



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110544205 A

(43)申请公布日 2019.12.06

(21)申请号 201910719987.5

(22)申请日 2019.08.06

(71)申请人 西安电子科技大学

地址 710065 陕西省西安市雁塔区太白南路2号

(72)发明人 周慧鑫 杨翊艺 杜娟 李欢  
张嘉嘉 宋江鲁奇 于跃 宋尚真  
谭威 赖睿 秦翰林 王炳健

(74)专利代理机构 西安志帆知识产权代理事务所(普通合伙) 61258

代理人 侯峰 韩素兰

(51)Int.Cl.

G06T 3/40(2006.01)

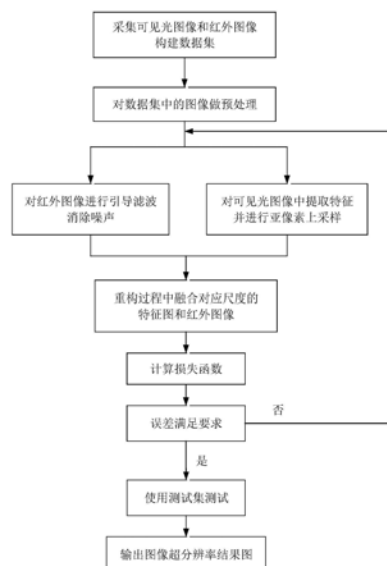
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,步骤1:图像超分辨率网络的训练;步骤2:超分辨率图像的重建网络测试。本发明利用可见光图像有的丰富信息的特点,将其送入特征提取模块提取特征图后将特征图再和经过图像重构模块中引导滤波层的红外图像进行图像融合;通过亚像素卷积增加图像尺寸,并逐步添加特征信息;在网络中引入视觉图像特征和引导滤波层实现提高图像分辨率的目的。



1. 一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,该方法为:

步骤1:图像超分辨率网络的训练;

具体为:对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光图像与红外图像进行预处理;

对预处理后的可见光图像与红外图像分别通过下采样缩小倍数获得低分辨率可见光图像和低分辨率红外图像;

对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图;

对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声获得消除噪声的低分辨率红外图像;

将所述可见光特征提取图和低分辨率红外图像进行融合获得超分辨率重建的结果图;

对所述超分辨率重建的结果图与下采样之前的红外图像进行损失函数计算确定超分辨率重建的结果图与红外图像之间的损失;

根据所述损失确定图像超分辨率网络训练是否完成,如果未完成图像超分辨率网络训练,重复以上步骤继续对图像超分辨率网络训练进行训练;

步骤2:超分辨率图像的重建网络测试;

具体为:根据设定的损失和迭代次数确定图像超分辨率网络训练完成之后,通过所述图像超分辨率网络对输入图像进行超分辨率重建获取测试结果图。

2. 根据权利要求1所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光图像与红外图像进行预处理,具体为:

对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光红外图像依据特征点进行配准;

对配准过的可见光与红外图像对选取特定的大小,并且进行裁剪;

对剪裁过的可见光与红外图像数据进行随机的翻转变换或者旋转操作,即沿水平或垂直方向进行图像翻转或者是对图像旋转,旋转度数为90度,180度和270度。

3. 根据权利要求1或2所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图,具体为:将可见光图像输入特征提取模块的亚像素上采样网络做特征提取,其中卷积层提取特征,激活层将其转换为非线性特征,亚像素层通过亚像素卷积实现图像的上采样,整个上采样网络包含了特征提取和放大的过程,并且每次将图像尺度放大两倍,获得可见光特征提取图。

4. 根据权利要求3所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图,具体为:

通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ,卷积层数为3,数量为64的卷积核对低分辨率可见光图像进行计算,获得特征图F1;

将所述特征图F1送入激活层得到特征图F2;

通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ,卷积层数为64,数量为64的卷积核对所述特征图F2进行计算,获得特征图F3;

将特征图F3送入激活层得到特征图F4;

通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ,卷积层数为64,数量为256的卷积核对特征图F4进行计算,获得特征图F5;

将特征图F5送入激活层得到特征图F6;

将所述特征图F6送入亚像素卷积层进行图像上采样,获得可见光特征提取图F7。

5.根据权利要求4所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声获得消除噪声的低分辨率红外图像,具体为:对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声后,再经过反卷积尺度放大两倍,获得消除噪声的低分辨率红外图像。

