

基于小波变换的图像边缘检测

张景浩 PB20010399

2023 年 6 月 4 日

1 问题介绍

调查小波相关的技术在图像边缘检测方面的应用，介绍图像边缘检测的相关背景，说明使用的相关小波技术的原理，介绍技术细节，并实现相关的实验样例。

2 解决方法

边缘时描述图像局部特征的基础，而像素邻域灰度变化的阶跃性，是标定边缘的基础。图像是一种二维信号，与一维的连续信号不同，对于二维图像，我们常用图像灰度分布的梯度信息来表征边缘。一般来说，边缘检测包含滤波、增强、检测、定位四个主要步骤，基于对原始图像的平滑处理和对变化的凸显，定位边缘点，进而明确图像边缘。传统的边缘检测算法具有一定的局限性，随着多尺度理论的深入研究，边缘检测算法得到了进一步的发展。

小波变换作为多尺度理论的代表，广泛应用于图像处理领域，在图像边缘检测方面，其具备的多尺度性能能够很好地与传统算子结合，取得了较好的效果。边缘是图像中灰度发生不连续的地方，而边缘与噪声都属于高频信号，因此，在噪声环境中检测边缘特征比较困难，基于传统微分运算的检测方法难以准确区分高频的边缘和噪声。所以，我们利用小波变换的时频特性，对传统边缘检测算法进行改良。

在具体的实现中，我们利用小波变换对图像进行分解，得到不同尺度和方向的小波系数，然后通过对小波系数进行阈值处理，将低幅值的小波系数置为 0，高幅值的小波系数保留，最后通过逆小波变换重构图像，得到边缘信息。因为小波变换具有多分辨率分析的特点，可以在不同尺度上对图像进行分解，从而能够检测到不同尺度的边缘信息。同时，小波变换还可以对图像进行方向分解，从而能够检测到不同方向的边缘信息。因此，基于小波变换的图像边缘检测具有较好的多尺度和多方向性能。

具体的算法流程如下：

1. 对图像进行小波变换，得到图像不同尺度和方向的小波系数
2. 对小波系数进行阈值处理，将低幅值的小波系数置为 0，高幅值的小波系数保留
3. 对处理后的小波系数进行逆小波变换，得到重构后的图像
4. 对重构后的图像进行边缘检测并进行一些简单的处理得到最终的边缘检测结果

