

一种基于稀疏编码和字典学习改进的单幅图像去雨方法

赵伟

(四川大学计算机学院,成都 610065)

摘要:

在日常生活中,恶劣天气例如雨、雾等时常出现,对我们的生活造成一定的困扰。同时也一定程度地影响着我们的日常使用行车记录设备甚至户外摄像头的使用。随着电子设备的快速发展,电子设备的性能快速提升并且价格逐步下降,因而行车记录设备和户外摄像头的普及率逐渐提高。由于恶劣天气导致此类设备获取的带雨线图像的可利用价值降低的问题变得日益突出。提出一种基于经典的稀疏编码和字典学习的单幅去雨图像的改进方法,加入基于二阶导数的 Laplace 变换和非局部均值滤波器加强了预处理过程。从而弥补原方法在预处理过程中,分离所得到低频部分的图像缺少足够的纹理细节。经过实验证明,该改进能够明显地使得图像的滤波过程中获得更多的细节部分。

关键词:

雨线;非局部均值滤波器;Laplace 变换;低频部分

0 引言

现代计算机硬件设备高速发展中,高清摄像头以及车载导航系统日益变得智能化。但是恶劣天气如同雨、雾等,导致摄像头等获得的视频或者图像信息质量降低。当前已经存在大量的视频去雨方法,但是仍然缺乏非常高效的单帧去雨方法。传统的基于单幅去雨方法,存在利用字典学习稀疏编码的方法,以及利用核函数回归和非局部均值滤波的方式对检测到的区域进行修补。近些年,随着深度学习的普及,也有研究人员开始关注使用神经网络到传统的去雨方法,但是因为此类方法对数据集要求较高。

1 相关工作

关于视频去雨的去雨方法已经有比较多的研究提出,但是缺乏连续帧的时序信息的单幅去雨方法仍然是一个难题。目前主要存在的去雨方法有:2012 年 Kang 等人提出,文中首先使用一个双边滤波器将一幅图像分解为 LF 和 HF(高频)部分,然后通过使用字典学习和稀疏编码将高频部分分解成为一个“有雨部分”和“无雨部分”。最终的生成的图像可以从图像中移除

雨线并且同时保留大多数的细节。2013 年 Kim 等人提出,文中首先通过分析旋转角和每个像素位置下椭圆刻的长宽比,然后我们利用非局部均值滤波器在适当的选择非局部相邻像素和它们权重的情况下,来检测雨线区域。2017 年 Fu 等人提出,文中使用了深度学习网络来去雨,其中我们利用了一个先验图像域的知识对高频细节进行聚焦,消除背景干扰,使模型聚焦于图像中的雨的结构^[1]。

在以往的工作中,基于 Kang 的字典学习和稀疏编码的方法改进有了不少的相关工作,但是此类方法往往使得去雨之后原图像的边缘细节大量丢失。所以本文提出了基于 Laplace 变换和非局部均值滤波、双边滤波相结合的预处理方法来更好地保留原图的细节信息。

2 改进的单幅去雨方法

基于 Kang 的单帧图像去雨方法,一般过程是利用双边滤波器首先对原图进行高频和低频分离,得到后再利用字典学习和稀疏编码对高频部分进行分离,得到无雨的高频部分,最后结合低频图像部分得到最

终的无雨图像。本文在预处理部分,通过加入 Laplace 变换和形态学处理使得原图边缘细节更好地被保留,同时利用了非局部均值滤波和双边滤波分别对原图和预处理后的图像进行滤波,最后结合两者及高频得到细节信息更丰富的去雨图像。

2.1 数据预处理

在利用字典学习和稀疏编码对原图进行分解之前,我们首先需要对图像进行预处理从而使得滤波之后保留更多的细节信息。首先考虑到单帧带有雨线图像中,雨线通常有相似的方向,我们利用 Laplace 变换可以得到带有雨线和图像边缘的明显轮廓信息。然后我们继续利用双边滤波和非局部均值滤波相结合,获得含有不同程度细节信息的低频图像,与高频分离之后的图像相结合能得到细节信息更丰富的原图。

2.2 稀疏编码和字典学习

稀疏表示理论是近些年比较热门的一个研究方向,因为它对数据中特征的表示能力和提取数据中主要特征的能力表现优秀。随着近年来,机器学习的逐渐兴起吸引了越来越多的学者开始进行相关方向的研究。稀疏表示理论中的稀疏字典是比较重要的,直接影响到了稀疏编码的效果和性能。

字典学习是一个信号处理领域的课题,字典通常是用来稀疏表示或者信号逼近。字典学习的目标,是学习一个过完备字典,从字典中选择少数的字典原子,通过对所选择的字典原子的线性组合来近似表示给定的信号。

