



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113409225 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202110791880.9

CN 111242878 A, 2020.06.05

(22) 申请日 2021.07.13

CN 106530250 A, 2017.03.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

AU 2020104021 A4, 2021.02.18

申请公布号 CN 113409225 A

US 2020134793 A1, 2020.04.30

(43) 申请公布日 2021.09.17

王鹏. 基于光照和反射分析的低光照图像颜色增强. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》. 2017, (第03期), I138-4836.

(73) 专利权人 北京科技大学

刘金华. 基于元启发式算法的低照度图像增强研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》. 2020, I138-968.

地址 100000 北京市海淀区学院路30号

(72) 发明人 王龙 刘欣然 王中举 黄超 罗熊

F Marin 等. Color Image Enhancement Using Multiscale Retinex Based on Particle Swarm Optimization Method. 《CCISP》. 2018, 1-7.

(74) 专利代理机构 深圳知帮办专利代理有限公司 44682

专利代理师 李贻

Xinran LIU 等. A Hybrid Retinex-Based Algorithm for UAV-Taken Image Enhancement. 《IEICE TRANS》. 2021, 第E104-D卷 (第11期), 2024-2027.

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103593830 A, 2014.02.19

CN 110610463 A, 2019.12.24

CN 112669242 A, 2021.04.16

审查员 黄娟

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

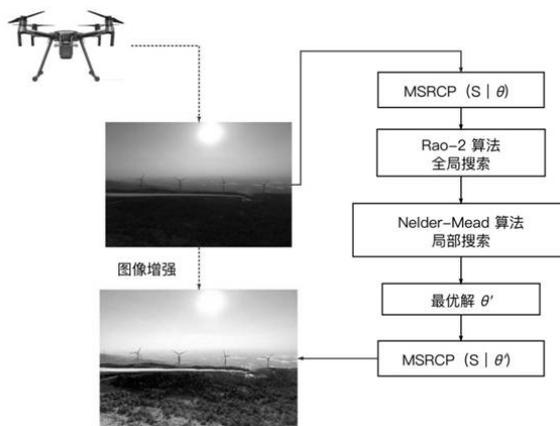
(54) 发明名称

基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法

(57) 摘要

本发明公开了基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法, 涉及无人机拍摄图像增强技术领域, 具体为基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法, 包括以下步骤: S1、采用多尺度Retinex的MSRCP模型对无人机拍摄的劣质图像进行增强处理; S2、基于MSRCP模型, 并使用两阶段优化算法调整其控制参数; S3、MSRCP模型的两阶段优化算法为Rao-2算法和NM算法, 其中, Rao-2算法用于全局搜索, NM算法负责局部搜索; S4、应用Rao-2算法进行全局搜索, 得到目标函数局部最优解; S5、使用NM单纯形法通过局部搜索改进结果; S6、将最后得到的最优解作为MSRCP模型的参数, 达到最优的图像增强效果。本发明中, 对比度大大增强; 图像细节大部分保留; 图像更加自然, 以及极大的减轻了本发明方法的计算量, 提高了计算

速度。



CN 113409225 B

1. 基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,包括以下步骤:
 - S1、采用多尺度Retinex的MSRCP模型对无人机拍摄的劣质图像进行增强处理;
 - S2、基于MSRCP模型,并使用两阶段优化算法调整其控制参数;
 - S3、MSRCP模型的两阶段优化算法为Rao-2算法和NM算法,其中,Rao-2算法用于全局搜索,NM算法负责局部搜索;
 - S4、应用Rao-2算法进行全局搜索,得到目标函数局部最优解;
 - S5、使用NM单纯形法通过局部搜索改进结果;
 - S6、将最后得到的最优解作为MSRCP模型的参数,达到最优的图像增强效果。
2. 根据权利要求1所述的基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,其特征在于,所述步骤S2中,MSRCP模型可以用等式(1)和(2)表示:

$$A = \min\left[\frac{255}{\max(S_{Ri}, S_{Gi}, S_{Bi})}, \frac{f_{cb}(R_{MSR_{int}}, P_t, P_b)}{S_{int}}\right] \quad (1)$$

