

基于 BSSMF 矩阵分解的图像降噪方法

王伟钊

2025 年 3 月 28 日

摘要

目录

1	绪论	1
1.1	问题描述	2
1.2	国内外降噪算法研究现状	3
1.2.1	基于传统滤波器的方法	3
1.2.2	基于小波变换的方法	3
1.2.3	基于深度学习的方法	3
2	相关工作	3
3	实验设计	3
4	实验结果与分析	3
5	结论	3
A	Appendix	3

1 绪论

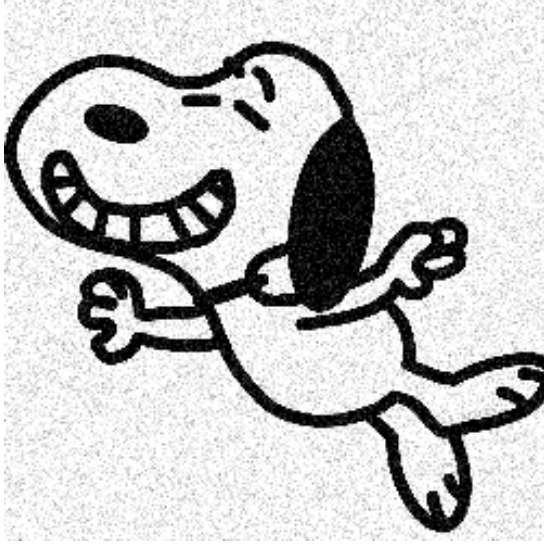
随着信息时代的快速发展，数字图像处理技术在各个领域得到了广泛的应用。然而，由于图像采集设备的限制，图像中常常会受到各种形式的噪声干扰。图像降噪是图像处理中的一个重要问题，其目的是去除图像中的噪声，使图像更加清晰，便于后续的图像分析和处理。图像降噪技术在医学图像处理、卫星图像处理、安防监控等领域有着广泛的应用。

1.1 问题描述

在数学上，图像降噪问题可以用如下数学表达式描述 [2]:

$$A(i, j) = A_0(i, j) + N(i, j) \quad (1)$$

其中 $A(i, j)$ 是观测到的图像， $A_0(i, j)$ 是原始图像， $N(i, j)$ 是噪声。噪声 $N(i, j)$ 可以是各种形式的，图1展示的是最常见的两种噪声：高斯白噪声和椒盐噪声。



(a) 高斯白噪声， $\mu=0$ ， $\sigma^2=30$



(b) 椒盐噪声

图 1: 高斯白噪声和椒盐噪声

本文主要关注高斯白噪声的降噪问题。高斯白噪声是一种均值为 0，方差为 σ^2 的高斯分布，其概率密度函数为：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

其中 μ 是均值， σ 是标准差。由于大部分的白噪声均值为 0，因此估计 σ 成为了图像降噪中的一个关键步骤，因为它直接影响降噪算法的性能。准确估计噪声水平可以帮助选择合适的降噪参数，从而在保留图像细节和去除噪声之间取得平衡。如果 σ 估计不准确，可能会导致过度平滑（损失细节）或降噪不足（残留噪声）[3]。为此，K. Rank 等人 [1] 使用绝对中位差（MAD）方法进行估计，Fabrizio Russo 等人 [4] 在 2003 年提出了一种基于新型滤波器对标准差 σ 进行估计的方法。Liu 等人在 2013 年提出了基于 SVD 的方法 [2] 进行估计。有了准确的噪声估计，我们就可以选择合适的降噪算法对图像进行降噪。

1.2 国内外降噪算法研究现状

1.2.1 基于传统滤波器的方法

1.2.2 基于小波变换的方法

1.2.3 基于深度学习的方法

2 相关工作

3 实验设计

4 实验结果与分析

5 结论

参考文献

- [1] David L Donoho and Iain M Johnstone. Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage. *Biometrika*, 81(3):425–455, 09 1994.
- [2] Wei Liu and Weisi Lin. Additive white gaussian noise level estimation in svd domain for images. *IEEE Transactions on Image Processing*, 22(3):872–883, 2013.
- [3] K. Rank, M. Lendl, and R. Unbehauen. Estimation of image noise variance. *IEE Proceedings - Vision, Image and Signal Processing*, 146:80–84, 1999.
- [4] F. Russo. A method for estimation and filtering of gaussian noise in images. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 52(4):1148–1154, 2003.

A Appendix

Include additional material, derivations, or data that support your paper but are not essential to the main text.