



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112132753 A

(43) 申请公布日 2020.12.25

(21) 申请号 202011226916.0

(22) 申请日 2020.11.06

(71) 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路1号

(72) 发明人 李树涛 谢卓峻 康旭东

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通合伙) 43008

代理人 谭武艺

(51) Int. Cl.

G06T 3/40 (2006.01)

G06T 7/33 (2017.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/90 (2017.01)

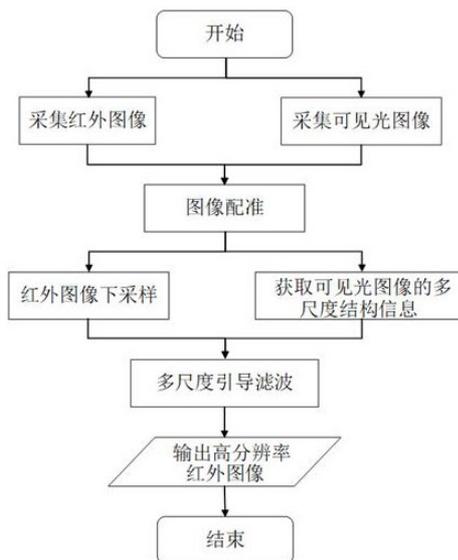
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法及系统,本发明将红外图像I\_nir和可见光图像I\_vis配准得到配准后的红外图像I\_nir-reg;将图像I\_vis通过n次下采样得到多种下采样尺度i下的可见光图像I\_vis^i,将图像I\_nir-reg下采样得到图像I\_nir-ds;将图像I\_vis^i转换到HSV色彩空间,设定颜色阈值T将进行目标分类;然后将图像I\_nir-ds作为初始的当前待滤波图像,进行n次迭代将多种下采样尺度i下的可见光图像I\_vis^i作为引导进行联合双边滤波得到红外图像超分辨率图像。本发明能够通过可见光引导图像有效提升红外图像的分辨率,改善视觉效果,具有较高的实际应用价值。



1. 一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,包括:

1) 将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 配准,得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ ;

2) 将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样,得到多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ ,将配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 下采样得到图像 $I_{nir-ds}$ ,该图像 $I_{nir-ds}$ 的大小和最小的下采样尺度 $i_{min}$ 下的可见光图像 $I_{vis}^{i-min}$ 的大小相等;

3) 分别将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 转换到HSV色彩空间,设定颜色阈值 $T$ 将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的目标分类,并分别保存不同类别目标 $c$ 在多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的索引信息 $d_c^i$ 并设计对应的滤波核;将图像 $I_{nir-ds}$ 作为初始的当前待滤波图像,初始化采样尺度 $k$ 为1;

4) 针对当前待滤波图像,根据目标种类选择设计的滤波核,再将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 作为引导分别进行联合双边滤波,分别根据索引信息 $d_c^i$ 提取不同引导图像对当前待滤波图像进行滤波后的图像对应坐标下的像素、将其替换滤波前原当前待滤波图像上对应位置的像素,从而生成采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^i$ ;

5) 判断采样尺度 $k$ 等于下采样次数 $n$ 是否成立,若不成立,则将采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^i$ 上采样至采样尺度 $k+1$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 的大小后作为新的当前待滤波图像,将采样尺度 $k$ 加1,跳转执行步骤4);否则,将最终得到的采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^i$ 作为结果输出。

2. 根据权利要求1所述的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,步骤1)中将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 配准是指将红外图像 $I_{nir}$ 乘以配准矩阵 $H$ ,得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 。

3. 根据权利要求2所述的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,步骤1)之前包括生成配准矩阵 $H$ 的步骤:将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 分别分成指定大小的图像块,再对每个图像块进行特征检测,根据红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 的特征点之间的比例关系计算得到配准矩阵 $H$ 。

4. 根据权利要求1所述的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,步骤2)中将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样是指进行2次下采样,且每次下采样得到的图像缩小为原图像的1/2。

5. 根据权利要求1所述的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,步骤3)中的滤波核为高斯滤波核,且设计的高斯滤波核参数包括高斯滤波核的大小、对目标的滤波核空间标准差和高斯范围标准差。