$$R_{MSRCP_i} = A \cdot S_i \quad (2)$$

其中 S_{Ri} 、 S_{Gi} 、 S_{Bi} 是输入图像S的三种颜色通道, S_{int} 是 $R_{MSR_{int}}$ 输入的图像强度, $R_{MSR_{int}}$ 是S图像应用MSR模型的输出, f_{cb} 是一个色彩平衡函数,它将一个颜色通道的值扩展为两个值,顶部裁剪像素的百分比(pt)和底部裁剪像素的百分比(pb), S_i 为输入图像第i个光谱中的图像分布。

3. 根据权利要求1所述的基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,其特征在于,为了在不同的图像场景中找到合适的参数,将MSRCP模型转化为了一个优化问题,如公式(3)所示:

$$\begin{aligned} \max_{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, p_t, p_b} \quad & \text{CEIQ} [f_{MSRCP}(S | \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, p_t, p_b)] \\ \text{s.t.} \quad & 0 \leq \sigma_1 \leq 50 \\ & 51 \leq \sigma_2 \leq 100 \\ & 101 \leq \sigma_3 \leq 255 \\ & 0.01 \leq p_t \leq 0.05 \\ & 0.95 \leq p_b \leq 0.99 \end{aligned} \quad (3)$$

其中S是输入图像, σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 p_t 、 p_b 是MSRCP模型的控制参数,CEIQ是基于对比度增强的图像质量度量。

4. 根据权利要求1所述的基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,其特征在于,所述步骤S4中,Rao-2算法的更新策略定义为等式(4)和(5):

$$P'_{j,k,i} = P_{j,k,i} + r_{1,j,i} (P_{j,best,i} - P_{j,worst,i}) + r_{2,j,i} (|P_{j,k,i} \text{ or } P_{j,1,i}| - |P_{j,1,i} \text{ or } P_{j,k,i}|) \quad (4)$$

$$P_{k,i+1} = \begin{cases} P'_{k,i}, & \text{if } f(P'_{k,i}) \geq f(P_{k,i}) \\ P_{k,i}, & \text{if } f(P'_{k,i}) < f(P_{k,i}) \end{cases} \quad (5)$$

其中 $P_{j,best,i}$ 和 $P_{j,worst,i}$ 分别是 j^{th} 变量的最佳候选解与最差候选解, $P'_{j,k,i}$ 是 $P_{j,k,i}$ 更新后的解, $r_{1,j,i}$ 和 $r_{2,j,i}$ 是 j^{th} 期间的两个随机数,其值在[0,1]范围内, $f(P_{k,i})$ 和由候选解 $P_{k,i}$ 得到的适应度值。

5. 根据权利要求1所述的基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,其特征在于:所述

步骤S5中,在Rao-2结果的基础上,采用NM算法,只使用函数值来最小化标量值非线性函数,并根据函数的局部行为通过初始、反射、膨胀和收缩四个基本过程重新缩放(n+1)个顶点的单纯形,以及经过这些步骤,单纯形可以自我改进并逐渐逼近最优解。

6.根据权利要求1所述的基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,其特征在于:所述步骤S6中,通过改进后的Rao-2算法优化Retinex的参数,以实现图像增强的最佳参数。

基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机拍摄图像增强技术领域,具体为基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法。

背景技术

[0002] 无人机技术的最新进展促进了它们在各个领域的应用,例如基础设施表面检查、远程救援和农场害虫防治等。由于许多基于无人机的应用程序依赖于无人机拍摄的图像,因此非常需要相关的图像处理算法,但在实际操作中,由于光线不足或恶劣的天气条件等外部因素,可能致使捕获的图像丢失重要的细节和信息,这些图像中经常观察到黑暗和模糊的区域,难以识别物体细节,从而导致计算机视觉算法在目标检测、目标跟踪和语义分割等不同任务中的性能可能会受到影响。