6.根据权利要求5所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述如果图像超分辨网络训练,重复以上步骤继续对图像超分辨网络训练进行训练图像超分辨网络,具体为:重复图像超分辨网络训练的过程,直到实现图像重建的放大尺度N,重复N/2次,并且所述超分辨率重建的结果图与红外图像之间的损失满足要求。

7.根据权利要求6所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述通过所述图像超分辨网络对输入图像进行重建获取超分辨率图像重建的结果图,之后包括:判断所述超分辨率图像重建的结果图是否满足要求的放大尺度N,如果满足,则输出结果图;如果不满足,则重复特征提取和图像重建步骤,对重新获取的超分辨率图像重建的结果图再次进行判断。

8.根据权利要求7所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,通过所述损失确定卷积神经网络训练是否完成,具体为:如果损失小于 $10^{-3}$ 以及迭代次数等于1000,则确定图像超分辨网络训练完成,否则,确定图像超分辨网络训练未完成。

9.根据权利要求8所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述步骤1:图像超分辨率网络的训练之前,该方法还包括:构建可见光与红外图像数据集。

10.根据权利要求9所述的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,其特征在于,所述构建可见光与红外图像数据集,具体为:通过两台独立的相机,一台可见光相机,一台红外相机,采集大量且不同种类的图像,构建图像超分辨所需要的可见光与红外图像数据集;所述可见光与红外图像数据集包括日夜图像所述可见光和红外图像的视场大小一致,视场图像信息一致,图像尺寸一致。

## 基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于图像处理技术领域,具体涉及一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法。

### 背景技术

[0002] 图像超分辨率重建是利用低分辨率的图像获取高分辨率图像的技术。对图像进行超分辨率重建可以提高图像的识别能力和识别精度,因为硬件配置的限制以及精度越高的器材的价格的限制,利用软件算法提高图像分辨率是现在的研究热点。各个超分辨率算法的提出使获取感兴趣区域更高分辨率的图像更加便捷。超分辨率图像重建有着广泛的应用领域,在军事、医学,公共安全和计算机视觉等方面都有着重要的应用前景。

[0003] 目前,超分辨率重建技术主要分为两类,一类是基于重建的方法,一类是基于学习的方法;基于重建的超分辨率方法的基础是均衡及非均衡采样定理,假设低分辨率的输入采样图像能很好地预估出原始的高分辨率图像;基于学习的方法是近年来超分辨率算法研究的热点,它采用大量的高分辨率图像构造学习库学习模型,通过对低分辨率图像进行恢复的过程中引入从学习模型中获得的先验知识,得到图像的高频细节,获得较好的图像超分辨率效果。

[0004] 近年来,由于深度学习在计算机视觉上的卓越表现,卷积神经网络在计算机视觉基础上获得的突出成就,使得深度学习在超分辨重建等计算机视觉任务上获得更为广泛的应用;Dong等人首次将卷积神经网络与超分辨算法结合,获得了比传统算法更好的性能。随后提出的快速SRCNN算法,相比原来的基于CN的算法具有更高的执行效率和更大的峰值信噪比,后来J.Kim等人提出了包含20个权重层和学习残差的高深度网络,虽然更深层次的网络方法可以提高图像质量,但是参数的选取会导致图像的过拟合问题,并且,网络越深,深度学习算法的速度也会受到影响。随后,提出了拉普拉斯金字塔超分辨率网络算法,该算法利用翻转卷积层进行图像的放大和预测特征,减少了大比例因子训练的难度,但是该算法对提高红外图像的质量敏感。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法。

[0006] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 本发明实施例提供一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,该方法为:

[0008] 步骤1:图像超分辨网络的训练;

[0009] 具体为:对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光图像与红外图像进行预处理;

[0010] 对预处理后的可见光图像与红外图像分别通过下采样缩小倍数获得低分辨率可

见光图像和低分辨率红外图像；

[0011] 对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图；

[0012] 对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声获得消除噪声的低分辨率红外图像；

[0013] 将所述可见光特征提取图和低分辨率红外图像进行融合获得超分辨率重建的结果图；

[0014] 对所述超分辨率重建的结果图与下采样之前的红外图像进行损失函数计算确定超分辨率重建的结果图与红外图像之间的损失；

[0015] 根据所述损失确定图像超分辨网络训练是否完成，如果未完成图像超分辨网络训练，重复以上步骤继续对图像超分辨网络训练进行训练；

[0016] 步骤2：超分辨图像的重建网络测试；

[0017] 具体为：根据设定的损失和迭代次数确定图像超分辨网络训练完成之后，通过所述图像超分辨网络对输入图像进行超分辨率重建获取测试结果图。

[0018] 上述方案中，所述对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光图像与红外图像进行预处理，具体为：

