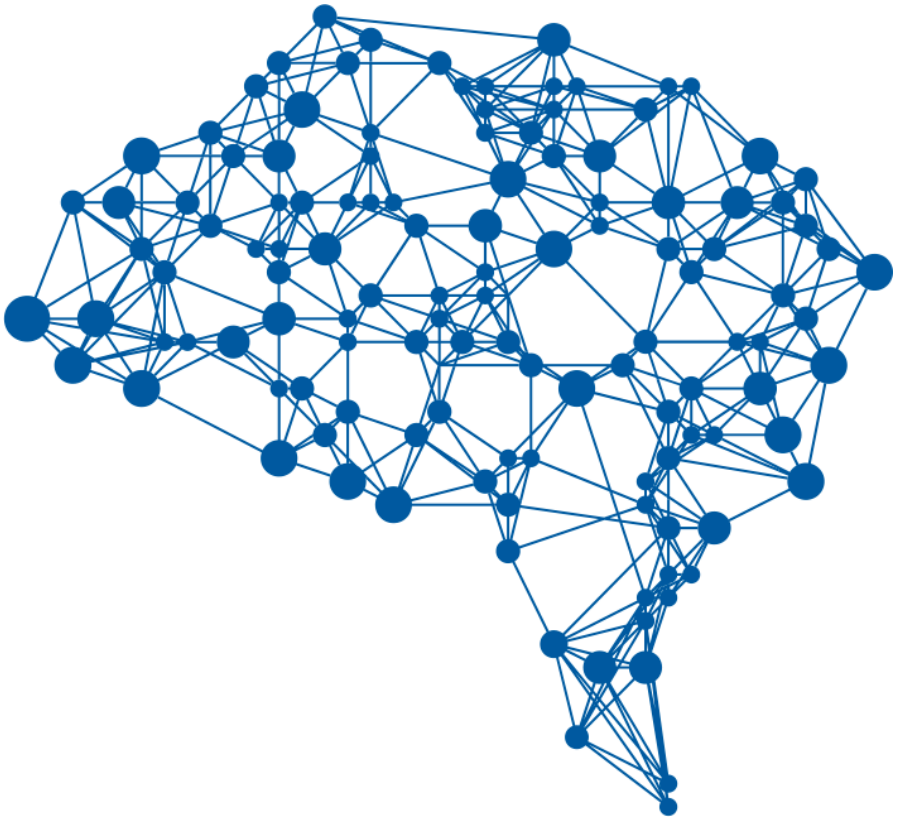
图像处理中的数学方法第三次作业报告



安捷 1601210097

2017 年 4 月 12 日

1 算法描述

在这一次作业中，我实现了使用 level set 公式的 Geodesic active contour 模型，并利用我实现的代码，研究了不同测试图像下算法的结果、算法对参数的敏感性、算法受到图像噪声/模糊的影响、算法 reinitialaton 设置等问题，并且在本文中我讲叙述我在实现模型并进行数值实验中的一些感受与疑问。

算法流程

Algorithm 1 Geodesic Active Contour with Level Set

1 导入图像，并对图像做进行 double 化，归一化，对于多通道图像进行 rgb2gray，权衡计算速度调整图像大小；

2 对图像进行灰度值 scale，使得图像灰度为分布于 $(0, 255)$ 之间的 double 数；（增强图像对比度，加强梯度信息的强度，为 level set 做预处理）

3 对图像添加模糊或噪声；（用于观察图像噪声或模糊对结果的影响，不对此进行数值实验时可以忽略）

4 算法初始化，计算单步迭代步长，设置迭代次数上限及各种参数；

5 按照公式 $\frac{\partial v}{\partial t} = g\left(|\nabla I|\right)|\nabla v|\mathrm{div}\left(\frac{\nabla v}{|\nabla v|}\right) + \alpha g\left(|\nabla I|\right)|\nabla v| + \nabla g \cdot \nabla v$ 开始迭代；

