



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119850580 B

(45) 授权公告日 2025. 11. 21

(21) 申请号 202510010056.3

G06V 10/25 (2022.01)

(22) 申请日 2025.01.03

G06V 10/82 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06V 10/77 (2022.01)

申请公布号 CN 119850580 A

G06V 10/766 (2022.01)

G06V 10/774 (2022.01)

(43) 申请公布日 2025.04.18

G06V 10/44 (2022.01)

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

G06N 3/084 (2023.01)

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街

G06N 3/045 (2023.01)

道高新技术产业园南区粤兴一道18号

G06N 3/0464 (2023.01)

香港理工大学产学研大楼205室

(56) 对比文件

(72) 发明人 刘文强 时琳璐

CN 119228728 A, 2024.12.31

CN 113642500 A, 2021.11.12

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

务所(普通合伙) 44268

审查员 胡武扬

专利代理师 王永文 潘芊颖

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

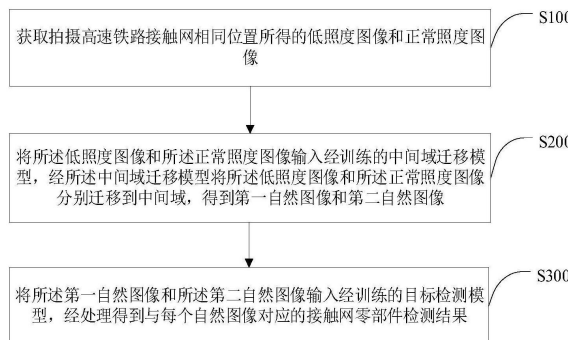
权利要求书3页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

一种接触网零部件检测方法、装置、终端及存储介质

(57) 摘要

本发明所提供的一种接触网零部件检测方法、装置、终端及存储介质,所述方法包括:获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。本发明通过将低照度图像和正常照度图像迁移到中间域得到对应的自然图像,可有效实现不同图像域数据的分布迁移和对齐,进而提高接触网零部件检测精度。



1. 一种接触网零部件检测方法,其特征在于,所述方法包括:

获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;

将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;

将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果;

所述中间域迁移模型包括输入模块、第一图像反转模块、图像分解模块、媒介传输图像精细化模块、第二图像反转模块和输出模块;所述将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像,包括:

将所述低照度图像和所述正常照度图像输入所述输入模块,经所述输入模块将所述低照度图像和所述正常照度图像传输到所述第一图像反转模块;

经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,并将所述第一雾图像和所述第二雾图像传输至图像分解模块;

经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像;

将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像;

将所述第一待反转自然图像和所述第二待反转自然图像传输至所述第二图像反转模块,经所述第二图像反转模块对图像进行反转处理,输出第一自然图像和第二自然图像;

将所述第一自然图像和所述第二自然图像经所述输出模块输出。

2. 根据权利要求1所述的接触网零部件检测方法,其特征在于,所述经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,包括:

经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像分别进行归一化处理,得到第一归一化后图像和第二归一化后图像;

对所述第一归一化后图像和所述第二归一化后图像分别进行反转处理,得到第一雾图像和所述第二雾图像。

3. 根据权利要求1所述的接触网零部件检测方法,其特征在于,所述图像分解模块包括多表征模块、多尺度模块、多尺度传输约束模块和非线性回归模块;所述经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像,包括:

经所述多表征模块接收所述第一雾图像和所述第二雾图像,利用模块内的若干卷积层和最大池化层对输入图像进行特征提取和降维处理,并将提取到的特征进行拼接,得到第一特征集合和第二特征集合;

将所述第一特征集合和所述第二特征集合传输至所述多尺度模块,经

所述多尺度模块利用预设数量的尺度核分别提取所述第一特征集合和所述第二特征集合的多尺度特征,得到第一多尺度特征和第二多尺度特征,将所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征传输至所述多尺度传输约束模块;

经所述多尺度传输约束模块分别对所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征依次进行多尺度池化、卷积特征提取和上采样操作,得到第一特征图和第二特征图,将所述第一特征图和第二特征图传输至所述非线性回归模块;

经所述非线性回归模块对所述第一特征图和第二特征图进行非线性变换,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像。

4. 根据权利要求1所述的接触网零部件检测方法,其特征在于,所述媒介传输图像精细化模块包括均值滤波模块和局部线性模块;所述将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像,包括:

将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入均值滤波模块,经所述均值滤波模块进行空洞卷积操作,得到第三媒介传输图像和第四媒介传输图像;

将所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像传输至所述局部线性模块,经所述局部线性模块对所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像进行处理,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像。

5. 根据权利要求1所述的接触网零部件检测方法,其特征在于,所述中间域迁移模型的训练步骤包括:

获取训练集数据,所述训练集数据中包含多个拍摄高速铁路接触网的图像集,每个图像集包含相同位置的低照度训练图像和正常照度训练图像;

初始化待训练的中间域训练迁移模型;

获取预设的第一损失函数,将全部所述低照度训练图像和所述正常照度训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型,利用梯度下降法对所述中间域训练迁移模型的图像分解模块中的参数进行调整,以最小化所述第一损失函数;

当对所述图像分解模块完成第一预设轮次的训练后,得到每个所述图像集对应的第一目标媒介传输训练图像和第二目标媒介传输训练图像;

获取预设的第二损失函数,将全部所述第一目标媒介传输训练图像和所述第二目标媒介传输训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型的媒介传输图像精细化模块,利用梯度下降法对所述媒介传输图像精细化模块的参数进行调整以最小化所述第二损失函数;