6. 根据权利要求5所述的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,步骤3)中设计对应的滤波核时,针对的目标包括植被和非植被,且针对植被设计的高斯滤波核参数为:滤波核大小为 $3*3$ ,植被滤波核空间标准差为3,高斯范围标准差为0.03;针对非植被设计的高斯滤波核参数为:滤波核大小为 $3*3$ ,非植被滤波核的空间标准差为10,高斯范围标准差为0.03。

7. 根据权利要求5所述的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,其特征在于,步骤4)中进行联合双边滤波的函数表达式如下式所示:

$$J_p = \frac{1}{W_p} \sum_{q \in \Omega} I_q f(\|p - q\|) g(\|I_{guide-p} - I_{guide-q}\|)$$

$$W_p = \sum_{q \in \Omega} f(\|p - q\|) g(\|I_{guide-p} - I_{guide-q}\|)$$

上式中,  $J_p$ 表示目标像素位置 $p$ 处的输出,  $W_p$ 表示邻域像素的权重系数,  $\Omega$ 表示目标像素周围像素群,  $I_q$ 表示当前待滤波图像中目标像素位置 $p$ 周围的像素位置 $q$ 的像素,  $f, g$ 分别为高斯权重分布函数,  $p$ 为目标像素位置,  $q$ 为目标像素位置 $p$ 周围的一个像素位置,  $I_{guide-p}$ 为引导图像中目标像素位置 $p$ 的像素,  $I_{guide-q}$ 为引导图像中目标像素位置 $p$ 周围的像素位置 $q$ 的像素。

8. 一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率系统, 包括相互连接的微处理器和存储器, 其特征在于, 所述微处理器被编程或配置以执行权利要求1~7中任意一项所述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的步骤。

9. 一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率系统, 包括相互连接的微处理器和存储器, 其特征在于, 所述存储器中存储有被编程或配置以执行权利要求1~7中任意一项所述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的计算机程序。

10. 一种计算机可读存储介质, 其特征在于, 该计算机可读存储介质中存储有被编程或配置以执行权利要求1~7中任意一项所述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的计算机程序。

## 多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,具体涉及一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法及系统。

### 背景技术

[0002] 红外热成像相比于传统成像方式,具有其独特的优势。它抗干扰能力强,受环境影响较小,且对热辐射变化较为敏感,能有效获取场景中的温度信息。红外热成像技术主要是通过红外探测器和光学成像物镜接收来自目标的热辐射能量,并将其反映到红外探测器的光敏元件上,使得相机可以同时获取不同目标的温度信息。随着成像传感器技术的日趋成熟,其成本逐渐降低,从而使得其应用范围也变得更加广泛,在运输、建筑、安全等多个领域都具有很好的应用价值。然而现在大多数的红外探测器阵列密度还比较低,导致成像分辨率较低,难以满足人们对高分辨率红外图像的需求。如果通过改进硬件获取高分辨率红外图像,会极大增加相机成本,而利用算法来对红外图像进行超分辨率,可以在不增加相机硬件成本的情况下有效提升红外图像分辨率,满足获取高分辨率红外图像的需求。

[0003] 目前,超分辨率技术可以分为两类,一类是基于学习的方法,一类是基于重建的方法。基于学习的方法需要大量的高分辨率图像构造学习库来学习模型,借助预先的训练学习来寻找或建立低分辨率图像与其对应的高分辨率图像之间的映射关系,提取高频信息,从而在给定低分辨率图像的情况下,通过优化方法获得相应的高分辨率图像;而基于重建的方法是通过单幅或多幅低分辨率图像预估出高分辨率图像。基于学习的方法对数据依赖大,对硬件的需求较高,局限性较为明显。考虑到同场景的可见光图像和红外图像是具有一定的对应关系的,使用同场景高分辨率可见光图像引导图像低分辨率红外图像超分辨率有利于低分辨率红外图像恢复高频信息,实现对红外图像超分辨率的需求。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题:针对现有技术的上述问题,提供一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法及系统,本发明能够通过可见光引导图像有效提升红外图像的分辨率,改善视觉效果,具有较高的实际应用价值。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,包括:

- 1) 将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 配准,得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ ;
- 2) 将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样,得到多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ ,将配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 下采样得到图像 $I_{nir-ds}$ ,该图像 $I_{nir-ds}$ 的大小和最小的下采样尺度 $i_{min}$ 下的可见光图像 $I_{vis}^{i_{min}}$ 的大小相等;
- 3) 分别将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 转换到HSV色彩空间,设定颜色阈值 $T$ 将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的目标分类,并分别保存不同类别目标 $c$ 在多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的索引信息 $d_c^i$ 并设计对应的滤波核;将图像 $I_{nir-ds}$ 作为

初始的当前待滤波图像,初始化采样尺度 $k$ 为1;

4) 针对当前待滤波图像,根据目标种类选择设计的滤波核,再将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 作为引导分别进行联合双边滤波,分别根据索引信息 $d_c^i$ 提取不同引导图像对当前待滤波图像进行滤波后的图像对应坐标下的像素、将其替换滤波前原当前待滤波图像上对应位置的像素,从而生成采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^i$ ;

5) 判断采样尺度 $k$ 等于下采样次数 $n$ 是否成立,若不成立,则将采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^i$ 上采样至采样尺度 $k+1$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 的大小后作为新的当前待滤波图像,将采样尺度 $k$ 加1,跳转执行步骤4);否则,将最终得到的采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^i$ 作为结果输出。

[0006] 可选地,步骤1)中将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 配准是指将红外图像 $I_{nir}$ 乘以配准矩阵 $H$ ,得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 。

[0007] 可选地,步骤1)之前包括生成配准矩阵 $H$ 的步骤:将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 分别分成指定大小的图像块,再对每个图像块进行特征检测,根据红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 的特征点之间的比例关系计算得到配准矩阵 $H$ 。

[0008] 可选地,步骤2)中将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样是指进行2次下采样,且每次下采样得到的图像缩小为原图像的1/2。

[0009] 可选地,步骤3)中的滤波核为高斯滤波核,且设计的高斯滤波核参数包括高斯滤波核的大小、对目标的滤波核空间标准差和高斯范围标准差。

[0010] 可选地,步骤3)中设计对应的滤波核时,针对的目标包括植被和非植被,且针对植被设计的高斯滤波核参数为:滤波核大小为 $3*3$ ,植被滤波核空间标准差为3,高斯范围标准差为0.03;针对非植被设计的高斯滤波核参数为:滤波核大小为 $3*3$ ,非植被滤波核的空间标准差为10,高斯范围标准差为0.03。

[0011] 可选地,步骤4)中进行联合双边滤波的函数表达式如下式所示:

$$J_p = \frac{1}{W_p} \sum_{q \in \Omega} I_q f(\|p - q\|) g(\|I_{guide-p} - I_{guide-q}\|)$$

$$W_p = \sum_{q \in \Omega} f(\|p - q\|) g(\|I_{guide-p} - I_{guide-q}\|)$$

上式中, $J_p$ 表示目标像素位置 $p$ 处的输出, $W_p$ 表示邻域像素的权重系数, $\Omega$ 表示目标像素周围像素群, $I_q$ 表示当前待滤波图像中目标像素位置 $p$ 周围的像素位置 $q$ 的像素, $f, g$ 分别为高斯权重分布函数, $p$ 为目标像素位置, $q$ 为目标像素位置 $p$ 周围的一个像素位置, $I_{guide-p}$ 为引导图像中目标像素位置 $p$ 的像素, $I_{guide-q}$ 为引导图像中目标像素位置 $p$ 周围的像素位置 $q$ 的像素。

[0012] 此外,本发明还提供一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率系统,包括相互连接的微处理器和存储器,所述微处理器被编程或配置以执行所述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的步骤。

[0013] 此外,本发明还提供一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率系统,包括相互连接的微处理器和存储器,所述存储器中存储有被编程或配置以执行所述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的计算机程序。