6 每次更新 v 之后执行 10 步 reinitialization；

7 迭代结束，显示图像，保存结果；

算法实现的准备

在实现算法之前，我自行构造了一张测试图像用于验证算法的正确性，测试图像如下：

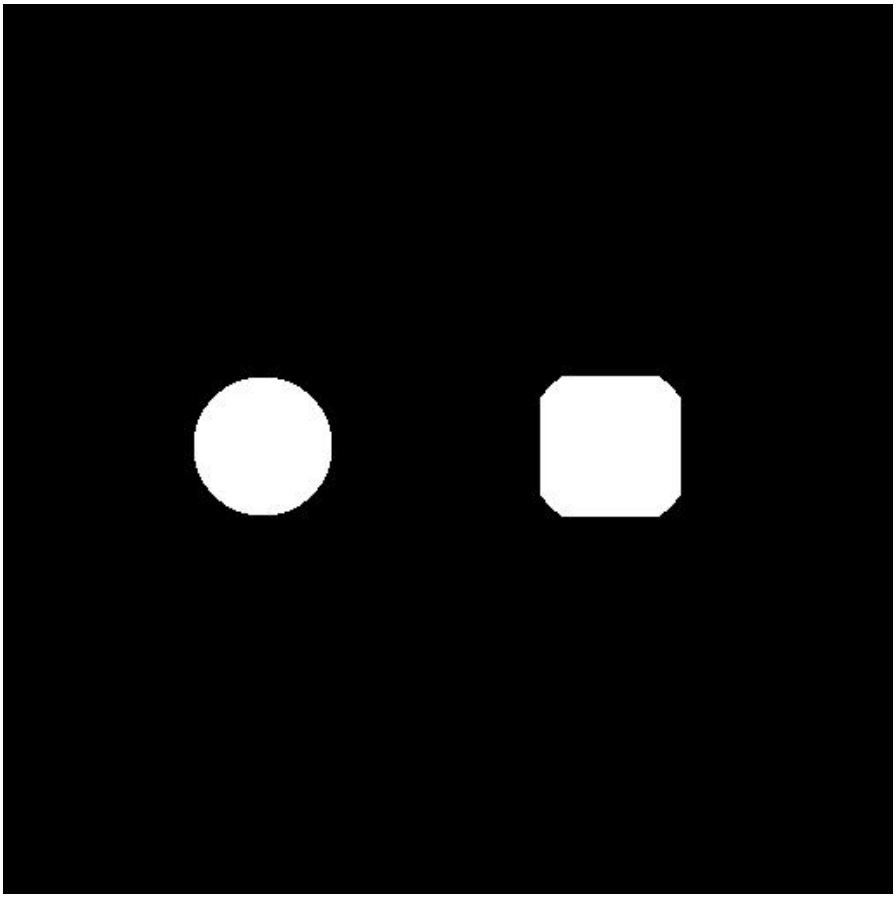


图 1: 人工构造的测试图像

MATLAB 子函数功能说明

函数名称	函数功能
geodesic_active_contour_with_level_set.m	算法实现主脚本
create_naive_test_image.m	人工测试图像生成函数
initialization_level_set.m	水平集函数初始化函数
g.m	算法迭代公式中的 g 函数
Reinitial2D.m	reinitialization 函数

参数名称	参数功能	参数推荐值
IMG_PATH	图像路径	
SIGMA	图像高斯模糊参数	4
NOISE_SCALE	图像高斯噪声参数	50
MAX_ITERATION	最大迭代次数	1000
STEP_SIZE	单步迭代步长	0.5/(max(row,col)-1)
ALPHA	迭代公式第二项权重	800
BETA	迭代公式第三项权重	200

