

计算机视觉与模式识别

——图像滤波实验







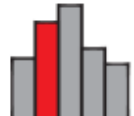

姚慧敏

2020年11月11日

实验环境

- 集成开发环境 (Anaconda)



 <p>CMD.exe Prompt 0.1.1 Run a cmd.exe terminal with your current environment from Navigator activated</p> <p>Launch</p>	 <p>JupyterLab 2.1.5 An extensible environment for interactive and reproducible computing, based on the Jupyter Notebook and Architecture.</p> <p>Launch</p>	 <p>Notebook 6.0.3 Web-based, interactive computing notebook environment. Edit and run human-readable docs while describing the data analysis.</p> <p>Launch</p>	 <p>Powershell Prompt 0.0.1 Run a Powershell terminal with your current environment from Navigator activated</p> <p>Launch</p>
 <p>Qt Console 4.7.5 PyQt GUI that supports inline figures, proper multiline editing with syntax highlighting, graphical calltips, and more.</p>	 <p>Spyder 4.1.4 Scientific PYTHON Development Environment. Powerful Python IDE with advanced editing, interactive testing, debugging and interpretation features.</p>	 <p>Glueviz 1.0.0 Multidimensional data visualization across files. Explore relationships within and among related datasets.</p>	 <p>Orange 3 3.26.0 Component based data mining framework. Data visualization and data analysis for novice and expert. Interactive workflows with a large toolbox.</p>

实验环境

- 编程语言 (python)
- 软件包: opencv、numpy、matplotlib、math
 - pip install opencv-python
 - pip install numpy
 - pip install matplotlib
 - python --version

实验内容

1. 图像的读取与显示
2. 高斯滤波
 - ✓ 二维高斯滤波
 - ✓ 一维行列高斯滤波
 - ✓ 两个高斯函数卷积滤波
3. 双边滤波

图像读取



- `Import cv2`
- `Import numpy as np`
- `import matplotlib.pyplot as plt`

- `Img_BGR = cv2.imread('lena.jpg')` #读入的图片
- `Print(img_BGR.shape)` #图像的分辨率和通道数
- `print(img_BGR.dtype)` #像素值的数据类型
- `img_BGR/255` #除255, 整型转浮点型

图像显示和保存

- 图像显示命令

`plt.imshow(img_BGR)`

`cv2.imshow('fig1', img_BGR)`

`print(img_BGR)` #像素值显示

`print(img_BGR[i,j])` #某个点像素值显示

- 图像保存命令

`cv2.imwrite('out.jpg', img_BGR)` #转化为BGR格式保存

实验内容

1. 图像的读取与显示

2. 高斯滤波

✓ 二维高斯滤波

✓ 一维行列高斯滤波

✓ 两个高斯函数卷积滤波

3. 双边滤波

二维高斯滤波

- 二维高斯函数 $G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$
- 高斯掩膜即权重矩阵的建立

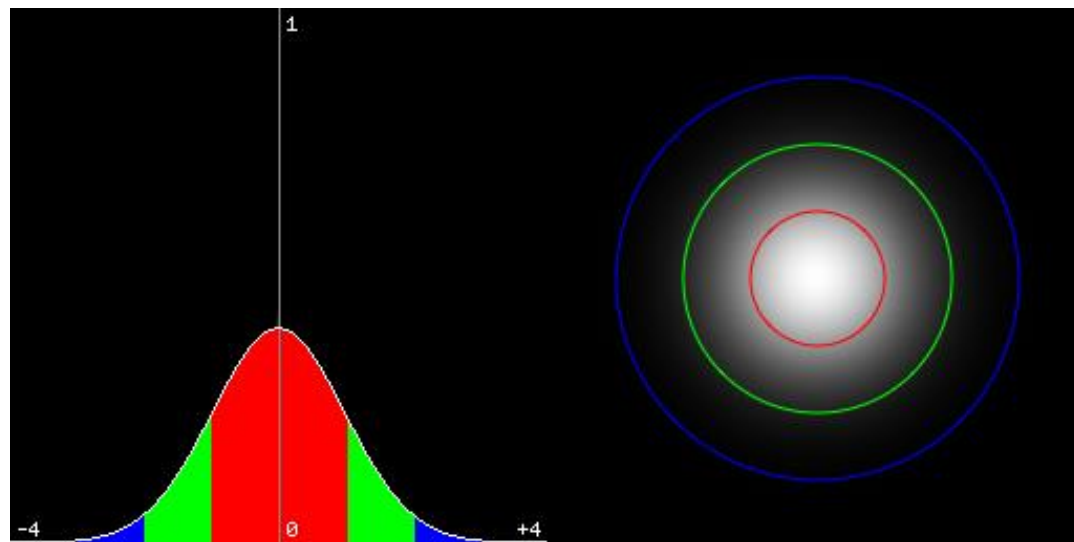
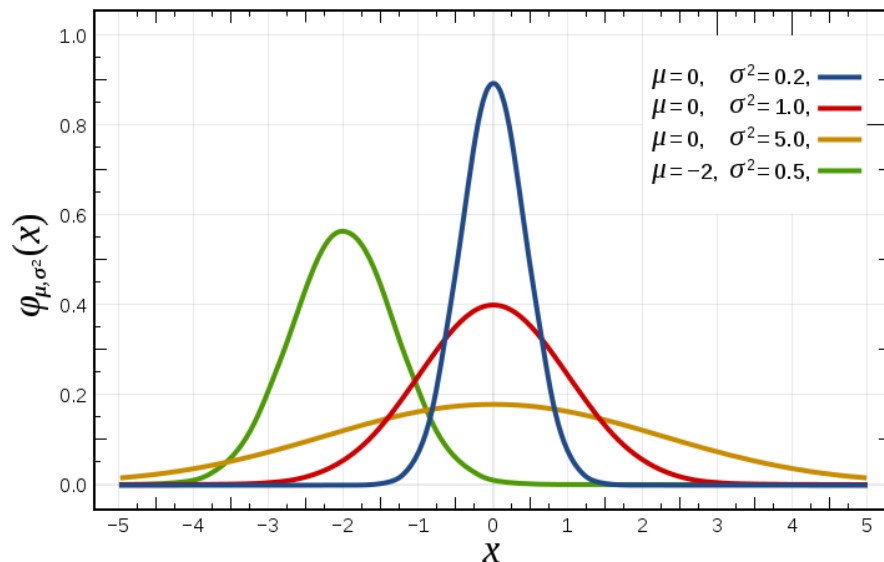
1) σ 的选取