[0019] 对可见光与红外图像数据集对中同一场景的可见光红外图像依据特征点进行配准；

[0020] 对配准过的可见光与红外图像对选取特定的大小，并且进行裁剪；

[0021] 对剪裁过的可见光与红外图像数据进行随机的翻转变换或者旋转操作，即沿水平或垂直方向进行图像翻转或者是对图像旋转，旋转度数为90度，180度和270度。

[0022] 上述方案中，所述对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图，具体为：将可见光图像输入特征提取模块的亚像素上采样网络做特征提取，其中卷积层提取特征，激活层将其转换为非线性特征，亚像素层通过亚像素卷积实现图像的上采样，整个上采样网络包含了特征提取和放大的过程，并且每次将图像尺度放大两倍，获得可见光特征提取图。

[0023] 上述方案中，所述对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图，具体为：

[0024] 通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ，卷积层数为3，数量为64的卷积核对低分辨率可见光图像进行计算，获得特征图F1；

[0025] 将所述特征图F1送入激活层得到特征图F2；

[0026] 通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ，卷积层数为64，数量为64的卷积核对所述特征图F2进行计算，获得特征图F3；

[0027] 将特征图F3送入激活层得到特征图F4；

[0028] 通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ，卷积层数为64，数量为256的卷积核对特征图F4进行计算，获得特征图F5；

[0029] 将特征图F5送入激活层得到特征图F6；

[0030] 将所述特征图F6送入亚像素卷积层进行图像上采样，获得可见光特征提取图F7。

[0031] 上述方案中，所述对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声获得消除噪声的低分辨率红外图像，具体为：对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声后，再

经过反卷积尺度放大两倍,获得消除噪声的低分辨率红外图像。

[0032] 上述方案中,所述如果图像超分辨网络训练,重复以上步骤继续对图像超分辨网络训练进行训练图像超分辨网络,具体为:重复图像超分辨网络训练的过程,直到实现图像重建的放大尺度N,重复N/2次,并且所述超分辨率重建的结果图与红外图像之间的损失满足要求。

[0033] 上述方案中,所述通过所述图像超分辨网络对输入图像进行重建获取超分辨率图像重建的结果图,之后包括:判断所述超分辨率图像重建的结果图是否满足要求的放大尺度N,如果满足,则输出结果图;如果不满足,则重复特征提取和图像重建步骤,对重新获取的超分辨率图像重建的结果图再次进行判断。

[0034] 上述方案中,通过所述损失确定卷积神经网络训练是否完成,具体为:如果损失小于 $10^{-3}$ 以及迭代次数等于1000,则确定图像超分辨网络训练完成,否则,确定图像超分辨网络训练未完成。

[0035] 上述方案中,所述步骤1:图像超分辨率网络的训练之前,该方法还包括:构建可见光与红外图像数据集。

[0036] 上述方案中,所述构建可见光与红外图像数据集,具体为:通过两台独立的相机,一台可见光相机,一台红外相机,采集大量且不同种类的图像,构建图像超分辨所需要的可见光与红外图像数据集;所述可见光与红外图像数据集包括日夜图像所述可见光和红外图像的视场大小一致,视场图像信息一致,图像尺寸一致。

[0037] 与现有技术相比,本发明利用可见光图像有的丰富信息的特点,将其送入特征提取模块提取特征图后将特征图再和经过图像重构模块中引导滤波层的红外图像进行图像融合;通过亚像素卷积增加图像尺寸,并逐步添加特征信息;在网络中引入视觉图像特征和引导滤波层实现提高图像分辨率的目的。

## 附图说明

[0038] 图1为本发明实施例提供一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法的流程图;

[0039] 图2为本发明实施例提供一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法的最终结果图。

## 具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0041] 本发明实施例提供一种基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,如图1所示,该方法为:

[0042] 步骤1:构建可见光与红外图像数据集;