参数名称及功能

2 数值实验结果及讨论

针对不同测试图像的数值实验结果及对应参数

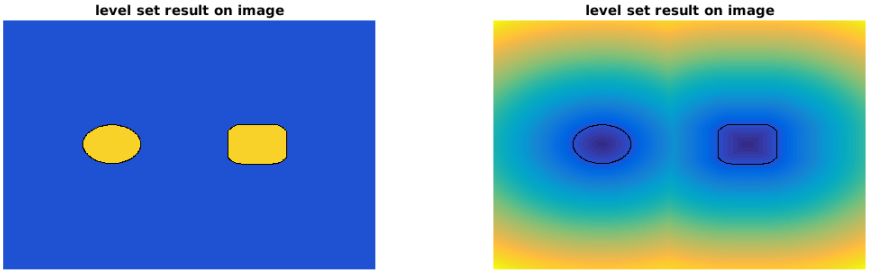


图 2: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=1000

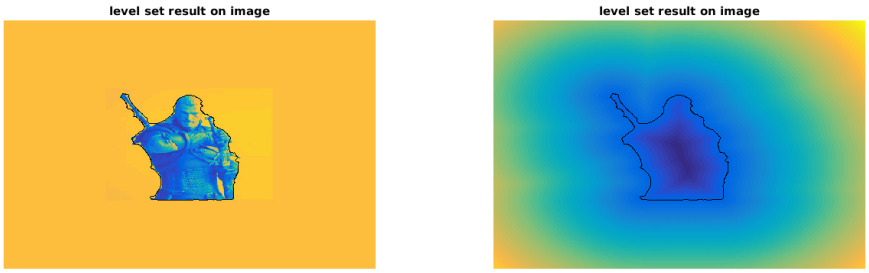


图 3: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=1000

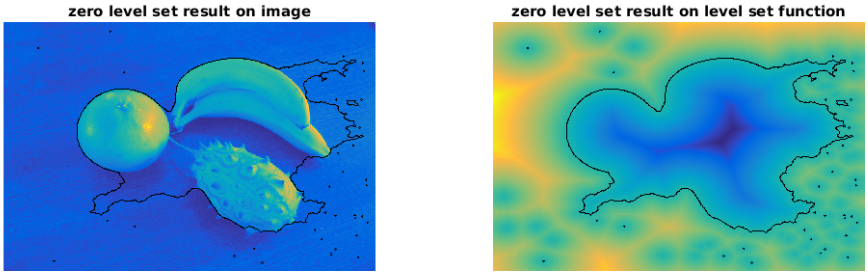


图 4: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=800

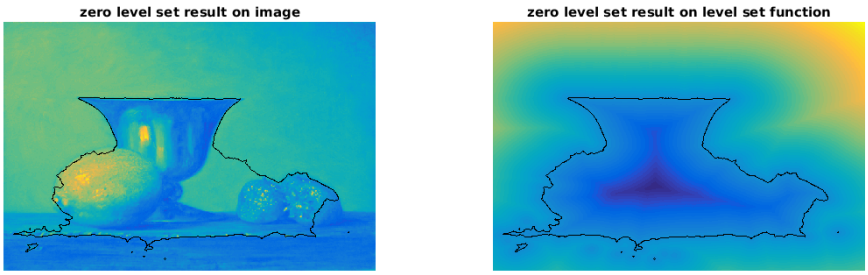


图 5: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=800

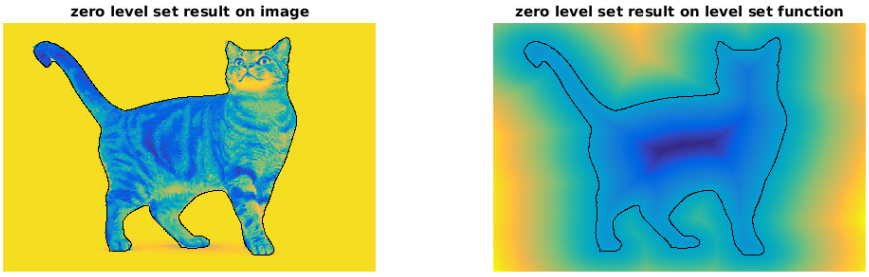


图 6: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=500