稀疏编码是一种使用尽量少的资源却同时能代表更丰富的信息,使用了更少容量并且同时能够加快算法运算速度^[2]。

2.3 非局部均值滤波

非局部均值滤波的主要思想是由图像中具有相似领域结构的像素加权平均得到当前像素的估计值。NL-means 算法执行过程,大窗口是以目标像素 x 为中心的搜索窗口,两个灰色小窗口分别是以 x 、 y 为中心的领域窗口。

2.4 拉普拉斯变换

拉普拉斯变换是一个以二阶导数为基础的边缘检测算子,它利用了图像边缘的二阶导函数会有零交叉的原理检测边缘。拉普拉斯算子具有各向同性的性质,其定义为:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

其中 x 与 y 代表 x - y 平面上的笛卡尔坐标。通常将直角坐标与斜角坐标统称为笛卡尔坐标^[3]。

3 基于稀疏编码和字典学习的去雨方法改进

正如我们所了解的那样,经典的基于 Kang 的去雨方法主要是基于稀疏编码和字典学习。该方法让原图保留更多的细节部分。

3.1 数据预处理

在使用稀疏编码和字典学习之前,我们首先需要对输入图像进行预处理。首先,我们将带雨线图片通过 Laplace 变换进行处理,生成的图像我们再进一步使用 Canny 边缘检测,最终我们利用预定参数下的膨胀得到图像。最后将该图像与原图混合处理之后,将生成的图像一部分用于非局部均值滤波生成低频部分,进一步用于后期处理。其他的部分用于双边滤波,生成的低频部分可以直接用于最终的无雨图像的合成。非局部均值滤波器处理之后的低频部分通过与原图相减得到高频部分的图像,然后经过字典学习和稀疏编码的处理,最终分解成为有雨部分和无雨部分。将前面生成的无雨低频部分和该部分结合可以生成最终的无雨图像。

3.2 流程图

本文提出的算法主要流程如图 1 所示。

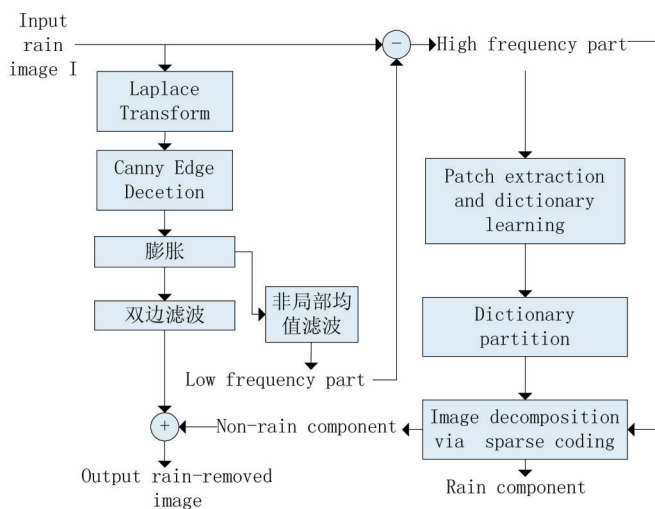


图 1

4 实验结果

通过对经典算法的改进,我们将原论文的输入图像再次输入到模型之中,得到了所需的清晰图像:

经过对比两次处理的结果,我们可以发现我们提出的改进方法明显的保留了原图中的细节部分。



图2 图像雨雾处理结果

参考文献:

- [1]罗玉. 基于稀疏表示的图像复原与增强关键技术研究[J]. 华南理工大学, 2016.
- [2]周子涵. 基于字典学习和稀疏编码图像质量评估方法[J]. 华南理工大学, 2019.

作者简介:

赵伟(1993-),男,四川广元人,硕士研究生,研究方向为图像处理

收稿日期:2019-12-31 修稿日期:2020-01-20

5 结语

单帧图像去雨在智能监控等领域中有非常广泛的应用,笔者加入 Laplace 变换和非局部均值滤波器优化的单幅图像去雨方法可以有效的去雨并且保留图像中的边缘信息。但是仍然存在雨图去雨不清楚,并且保留轮廓信息不足够等情况。

An Improved Method for Single-Image-Based Rain Streaks Removal via Image Decomposition

ZHAO Wei

(College of Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065)

Abstract:

In daily life, bad weather conditions such as rain, fog usually occurs, causing some trouble to our life. Meanwhile, it damages how car driving recorders and outdoor cameras work in our daily life, to some degree. With the fast development of digital equipment, its performance gets outstanding improvement and price declines slowly. Therefore car driving recorders and outdoor cameras has become more and more common. The value of images with rain steak captured by car driving recorders and outdoor cameras has decreased, attracting more and more attention. Based on such situation, we proposed an improved method based on traditional single-image rain steak removal, in which we used Laplace transform with the Introduction of Second Derivative and both Non-local means filter and bfilter to enforce preprocessing. Then in the final image, the low frequency image will get more detailed content. With the demonstration, the final image get more detailed content.

Keywords:

Laplace Transform; Non-Local Means Filter; Low Frequency Image