

问题六十一至七十

注意辨析下面两组概念

- 4-近邻&8-近邻;
- 4-连接数&8-连接数。

问题六十一：4-连接数¹

请根据4-连接数将 renketsu.png 上色。

4-连接数可以用于显示附近像素的状态。通常，对于中心像素 $x_0(x, y)$ 不为零的情况，邻域定义如下：

$$\begin{array}{ccccc} x_4(x-1, y-1) & x_3(x, y-1) & x_2(x+1, y-1) \\ x_5(x-1, y) & x_0(x, y) & x_1(x+1, y) \\ x_6(x-1, y+1) & x_7(x, y+1) & x_8(x+1, y+1) \end{array}$$

这里，4-连接数通过以下等式计算：

$$S = (x_1 - x_1 \ x_2 \ x_3) + (x_3 - x_3 \ x_4 \ x_5) + (x_5 - x_5 \ x_6 \ x_7) + (x_7 - x_7 \ x_8 \ x_1)$$

S 的取值范围为 $[0, 4]$ ：

- $S = 0$ ：内部点；
- $S = 1$ ：端点；
- $S = 2$ ：连接点；
- $S = 3$ ：分支点；
- $S = 4$ ：交叉点。

输入 (renketsu.png)	输出(answers/answer_61.png)
	

答案 >> [answers/answer_61.py](#)

问题六十二：8-连接数

请根据8-连接数将 renketsu.png 上色。

这里，8-连接数通过以下等式，将各个 x_* 的值反转0和1计算：

$$S = (x_1 - x_1 \ x_2 \ x_3) + (x_3 - x_3 \ x_4 \ x_5) + (x_5 - x_5 \ x_6 \ x_7) + (x_7 - x_7 \ x_8 \ x_1)$$

输入 (renketsu.png)	输出(answers/answer_62.png)
	

答案 >> [answers/answer_62.py](#)

问题六十三：细化处理

将 `gazo.png` 进行细化处理吧！

细化是将线条宽度设置为1的过程，按照下面的算法进行处理：

1. 从左上角开始进行光栅扫描；
2. 如果 $x_0(x, y) = 0$ ，不处理。如果 $x_0(x, y) = 1$ ，满足下面三个条件时，令 $x_0 = 0$ ：
 - 4-近邻像素的取值有一个以上为0；
 - x_0 的4-连接数为1；
 - x_0 的8-近邻中有三个以上取值为1。
3. 重复光栅扫描，直到步骤2中像素值改变次数为0。

用于细化的算法有Hilditch算法（问题六十四），Zhang-Suen算法（问题六十五），田村算法等。

输入 (gazo.png)	输出(answers/answer_63.png)
	

答案 >> [answers/answer_63.py](#)

问题六十四：Hilditch 细化算法

将 `gazo.png` 进行Hilditch细化算法处理吧！算法如下：

1. 从左上角开始进行光栅扫描；
2. $x_0(x, y) = 0$ 的话、不进行处理。 $x_0(x, y) = 1$ 的话，下面五个条件都满足的时候令 $x_0 = -1$ ：
 - 当前像素的4-近邻中有一个以上为0；
 - x_0 的8-连接数为1；
 - x_1 至 x_8 の绝对值之和大于2；
- 8-近邻像素的取值有一个以上为1；
 - 对所有 $x_n(n \in [1, 8])$ 以下任一项成立：
 - x_n 不是-1；
 - 当 x_n 为0时， x_0 的8-连接数为1。
3. 将每个像素的-1更改为0；
4. 重复进行光栅扫描，直到某一次光栅扫描中步骤3的变化数变为0。

问题六十五：Zhang-Suen细化算法

将 `gazo.png` 进行Zhang-Suen细化算法处理吧！

但是，请注意，有必要反转 `gazo.png` 的值，因为以下所有操作都将0作为线，将1作为背景。

对于中心像素 $x_1(x, y)$ 的8-近邻定义如下：

$$\begin{array}{ccc} x_9 & x_2 & x_3 \\ x_8 & x_1 & x_4 \\ x_7 & x_6 & x_5 \end{array}$$

考虑以下两个步骤：

- 步骤一：执行光栅扫描并标记满足以下5个条件的所有像素：
 1. 这是一个黑色像素；
 2. 顺时针查看 $x_2, x_3, \dots, x_9, x_2$ 时，从0到1的变化次数仅为1；
 3. x_2, x_3, \dots, x_9 中1的个数在2个以上6个以下；
 4. x_2, x_4, x_6 中的一个为1；
 5. x_4, x_6, x_8 中的一个为1；

将标记的像素全部变为1。

- 步骤二：执行光栅扫描并标记满足以下5个条件的所有像素：
 1. 这是一个黑色像素；
 2. 顺时针查看 $x_2, x_3, \dots, x_9, x_2$ 时，从0到1的变化次数仅为1；
 3. x_2, x_3, \dots, x_9 中1的个数在2个以上6个以下；
 4. x_2, x_4, x_6 中的一个为1；
 5. x_2, x_6, x_8 中的一个为1；

将标记的像素全部变为1。

反复执行步骤一和步骤二直到没有点变化。 ¹

输入 (gazo.png)	输出(answers/answer_65.png)
	

答案 >> [answers/answer_65.py](#)