[0043] 具体地,通过两台独立的相机,一台可见光相机,一台红外相机,采集大量且不同种类的图像,构建图像超分辨所需要的可见光与红外图像数据集;所述可见光与红外图像数据集包括日夜图像。

- [0044] 所述可见光和红外图像的视场大小一致,视场图像信息一致。
- [0045] 步骤2:图像超分辨的训练;
- [0046] 具体地,对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光图像与红外图像进行预处理;
- [0047] 对预处理后的可见光图像与红外图像分别通过下采样缩小倍数获得低分辨率可见光图像和低分辨率红外图像;
- [0048] 对所述低分辨率可见光图像通过特征提取模块获得可见光特征提取图;
- [0049] 对所述低分辨率红外图像通过引导滤波层消除噪声获得消除噪声的低分辨率红外图像;
- [0050] 将所述可见光特征提取图和低分辨率红外图像进行融合获得超分辨率重建的结果图;
- [0051] 对所述超分辨率重建的结果图与下采样之前的红外图像进行损失函数计算确定超分辨率重建的结果图与红外图像之间的损失;
- [0052] 根据所述损失确定卷积神经网络训练是否完成,如果未完成重复以上步骤继续对图像超分辨网络训练进行训练;
- [0053] 通过所述损失确定图像超分辨网络训练是否完成,具体为:如果损失小于 $10^{-3}$ 以及迭代次数等于1000,则确定图像超分辨网络训练完成,否则,确定图像超分辨网络训练未完成。
- [0054] 重复图像超分辨网络训练的过程,直到实现图像重建的放大尺度N,重复N/2次,并且所述超分辨率重建的结果图与红外图像之间的损失满足要求。
- [0055] 其中,所述对可见光与红外图像数据集中同一场景的可见光图像与红外图像进行预处理,具体为:
- [0056] 对可见光与红外图像数据集对中同一场景的可见光红外图像依据特征点进行配准;
- [0057] 对配准过的可见光与红外图像对选取特定的大小,并且进行裁剪;
- [0058] 对剪裁过的可见光与红外图像数据进行随机的翻转变换或者旋转操作,即沿水平或垂直方向进行图像翻转或者是对图像旋转,旋转度数为90度,180度和270度。
- [0059] 所述对所述低分辨率可见光图像进行特征提取模块获得可见光特征提取图,具体为:将可见光图像输入特征提取模块的亚像素上采样网络做特征提取,其中卷积层提取特征,激活层将其转换为非线性特征,亚像素层通过亚像素卷积实现图像的上采样,整个上采样网络包含了特征提取和放大的过程,并且每次尺度放大两倍,获得可见光特征提取图。
- [0060] 所述对所述低分辨率可见光图像通过特征提取获得可见光特征提取图,具体为:
- [0061] 通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ,卷积层数为3,数量为64的卷积核对低分辨率可见光图像进行计算,获得特征图F1;
- [0062] 将所述特征图F1送入激活层得到特征图F2;
- [0063] 通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ,卷积层数为64,数量为64的卷积核对所述特征图F2进行计算,获得特征图F3;
- [0064] 将特征图F3送入激活层得到特征图F4;
- [0065] 通过卷积核大小为 $3 \times 3$ ,卷积层数为64,数量为256的卷积核对特征图F4进行计

算,获得特征图F5;

[0066] 将特征图F5送入激活层得到特征图F6;

[0067] 将所述特征图F6送入亚像素卷积层进行图像上采样,获得可见光特征提取图F7。

[0068] 将所述低分辨率红外图像送入引导滤波层消除噪声获得消除噪声的低分辨率红外图像,具体为:对所述低分辨率红外图像进行引导滤波层消除噪声后,获得消除噪声的低分辨率红外图像。

[0069] 将消除噪声的低分辨率红外图像送入转置卷积层进行上采样,获得和特征图F7相同尺度的红外图像的上采样图像;

[0070] 对从可见光图像中提取的特征图F7和与其尺度相同的红外图像进行融合,得到高分辨率图像。

[0071] 步骤3:超分辨率图像的重建;

[0072] 具体地,根据所述损失确定图像超分辨网络训练完成之后,通过所述图像超分辨网络对输入图像进行重建获取超分辨率图像重建的结果图。

[0073] 之后,判断所述超分辨率图像重建的结果图是否满足要求的放大尺度N,如果满足,则输出结果图;如果不满足,则重复特征提取和图像重建步骤,对重新获取的超分辨率图像重建的结果图再次进行判断。