当对所述媒介传输图像精细化模块完成第二预设轮次的训练后,得到经训练的中间域迁移模型。

6. 根据权利要求1所述的接触网零部件检测方法,其特征在于,所述将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果,包括:

将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型;

经所述目标检测模型中的多层神经网络结构对所述第一自然图像和所述第二自然图像进行特征提取和分析,得到所述第一自然图像对应的第一接触网零部件检测结果,以及所述第二自然图像对应的第二接触网零部件检测结果。

7. 一种接触网零部件检测装置,其特征在於,包括:

图像获取模块,用于获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;

自然图像生成模块,用于将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;

所述中间域迁移模型包括输入模块、第一图像反转模块、图像分解模块、媒介传输图像精细化模块、第二图像反转模块和输出模块;所述将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像,包括:

将所述低照度图像和所述正常照度图像输入所述输入模块,经所述输入模块将所述低照度图像和所述正常照度图像传输到所述第一图像反转模块;

经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,并将所述第一雾图像和所述第二雾图像传输至图像分解模块;

经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像;

将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像;

将所述第一待反转自然图像和所述第二待反转自然图像传输至所述第二图像反转模块,经所述第二图像反转模块对图像进行反转处理,输出第一自然图像和第二自然图像;

将所述第一自然图像和所述第二自然图像经所述输出模块输出;

结果生成模块,用于将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。

8. 一种终端,其特征在於,所述终端包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的接触网零部件检测程序,所述接触网零部件检测程序被所述处理器执行时实现如权利要求1-6任意一项所述的接触网零部件检测方法的步骤。

9. 一种计算机可读存储介质,其特征在於,所述计算机可读存储介质上存储有接触网零部件检测程序,所述接触网零部件检测程序被处理器执行时,实现如权利要求1-6任一项所述的接触网零部件检测方法的步骤。

## 一种接触网零部件检测方法、装置、终端及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及计算机视觉技术领域,尤其涉及的是一种接触网零部件检测方法、装置、终端及存储介质。

### 背景技术

[0002] 接触网零部件状态检测与监测系统是高速铁路运营安全的重要技术保障。由于接触网检测车需要在夜间执行任务以避免与白天运营列车发生冲突,图像采集系统不可避免地会受到照度不均的影响,这将导致低照度环境下的接触网图像存在质量下降的问题,从而影响零部件的识别精度。

[0003] 目前,针对低照度接触网图像检测的基本解决方案是通过提高图像亮度来增强图像质量。然而,这种方法并不能有效解决正常照度图像和低照度图像之间的数据分布差异,使得接触网零部件的识别精度较低。

[0004] 因此,现有技术存在缺陷,有待改进与发展。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种接触网零部件检测方法、装置、终端及存储介质,旨在解决现有技术中接触网零部件的识别精度较低的问题。

[0006] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种接触网零部件检测方法,所述方法包括:

[0008] 获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;

[0009] 将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;

[0010] 将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。

[0011] 在一种实施方式中,所述中间域迁移模型包括输入模块、第一图像反转模块、图像分解模块、媒介传输图像精细化模块、第二图像反转模块和输出模块;所述将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像,包括:

[0012] 将所述低照度图像和所述正常照度图像输入所述输入模块,经所述输入模块将所述低照度图像和所述正常照度图像传输到所述第一图像反转模块;

[0013] 经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,并将所述第一雾图像和所述第二雾图像传输至图像分解模块;

[0014] 经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图

像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像;

[0015] 将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像;

[0016] 将所述第一待反转自然图像和所述第二待反转自然图像传输至所述第二图像反转模块,经所述第二图像反转模块对图像进行反转处理,输出第一自然图像和第二自然图像;

[0017] 将所述第一自然图像和所述第二自然图像经所述输出模块输出。

[0018] 在一种实施方式中,所述经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,包括:

[0019] 经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像分别进行归一化处理,得到第一归一化后图像和第二归一化后图像;

[0020] 对所述第一归一化后图像和所述第二归一化后图像分别进行反转处理,得到第一雾图像和所述第二雾图像。

[0021] 在一种实施方式中,所述图像分解模块包括多表征模块、多尺度模块、多尺度传输约束模块和非线性回归模块;所述经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像,包括:

[0022] 经所述多表征模块接收所述第一雾图像和所述第二雾图像,利用模块内的若干卷积层和最大池化层对输入图像进行特征提取和降维处理,并将提取到的特征进行拼接,得到第一特征集合和第二特征集合;

[0023] 将所述第一特征集合和所述第二特征集合传输至所述多尺度模块,经所述多尺度模块利用预设数量的尺度核分别提取所述第一特征集合和所述第二特征集合的多尺度特征,得到第一多尺度特征和第二多尺度特征,将所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征传输至所述多尺度传输约束模块;

[0024] 经所述多尺度传输约束模块分别对所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征依次进行多尺度池化、卷积特征提取和上采样操作,得到第一特征图和第二特征图,将所述第一特征图和所述第二特征图传输至所述非线性回归模块;

[0025] 经所述非线性回归模块对所述第一特征图和所述第二特征图进行非线性变换,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像。

[0026] 在一种实施方式中,所述媒介传输图像精细化模块包括均值滤波模块和局部线性模块;所述将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像,包括:

[0027] 将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入均值滤波模块,经所述均值滤波模块进行空洞卷积操作,得到第三媒介传输图像和第四媒介传输图像;

[0028] 将所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像传输至所述局部线性模块,经所述局部线性模块对所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像进行处理,得到第一

待反转自然图像和第二待反转自然图像。

[0029] 在一种实施方式中,所述中间域迁移模型的训练步骤包括:

[0030] 获取训练集数据,所述训练集数据中包含多个拍摄高速铁路接触网的图像集,每个图像集包含相同位置的低照度训练图像和正常照度训练图像;

[0031] 初始化待训练的中间域训练迁移模型;

[0032] 获取预设的第一损失函数,将全部所述低照度训练图像和所述正常照度训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型,利用梯度下降法对所述中间域训练迁移模型的图像分解模块中的参数进行调整,以最小化所述第一损失函数;

[0033] 当对所述图像分解模块完成第一预设轮次的训练后,得到每个所述图像集对应的第一目标媒介传输训练图像和第二目标媒介传输训练图像;

[0034] 获取预设的第二损失函数,将全部所述第一目标媒介传输训练图像和所述第二目标媒介传输训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型的媒介传输图像精细化模块,利用梯度下降法对所述媒介传输图像精细化模块的参数进行调整以最小化所述第二损失函数;

[0035] 当对所述媒介传输图像精细化模块完成第二预设轮次的训练后,得到经训练的中间域迁移模型。

[0036] 在一种实施方式中,所述将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果,包括:

[0037] 将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型;

[0038] 经所述目标检测模型中的多层神经网络结构对所述第一自然图像和所述第二自然图像进行特征提取和分析,得到所述第一自然图像对应的第一接触网零部件检测结果,以及所述第二自然图像对应的第二接触网零部件检测结果。

[0039] 第二方面,本发明实施例还提供一种接触网零部件检测装置,包括:

[0040] 图像获取模块,用于获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;

[0041] 自然图像生成模块,用于将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;

[0042] 结果生成模块,用于将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。

[0043] 第三方面,本发明实施例还提供一种终端,所述终端包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的接触网零部件检测程序,所述接触网零部件检测程序被所述处理器执行时实现如上所述的接触网零部件检测方法的步骤。

[0044] 第四方面,本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有接触网零部件检测程序,所述接触网零部件检测程序能够被执行以用于实现如上所述的接触网零部件检测方法的步骤。

[0045] 本发明的有益效果:本发明通过获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得

到第一自然图像和第二自然图像;将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。本发明通过将低照度图像和正常照度图像迁移到中间域得到对应的自然图像,可有效实现不同图像域数据的分布迁移和对齐,进而提高接触网零部件检测精度。

### 附图说明

- [0046] 图1是本发明中接触网零部件检测方法较佳实施例的流程图。
- [0047] 图2是本发明中雾天环境下观测系统成像示意图。
- [0048] 图3是本发明中图像对齐示意图一。
- [0049] 图4是本发明中图像对齐示意图二。
- [0050] 图5是本发明中利用中间域进行图像对齐的示意图。
- [0051] 图6是本发明的中间域迁移模型的结构示意图。
- [0052] 图7是本发明中针对自然图像生成的流程图。
- [0053] 图8是本发明中接触网正常照度图像示意图。
- [0054] 图9是本发明中接触网低照度图像示意图。
- [0055] 图10是本发明中经中间域迁移后的接触网正常照度图像示意图。
- [0056] 图11是本发明中经中间域迁移后的接触网低照度图像示意图。
- [0057] 图12是本发明中一种接触网零部件检测结果示意图。
- [0058] 图13是本发明中接触网零部件检测的流程示意图。
- [0059] 图14是本发明中接触网零部件检测装置较佳实施例的结构示意图。
- [0060] 图15是本发明的终端原理框图。

### 具体实施方式

[0061] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。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。

[0062] 接触网零部件状态检测与监测系统是高速铁路运营安全的重要技术保障。由于接触网检测车需要在夜间执行任务以避免与白天运营列车发生冲突,图像采集系统不可避免地会受到照度不均的影响,这将导致低照度环境下的接触网图像存在质量下降的问题,从而影响零部件的识别精度。

[0063] 目前,针对低照度接触网图像检测的基本解决方案是通过提高图像亮度来增强图像质量。然而,这种方法并不能有效解决正常照度图像和低照度图像之间的数据分布差异,使得接触网零部件的识别精度较低。

[0064] 针对现有技术的上述缺陷,本发明提供一种接触网零部件检测方法、装置、终端及存储介质,属于计算机视觉技术领域,方法包括:获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。本发明

通过将低照度图像和正常照度图像迁移到中间域得到对应的自然图像,可有效实现不同图像域数据的分布迁移和对齐,进而提高接触网零部件检测精度。

[0065] 请参见图1,本发明实施例所述的接触网零部件检测方法包括如下步骤:

[0066] 步骤S100、获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像。

[0067] 具体地,为避免影响列车的正常运行,本发明采用专用的综合列检车在夜晚对高速铁路接触网相同位置进行成像,得到低照度图像和正常照度图像。其中,低照度图像为补光不充足的图像,正常照度图像为补光充足的图像。

[0068] 请参见图1,本发明实施例所述的接触网零部件检测方法还包括如下步骤:

[0069] 步骤S200、将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像。

[0070] 具体地,在现有技术中,针对低照度接触网图像检测的基本解决方案是通过提高图像亮度来增强图像质量。然而,这种简单的亮度增强方式并不能有效解决低照度图像和正常照度图像之间的数据分布差异。此外,还有基于对比度调整的方法通过增强铁路轨道图像来提高损伤检测准确性,但该方法依赖人工经验,未能考虑到低照度图像和正常照度图像之间的分布差异。本发明的中间域迁移模型可有效将低照度图像和正常照度图像迁移到中间域,以实现不同图像域数据的分布迁移和对齐。后续利用经迁移的第一自然图像和第二自然图像进行接触网零部件的检测,在数据分布已对齐的情况下,检测模型能够更好地聚焦于接触网零部件本身的特征进行分析和识别,避免了因数据差异而导致的误判等情况,进而有效提高检测精度。