[0003] 图像增强是数字图像处理中不可避免的一部分,它修改图像中细节的可解释性和感知来为计算机或人类视觉系统优化输入的图像,许多图像增强技术的目的都是为了获得因不同光照条件而看不到的图像的细节,例如直方图均衡、伽马校正、同态滤波、滤波强度变换等。图像增强算法可以提高原始收集图像的质量和信含量,因此,为无人机拍摄的图像开发合适的图像增强算法具有重要意义,在这其中最具有挑战性的部分是调整参数和缺乏统一的算法,绝大多数图像增强算法的参数需要手动调整以获得合适的结果。

[0004] 基于Retinex的图像增强方法中通常会包含多个控制参数,例如高斯尺度、增益和偏移等,需要根据图像手动调整参数,这导致在应对不同的环境、场景时,无法保证基于Retinex图像增强方法的鲁棒性。

[0005] 将PSO应用于MSRCP模型的参数优化,获得了更好的结果,不仅在低光照条件下提供真实的色彩忠诚度,同时也避免了色彩失真,并利用花授粉算法为多尺度Retinex (MSR) 算法搜索不同尺度高斯滤波器的最佳权重。然而,应用的进化计算算法通常包含算法特定的参数,调整这些引入的参数需要更多的计算成本。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提供了基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,解决了上述背景技术中提出现有的问题。

[0007] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,包括以下步骤:

[0008] S1、采用多尺度Retinex的MSRCP模型对无人机拍摄的劣质图像进行增强处理;

[0009] S2、基于MSRCP模型,并使用两阶段优化算法调整其控制参数;

[0010] S3、MSRCP模型的两阶段优化算法为Rao-2算法和NM算法,其中,Rao-2算法用于全局搜索,NM算法负责局部搜索;

[0011] S4、应用Rao-2算法进行全局搜索,得到目标函数局部最优解;

[0012] S5、使用NM单纯形法通过局部搜索改进结果;

[0013] S6、将最后得到的最优解作为MSRCP模型的参数,达到最优的图像增强效果。

[0014] 可选的,所述步骤S2中,MSRCP模型可以用等式(1)和(2)表示:

$$[0015] \quad A = \min \left[\frac{255}{\max(S_{Ri}, S_{Gi}, S_{Bi})}, \frac{f_{cb}(R_{MSR_{int}}, P_t, P_b)}{S_{int}} \right] \quad (1)$$

$$[0016] \quad R_{MSRCP_i} = A \cdot S_i \quad (2)$$

[0017] 其中 S_{Ri} 、 S_{Gi} 、 S_{Bi} 是输入图像S的三种颜色通道, S_{int} 是 $R_{MSR_{int}}$ 输入的图像强度, $R_{MSR_{int}}$ 是S图像应用MSR模型的输出, f_{cb} 是一个色彩平衡函数,它将一个颜色通道的值扩展为两个值,顶部裁剪像素的百分比(pt)和底部裁剪像素的百分比(pb)。

[0018] 可选的,为了在不同的图像场景中找到合适的参数,将MSRCP模型转化为了一个优化问题,如公式(3)所示:

$$[0019] \quad \max_{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, p_t, p_b} \text{CEIQ} [f_{MSRCP}(S | \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, p_t, p_b)] \quad (3)$$

$$s.t. \quad 0 \leq \sigma_1 \leq 50$$

$$[0020] \quad 51 \leq \sigma_2 \leq 100$$

$$[0021] \quad 101 \leq \sigma_3 \leq 255$$

$$[0022] \quad 0.01 \leq p_t \leq 0.05$$

$$[0023] \quad 0.95 \leq p_b \leq 0.99$$

[0024] 其中S是输入图像, σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 p_t 、 p_b 是MSRCP模型的控制参数,CEIQ是基于对比度增强的图像质量度量。

[0025] 可选的,所述步骤S4中,Rao-2算法的更新策略定义为等式(4)和(5):

$$[0026] \quad P'_{j,k,i} = P_{j,k,i} + r_{1,j,i} (P_{j,best,i} - P_{j,worst,i}) + r_{2,j,i} (|P_{j,k,i} \text{ or } P_{j,l,i}| - |P_{j,l,i} \text{ or } P_{j,k,i}|) \quad (4)$$

$$[0027] \quad P_{k,i+1} = \begin{cases} P'_{k,i}, & \text{if } f(P'_{k,i}) \geq f(P_{k,i}) \\ P_{k,i}, & \text{if } f(P'_{k,i}) < f(P_{k,i}) \end{cases} \quad (5)$$