[0014] 此外,本发明还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有

被编程或配置以执行所述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的计算机程序。

[0015] 和现有技术相比,本发明具有下述优点:本发明能够针对红外图像分辨率低、对比度低、成像模糊等特点对其进行优化处理。考虑到高分辨率可见光图像具有丰富的细节和边缘纹理信息,本发明通过采用多尺度结构引导的方式,再引入自适应滤波核,满足了对场景中不同特性目标实现自适应滤波的要求。以多尺度的方式进行引导可以有效利用引导图和原图的相似性,通过层层递进的方式逐步提高红外图像分辨率,引入的自适应滤波核则可以根据场景中目标的不同特性进行有针对性的处理,减少目标边缘纹理和细节信息的丢失,有效改善了红外图像的视觉效果,增强了图像清晰度,显著提升了红外图像分辨率。

## 附图说明

[0016] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0017] 图1 为本发明实施例方法的基本流程图。

[0018] 图2 为本发明实施例中的多尺度引导滤波流程图。

[0019] 图3 为本发明实施例中输入的红外图像 $I_{nir}$

图4 为本发明实施例中输入的可见光图像 $I_{vis}$

图5为本发明实施例中输出的红外超分辨率图像。

## 具体实施方式

[0020] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合流程图与实施例,对本发明实施例中的技术方案进行详尽的说明与描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0021] 如图1和图2所示,本实施例多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法包括:

- 1) 将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 配准,得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ ;
- 2) 将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样,得到多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ ,将配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 下采样得到图像 $I_{nir-ds}$ ,该图像 $I_{nir-ds}$ 的大小和最小的下采样尺度 $i_{min}$ 下的可见光图像 $I_{vis}^{i_{min}}$ 的大小相等;
- 3) 分别将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 转换到HSV色彩空间,设定颜色阈值 $T$ 将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的目标分类,并分别保存不同类别目标 $c$ 在多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的索引信息 $d_c^i$ 并设计对应的滤波核;将图像 $I_{nir-ds}$ 作为初始的当前待滤波图像,初始化采样尺度 $k$ 为1;
- 4) 针对当前待滤波图像,根据目标种类选择设计的滤波核,再将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 作为引导分别进行联合双边滤波,分别根据索引信息 $d_c^i$ 提取不同引导图像对当前待滤波图像进行滤波后的图像对应坐标下的像素、将其替换滤波前原当前待滤波图像上对应位置的像素,从而生成采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^k$ ;
- 5) 判断采样尺度 $k$ 等于下采样次数 $n$ 是否成立,若不成立,则将采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图像 $I_{SR}^k$ 上采样至采样尺度 $k+1$ 下的可见光图像 $I_{vis}^{k+1}$ 的大小后作为新的当前待滤波图像,将采样尺度 $k$ 加1,跳转执行步骤4);否则,将最终得到的采样尺度 $k$ 下的红外超分辨率图

像 $I_{SR}^i$ 作为结果输出。

[0022] 本实施例中红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 为利用大疆御2双光版无人机可以同时获取得到,其中红外图像 $I_{nir}$ 大小为 $640*480*3$ ,同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 大小为 $4056*3040*3$ 。

[0023] 本实施例中,步骤1)中将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 配准是指通过分块配准的方式进行配准,即:将红外图像 $I_{nir}$ 乘以配准矩阵 $H$ ,得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 。本实施例中,无人机上两种模态相机相对位置是固定的,因此只需获取不同高度下对应的配准矩阵 $H$ ,即可配准不同高度下获取的红外和可见光图像。

[0024] 考虑到红外可见光图像分辨率相差较大,且红外图像成像模糊的特点,直接通过选取特征点配准难以实现,因此本实施例中,步骤1)之前包括生成配准矩阵 $H$ 的步骤:将红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 分别分成指定大小的图像块(本实施例中将图像分成 $4*4$ 均匀大小的图像块),再对每个图像块进行特征检测,根据红外图像 $I_{nir}$ 和同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 的特征点之间的比例关系计算得到配准矩阵 $H$ 。

[0025] 将红外图像 $I_{nir}$ 乘以配准矩阵 $H$ 得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 的函数表达式为:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{pmatrix} = H \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