[0071] 在一种实现方式中,所述中间域迁移模型包括输入模块、第一图像反转模块、图像分解模块、媒介传输图像精细化模块、第二图像反转模块和输出模块;所述将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像,包括:

[0072] 将所述低照度图像和所述正常照度图像输入所述输入模块,经所述输入模块将所述低照度图像和所述正常照度图像传输到所述第一图像反转模块;

[0073] 经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,并将所述第一雾图像和所述第二雾图像传输至图像分解模块;

[0074] 经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像;

[0075] 将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像;

[0076] 将所述第一待反转自然图像和所述第二待反转自然图像传输至所述第二图像反转模块,经所述第二图像反转模块对图像进行反转处理,输出第一自然图像和第二自然图像;

[0077] 将所述第一自然图像和所述第二自然图像经所述输出模块输出。

[0078] 具体地,本发明的中间域迁移模型是基于大气散射模型、暗通道理论和导向滤波模型构建。

[0079] 由于将夜晚拍摄的照片反转后和雾图像具有高度相似性,故本发明基于大气散射模型来对雾图像进行去雾处理,实现对低照度图像和正常照度图像的增强,此举有利于接触网零部件的检测。

[0080] 雾天气图像的成像过程及其关键要素对应的数学公式如公式(1)所示。

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

[0082] 其中, $I(x)$ 是雾图像, $R(x)$ 是自然图像, $t(x)$ 是媒介传输函数, $A(x)$ 是自然光系数。

[0083] 如图2所示,在雾天环境下,观测系统成像之所以出现质量下降,主要归因于以下两方面:第一、在雾天环境下,物体的反射光被大气中的悬浮粒子吸收和散射,使物体的反射光减弱,导致观测系统成像结果照度低,此过程对应于公式(1)的 $R(x)t(x)$ 部分;第二、在雾天环境下,太阳光等环境照度被大气中的散射介质散射,形成背景照度,导致观测系统成像结果模糊,此过程对应于公式(1)的 $A(x)(1-t(x))$ 部分。

[0084] 暗通道理论是利用统计学,对大量的室外无雾霾图像进行统计,发现每个像素的RGB三个颜色通道中,总有一个通道的亮度值很低,甚至接近于零。如公式(2)所示。而媒介传输函数 $t(x)$ 可以由暗通道近似得到 $t(x) \propto 1 - R^{\text{dark}}(x)$ 。因此,在分解图像时,可利用暗通道理论对媒介传输函数进行估计求解。

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

[0086] 其中, $c$ 代表图像的RGB通道, $\Omega_r(x)$ 代表图像中 $x$ 处,以 $r$ 为半径的图像区域, $R^c(y)$ 表示在图像 $\Omega_r(x)$ 区域中的图像, $R^{\text{dark}}(x)$ 在图像 $\Omega_r(x)$ 区域中RGB三通像素最低值构成的图像。

[0087] 本发明的图像分解模块的构建以大气散射模型和暗通道理论为核心,主要用于把雾图像中的媒介传输图像分解出来。不过初步分解出的媒介传输图像往往存在不够平滑的问题,导致自然图像也不够平滑。鉴于此,引入媒介传输图像精细化模块对媒介传输图像进行精细化调整,使得媒介传输图像更加的平滑自然,进而分解出更平滑的自然图像。在本发明中,媒介传输图像精细化模块基于导向滤波模型构建。

[0088] 导向滤波是假设函数上的某一点与其邻域内的点线性相关,同理,对图像而言可将其视作一个二维函数。基于此,假定导向滤波函数的输出与输入在二维窗口内满足线性关系,如下所示:

$$q_i = \bar{a}_k I_i + \bar{b}_k \quad \forall i \in \omega_k \quad (3)$$

$$q_i = p_i - n_i \quad (4)$$

[0091] 其中, $\bar{a}_k$ 和 $\bar{b}_k$ 是在图像的第 $k$ 个局部窗口内进行线性回归得到的参数, $I_i$ 是引导图(这里采用的低照度图像自身和正常照度图像自身), $q_i$ 是要输出的滤波后的重构图, $\omega_k$ 是图像中第 $k$ 个局部窗口, $p_i$ 是要输入的要被滤波的图, $n_i$ 是噪声, $i$ 是下标。

[0092] 接下来的核心任务便是求线性函数的系数,其本质属于线性回归问题。因希望拟合函数的输出值 $q$ 和真实值 $p$ 的差距最小,因此将其转化成一个最优化问题,即对下面的公式(5)进行最小化处理。

$$[0093] \quad L_G = \arg \min E(a_k, b_k) = \arg \min \sum_{i \in \omega_k} ((\bar{a}_k I_i + \bar{b}_k - p_i)^2 + \varepsilon \bar{a}_k^2) \quad (5)$$

[0094] 其中,  $\varepsilon$  是正则化系数, 防止模型参数  $a$  过大, 从而确保模型的稳定性与有效性。

[0095] 现有技术中, 对于低照度图像的图像有如下方式: 第一、不使用源域的经验对齐, 其示意图如图3所示; 第二、使用源域进行反迁移对齐, 其示意图如图4所示。图中源域为正常照度图像, 目标域是低照度图像。两者均无法较好的解决不同图像域数据分布迁移与对齐。而本发明通过利用大气散射模型, 以中间图像域作为桥梁, 将低照度图像和正常照度图像迁移到同一区域, 可快速高效的实现不同图像域数据的迁移与对齐, 从而有效解决低照度图像和正常照度图像数据分布不一致所导致的接触网零部件检测精度低的问题, 其示意图如图5所示。