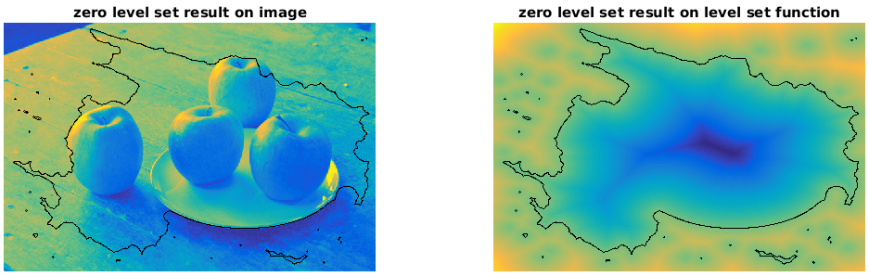


图 7: ALPHA=800,BETA=100,ITETARION=1500

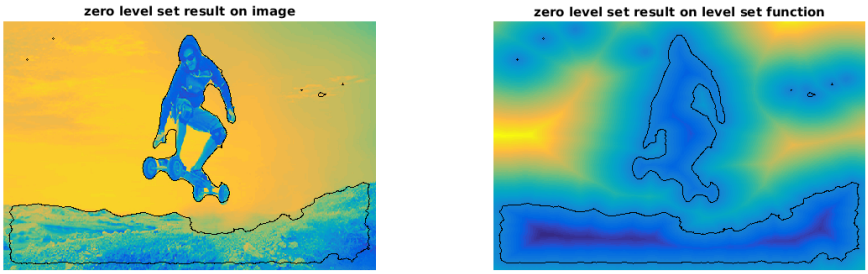


图 8: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=800

图像灰度值 scale 作用

经过了若干次数值实验，我观察到，当图像归一化为 $(0,1)$ 之间的 double 数时，由于梯度的值过小，图像信息对于水平集函数的演化贡献太小，导致水平集函数完全忽略了图像的边界，直接不断升高直至零水平集消失，结果如下图所示

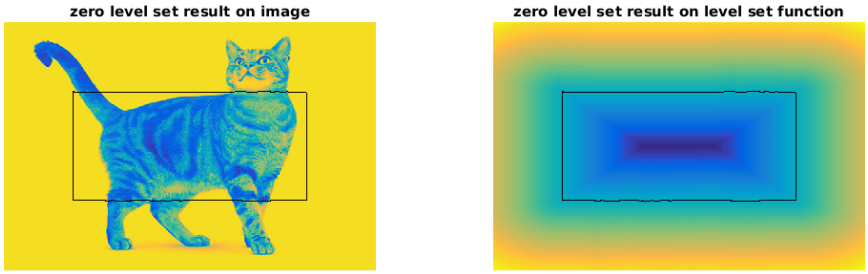


图 9: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=150,without itensity scale

初始水平集函数形状对结果的影响

经过数值实验，我发现，对于圆形与方形的初始水平集函数，算法都能正常运行并且得到可靠的结果，在 initialization_level_set.m 中我分别写了圆形与方形的初始化代码，最终使用方形的原因是方形可以更好的保证待分割主体能够位于零水平集内部，圆形初始化的中间过程如下图：

