

# 程序作业二：基于小波变换的图像增强

陈泽高 PB20000302

2023 年 6 月 4 日

## 1 实验介绍（摘要）

本次实验使用 Matlab 完成了简单的基于小波变换的图像钝化任务，并对基函数、分解层数、系数处理函数进行了对比研究。

图像增强的定义非常广泛，一般来说，图像增强是有目的地强调图像的整体或局部特性，强调某些感兴趣的特征，扩大图像中不同物体特征之间的差别，提高图像的视觉效果。其中最基础的一种操作就是图像钝化，即增强图像的低频部分，抑制尖锐的高频部分。

在时域上进行钝化的基本方法是低通滤波（卷积），该方法虽然便于计算，但可能丢失相关点之间的信息。频域方法通过修改傅里叶变换的系数，可以详细地分离出点之间的相关性。

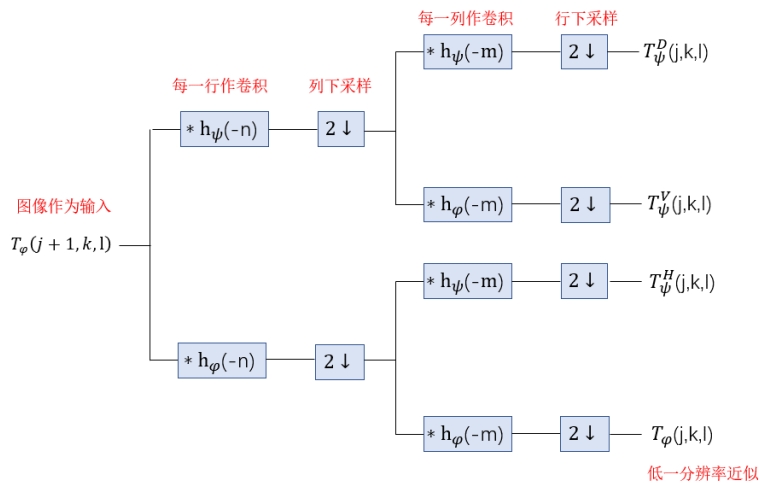
## 2 算法与实现

采用 Matlab 的 'wavedec2' 函数和 'dwt2' 函数实现图像的小波分解，用 'waverec2' 函数实现图像重构。

图像钝化的频域算法流程并不复杂，主要分为三步：

1. 对图像进行小波分解，分解方法如图所示1。

图 1: 不同基函数的重构结果，选取分解层数为 2，放缩 2 倍的分段线性函数



2. 对小波分解的系数进行调整：大于一定阈值的增大，小于阈值的减小，一般通过乘以一个系数

来完成放缩。本次实验增加了更为平滑的过滤方式与之对比：

$$\begin{cases} c_1 = \begin{cases} \gamma c & , c > \theta \\ c/\gamma & , c \leq \theta \end{cases} \\ c_2 = \gamma \frac{2c}{c+\theta} \end{cases}$$

3. 用新的小波系数重构图像。

### 3 结果展示与分析

#### 3.1 与直接放缩法对比

如图2，小波法钝化算法对边缘的提取能力明显强于直接在时域上做信号放缩。

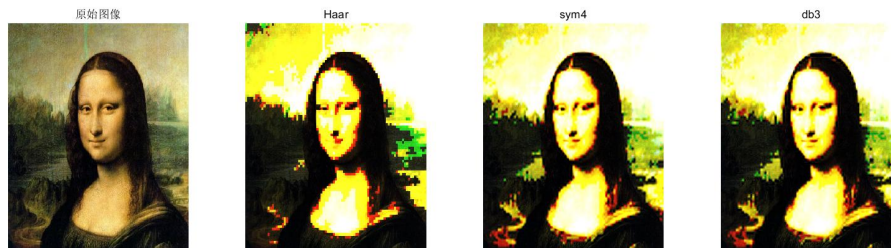
图 2: 小波变换与时域增强对比



#### 3.2 基函数选择

如图所示3，采用相同的分解层数和分段线性操作，可以得到不同结果。不难发现，haar 小波更容易产生锯齿状边缘，这往往不利于实际应用。相比之下 sym4 小波和 Daubechies3 小波的效果更加自然。