[0096] 本发明的中间域迁移模型基于实际物理模型(大气散射模型和导向滤波模型)为依据构建, 本发明的中间迁移网络模型具备更高的可解释性和泛化性。此外, 由于中间域的构建是基于具有图像增强功能的物理模型, 其不仅可以使低照度图像和正常照度图像数据分布迁移, 同时还可以在提高低照度接触网零部件检测精度的同时, 提高正常照度图像的检测精度, 从而实现整体数据检测精度的全面提高。填补了接触网检测的空白, 特别是在低照度条件下, 显著提高了检测精度。

[0097] 在一种实现方式中, 所述经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像, 得到第一雾图像和第二雾图像, 包括:

[0098] 经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像分别进行归一化处理, 得到第一归一化后图像和第二归一化后图像;

[0099] 对所述第一归一化后图像和所述第二归一化后图像分别进行反转处理, 得到第一雾图像和所述第二雾图像。

[0100] 具体的, 考虑到夜晚拍摄的图像在经过反转操作后, 与雾天图像呈现出较高的相似性这一特点, 先对低照度图像和正常照度图像分别进行归一化处理, 得到第一归一化后图像和第二归一化后图像。归一化处理能够将图像的像素值等数据规范到特定的范围, 经过这一步骤后, 针对第一归一化后图像和第二归一化后图像, 分别进行反转处理。通过这样的反转操作, 就能把它们转化为与雾天图像特征相近的图像, 也就是本发明所需的第一雾图像和第二雾图像。后续基于这些雾图像, 本发明能够通过特定的处理方法从中提取出自然图像, 进而用于后续接触网零部件检测等相关流程。

[0101] 在一种实现方式中, 所述图像分解模块包括多表征模块、多尺度模块、多尺度传输约束模块和非线性回归模块; 所述经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像, 得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像, 以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像, 包括:

[0102] 经所述多表征模块接收所述第一雾图像和所述第二雾图像, 利用模块内的若干卷积层和最大池化层对输入图像进行特征提取和降维处理, 并将提取到的特征进行拼接, 得到第一特征集合和第二特征集合;

[0103] 将所述第一特征集合和所述第二特征集合传输至所述多尺度模块, 经所述多尺度模块利用预设数量的尺度核分别提取所述第一特征集合和所述第二特征集合的多尺度特征, 得到第一多尺度特征和第二多尺度特征, 将所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特

征传输至所述多尺度传输约束模块；

[0104] 经所述多尺度传输约束模块分别对所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征依次进行多尺度池化、卷积特征提取和上采样操作,得到第一特征图和第二特征图,将所述第一特征图和第二特征图传输至所述非线性回归模块；

[0105] 经所述非线性回归模块对所述第一特征图和第二特征图进行非线性变换,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像。

[0106] 具体地,本发明的中间域迁移网络的结构如图6所示。当接收到第一雾图像和第二雾图像后,将其传输到多表征模块,多表征模块对雾图像进行卷积操作,为了更好的提取特征,本发明的多表征模块采用4通道的卷积特征提取网络,得到第一特征集合和第二特征集合。在多尺度模块,为解决图像目标尺度不变性问题,采用3个尺度核提取多尺度特征,得到第一多尺度特征和第二多尺度特征。在多尺度传输约束模块,为解决图像目标空间不变性问题,本发明引入多尺度池化、卷积特征提取和上采样操作,保证目标的空间不变性和尺度不变性。在非线性回归模块,其输出值被限定在0-1之间,这种限定有助于保证梯度更加容易收敛,进而提升整个模型的训练效率和稳定性。基于此,本发明采用双边界限制函数对输出进行约束,如公式(6)所示。

$$F_4 = \min(t_{\max}, \max(t_{\min}, W_4 * F_3 + B_4)) \quad (6)$$

[0108] 其中, $W_4$ 和 $B_4$ 是非线性回归模块的模型参数, $F_3$ 是多尺度传输约束模块输出出来的特征, $t_{\min} = 0, t_{\max} = 1$ 。如此设置,使得非线性回归模块能够在既定框架内精准运行,为后续的处理流程提供高质量的数据基础,经非线性回归模块处理后,可输出第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像。

[0109] 在一种实现方式中,所述媒介传输图像精细化模块包括均值滤波模块和局部线性模块;所述将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像,包括:

[0110] 将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入均值滤波模块,经所述均值滤波模块进行空洞卷积操作,得到第三媒介传输图像和第四媒介传输图像;

[0111] 将所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像传输至所述局部线性模块,经所述局部线性模块对所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像进行处理,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像。

[0112] 具体地,当分解出媒介传输图像后,由于其还较为粗糙,导致分解出的自然图像 $R_{low}$ (低照度图像分解出来的自然图像)和 $R_{nor}$ (正常照度图像分解出来的自然图像)不够平滑,还需要继续优化。因此,采用由导向滤波理论构建的媒介传输图像精细化模块对媒介传输函数图像 $t(x)$ 进行滤波,得到更加精细化的图像 $\hat{t}(x)$ ,从而使分解出来的自然图像 $R_{low}$ 和 $R_{nor}$ 更加平滑自然。

[0113] 在优化过程中,首先,利用均值滤波模块对其进行分组空洞卷积,可有效对图像去噪的同时,保持图像的边缘信息,使得图像纹理更加清晰、特征更加显著。通过此步骤可得到第三媒介传输图像和第四媒介传输图像。然后,利用局部线性模块对其进行处理。具体而言,局部线性模块包括三个局部线性器。第一局部线性器用于计算各类平均值、相关性计