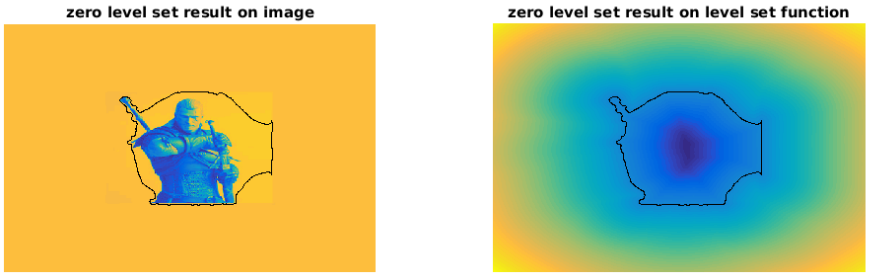


图 10: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=200

关于 ALPHA,BETA 作用的探讨

经过若干次数值实验，我感觉到，ALPHA 主要会影响算法的收敛速度，即水平集函数收缩的快慢，越大的 ALPHA 可以使得函数尽早收敛，BETA 起到的作用是加强边缘信息对水平集函数收敛过程的影响，形象的说，BETA 越大，边缘对水平集函数的拉力就越大，但是 BETA 的增大也会造成负面作用，即图像背景的噪声或一些无关紧要的细节被分割出来，与此同时，BETA 的增大还会略微降低水平集函数的收敛速度。

图像模糊和噪声对结果的影响

图像模糊对于本来就有均匀背景，容易分割的图像会使得图像分割结果产生边角上细节的丢失，如下图：

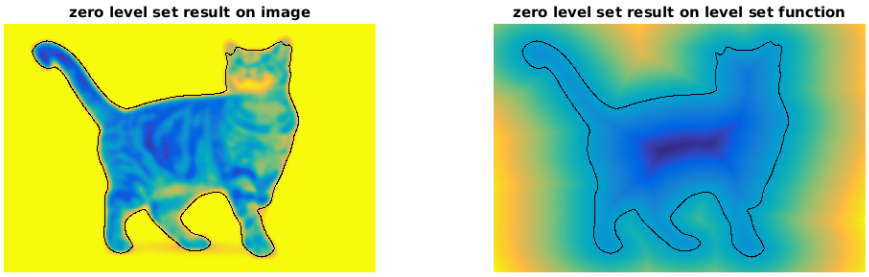


图 11: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=500

但是，对于背景噪声很强的图像，平滑能够起到一定去噪但是保留主体的作用，增强分割的结果，并且能够加快这种情况下的收敛速度，如下图：噪声与之相比，会起到相反的作

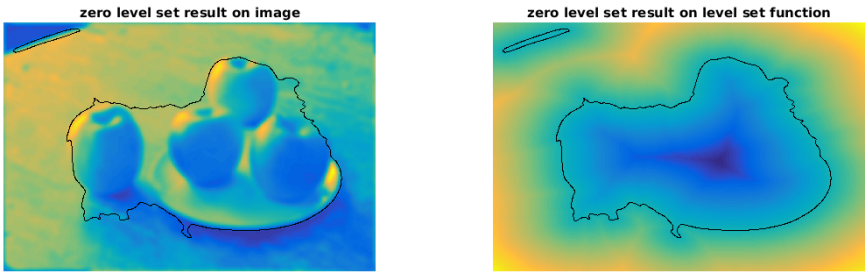


图 12: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=300

用，即使得图像分割的结果变差，并且会大幅拖慢收敛速度，如下图：

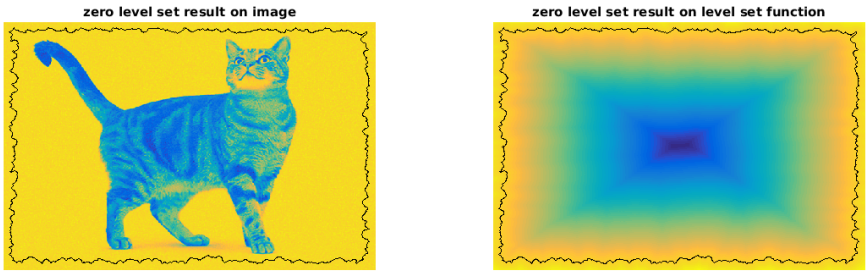


图 13: ALPHA=800,BETA=200,ITETARION=500