[0028] 其中 $P_{j,best,i}$ 和 $P_{j,worst,i}$ 分别是 j^{th} 变量的最佳候选解与最差候选解, $P'_{j,k,i}$ 是 $P_{j,k,i}$ 更新后的解, $r_{1,j,i}$ 和 $r_{2,j,i}$ 是 j^{th} 期间的两个随机数,其值在 $[0,1]$ 范围内, $f(P_{k,i})$ 和由候选解 $P_{k,i}$ 得到的适应度值。

[0029] 可选的,所述步骤S5中,在Rao-2结果的基础上,采用了由Nelder和Mead提出NM算法,此算法属于无导数非线性优化搜索方法,只使用函数值来最小化标量值非线性函数,没有任何导数信息,并根据函数的局部行为通过初始、反射、膨胀和收缩四个基本过程重新缩放(n+1)个顶点的单纯形,以及经过这些步骤,单纯形可以自我改进并逐渐逼近最优解。

[0030] 可选的,所述步骤S6中,通过改进后的Rao-2算法优化Retinex的参数,以实现图像增强的最佳参数。

[0031] 本发明提供了基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,具备以下有益效果:

[0032] 1、该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法中,Retinex是一种模拟人类视觉系统的非线性图像增强算法,它基于人类视觉的亮度和颜色感知,具有颜色恒常性、高动态范围并且可以锐化细节的功能;本发明提出了改进Rao-2算法来优化Retinex图像增强方法的参数。

[0033] 2、该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法中,使用过多种进化算法调整了具有色度保留的多尺度Retinex(MSRCP)模型的参数,获得了更好的结果。

[0034] 3、该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法中,通过改进后的Rao-2算法优化Retinex的参数,以实现图像增强的最佳参数;所提出的方法结果与使用Retinex算法的标准和现有方法相比,提高了彩色图像的质量,并在颜色质量和清晰度方面实现了高性能,同时由于改进后的Rao-2与其他进化算法相比无需特定的控制参数,减少了算法的计算成本。

[0035] 4、该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法中,改进后的Rao-2算法通过两阶段优化以调整实现图像增强的最佳参数,这使得所提出的方法与使用Retinex算法的标准和现有方法相比,不仅在低光照条件下提供真实的色彩忠诚度,也避免了色彩失真,确保对于无人机在不同场景下拍摄的图片保持良好的鲁棒性,同时改进Rao-2算法与现有方法中使用的进化算法相比,只存在公共参数而无需特定参数,因此避免耗费计算量,提升了算法的效率。

[0036] 5、该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法提出了一种基于Retinex的图像增强混合算法来提高无人机捕获的图像质量,以及所采用的MSRCP模型的参数通过两阶段优化计算的改进Rao-2算法自动调整。

[0037] 6、该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法通过自动调整MSRCP模型的参数,极大的增强了该模型图片增强方法的鲁棒性,将本发明的模型应用到无人机图像中与现有的方法相比能得到的有益效果,对比度大大增强;图像细节大部分保留;图像更加自然,并且由于改进后的Rao-2算法只包含公共参数,并无特定参数,因此极大的减轻了本发明方法的计算量,提高了计算速度。

附图说明

[0038] 图1为本发明方法流程图。

[0039] 图2为本发明结构示意图。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0041] 在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上;术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“前端”、“后端”、“头部”、“尾部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0042] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0043] 请参阅图1和图2,本发明提供一种技术方案:基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,包括以下步骤:

[0044] S1、采用多尺度Retinex的MSRCP模型对无人机拍摄的劣质图像进行增强处理;

[0045] S2、基于MSRCP模型,并使用两阶段优化算法调整其控制参数;

