

基于分水岭算法的无人机航拍图像混合处理方法研究

王妙妙

(山西应用科技学院,山西省太原市,030000)

摘要 无人机航拍图像通常包含复杂的地理特征和噪声干扰,这导致处理后的图像峰值信噪比值仍较低,为此研究基于分水岭算法的无人机航拍图像混合处理方法。对无人机航拍图像进行预处理以增强图像质量,再利用分水岭算法对预处理后的图像进行分割,识别出不同的图像区域。在这个过程中抑制过分割,实现图像的混合处理。实验结果表明该方法在性能、稳定性和实际应用潜力方面均表现出色,为无人机航拍图像的处理提供了一种新的有效方法。

关键词 分水岭算法;无人机航拍图像;图像混合处理

中图分类号:TP391.4 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2025)08-0028-03

随着无人机技术的飞速发展,航拍图像已成为众多领域不可或缺的数据来源。多种图像处理方法中,文献^[1]结合颜色空间转换和高斯混合模型(GMM),首先使用高斯混合模型来完成图像的分割,并使用开放源码的视觉库中的函数来实现对物体的放大与分割。文献^[2]综合去雾和曝光融合的颜色校正来解决均衡后图像过增强的问题。但二者对于复杂噪声的处理和抑制过分割现象的能力有限,导致图像峰值信噪比较低。为了解决这些问题,本文提出了基于分水岭算法的无人机航拍图像混合处理方法。本研究旨在结合分水岭算法与先进的图像处理技术,实现对无人机航拍图像的高效、准确处理,为后续的图像分析和应用提供有力支持。

1 无人机航拍图像预处理

在无人机航拍图像的处理流程中,图像预处理是至关重要的一步。由于无人机拍摄环境的多变性和复杂性,原始航拍图像往往包含噪声、光照不均、色彩失真等问题。因此,预处理过程旨在减少不必要的干扰因素。

在无人机航拍图像的预处理中,灰度化是一种把彩色图像转化成灰度图像的方法,它能使后面的处理工作变得简单。本文提出了一种基于均值的灰度变换方法。设彩色图像中某像素点的红、绿、蓝三个分量分别为 R 、 G 和 B ,则该像素点灰度化后的灰度值通过以下公式计算:

$$I(x,y) = \frac{R+G+B}{3} \quad (1)$$

为了进一步突出和增强无人机航拍图像中的细节纹理信息,本文在灰度化的基础上设计了一种多尺度细节增强算法。该算法通过在不同尺度上对图像进行细节提取和增强,使得图像的细节纹理更加清晰、突出。设高斯模糊后的图像为 $I_G(x,y)$,则高斯模糊可以通过以下卷积运算来实现:

$$I_G(x,y) = I(x,y) * \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

其中, σ 是高斯函数的标准差,决定了模糊的程度。通过以上步骤的处理,无人机航拍图像的预处理工作得以完成。

2 利用分水岭算法分割图像

经过预处理后的无人机航拍图像,其质量得到了显著提升,为后续的图像分割提供了良好的条件。接着本文利用分水岭算法识别出不同地理特征之间的边界,为后续的图像分析和应用提供了有力的支持。

在图像处理领域,分水岭算法是一种基于数学

作者简介:王妙妙(1994~),女,山西吕梁人,硕士,讲师,研究方向:三维重建。

形态学和拓扑学原理的杰出分割技术。该方法能够精准地识别图像中那些细微而关键的边缘,从而捕捉并描绘出连通、封闭且定位准确的物体轮廓。分水岭形象图如图1所示。

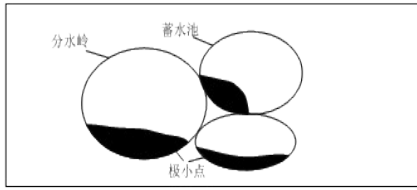


图1 分水岭形象图

对于二值图像中的前景像素(假设值为1,背景为0),计算图像中每个像素点与特定区域之间的距离,将二值图像转换为包含丰富灰度信息的图像。

设 $D(x, y)$ 表示点 (x, y) 到最近背景像素的距离。欧式距离的具体计算公式为:

$$D(x, y) = \sqrt{(x - x_{bg})^2 + (y - y_{bg})^2} \quad (3)$$

其中, (x_{bg}, y_{bg}) 是离 (x, y) 最近的背景像素的坐标。距离变换后的图像可以作为分水岭算法的一个输入。在分水岭算法中,首先通过计算图像的梯度图来识别可能的边缘^[3]。然后对梯度图进行标记处理,使用标记处理后的梯度图作为输入,应用分水岭算法进行图像分割。为得到图像的边缘信息,通常把梯度图像作为输入图像。梯度图像的计算公式如下:

$$g(x, y) = \sqrt{[D(x, y) - D(x-1, y)]^2 + [D(x, y) - D(x, y-1)]^2} \quad (4)$$

分水岭算法通过模拟水在梯度图上的流动来实现。当水从每个“盆地”的底部开始上升时,它会在“山脊”处相遇并形成分界线,这些分界线就是图像的分割边界。

3 抑制过分分割实现图像混合处理

虽然分水岭算法在图像分割方面表现出色,但直接应用于无人机航拍图像时,可能会产生过分分割现象,即将图像中的一些细小区域错误地划分为不同的分割区域。为了解决这个问题,本文采用一系列技术手段来抑制过分分割,实现图像的混合处理。为了避免过度分割,在梯度图上进行标记处理。

3.1 内部标记

内部标记通常对应于梯度图中的局部最小值,这些最小值可能表示前景对象的内部区域。在梯

度图 $g(x, y)$ 中找到满足局部最小值条件的点集合^[5]。局部最小值条件可以表述为:

$$M_{int} = \{(x, y) | g(x, y) \leq g(x \pm 1, y), g(x, y) \leq g(x, y \pm 1)\} \quad (5)$$