2) 滤波窗口大小：根据面积设定

$(-\sigma, +\sigma)$:68%, $(-2\sigma, +2\sigma)$:95%,

$(-3\sigma, +3\sigma)$:99.7%, 3σ 外忽略

即窗口大小为 $6\sigma \times 6\sigma$ 即可。



举例 $\sigma = 0.5$

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

0.01832	0.1353	0.01832
0.1353	1	0.1353
0.01832	0.1353	0.01832

(1) 权重矩阵

0.01134	0.08382	0.01134
0.08382	0.6193	0.08382
0.01134	0.08382	0.01134

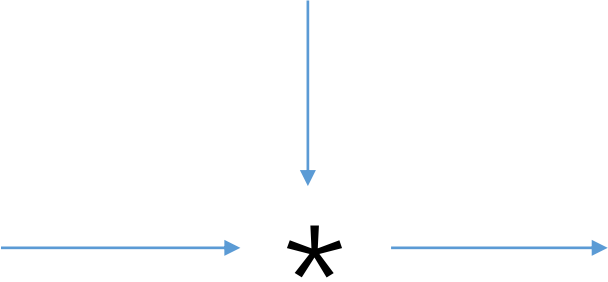
(2) 权重矩阵归一化

$(-1, 1) / 14$	$(0, 1) / 15$	$(1, 1) / 16$
$(-1, 0) / 24$	$(0, 0) / 25$	$(1, 0) / 26$
$(-1, -1) / 34$	$(0, -1) / 35$	$(1, -1) / 36$

0.01134	0.08382	0.01134
0.08382	0.6193	0.08382
0.01134	0.08382	0.01134

$(-1, 1) / 14$	$(0, 1) / 15$	$(1, 1) / 16$
$(-1, 0) / 24$	$(0, 0) / 25$	$(1, 0) / 26$
$(-1, -1) / 34$	$(0, -1) / 35$	$(1, -1) / 36$

(1) 坐标和像素值



14×0.01134	15×0.08382	16×0.01134
24×0.08382	25×0.6193	26×0.08382
34×0.01134	35×0.08382	36×0.01134

(2) 滤波-相乘求和

实验内容、思考问题、分析现象

- ✓ 选取不同的方差 σ 对图像进行滤波，观察其对图像的平滑程度
- ✓ σ 不变的情况下，选取不同大小的窗口进行滤波
- ✓ 高斯滤波中四种不同边界处理方法
 - Clip filter; Wrap around;
 - Copy edge; Reflect across edge

不允许用类似函数

`cv2.GaussianBlur`

一维行列高斯滤波

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} * \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}}$$

$$w * f = (u * v) * f = u * (v * f)$$

实验内容、思考问题、分析现象

- 一维行列高斯滤波后的结果和二维高斯滤波后的结果进行对比
- 分析代码运行时间，看计算复杂度是否降低
- 行列不同方差的高斯核对图像进行滤波

两个高斯函数卷积滤波

$$g_1(x) = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma_1^2}} \quad g_2(x) = \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma_2^2}}$$

$$G(t) = g_1 * g_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g_1(x) g_2(t-x) dx$$

$$= \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma_1^2} - \frac{(t-x)^2}{2\sigma_2^2}} dx$$

$$= \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}}$$

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$$

思考问题

两个小方差卷积核的滤波效果是否等效于一个大方差卷积核滤波

实验内容

1. 图像的读取与显示
2. 高斯滤波
 - ✓ 二维高斯滤波
 - ✓ 一维行列高斯滤波
 - ✓ 两个高斯函数卷积滤波
3. 双边滤波

双边滤波

$$\hat{I}(q) = \frac{1}{W_q} \sum_{p \in V(q)} G_s(p) G_r(p) \cdot I_p = \frac{1}{W_q} \sum_{p \in V(q)} \exp\left(-\frac{\|p - q\|^2}{2\sigma_s^2}\right) \exp\left(-\frac{\|I_p - I_q\|^2}{2\sigma_r^2}\right) \cdot I_p$$

$$W_q = \sum_{p \in V(q)} \exp\left(-\frac{\|p - q\|^2}{2\sigma_s^2}\right) \exp\left(-\frac{\|I_p - I_q\|^2}{2\sigma_r^2}\right)$$



空间域



值域

(-1, 1) / 14	(0, 1) / 15	(1, 1) / 16
(-1, 0) / 24	(0, 0) / 25	(1, 0) / 26
(-1, -1) / 34	(0, -1) / 35	(1, -1) / 36

思考问题

- 与普通高斯滤波对比，双边滤波对边缘的保护是否有效
- 参数 σ_r 、 σ_s 的选取对滤波结果的影响
- 分析双边滤波的计算复杂度

实验报告

1. **11月23日**之前提交本次实验报告;
2. 实验报告格式:
 - 1) 实验内容
 - 2) 实验原理
 - 3) 实验结果与分析
 - 4) 结论与讨论
 - 5) 附主要代码