[0046] S3、MSRCP模型的两阶段优化算法为Rao-2算法和NM算法,其中,Rao-2算法用于全局搜索,NM算法负责局部搜索;

[0047] S4、应用Rao-2算法进行全局搜索,得到目标函数局部最优解;

[0048] S5、使用NM单纯形法通过局部搜索改进结果;

[0049] S6、将最后得到的最优解作为MSRCP模型的参数,达到最优的图像增强效果。

[0050] 本发明中,步骤S2中,MSRCP模型可以用等式(1)和(2)表示:

$$[0051] \quad A = \min \left[\frac{255}{\max(S_{Ri}, S_{Gi}, S_{Bi})}, \frac{f_{cb}(R_{MSR_{int}}, P_t, P_b)}{S_{int}} \right] \quad (1)$$

$$[0052] \quad R_{MSRCP_i} = A \cdot S_i \quad (2)$$

[0053] 其中 S_{Ri} 、 S_{Gi} 、 S_{Bi} 是输入图像S的三种颜色通道, S_{int} 是 $R_{MSR_{int}}$ 输入的图像强度, $R_{MSR_{int}}$ 是S图像应用MSR模型的输出, f_{cb} 是一个色彩平衡函数,它将一个颜色通道的值扩展为两个值,顶部裁剪像素的百分比(pt)和底部裁剪像素的百分比(pb)。

[0054] 本发明中,为了在不同的图像场景中找到合适的参数,将MSRCP模型转化为了一个优化问题,如公式(3)所示:

$$[0055] \quad \max_{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, p_t, p_b} CEIQ [f_{MSRCP}(S | \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, p_t, p_b)]$$

$$s.t. \quad 0 \leq \sigma_1 \leq 50 \quad (3)$$

$$[0056] \quad 51 \leq \sigma_2 \leq 100$$

$$[0057] \quad 101 \leq \sigma_3 \leq 255$$

$$[0058] \quad 0.01 \leq p_t \leq 0.05$$

$$[0059] \quad 0.95 \leq p_b \leq 0.99$$

[0060] 其中S是输入图像, σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 p_t 、 p_b 是MSRCP模型的控制参数,CEIQ是基于对比度增强的图像质量度量。

[0061] 本发明中,步骤S4中,Rao-2算法的更新策略定义为等式(4)和(5):

$$[0062] \quad P'_{j,k,i} = P_{j,k,i} + r_{1,j,i} (P_{j,best,i} - P_{j,worst,i}) + r_{2,j,i} (|P_{j,k,i} \text{ or } P_{j,l,i}| - |P_{j,l,i} \text{ or } P_{j,k,i}|) \quad (4)$$

$$[0063] \quad P_{k,i+1} = \begin{cases} P'_{k,i}, & \text{if } f(P'_{k,i}) \geq f(P_{k,i}) \\ P_{k,i}, & \text{if } f(P'_{k,i}) < f(P_{k,i}) \end{cases} \quad (5)$$

[0064] 其中 $P_{j,best,i}$ 和 $P_{j,worst,i}$ 分别是 j^{th} 变量的最佳候选解与最差候选解, $P'_{j,k,i}$ 是 $P_{j,k,i}$ 更新后的解, $r_{1,j,i}$ 和 $r_{2,j,i}$ 是 j^{th} 期间的两个随机数,其值在[0,1]范围内, $f(P_{k,i})$ 和由候选解 $P_{k,i}$ 得到的适应度值。

[0065] 本发明中,步骤S5中,在Rao-2结果的基础上,采用了由Nelder和Mead提出NM算法,此算法属于无导数非线性优化搜索方法,只使用函数值来最小化标量值非线性函数,没有任何导数信息,并根据函数的局部行为通过初始、反射、膨胀和收缩四个基本过程重新缩放(n+1)个顶点的单纯形,以及经过这些步骤,单纯形可以自我改进并逐渐逼近最优解。

[0066] 本发明中,步骤S6中,通过改进后的Rao-2算法优化Retinex的参数,以实现图像增强的最佳参数。

[0067] 综上,该基于Retinex的无人机拍摄图像增强算法,使用改进Rao-2算法来自动调整MSRCP模型的控制参数,为了获得最佳的参数设置,改进后的Rao-2算法包括全局搜索和