本文只考虑水平和垂直相邻的像素。

3.2 外部标记

外部标记通常设置在背景或前景对象之间的边界上,用于指导分水岭算法在何处停止分割。这些标记可以通过分析梯度图或原始图像中的边缘、纹理或其他特征来自动确定。

在得到内部标记和外部标记后,使用这些标记修改原始的梯度图。将内部标记位置的梯度值设为局部最小值(如0),而将外部标记位置的梯度值设为局部最大值(或高于其他位置的梯度值)。然后,应用分水岭算法于修改后的梯度图,以得到分割结果。在得到分割结果后,可以根据需要对不同的分割区域进行混合处理。

通过上述步骤,可以有效地抑制无人机航拍图像在分水岭算法处理时产生的过分分割现象,并实现图像的混合处理。

4 实验

4.1 实验准备

本次实验选取了一处历史悠久的古建筑——某古城堡作为拍摄对象。该城堡位于一个风景如画的自然环境中,周围环绕着郁郁葱葱的树木和蜿蜒曲折的小径。城堡本身历经数百年风雨,却依旧屹立不倒,成为该地区的标志性建筑。

为了充分展示该城堡的魅力和细节,使用无人机进行了五次不同角度和光照条件下的航拍。详见表1。

本文在基于Windows 11 Pro 64位操作系统的计算机上进行基于分水岭算法的无人机航拍图像混合处理方法的研究。该计算机配备强大的Intel (R)Core(TM)i7-12700H处理器,主频高达3.50GHz,并且拥有32.0GB的高速内存,确保实验过程的高效和稳定性。

选择峰值信噪比(PSNR)为实验评估指标,峰值信噪比用于评价融合后图像的有效信息与噪声的比值,反映图像的失真程度。PSNR值越高,表示融合图像的质量越好。

4.2 实验结果与分析

在进行了无人机航拍图像的混合处理实验后,

表1 实验数据

照片编号	像素	光线条件	角度描述
照片一	5472×3648	清晨阳光斜射,城堡轮廓清晰,树木投影在城堡表面,形成丰富光影。	正面稍带俯视,展现城堡整体布局和周围环境
照片二	5472×3648	中午阳光直射,城堡表面反射强烈光芒,色彩鲜艳。	侧面低角度,突出城堡高大和威严
照片三	5472×3648	傍晚时分,夕阳余晖洒在城堡上,营造温暖浪漫氛围。	城堡后方远观,展现城堡与夕阳和谐共存
照片四	5472×3648	阴天,光线柔和,城堡轮廓在灰蒙蒙天空下显得沉稳。	顶部俯视,全面展示城堡屋顶结构和院落
照片五	5472×3648	夜晚,城堡被灯光点亮,展现神秘迷人风貌。	正面中景,聚焦城堡主要建筑和灯光效果

采用峰值信噪比(PSNR)作为主要的评价指标。选择文献^[1]与文献^[2]与本文方法进行对比,三种混合处理方法下的图像峰值信噪比值如表2所示。

表2 混合处理后图像峰值信噪比

实验编号	本文方法 PSNR值	文献 ^[1] PSNR值	文献 ^[2] PSNR值
1	32.15dB	29.83dB	30.27dB
2	33.42dB	30.51dB	31.15dB
3	31.89dB	29.32dB	29.98dB
4	34.06dB	31.65dB	32.01dB
5	32.97dB	30.12dB	30.85dB

本文提出的无人机航拍图像混合处理方法在PSNR值上普遍高于文献^[1]和文献^[2]中的方法。这表明本文方法在处理无人机航拍图像时具有更好的性能,能够更有效地保留图像中的细节信息,减少失真。从五组实验数据来看,本文方法的PSNR值在不同实验条件下均保持在一个相对较高的水平,具有较好的稳定性和泛化能力,能够应对不同光线、角度等条件下的无人机航拍图像。同时在每组实验中,本文方法的PSNR值都明显高于文献^[1]和文献^[2]中的方法,这验证了本文方法在处理无人机航拍图像混合方面的有效性。特别是与文献^[2]相比,本文方法在部分实验(如实验编号4)中取得了显著

的PSNR值提升。综上可知,本文方法在实际应用中具有重要的指导意义。

5 结语

基于分水岭算法的无人机航拍图像混合处理方法研究,取得了显著效果。该方法有效提升了图像分割的准确性和效率,为无人机航拍图像的分析和应用提供了有力支持。然而,仍存在对复杂场景和极端光照条件下图像处理的不足。展望未来,我们将继续探索优化算法,结合深度学习等先进技术,以期实现对无人机航拍图像更高精度、更智能化的处理,为相关领域的发展贡献更多力量。

参考文献

- [1] 冷月妍.基于高斯混合模型的图像处理方法[J].现代信息技术,2022,6(19):57-60.
- [2] 李亮亮,任佳,王鹏,等.基于曝光融合的无人机航拍图像增强算法[J].西北工业大学学报,2022,40(06):1327-1334.
- [3] 宋杭选,刘智洋,孙泽锋,等.基于生成对抗网络的无人机航拍输电线路图像关键信息提取[J].黑龙江电力,2022,44(05):462-466+470.
- [4] 阚玉达.基于U-Net和改进分水岭算法的露天矿爆堆矿石图像分割方法[J].金属矿山,2023,(08):272-277.
- [5] 张帅兵,任亚飞,张宝池,等.基于距离变换和分水岭算法的图像分割研究[J].现代信息技术,2022,6(05):101-103+107.