

航拍图像去雾算法研究

Research aerial image defogging algorithm

惠霄霄*

HUI Xiao-xiao

摘要

针对现有去雾算法实时性和去雾效果差的问题,本文改进了基于暗通道的去雾算法,使其更加适用于航拍图像。首先对图像进行四分法,求取每一个图像块内像素最大的值,求平均值,即可得到大气光值。其次,用均值滤波求取透射率,并用导向滤波进行优化。最后复原出去雾后的图像。通过实验证明,本文算法简单实用,实时性好,具有一定的应用价值。

关键词

图像去雾; 大气物理模型; 暗通道; 均值滤波

Abstract Aiming at the problem of real-time and poor de-fog effect of the existing de-fog algorithm, this paper improves the de-fog algorithm based on dark channel to make it more suitable for aerial image. First, the image is quadrilateral method, the maximum value of the pixels in each image block is obtained, and the average value is obtained, and the atmospheric light value can be obtained. Secondly, the transmittance is obtained by mean filtering and optimized by guided filtering. Finally restored the image after the fog. Experiments show that the algorithm is simple and practical, real-time is better, has a certain application value.

Key words Haze removal; The physical model of atmosphere; Dark channel; Mean filtering

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2017.10.012

1 引言

无人机在进行航拍时经常会受恶劣天气的影响,从而不能拍摄出清晰的图像,航拍不能一直进行,因此对航拍图像进行去雾处理很有必要。然而现有的去雾算法在处理航拍图像时存在着不同的缺陷,例如对图像中出现天空的部分和白色物体处理不佳、实时性差等。因此本文在现有算法的基础上进行改进,使其更适应于航拍图像,具有较好的实时性和去雾效果。

目前去雾算法有两种,一种是图像增强的处理方法,该方法通过图像增强,突出有用信息,削弱一些无用信息。另外一种是基于物理模型的复原方法^[1-6],该方法是基于图像退化的原理和大气散射规律建立图像退化模型,实现场景的复原。

本文对基于暗通道优先的图像去雾算法进行改进,使其

更加适应于航拍图像的去雾,该方法具有去雾速度快,同时具有较强的适应性,使去雾后的图像能够保证更好的去雾效果,同时大大降低了运算的复杂度,提高了运算的速度和效率。

2 雾图形成的物理模型

要对雾图进行去雾处理,必须建立图像退化的物理模型。本文参考的物理模型是在计算机视觉和图形领域广泛使用的McCarney 大气散射模型^[7],建立其对应的数学模型如下:

$$I(x) = t(x)J(x) + A(1 - t(x)) \quad (1)$$

(1)式中, x 表示像素点的坐标; $I(x)$ 表示观察到的图像; $J(x)$ 表示去雾后的图像; A 表示全局大气光; $t(x)$ 表示透射率; $t(x)J(x)$ 是直接衰减项; $A(1 - t(x))$ 是大气光照成分。去雾的目的是从 $I(x)$ 恢复出无雾图像 $J(x)$ 。

3 基于暗通道的去雾算法

3.1 暗通道原理

* 西安石油大学计算机学院 陕西西安 710065

暗通道原理是一种对无雾图像进行统计的规律^[8]。

Kaiming He 等人在研究无雾图像时发现,在一副户外无雾图像的任意小块中,总有至少一个像素点,它其中的一个颜色通道强度值很低,称之为暗原色,用公式表述为:

$$J^{dark}(x) = \min_{y \in \Omega(x)} (\min_{c \in \{r, g, b\}} J^c(y)) \quad (2)$$

其中 J^{dark} 称为图像的暗原色,其总是很低且趋近于0, J^c 为 J 的一个颜色通道, $\Omega(x)$ 是以 x 为中心的一块区域。

3.2 暗通道去雾方法

由去雾的物理模型可知,去雾的目的是根据有雾图像复原出无雾图像。由式(1)可估算出 A 和 $t(x)$,即可复原出去雾后的图像。首先,利用暗通道原理估算出图像的透射率图,再估算出大气光照强度值,最后恢复出去雾后的图像 $J(x)$ 。具体步骤为:

- (1) 将输入的带雾图像分成大小为15 * 15像素的块,求取暗通道图;
- (2) 假设大气光照强度已知,的情况下,利用暗通道原理粗略估算出透射率图;
- (3) 利用软抠图方法优化透射率图;
- (4) 利用暗通道原理估算出大气光照强度;
- (5) 根据大气物理模型,恢复出去雾后的图像。

2010年He等人又提出了利用导向滤波来优化透射率的方法^[9]。

4 基于暗通道的改进算法

4.1 大气光值的选取

一般认为大气光值是图像中最亮的部分,然而当图像中出现白色物体时,很可能选取出来的大气光值是白色物体,从而导致误选。为了防止此类错误的发生,本文采用四分法的方法,选取每一个区域的像素最大的值,然后取平均值,这样求取出来的大气光值更加接近于真实大气光照强度。