算,以及方差和协方差。其计算公式(7)如下所示。

$$\begin{aligned}
 \text{mean}_I &= f_{\text{mean}}(I) \\
 \text{mean}_p &= f_{\text{mean}}(p) \\
 \text{corr}_I &= f_{\text{mean}}(I.*I) \\
 \text{corr}_{Ip} &= f_{\text{mean}}(I.*p) \\
 \text{var}_I &= \text{corr}_I - \text{mean}_I.*\text{mean}_I \\
 \text{cov}_{Ip} &= \text{corr}_{Ip} - \text{mean}_I.*\text{mean}_p
 \end{aligned} \tag{7}$$

[0115] 其中, $f_{\text{mean}}$ 代表对数据执行平均值操作, $\text{mean}_I$ 为第三媒介传输图像的均值, $\text{mean}_p$ 为第四媒介传输图像的均值, $\text{corr}_I$ 是第三媒介传输图像的相关性计算, $\text{corr}_{Ip}$ 是第三媒介传输图像和第四媒介传输图像的相关计算, $\text{var}_I$ 是第三媒介传输图像的方差计算, $\text{cov}_{Ip}$ 是第三媒介图像和第四媒介图像的协方差计算。

[0116] 第二局部线性器用于计算公式(3)中的相关系数来得到滤波后图像。所用的公式(8)如下所示:

$$\begin{aligned}
 a &= \text{corr}_{Ip} ./ (\text{var}_I + \varepsilon) \\
 b &= \text{mean}_p - a.*\text{mean}_I
 \end{aligned} \tag{8}$$

[0118] 根据媒介传输函数与暗通道的关系 $t(x) = 1 - \min_{x' \in \Omega(x)} \min_c \frac{I(x')}{A_c} = 1 - \frac{I_{\text{dark}}}{A}$ , 通常选

定暗通道最亮值的0.1%的数值估计A。而由于接触网图像的特殊性:图像在夜间拍摄,且每张图像接近一半以上是天空,因此A值可以被设定为1。故根据求得的 $\hat{t}(x)$ 和A,可将公式(1)变形为公式(9):

$$R(x) = 1 - \frac{1}{\hat{t}(x)} + \frac{I(x)}{\hat{t}(x)} \tag{9}$$

[0120] 第三线性器根据公式(9)和 $\hat{t}(x)$ ,可以得到待反转的自然图像R(x)。

[0121] 本发明中针对自然图像生成的流程图如图7所示。可以看到,经过对图像反转后,利用多表征模块、多尺度模块、多尺度传输约束模块和非线性回归模块的处理,可以得到媒介传输图像,然后利用均值滤波模块和三个局部线性器完成图像的优化,并对图像进行反转后,得到最终的自然图像(即中间域迁移图像)。可以理解的,由于第一图像反转模块将原始的图像反转成雾图像,故设置第二图像反转模块将从雾图像分解出的待反转自然图像还原为自然状态的图像。

[0122] 在一种实施方式中,所述中间域迁移模型的训练步骤包括:

[0123] 获取训练集数据,所述训练集数据中包含多个拍摄高速铁路接触网的图像集,每个图像集包含相同位置的低照度训练图像和正常照度训练图像;

[0124] 初始化待训练的中间域训练迁移模型;

[0125] 获取预设的第一损失函数,将全部所述低照度训练图像和所述正常照度训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型,利用梯度下降法对所述中间域训练迁移模型的图像分解模块中的参数进行调整,以最小化所述第一损失函数;

[0126] 当对所述图像分解模块完成第一预设轮次的训练后,得到每个所述图像集对应的

第一目标媒介传输训练图像和第二目标媒介传输训练图像；

[0127] 获取预设的第二损失函数,将全部所述第一目标媒介传输训练图像和所述第二目标媒介传输训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型的媒介传输图像精细化模块,利用梯度下降法对所述媒介传输图像精细化模块的参数进行调整以最小化所述第二损失函数；

[0128] 当对所述媒介传输图像精细化模块完成第二预设轮次的训练后,得到经训练的中间域迁移模型。

[0129] 具体的,为保证最终输出图像的精细度,本发明对中间域迁移模型进行了训练。在训练前,先构建训练数据集。训练集数据中包含多个拍摄高速铁路接触网的图像集,每个图像集包含相同位置的低照度训练图像和正常照度训练图像。在训练过程中,先对图像分解模块进行训练,然后对媒介传输图像精细化模块进行训练。

[0130] 图像分解模块对应的第一损失函数是基于暗通道假设估计的媒介传输函数图像 $t(x)$ 所构建,表示为:

$$[0131] \quad L(\Theta) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left\| l(I_i(x); \Theta) - t_i(x) \right\|^2 \quad (10)$$

[0132] 其中, $t_i(x) = \text{imerode}(1 - I_i(x))$ ,imerode是图像腐蚀操作。 $\Theta$ 是图像分解模块参数的总和。 $i$ 是索引, $I_i(x)$ 是第 $i$ 个输入样本图像, $N$ 是每次输入训练的样本数量, $L$ 是计算的损失。 $l(I_i(x); \Theta)$ 表示图像分解模块的输出。在训练中,通过最小化第一损失函数,即最小化图像分解模块的输出和暗通道理论估计的 $t(x)$ 之间的差距,来优化模型参数。