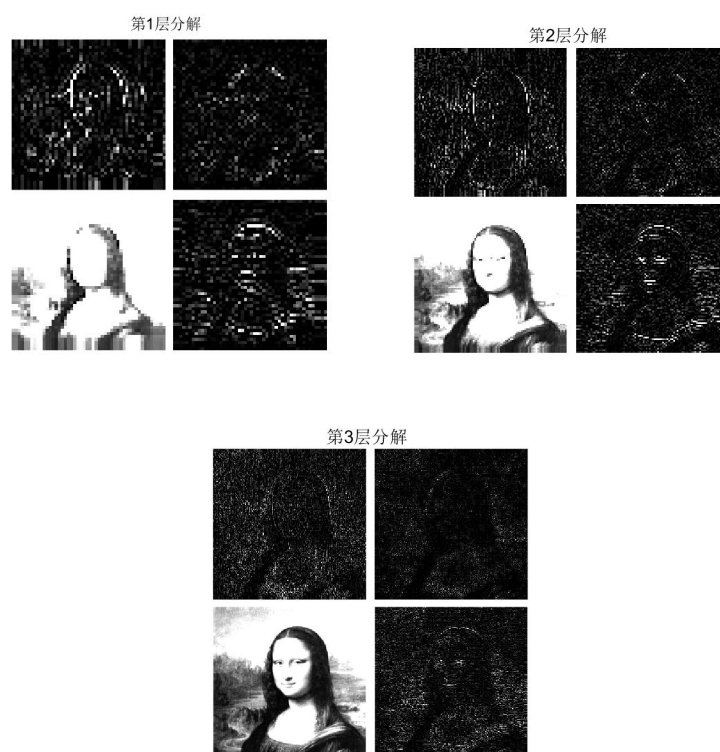
图 3: 不同基函数的重构结果，选取分解层数为 2，放缩 2 倍的分段线性函数



#### 3.3 分解层数

对实验图进行分解，绘制出其分解结果4。其中，高层分解的结果是图片细节，为了便于展示，笔者将除左下角（低频）以外的三处图像都乘以  $2^k$  ( $k$  是所处层数)。

图 4: Mona Lisa 灰度图的小波分解



如图5，更深的分解往往意味着能量的分散，因此高频数据会被抑制，进而产生更模糊的结果。

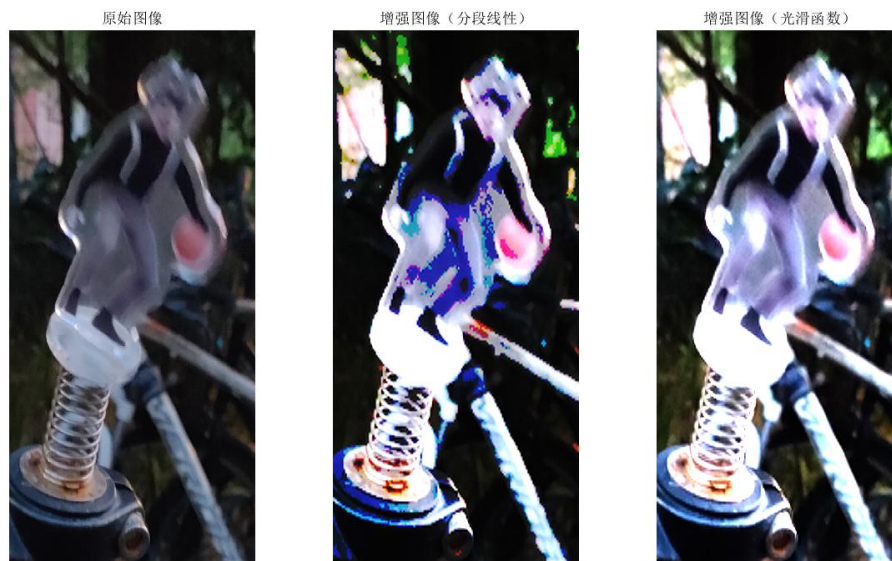
图 5: 不同分解层数的钝化结果，选取 sym4 基函数，可以看到三层分解的结果更加模糊



### 3.4 系数处理方式

如图6，对小波系数采取光滑的处理方式，能够获得在视觉上更“好”的重构图像，且不容易失真，但是钝化效果相对来说不是很显著。在实际应用中应根据需要进行取舍。

图 6: 不同系数处理函数对比



## 4 附件内容

本次作业用 matlab 实现，需要安装'Wavelet ToolBox'，其中五个 main 文件可以直接在 matlab2022a 下运行。

作业附件为：

- 1 'main.m' 不同基函数的对比
- 2 'main2.m' 可视化图像的小波分解
- 3 'main3.m' 与直接放缩法对比
- 4 'main4.m' 小波系数处理方式对比
- 5 'main5.m' 分解层数对比