3 编译环境及使用方法

实验程序完全由 matlab 编译，代码实现时使用了 matlab 中的小波变换工具箱 wavelet toolbox，使用时直接运行 main.m 文件即可。

4 实验结果

4.1 example1

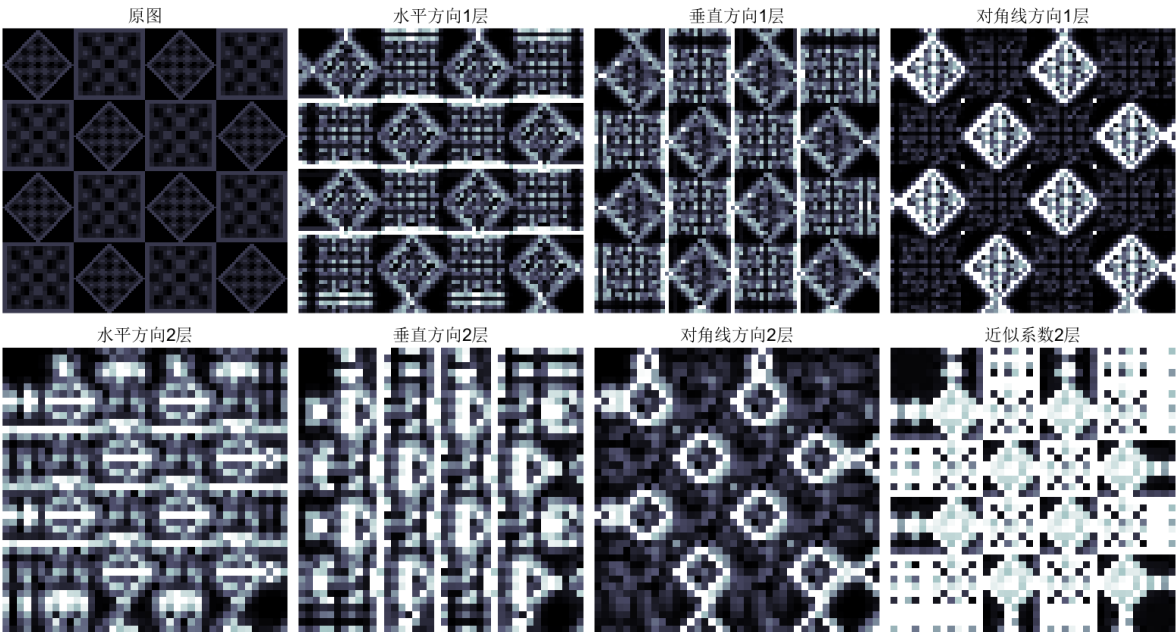


图 1: 小波变换的系数矩阵可视化

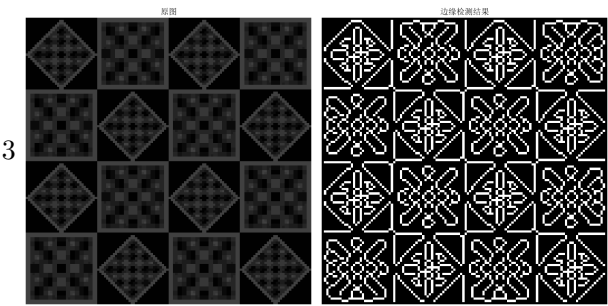


图 2: 基于小波变换的图像边缘检测结果

4.2 example2

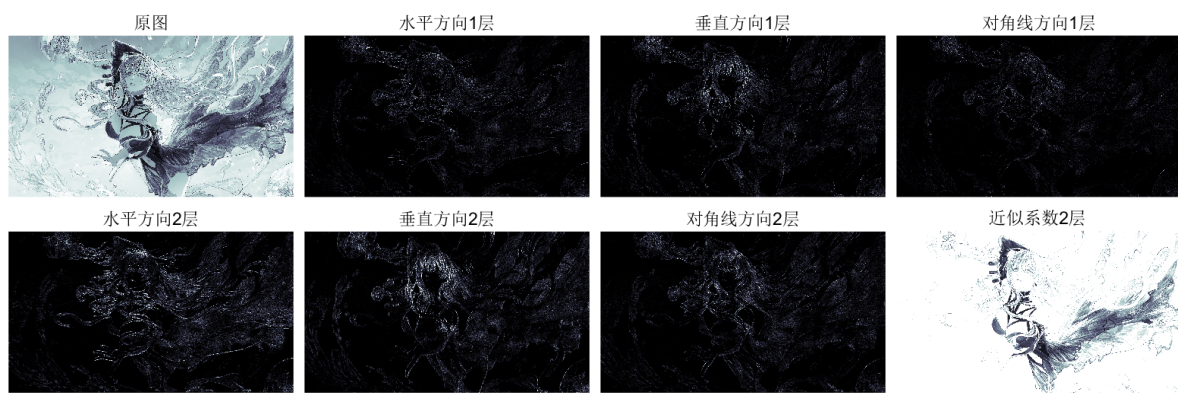


图 3: 小波变换的系数矩阵可视化

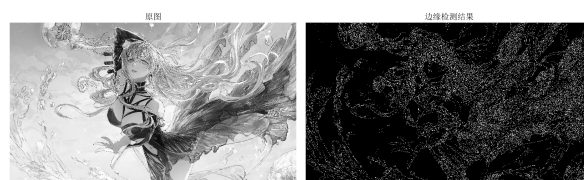


图 4: 基于小波变换的图像边缘检测结果

4.3 example3

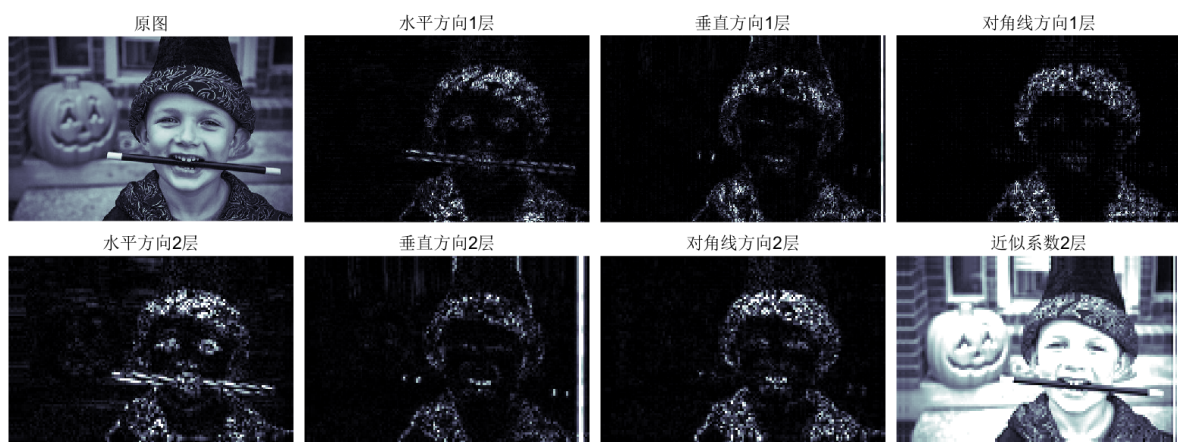


图 5: 小波变换的系数矩阵可视化



图 6: 基于小波变换的图像边缘检测结果

4.4 example4

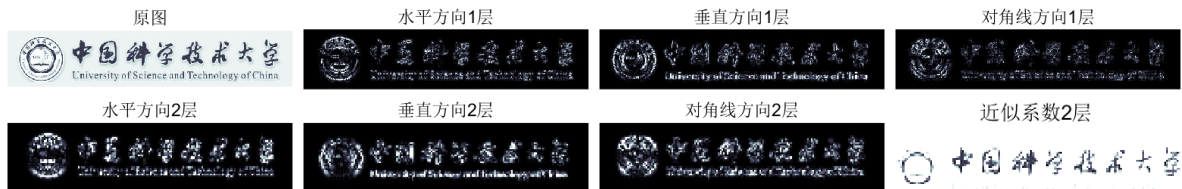


图 7: 小波变换的系数矩阵可视化



图 8: 基于小波变换的图像边缘检测结果

5 结果分析与总结

在本次实验中，我们选择 Coiflets 小波对图像进行 2 层分解，可以看出，小波分解的结果非常不错地展现了各个图例在不同尺度和不同方向上的边缘结构，说明小波变换可以通过对图像进行多尺度的分解，检测到不同尺度的边缘信息，通过对图像进行方向分解，检测到不同方向的边缘信息。因此，我们可以将小波分解的各个分量可以作为边缘检测的参考。在图像边缘检测结果中，我们可以看到基于小波变换的边缘检测可以很精确的表示出源图像的边缘结构，这是因为小波变换对图像预先进行了去噪处理，降低了噪声对边缘检测结果的影响。