[0133] 媒介传输图像精细化模块对应的第二损失函数表示为:

$$[0134] \quad L_G = \text{argmin}(E(a_k, b_k) + \text{MMD}(F, X, Y)) \quad (11)$$

$$[0135] \quad \text{其中}, \text{MMD}(F, X, Y) = \left\| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(R_{\text{low}}(x_i)) - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f(R_{\text{nor}}(y_j)) \right\|_{\text{H}} \quad (12)$$

[0136] 具体而言, $\text{argmin}(E(a_k, b_k))$ 对应的公式为公式(5), $x \in X$ 是接触网低照度图像, $y \in Y$ 是接触网正常照度图像, $f \in F$ 是高斯核函数操作。 $n$ 和 $m$ 是对应低照度图像正常照度图像的每次输入样本数量。经过上一步分解出的自然图像 $R_{\text{low}}$ (低照度图像分解出来的自然图像)和 $R_{\text{nor}}$ (正常照度图像分解出来的自然图像)无法保证具有相同的分布,因此,将公式(5)继续引入MMD损失,得到公式(11)。通过在训练中最小化接触网低照度和正常照度图像之间的分布距离,使得在实际应用中进一步降低接触网低照度和正常照度图像的分布,此过程即为将低照度图像和正常照度图像向中间域迁移。通过梯度下降算法对第二目标损失函数进行计算,可对媒介传输图像精细化模块的参数进行优化,从而得到相关函数 $a \rightarrow A_{\text{map}}$ 和 $b \rightarrow B$ ,代入到公式(3),得到如下公式(13):

$$[0137] \quad \hat{t}(x) = A_{\text{map}} g(x) + B \quad (13)$$

[0138] 后续正式使用时,可利用公式(13)求得媒介传输图像 $\hat{t}(x)$ 。

[0139] 当上述两个模块都完成训练后,得到经训练的中间域迁移网络。本发明通过在第二损失函数中引入MMD损失,使低照度图像的光照分布更接近正常照度图像,从而减少低照度图像中的光照差异,使得两个图像的分布更加一致。通过此种方式可有效提高后续接触

网零部件检测的精度。

[0140] 在本发明中,若干接触网的正常照度图像如图8所示,若干接触网的低照度图像如图9所示,经过中间域迁移模型的处理后,可以看到,经过中间域迁移后的正常照度图像(即第二自然图像)如图10所示,经过中间域迁移的低照度图像(即第一自然图像)如图11所示。通过中间域迁移模型的处理,可使得两个图像的分布更加一致。

[0141] 请参见图1,本发明实施例所述的接触网零部件检测方法还包括如下步骤:

[0142] 步骤S300、将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。

[0143] 具体地,本发明的目标检测模型为Faster-RCNN网络模型。采用梯度下降方法对其进行训练,使深度学习网络能够对接触网零部件进行更加精准的定位与分类。请参阅图12,为本发明中一种接触网零部件检测结果示意图。在图12中,1为绝缘子底座、2为绝缘子、3为支撑套筒、4为支撑套筒顶紧螺栓、5为旋转双耳、6为定位器底座、7为斜拉线定位钩、8为双套筒连接器、9为承力索底座、10为防风拉线环。需注意图12仅为一种零部件检测结果示意图,并不意味着本发明仅能支持如上所述的零部件检测。

[0144] 在一种实现方式中,所述将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果,包括:

[0145] 将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型;

[0146] 经所述目标检测模型中的多层神经网络结构对所述第一自然图像和所述第二自然图像进行特征提取和分析,得到所述第一自然图像对应的第一接触网零部件检测结果,以及所述第二自然图像对应的第二接触网零部件检测结果。

[0147] 具体地,利用Faster-RCNN网络模型中的多层神经网络结构对自然图像进行处理,可有效得到每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。Faster-RCNN网络模型的训练数据集由图像标注工具LabelMe对采集到的图像进行零部件样本标注所得。

[0148] 综上所述,本发明通过获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。其过程可如图13所示。本发明通过将低照度图像和正常照度图像迁移到中间域得到对应的自然图像,可有效实现不同图像域数据的分布迁移和对齐,进而提高接触网零部件检测精度。

[0149] 在一种实施例中,如图14所示,基于上述接触网零部件检测方法,本发明还相应提供了一种接触网零部件检测装置,包括:

[0150] 图像获取模块100,用于获取拍摄高速铁路接触网相同位置所得的低照度图像和正常照度图像;

[0151] 自然图像生成模块200,用于将所述低照度图像和所述正常照度图像输入经训练的中间域迁移模型,经所述中间域迁移模型将所述低照度图像和所述正常照度图像分别迁移到中间域,得到第一自然图像和第二自然图像;

[0152] 结果生成模块300,用于将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型,经处理得到与每个自然图像对应的接触网零部件检测结果。

[0153] 在一种实施例中,所述中间域迁移模型包括输入模块、第一图像反转模块、图像分解模块、媒介传输图像精细化模块、第二图像反转模块和输出模块;所述自然图像生成模块包括:

[0154] 第一图像输入单元,用于将所述低照度图像和所述正常照度图像输入所述输入模块,经所述输入模块将所述低照度图像和所述正常照度图像传输到所述第一图像反转模块;

[0155] 第一图像反转单元,用于经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像转换成对应的雾图像,得到第一雾图像和第二雾图像,并将所述第一雾图像和所述第二雾图像传输至图像分解模块;

[0156] 图像分解单元,用于经所述图像分解模块处理所述第一雾图像和所述第二雾图像,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像对应的第二媒介传输图像;

[0157] 图像优化单元,用于将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入媒介传输图像精细化模块,经所述媒介传输图像精细化模块进行数据修正,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像;