上式中, $(x_1, y_1, 1)^T$ 表示可见光图像 $I_{vis}$ 中的像素点, $(x_2, y_2, 1)^T$ 表示红外图像 $I_{nir}$ 中的像素点。根据配准矩阵 $H$ 即可将红外图像 $I_{nir}$ 变换可见光图像 $I_{vis}$ 得到配准后的红外图像 $I_{nir-reg}$ 。

[0026] 本实施例步骤2)中将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样得到多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ ,其中 $i=1, 2, 3, \dots, n+1$ 表示为可见光图像 $I_{vis}$ 的尺度信息, $n$ 为下采样次数。本实施例步骤2)中将可见光图像 $I_{vis}$ 通过 $n$ 次下采样是指进行2次下采样,且每次下采样得到的图像缩小为原图像的 $1/2$ 。

[0027] 本实施例步骤3)中将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 转换到HSV色彩空间后,通过设定颜色阈值 $T$ 将多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的目标分类,并分别保存不同类别目标 $c$ 在多种下采样尺度 $i$ 下的可见光图像 $I_{vis}^i$ 中的索引信息 $d_c^i$ 并设计对应的滤波核;根据不同种类目标边缘纹理信息的丰富度使用不同的滤波参数,减少对不同目标使用单一滤波核滤波导致部分目标边缘纹理信息丢失的问题。

[0028] 本实施例中,步骤3)中的滤波核为高斯滤波核,且设计的高斯滤波核参数包括高斯滤波核的大小、对目标的滤波核空间标准差和高斯范围标准差。

[0029] 作为一种可选的具体实施方式,其中HSV色彩空间对应像素范围为

$$0.1176 < H < 0.3137, S > 0.1569, V > 0.1569$$

通过设定颜色阈值 $T$ 将图像目标分为植被与非植被两类,对于植被适当减少其在滤波时的空间标准差,减少远处像素对中心像素的影响,从而减少植被温度信息的丢失。具体地,本实施例步骤3)中设计对应的滤波核时,针对的目标包括植被和非植被,且针对植被设计的高斯滤波核参数为:滤波核大小为 $3*3$ ,植被滤波核空间标准差为3,高斯范围标准差为

0.03;针对非植被设计的高斯滤波核参数为:滤波核大小为3\*3,非植被滤波核的空间标准差为10,高斯范围标准差为0.03。

[0030] 本实施例中,步骤4)中进行联合双边滤波的函数表达式如下式所示:

$$J_p = \frac{1}{W_p} \sum_{q \in \Omega} I_q f(\|p - q\|) g(\|I_{guide-p} - I_{guide-q}\|)$$

$$W_p = \sum_{q \in \Omega} f(\|p - q\|) g(\|I_{guide-p} - I_{guide-q}\|)$$

上式中, $J_p$ 表示目标像素位置 $p$ 处的输出, $W_p$ 表示邻域像素的权重系数, $\Omega$ 表示目标像素周围像素群, $I_q$ 表示当前待滤波图像中目标像素位置 $p$ 周围的像素位置 $q$ 的像素, $f,g$ 分别为高斯权重分布函数, $p$ 为目标像素位置, $q$ 为目标像素位置 $p$ 周围的一个像素位置, $I_{guide-p}$ 为引导图像中目标像素位置 $p$ 的像素, $I_{guide-q}$ 为引导图像中目标像素位置 $p$ 周围的像素位置 $q$ 的像素。

[0031] 本实施例中,输入的红外图像 $I_{nir}$ 如图3所示,输入的同场景的可见光图像 $I_{vis}$ 如图4所示,最终通过迭代执行 $n+1$ 次(本实施例具体为3次)步骤4)以后,最终得到的结果(红外超分辨率图像)如图5所示。