[0074] 如图2所示,是尺度为2的图像超分辨率结果,并且和其他算法做了对比,本发明的算法有显著的优点。

[0075] 发明提供的基于可见光与红外交叉输入的图像超分辨率重建方法,具有红外图像和可见光图像双输入的架构,充分利用可见光图像的丰富图像信息,将可见光图像作为引导,可以更好地重建红外图像,完全保留重建超分辨图像边缘。

[0076] 本发明的重点在于引入了可见光图像来进行红外图像的超分辨重建,并配合以特征提取和图像重建网络结合的超分辨网络。在一个特征提取模块,使用若干个卷积层、若干个激活层和一个亚像素上采样层从输入的可见光图像获得特征图。在图像重建模块,利用一个引导滤波层和一个转置卷积上采样层对输入的红外图像消除噪声并将尺度放大两倍,然后与其相同尺度的特征图进行融合,实现超分辨率重建。

[0077] 本发明使用亚像素卷积代替反卷积用于图像上采样来改进和优化网络结构,亚像素卷积避免了反卷积中大量零的危险,提升了超分辨网络的性能。

[0078] 本发明提出了两个输入网络,采用拉普拉斯金字塔网络进行超分辨率。通过逐步进行训练学习和上采样,可以优化深度网络以更快地进行。通过使用可见光图像来引导红外输入图像并将可见光特征图像与红外特征图像融合,在视觉上显示出显著的改善。所提出的可见光与红外交叉输入和亚像素上采样网络通过添加可见光细节减少了红外图像噪声问题并提高了红外超分辨率图像质量。