4.2 透射率的获取

变换大气物理模型公式,可得下式:

$$\frac{I(x)}{A} = t(x) \frac{J(x)}{A} + 1 - t(x) \quad (3)$$

对公式(3)两边进行两次最小值滤波,可得:

$$\min_{y \in \Omega(x)} (\min_{c \in \{r, g, b\}} \frac{J^c(y)}{A}) = t(x) \min_{y \in \Omega(x)} (\min_{c \in \{r, g, b\}} \frac{J^c(y)}{A}) + 1 - t(x) \quad (4)$$

由暗通道原理,结合公式(4),可得:

$$t_{\min}(x) = 1 - \min_{y \in \Omega(x)} (\min_{c \in \{r, g, b\}} \frac{J^c(y)}{A}) \quad (5)$$

可得到透射率的粗略值。

4.3 透射率的优化

暗通道原理在求取透射率图时,使用的是最小值滤波,然而最小值滤波并不符合大部分航拍图像景物深度基本一致的情况,也不利于景物深度变化较大的区域透射率的估算。采用均值滤波能够更符合图像深度均匀分布这一特性,因此本文采用均值滤波来求取雾图的暗通道图。

首先,利用最小值滤波求取原图像的暗通道图,设为 $E(x)$,则有:

$$E(x) = \min_{c \in \{r, g, b\}} (I^c(x)) \quad (6)$$

然后,对最小通道图进行均值滤波,设 $E_{ave}(x)$,则有:

$$E_{ave}(x) = average_{S_d}(M(x)) \quad (7)$$

其中, S_d 表示均值滤波窗口的大小,则经过均值滤波的透射率为:

$$t_{ave}(x) = 1 - \left(\frac{E_{ave}(x)}{A} \right) \quad (8)$$

根据暗通道原理得到的透射率 $t_{\min}(x)$ 更加接近真实透射率 $t_{actual}(x)$,均值滤波得到的透射率 t_{ave} 总是小于 $t_{\min}(x)$,要使均值滤波得到的透射率更加接近真实的透射率,引入一个参数 w ,即:

$$t_{ave}(x) = 1 - w \left(\frac{E_{ave}(x)}{A} \right) \quad (9)$$

式中: $0 \leq w \leq 1$,当 w 较小时,得到的透射率会比较大,去雾后的图像偏白;当 w 较大时,得到的透射率会比较小,去雾后的图像较暗。为了保证去雾后的效果,本文设定 w 的值为0.8,这样更接近真实的透射率。

“He”算法在处理图像时,存在天空部分处理不好的问题,针对此类问题,我们设置一个阈值,当 $t_{ave}(x) < 0.12$ 时,取透射率 $t(x) = 0.8$,防止天空区域出现失真。

最后对透射率进行导向滤波处理,减轻块效应。

5 实验结果与分析

5.1 去雾效果对比分析

通过对比分析可以看出,文献[8]采用的算法在处理航

拍图像时出现了明显的失真，本文算法很好地解决了这个问题，同时去雾效果较好。



原始图像



文献 [8] 算法



本文算法

图 1 结果对比

5.2 实时性对比分析

表 1 不同算法运行时间对比

图像 / ()	“he” 算法所用时间 /s	本文算法所用时间 /s
原始图像 1 ()	5.048	2.809
原始图像 2 ()	3.014	1.135
原始图像 3 ()	1.050	0.284

从表 1 中可以看出本文较文献 [8] 算法，具有较高实时性，再进行优化，可以进一步提高算法的实时性。

6、结论

本文算法是在大气物理模型的基础上，结合暗通道原理进行改进的，通过与已有的去雾算法对比，本文算法在去雾效果和执行时间上都有了很大的改善，具有较好的应用前景。

参考文献：

- [1] 陆士猛，刘昌锦．无人机侦察图像快速去雾算法[J]．红外技术，2015(10):847-851.
- [2] 嵇晓强，戴明，尹传历，等．航拍降质图像的去雾处理[J]．光学精密工程，2011，19(7):1659-1668.
- [3] 陈茹，张珍明，陈龙．一种基于暗通道的航拍图像去雾算法[J]．无线电工程，2016，46(11):38-41.
- [4] 刘巧玲，张红英，林茂松．一种简单快速的图像去雾算法[J]．计算机应用与软件，2013，30(7):71-74.
- [5] 蒋建国，侯天峰，齐美彬．改进的基于暗原色先验的图像去雾算法[J]．电路与系统学报，2011，16(2):7-12.
- [6] 刘倩，陈茂银，周东华．基于单幅图像的快速去雾算法[C]//中国控制与决策会议．2013.
- [7] 孙抗，汪渤，周志强，等．基于双边滤波的实时图像去雾技术研究[J]．北京理工大学学报，2011，31(7):810-813.
- [8] He K, Sun J, Tang X. Single image haze removal using dark channel prior[C]//Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on. IEEE, 2009:1956-1963.
- [9] He K, Sun J, Tang X. Guided Image Filtering[C]//European Conference on Computer Vision. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010:1-14.

【作者简介】惠霄霄(1989-)，男，陕西榆林人，硕士研究生，研究方向为计算机软件与理论。

(收稿日期：2017-09-11)