问题六十六：方向梯度直方图（HOG）第一步：梯度幅值·梯度方向

求出 `imori.jpg` 的 HOG 特征量的梯度幅值和梯度方向吧！

HOG (Histogram of Oriented Gradients) 是一种表示图像特征量的方法。特征量是表示图像的状态等的向量集合。

在图像识别（图像是什么）和检测（物体在图像中的哪个位置）中，我们需要：

1. 从图像中获取特征量（特征提取）；
2. 基于特征量识别和检测（识别和检测）。

由于深度学习通过机器学习自动执行特征提取和识别，所以看不到 HOG，但在深度学习变得流行之前，HOG 经常被用作特征量表达。

通过以下算法获得HOG：

1. 图像灰度化之后，在x方向和y方向上求出亮度的梯度：

◦ x方向：

$$g_x = I(x+1, y) - I(x-1, y)$$

◦ y方向：

$$g_y = I(x, y+1) - I(x, y-1)$$

2. 从 g_x 和 g_y 确定梯度幅值和梯度方向:

◦ 梯度幅值: 2

$$mag = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$$

◦ 梯度方向:

$$ang = \arctan \frac{g_y}{g_x}$$

3. 将梯度方向 $[0, 180]$ 进行9等分量化。也就是说, 对于 $[0, 20]$ 量化为 index 0, 对于 $[20, 40]$ 量化为 index 1.....

4. 将图像划分为 $N \times N$ 个区域 (该区域称为 cell), 并作出 cell 内步骤3得到的 index 的直方图。ただし、当表示は1でなく勾配角度を求める。


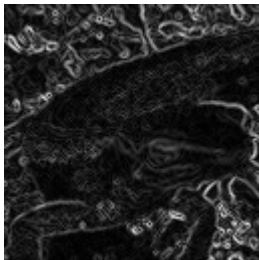
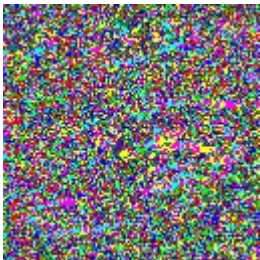
5. $C \times C$ 个 cell 被称为一个 block。对每个 block 内的 cell 的直方图通过下面的式子进行归一化。由于归一化过程中窗口一次移动一个 cell 来完成的, 因此一个 cell 会被归一化多次, 通常 $\epsilon = 1$:

$$h(t) = \frac{h(t)}{\sqrt{\sum h(t) + \epsilon}}$$

以上, 求出 HOG 特征值。

这一问, 我们完成步骤1到3。

为了使示例答案更容易看出效果, `gra` 是彩色的。此外, `mag` 被归一化至 $[0, 255]$ 。

输入 (imori.jpg)	梯度幅值 (answers/answer_66_mag.jpg)	梯度方向 (answers/answer_66_gra.jpg)
		

答案 >> [answers/answer_66.py](#)


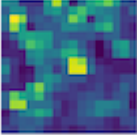
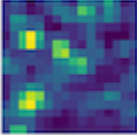
问题六十七: 方向梯度直方图 (HOG) 第二步: 梯度直方图

在这里完成 HOG 的第4步。

取 $N = 8$, 8×8 个像素为一个 cell, 将每个 cell 的梯度幅值加到梯度方向的index处。³

解答为按照下面的顺序排列索引对应的直方图:

1 2 3
4 5 6
7 8 9

输入 (imori.jpg)	输出(answers/answer_67.png)		
			

答案 >> [answers/answer_67.py](#).

问题六十八：方向梯度直方图（HOG）第三步：直方图归一化

在这里完成 HOG 的第5步。

取 $C = 3$ ，将 3×3 个 cell 看作一个 block，进行直方图归一化，通常 $\epsilon = 1$ ：

$$h(t) = \frac{h(t)}{\sqrt{\sum h(t) + \epsilon}}$$

在此，我们得到HOG特征量。

输入 (imori.jpg)	输出(answers/answer_68.png)		
			

答案 >> [answers/answer_68.py](#)

问题六十九：方向梯度直方图（HOG）第四步：可视化特征量

在这里我们将得到的特征量可视化。

如果将特征量叠加在灰度化后的 `imori.jpg` 上，可以很容易看到（蝾螈的）外形。

一个好的可视化的方法是这样的，为 cell 内的每个 index 的方向画一条线段，并且值越大，线段越白，值越小，线段越黑。

解答例

输入 (imori.jpg)	输出(answers/answer_69.jpg)
	

答案 >> [answers/answer_69.py](#)

问题七十：色彩追踪（Color Tracking）

在HSV色彩空间内对 `imori.jpg` 创建一个只有蓝色部分值为255的图像。

色彩追踪是提取特定颜色的区域的方法。



然而，由于在 RGB 色彩空间内颜色有 256^3 种，因此十分困难（或者说手动提取相当困难），因此进行 HSV 变换。

HSV 变换在问题5中提到过，是将 RGB 变换到色相（Hue）、饱和度（Saturation）、明度（Value）的方法。

- 饱和度越小越白，饱和度越大颜色越浓烈， $0 \leq S \leq 1$ ；
- 明度数值越高越接近白色，数值越低越接近黑色（ $0 \leq V \leq 1$ ）；
- 色相：将颜色使用0到360度表示，具体色相与数值按下表对应：

红	黄	绿	青色	蓝色	品红	红
0°	60°	120°	180°	240°	300°	360°

也就是说，为了追踪蓝色，可以在进行 HSV 转换后提取其中 $180 \leq H \leq 260$ 的位置，将其变为255。

输入 (imori.jpg)	输出(answers/answer_70.png)
	

答案 >> [answers/answer_70.py](#).

-
- 1. 关于这个我没有找到什么中文资料，只有两个差不多的PPT文档。下面的译法参照[这里](#)。另见冈萨雷斯的《数字图像处理》的2.5.1节。[↗↗](#)
 - 2. 这里公式原文写的是: $mag = \sqrt{gt * *2 + gy * *2}$ 。可能是笔误。[↗](#)
 - 3. 我尽力翻译了，上面那句话看不懂的可以看[这里的](#)给出的说明。[↗](#)