[0079] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。



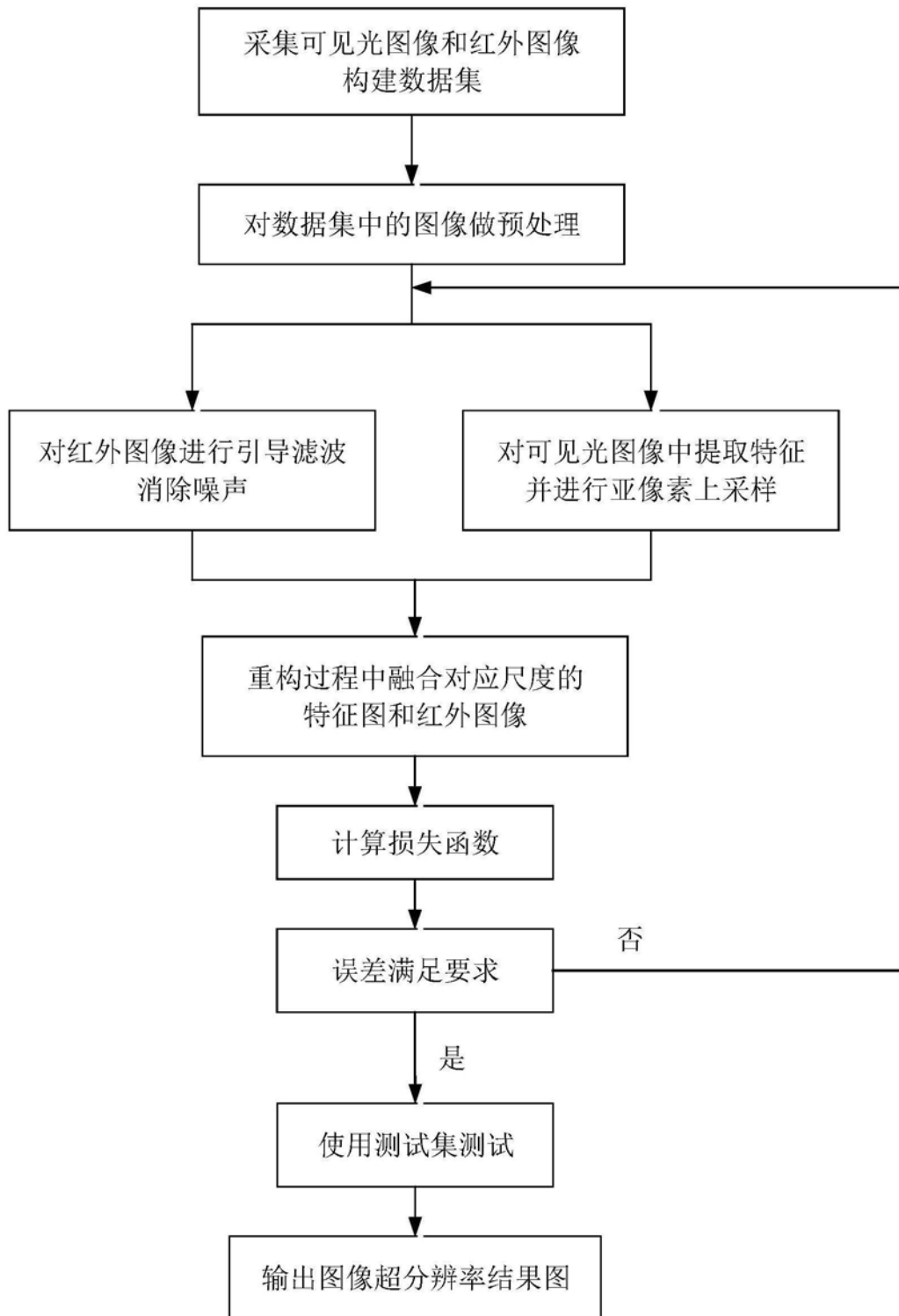


图1

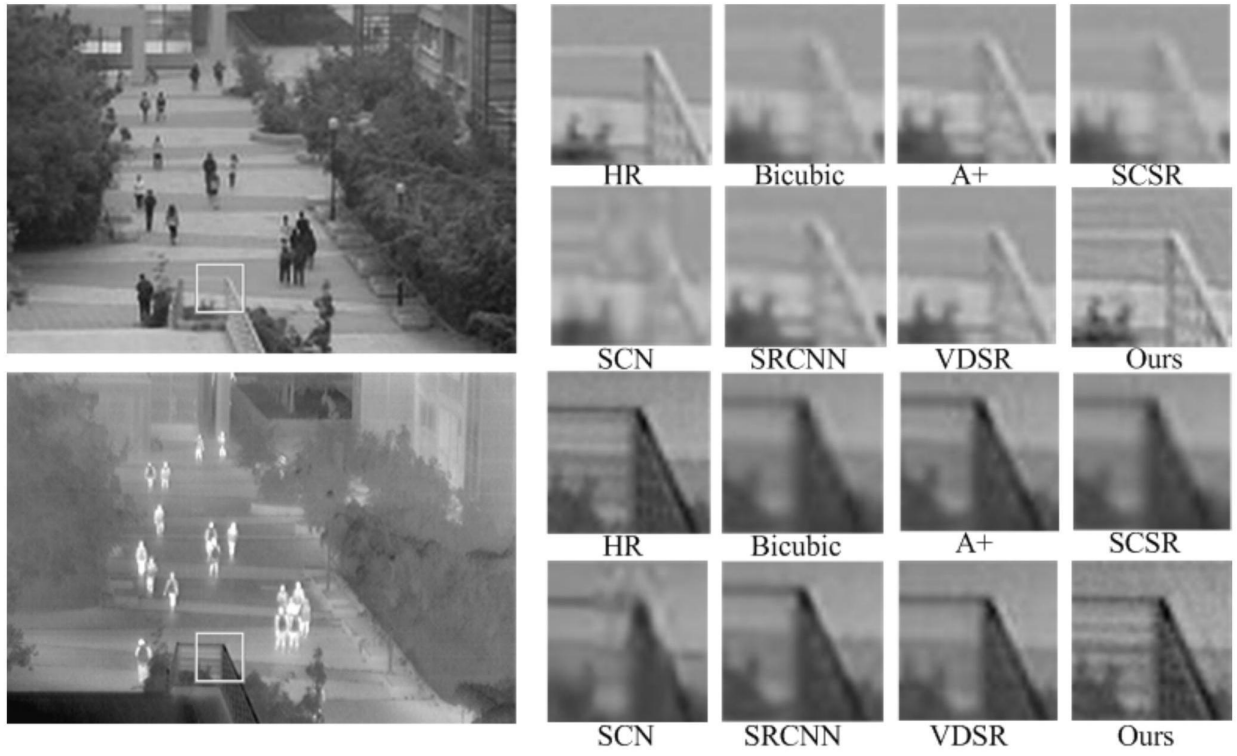


图2