[0032] 综上所述,本实施例多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法首先获取可见光和红外图像并进行配准;其次,通过对可见光图像进行多次下采样,得到不同尺度下的可见光图像,并将红外图像下采样至与可见光最小尺度图像相同大小;设计自适应滤波核,减少使用单一滤波核滤波导致部分目标边缘纹理信息丢失的问题;最后,以同尺度下可见光图像为引导,结合自适应滤波核,对低分辨率红外图像进行多尺度引导滤波,其中,每次滤波前,对待滤波图像上采样,保证待滤波图像与引导图像分辨率一致,经多次迭代滤波后,即可得到红外超分辨率图像。本发明提供的多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法,利用多尺度结构信息作为引导,并引入自适应滤波核,减少目标边缘纹理和细节信息的丢失,有效改善了红外图像的视觉效果,增强了图像清晰度,显著提升了红外图像分辨率。

[0033] 此外,本实施例还提供一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率系统,包括相互连接的微处理器和存储器,所述微处理器被编程或配置以执行前述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的步骤。

[0034] 此外,本实施例还提供一种多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率系统,包括相互连接的微处理器和存储器,所述存储器中存储有被编程或配置以执行前述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的计算机程序。

[0035] 此外,本实施例还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有被编程或配置以执行前述多尺度结构引导图像的红外图像超分辨率方法的计算机程序。

[0036] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可读存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。这些计算机程序指令也可存储在能引导图像计算机

或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0037] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

