Poisson Image Editing 实验报告

刘浩晨

引言

随着数字图像处理技术的不断发展, 人们对于图像编辑和合成的需求也越来越大.Poisson 图像编辑是一种有效的方法, 其可以实现将一个图像中的目标对象或纹理无缝地嵌入到另一个图像中, 而不会产生明显的边界或不连续性. 本文旨在对 Poisson 图像编辑及其改进的梯度混合 Possion 图像编辑实现图像的合成.

1 问题描述

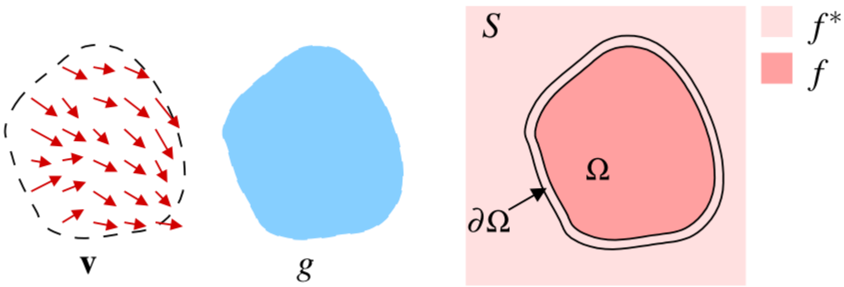

图 1: 问题描述

如图所示 $v = \nabla g$ 代表前景图的梯度向量场,g 代表前景图,S 表示背景图,Ω 是背景图中与前景图重叠的部分,$\partial\Omega$ 是 Ω 的边界,f 是重叠部分的背景图,f^* 则是最终要求的混合之后的结果.

2 Possion 图像编辑

Possion 图像编辑试图让混合的边缘过渡要相对自然, 这在数学上的表达式是

$$f^*|_{\partial\Omega} = f|_{\partial\Omega}$$

即混合后的边缘要与原图的边缘相同.

另一方面, 混合后应该要保持原图的纹理, 纹理的信息可以由梯度来反映, 即方程要满足

$$\min_f ||\nabla f^* - \nabla g||$$

将上面两个条件化简之后会得到方程

$$\Delta f^* = \Delta g, \text{ over } \Omega \text{ with } f^*|_{\partial\Omega} = f|_{\partial\Omega}$$

这就是 Possion 方程.

3 Possion 方程的离散的求解

在方程中, 由于 g 是已知的, 其散度 Δg 可以直接得到, 我们采用

$$\Delta g(x,y) = g(x-1,y)+g(x+1,y)+g(x,y-1)+g(x,y+1)-4g(x,y)$$

这里的 (x,y) 都是非边缘点, 因而得到方程

$$f^*(x-1,y)+f^*(x+1,y)+f^*(x,y-1)+f^*(x,y+1)-4f^*(x,y)=\Delta g(x,y) \text{ while } (x,y)\in\Omega$$

而在边缘点上, 有

$$f^*(x,y)=f(x,y), \text{ while } (x,y)\in\partial\Omega$$

要求解的项数有 $|\Omega|+|\partial\Omega|$ 个, 方程的个数也有 $|\Omega|+|\partial\Omega|$, 因而这个方程是可解的.

此方程的系数矩阵是稀疏并且正定 (加负号之后正定) 的, 因而我们采用 LLT 方法求解.

4 Possion 图像编辑的实验结果分析

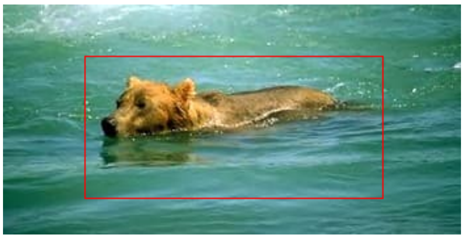

图 2: 前景图

图 3: 背景图

图 4: 混合后的图片

混合的结果很好. 但在下面的实验中, 混合的结果却不是我们所想要的.

出现这个结果的原因是前景图的很大部分并没有纹理, 而 Possion 图像编辑保存的是前景图的纹理, 因而一旦前景图出现很光滑, 而背景图相对纹理更多时, 所表现的结果就会相对不佳.

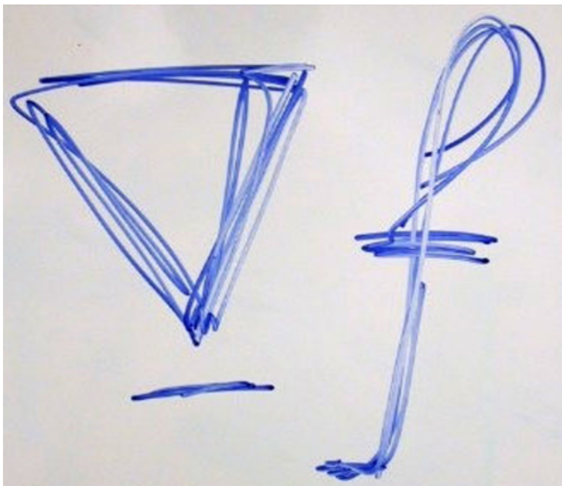

图 5: 前景图

图 6: 背景图

图 7: 混合后的图片

5 混合梯度 Possion 图像编辑

上面的问题出现是因为只是简单的选取了

$$\nabla f^* = \nabla g$$

此时保存的只有前景图的纹理信息. 要解决上述的问题, 只需要在背景图的纹理信息相对丰富时, 转而去保存背景图的纹理信息即可. 也即

$$\nabla f^* = \begin{cases} \nabla g, & |\nabla g| > |\nabla f| \\ \nabla f, & \text{else} \end{cases}$$

这样混合后图片的纹理信息就同时包含了前景图和背景图.

6 混合梯度 Possion 图像编辑的实验结果分析

图 8: 结果 *1*

图 9: 结果 *2*

可以看见, 当前景图的纹理细节十分丰富时混合梯度 Possion 图像编辑的结果与 Possion 图像编辑的结果并没有太大的区别, 而对于前景图的几乎没有纹理细节的情况, 混合梯度 Possion 图像编辑的效果远超 Possion 图像编辑的效果.