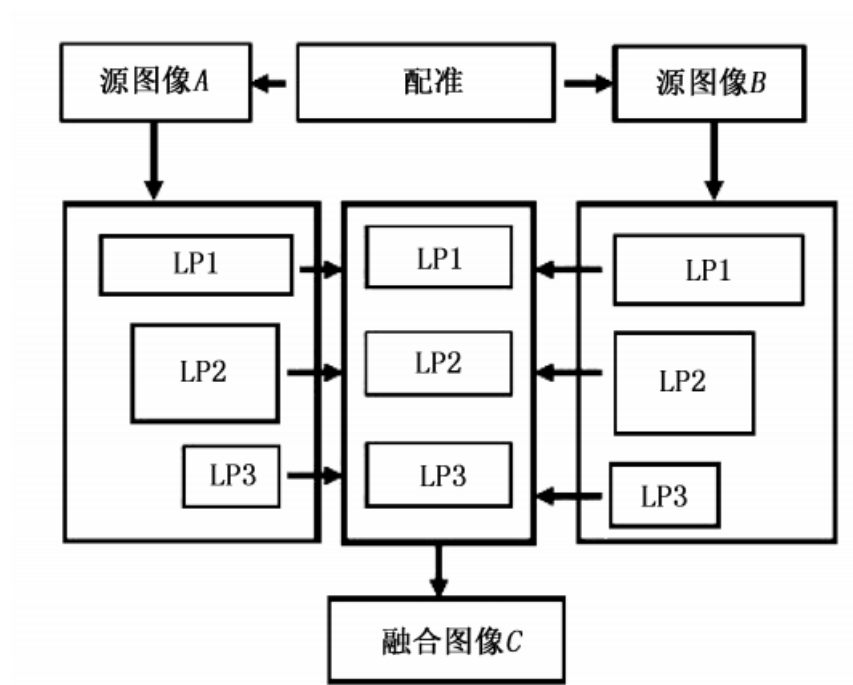
L_l 表示拉普拉斯金字塔的第 l 层； G_l 表示高斯金字塔的第 l 层；

- G_{l+1}^* 表示对 G_{l+1} 做上采样填充操作

(2).使用拉普拉斯金字塔还原图像

- 通过(1)式子，可以通过拉普拉斯金字塔塔层和高斯金字塔塔层插值作和得到相应高斯金字塔塔层，不断通过(1)式子递推，最终可以得到高斯金字塔的最底层，也就是原图像

4.基于拉普拉斯金字塔的融合算法



步骤：

- (1).将待融合图像做配准；
- (2).分别对两幅图像进行高斯分解、拉普拉斯分解得到各自的拉普拉斯金字塔塔层；
- (3).对两个塔层分别乘以相应层级大小的平滑加权函数（例如：二值掩模）
- (4).在不同塔层上将两幅图像融合，即根据掩模的权值相加，得到融合图片的拉普拉斯金字塔；
- (5).通过拉普拉斯金字塔重建图像算法，得到融合图像。

四.实验条件和环境

本实验在本人的笔记本电脑下进行，计算机配置和实验环境如下：

1. 实验平台：

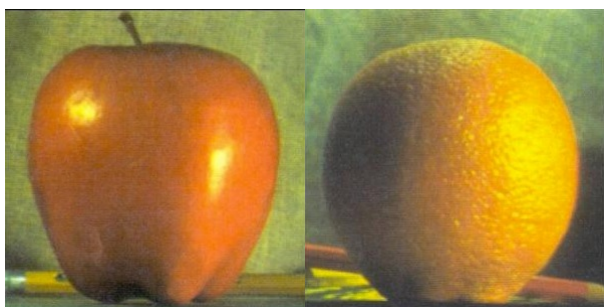
Visual Studio Code

版本: 1.60.2 (user setup)

2. 运行环境:

操作系统	WINDOWS 10操作系统
处理器	Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz 2.60 GHz
显卡	ntel(R) UHD Graphics 630; NVIDIA GeForce GTX 16550;
语言	python
依赖包	Numpy、OpenCV