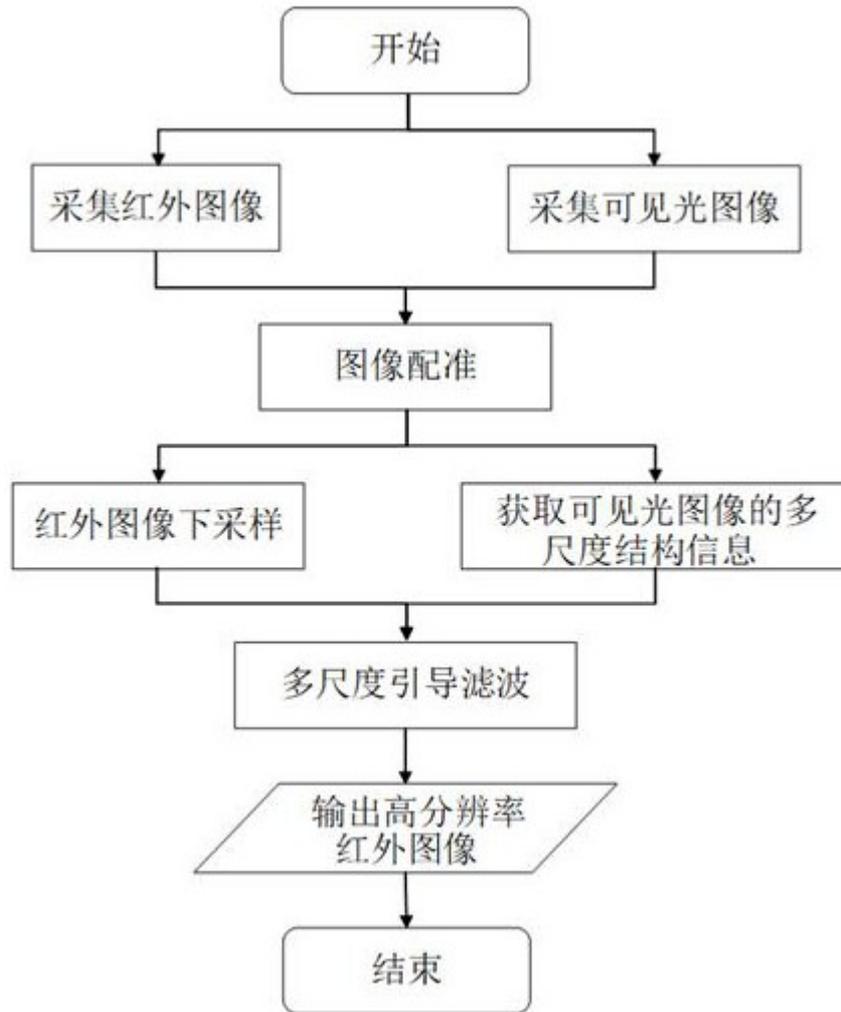


图1

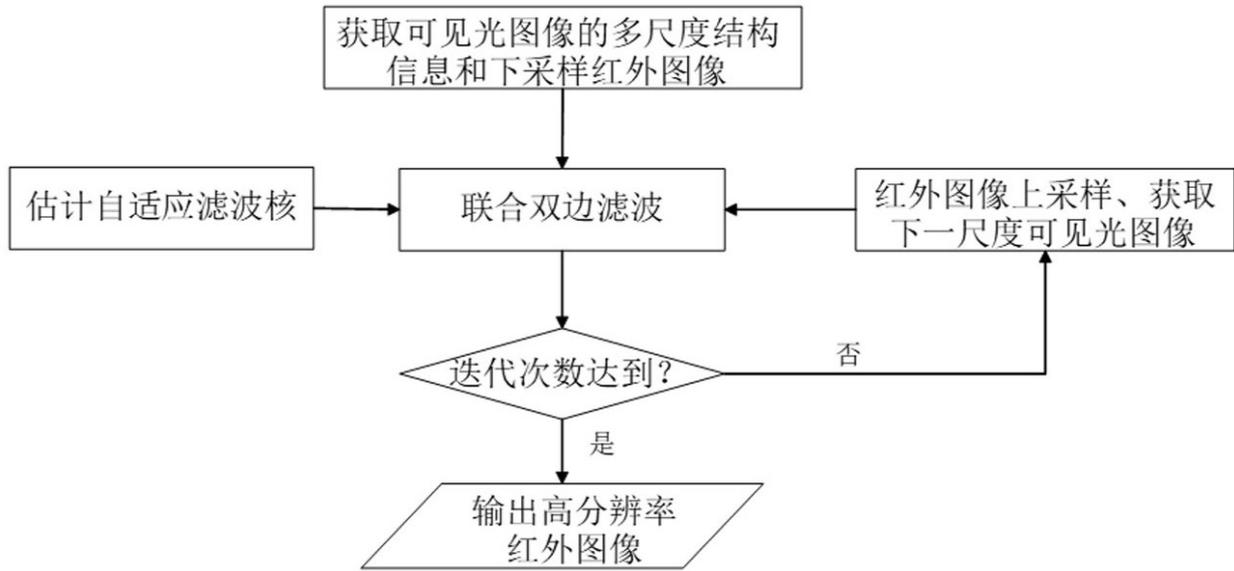


图2

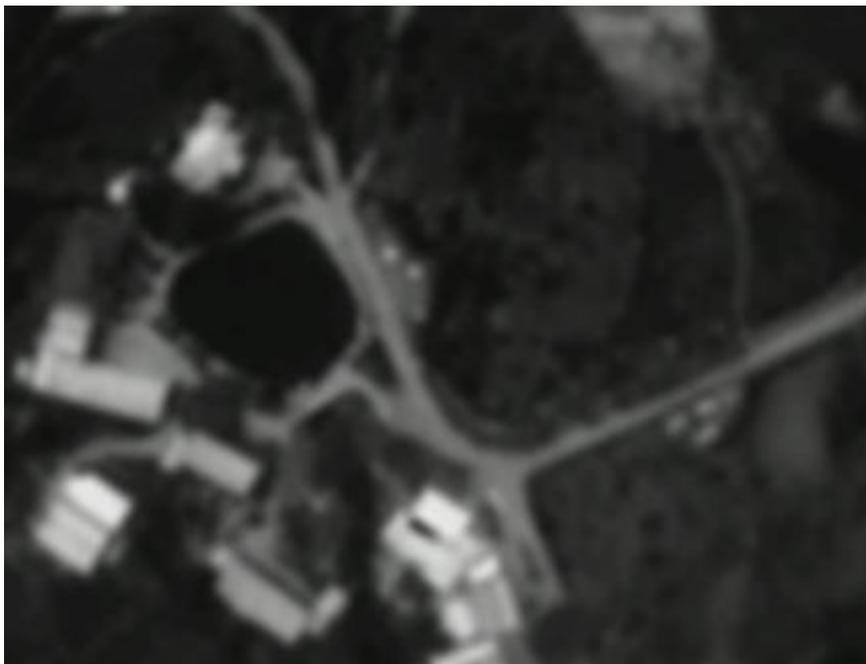


图3



图4



图5