局部搜索两个搜索阶段,Rao-2算法被用来进行全局搜索,它的候选解基于最佳和最差解之间的随机交互迭代更新,并且不需要任何特定于算法的参数,可以避免调整参数的计算成本,接下来利用Nelder-Mead (NM) 算法进一步改进Rao-2算法得到的解;Rao-2和单纯形算法的结合可以增强对Rao-2算法的探索和开发能力,同时优化算法,最终得到MSRCP模型的最佳控制参数以优化无人机拍摄图像所需程度的最优优化结果;

[0068] 然后,采用多尺度Retinex的MSRCP模型对无人机拍摄的劣质图像进行增强处理,MSRCP的超参数通过两阶段进化计算算法自动调整,以及在两阶段优化算法中,首先应用Rao-2算法进行全局搜索,得到目标函数局部最优解,再使用NM单纯形法通过局部搜索改进结果,将最后的到的最优解作为MSRCP模型的参数,达到最优的图像增强效果。

[0069] 以上,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

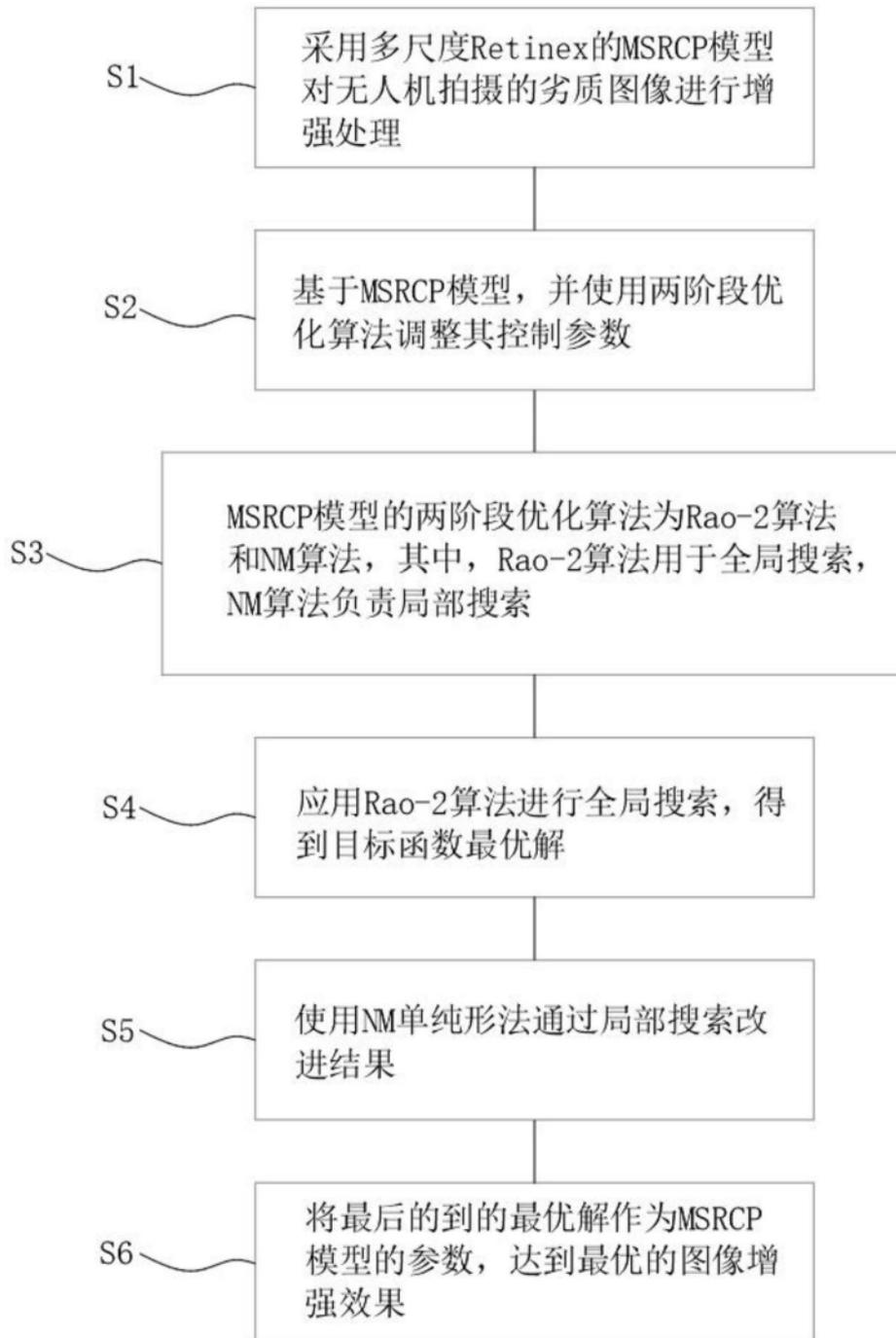


图1

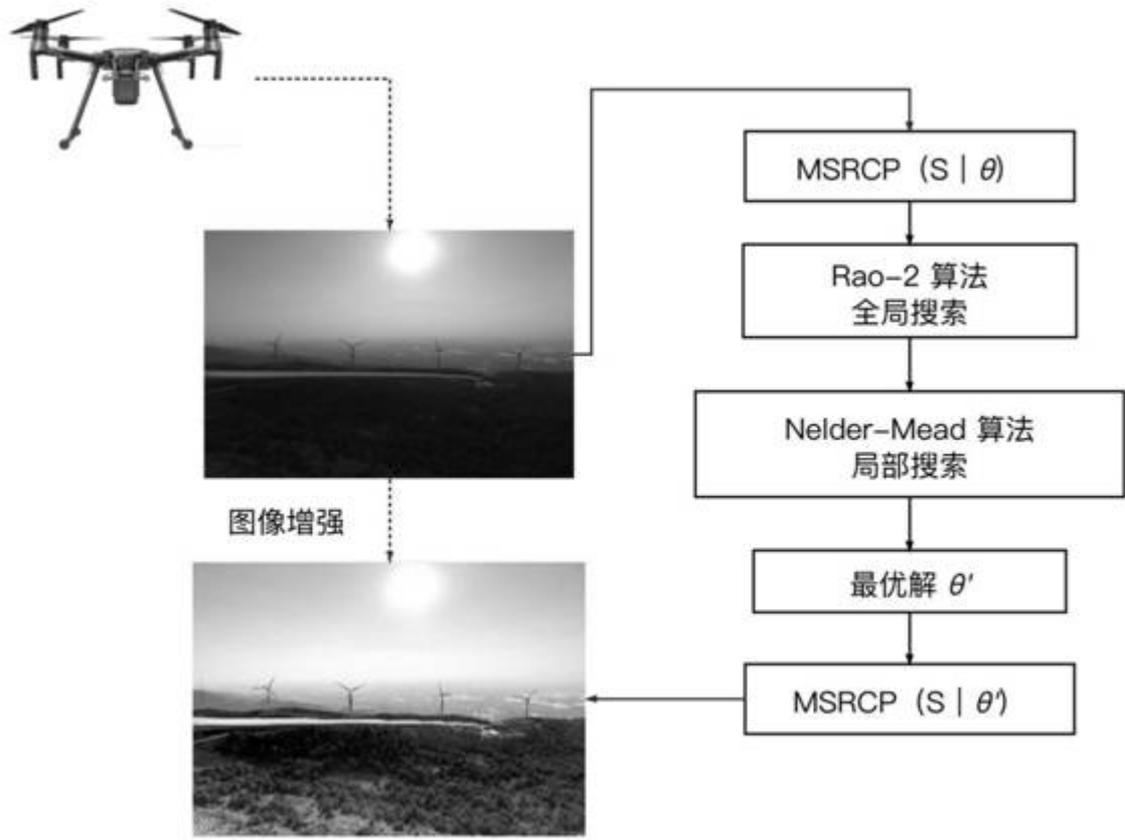


图2