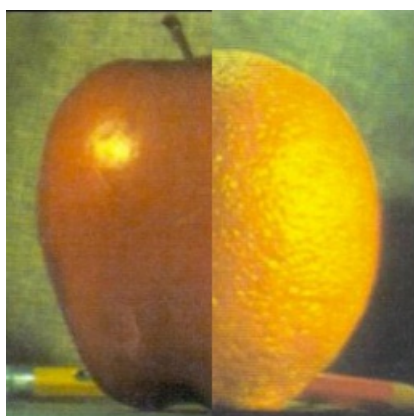
五.实验任务



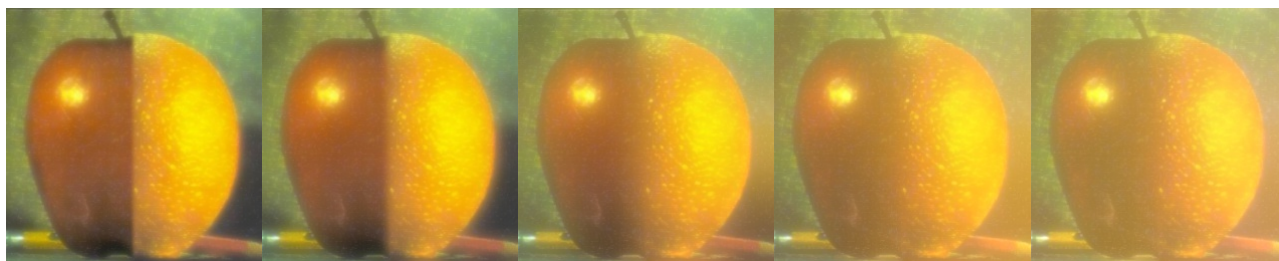
将上述两幅图像，通过基于拉普拉斯金字塔的融合算法将两幅图平滑拼接，分析实验结果并与直接凭借做比较。

六.实验结果与分析

1.实验结果



上图为直接将两幅图像取半拼接；



上图为基于拉普拉斯金字塔的融合算法将两幅图像平滑拼接，从左向右金字塔层数依次为3, 4, 6, 7, 8;

2.分析

(1).直接拼接与拉普拉斯方法拼接比较

- 比较两幅图像，能够直接感受到，基于拉普拉斯金字塔的融合算法拼接得到的图像，在拼接处更加平滑，图中得苹果和橘子更像同一物体，图像融合得更好，色调、饱和度等整幅图片各处也一致；而直接取半拼接得到得图像，能够明显感觉到此图是两幅不同得图像拼接得到，左右得色调、对比度差异大，同时拼接处不平滑。
- 基于拉普拉斯金字塔得融合算法在不同层次、不同空间、不同尺度分别进行融合，在重构图像，可以将不同层次得特征平滑综合，最终能够将两幅图像平滑拼接和融合，保留有效信息。

(2).不同塔层数比较：

- 不同塔层数，比较发现，塔层数越多，图片拼接融合效果越好；数目较低时如3, 4, 效果不好，类似直接拼接
- 同时，比较发现，塔层数目越多，在图像变得光滑、融合效果越来越好的同时，图像逐渐模糊，确缺失信息变多
 - 基于拉普拉斯金字塔得融合算法采用了降采样和上采样的方法并做差得到不同得塔层，利用了残差预测图像误差，在重构过程中，也就会有相应的信息丢失，不能得到完全的原图像。

七.收获与体会

通过本次实验项目：

- 首先，学习并掌握了采样、高斯金字塔、拉普拉斯金字塔以及融合算法的相关理论知识、生成原理，以及相关作用和用途；
- 其次，通过实验，自己用Python代码实现算法，提高了自己的代码实现能力，同时对Numpy和OpenCV库有进一步的学习和掌握，为以后的使用打下一定基础；

- 并且，通过实验结果比较分析和搜寻原理原因，对算法的优越性和缺点也有了进一步的了解和掌握。

八.参考文献

[1]. 陈浩.王延杰.基于拉普拉斯金字塔变换的图像融合算法研究[J].激光与红外,2009,39(4):439-442.

[2].余美晨.孙玉秋.王超.基于拉普拉斯金字塔的图像融合算法研究[J].长江大学学报,2016,13(34):21-26