

HW2: 直方图和空间滤波

数字图像处理课程助教， 中山大学

欢迎进入数字图像处理第二次作业！直方图和空间滤波是这门课程的两个核心内容（这门课程还有一个核心内容是第四章的傅里叶变换），因此你需要更用心地完成本次作业。当然，我们知道你将会很好地完成本次作业的！第二次作业的题型和第一次作业类似，由两道问答题和相应的编程任务组成。提交作业的时候需要提交一份报告（PDF 格式）和所有与作业相关的代码。注意：我们鼓励互相讨论，但所有作业需**独立完成**，不允许抄袭！抄袭=挂科。除此之外，迟交作业将会被扣除本次作业至少 30% 以上的成绩。

1 习题

请完成下列问题，并将你的答案写到报告中。

1.1 直方图均衡化（15 分）

假设你对一张图已经进行了一次直方图均衡化的操作。如果对这张图进行第二次直方图均衡化，得到的结果跟第一次均衡化的结果一样吗？请给予证明。

1.2 空间滤波（20 分）

给定一张 4 x 4 的灰度图和一个 3 x 3 的滤波器：

$$\text{图像: } \begin{bmatrix} 85 & 13 & 20 & 80 \\ 169 & 8 & 243 & 20 \\ 18 & 155 & 163 & 44 \\ 12 & 34 & 50 & 80 \end{bmatrix} \quad \text{滤波器: } \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

- （7 分）用给定的滤波器对这张灰度图（边界补零）进行卷积，写出卷积后的结果（大小应为 4 x 4）。
- （8 分）请说出你得到的卷积结果中正数和负数分别表示什么含义。
- （5 分）根据你所学到的知识，谈一谈题目中给出的 3 x 3 滤波器可以有哪些应用。

2 编程题

编程完成以下两个任务，并在报告里回答相应的问题。提交作业的时候，请不要忘了提交相关的代码。

2.1 要求

输入 请下载附件“hw2.zip”，解压并根据学号的后两位数选择相应的图片，这张图将是你的编程题目的初始输入。例如，如果你的学号是“15110349”，那么你应该选择“49.png”做为你的输入。如有必要，你可以通过 Photoshop 将图片的格式转换成 BMP，JPEG 等。

编程语言 允许使用任何编程语言

其他 你还需要注意以下几点：

1. 你可以调用第三方库来操作图像，但是对于题目要求的功能，你必须自己动手实现。例如，你能够调用 Matlab 的“imread”函数来读取图像，但是你不能直接使用“conv2”和“filter2”或者相关函数来进行空间滤波。
2. 良好的用户体验是值得鼓励的，但是我们不大可能因此而给你加分。所以不要花太多时间在改善用户体验上，毕竟这不是一门人机交互课程。
3. 请保持代码工整。糟糕的代码风格将会让你丢掉不超过 20% 的分数。

2.2 直方图均衡化（35 分）

实现一个对灰度图做直方图均衡化的函数（不允许直接调用现成的直方图均衡化接口，例如 Matlab 的“histeq”接口）。函数的格式为“`equalize_hist(input_img) → output_img`”，该函数返回一张灰度级分布均匀的灰度图。如有必要，你可以修改该函数的格式。

请载入对应你学号的输入图像，并用你实现的程序来完成以下任务：

1. （5 分）计算并显示图像的直方图，并把结果粘贴到报告里。注意：你必须用你自己实现的函数来计算直方图，但是允许调用现成的 API 来显示直方图。（例如，你不能调用 Matlab 的“imhist”来计算直方图，但是可以调用“subplot”，“hist”来显示直方图。）
2. （10 分）进行直方图均衡化，将均衡化后的结果和相应的直方图粘贴到报告里。
3. （8 分）分析直方图均衡化后的结果，字数不能超过一页。
4. （12 分）详细描述你是如何实现直方图均衡化操作的，也就是说，针对“equalize_hist”函数进行算法说明，字数不能超过两页。请集中在算法描述方面，不要过多地复制/粘贴代码到报告上。

2.3 空间滤波（30 分）

实现一个对灰度图进行空间滤波的函数。函数的格式是“`filter2d(input_img, filter) → output_img`”，这里的“`filter`”是给定的滤波器。如有必要，可以修改函数的格式。

请载入对应你学号的输入图像，并用你实现的“`filter2d`”函数来完成以下任务：

- （9 分）分别用 3×3 ， 7×7 和 11×11 的均值滤波器来平滑你输入的图像，将相应的三个输出结果粘贴到报告里。
- （6 分）用 3×3 的拉普拉斯滤波器来锐化你输入的图像（课本上有 4 种拉普拉斯滤波器，参见图 3.37，你可以使用其中任意一种），并将输出结果放在报告中。除此之外，请简单介绍一下为什么拉普拉斯滤波器可以用于图像的锐化。
- （5 分）将高提升滤波（high-boost filter）用在输入的图像中（也就是说， $g(x,y) = f(x,y) + k * g_{max}(x,y)$ ，其他细节参见课本式(3.6-9)）。过程中涉及的平滑部分应用用课本图 3.32(a)所示的滤波器来完成。请自行选择合适的 k （式(3.6-9)中的权值）。在报告中，你需要说明你选择的 k 的值，并贴上对应的输出结果。
- （10 分）详细描述你是如何实现空间滤波操作的，也就是说，针对“`filter2d`”函数进行算法说明，字数不能超过两页。

3 参考

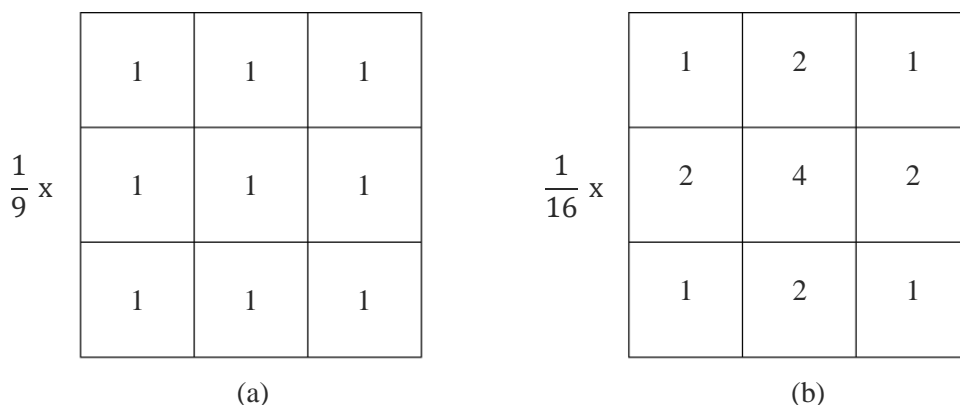


图 3.32 两个 3×3 均值滤波器掩模。为了计算均值，掩模前的常数设置为掩模中各个元素之和的倒数。

0	1	0	1	1	1
1	-4	1	1	-8	1
0	1	0	1	1	1

0	-1	0	-1	-1	-1
-1	4	-1	-1	8	-1
0	-1	0	-1	-1	-1

a b

c d

图 3.37 (a) 执行式(3.6-6)定义的离散拉普拉斯变换所用的滤波器掩模，(b)用于执行该公式的扩展掩模，它包括对角线邻域，(c)和(d)其他两种拉普拉斯的实现