[0158] 第二图像反转单元,用于将所述第一待反转自然图像和所述第二待反转自然图像传输至所述第二图像反转模块,经所述第二图像反转模块对图像进行反转处理,输出第一自然图像和第二自然图像;

[0159] 第一图像输出单元,用于将所述第一自然图像和所述第二自然图像经所述输出模块输出。

[0160] 在一种实施例中,所述装置还包括:

[0161] 归一化单元,用于经所述第一图像反转模块将所述低照度图像和所述正常照度图像分别进行归一化处理,得到第一归一化后图像和第二归一化后图像;

[0162] 反转子单元,用于对所述第一归一化后图像和所述第二归一化后图像分别进行反转处理,得到第一雾图像和所述第二雾图像。

[0163] 在一种实施例中,所述图像分解模块包括多表征模块、多尺度模块、多尺度传输约束模块和非线性回归模块;所述装置还包括:

[0164] 特征提取单元,用于经所述多表征模块接收所述第一雾图像和所述第二雾图像,利用模块内的若干卷积层和最大池化层对输入图像进行特征提取和降维处理,并将提取到的特征进行拼接,得到第一特征集合和第二特征集合;

[0165] 多尺度特征提取单元,用于将所述第一特征集合和所述第二特征集合传输至所述多尺度模块,经所述多尺度模块利用预设数量的尺度核分别提取所述第一特征集合和所述第二特征集合的多尺度特征,得到第一多尺度特征和第二多尺度特征,将所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征传输至所述多尺度传输约束模块;

[0166] 特征图生成单元,用于经所述多尺度传输约束模块分别对所述第一多尺度特征和所述第二多尺度特征依次进行多尺度池化、卷积特征提取和上采样操作,得到第一特征图和第二特征图,将所述第一特征图和所述第二特征图传输至所述非线性回归模块;

[0167] 非线性变换单元,用于经所述非线性回归模块对所述第一特征图和所述第二特征图进行非线性变换,得到所述第一雾图像对应的第一媒介传输图像,以及所述第二雾图像

对应的第二媒介传输图像。

[0168] 在一种实施例中,所述媒介传输图像精细化模块包括均值滤波模块和局部线性模块,所述装置还包括:

[0169] 空洞卷积单元,用于将所述第一媒介传输图像和所述第二媒介传输图像输入均值滤波模块,经所述均值滤波模块进行空洞卷积操作,得到第三媒介传输图像和第四媒介传输图像;

[0170] 自然图像生成单元,用于将所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像传输至所述局部线性模块,经所述局部线性模块对所述第三媒介传输图像和所述第四媒介传输图像进行处理,得到第一待反转自然图像和第二待反转自然图像。

[0171] 在一种实施例中,所述装置还包括:

[0172] 训练集获取单元,用于获取训练集数据,所述训练集数据中包含多个拍摄高速铁路接触网的图像集,每个图像集包含相同位置的低照度训练图像和正常照度训练图像;

[0173] 初始化单元,用于初始化待训练的中间域训练迁移模型;

[0174] 第一训练单元,用于获取预设的第一损失函数,将全部所述低照度训练图像和所述正常照度训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型,利用梯度下降法对所述中间域训练迁移模型的图像分解模块中的参数进行调整,以最小化所述第一损失函数;

[0175] 训练图像生成单元,用于当对所述图像分解模块完成第一预设轮次的训练后,得到每个所述图像集对应的第一目标媒介传输训练图像和第二目标媒介传输训练图像;

[0176] 第二训练单元,用于获取预设的第二损失函数,将全部所述第一目标媒介传输训练图像和所述第二目标媒介传输训练图像按批次输入所述中间域训练迁移模型的媒介传输图像精细化模块,利用梯度下降法对所述媒介传输图像精细化模块的参数进行调整以最小化所述第二损失函数;

[0177] 训练完成单元,用于当对所述媒介传输图像精细化模块完成第二预设轮次的训练后,得到经训练的中间域迁移模型。

[0178] 在一种实施例中,所述结果生成模块包括:

[0179] 第二图像输入单元,用于将所述第一自然图像和所述第二自然图像输入经训练的目标检测模型;

[0180] 结果输出单元,用于经所述目标检测模型中的多层神经网络结构对所述第一自然图像和所述第二自然图像进行特征提取和分析,得到所述第一自然图像对应的第一接触网零部件检测结果,以及所述第二自然图像对应的第二接触网零部件检测结果。

[0181] 基于上述实施例,本发明还提供了一种终端,其原理框图可以如图15所示。上述终端包括通过装置总线连接的处理器、存储器、网络接口以及显示屏。其中,该终端的处理器用于提供计算和控制能力。该终端的存储器包括非易失性存储介质、内部存储器。该非易失性存储介质存储有操作装置和接触网零部件检测程序。该内部存储器为非易失性存储介质中的操作装置和接触网零部件检测程序的运行提供环境。该终端的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该接触网零部件检测程序被处理器执行时实现上述任意一种接触网零部件检测方法的步骤。该终端的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏。

[0182] 本领域技术人员可以理解,图15中示出的原理框图,仅是与本发明方案相关的部分结构的框图,并不构成对本发明方案所应用于其上的终端的限定,具体的终端可以包括

比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0183] 在一个实施例中,提供了一种终端,上述终端包括存储器、处理器以及存储在上述存储器上并可在上述处理器上运行的接触网零部件检测程序,上述接触网零部件检测程序被上述处理器执行时实现本发明实施例提供的任意一种接触网零部件检测方法的步骤。

[0184] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,上述计算机可读存储介质上存储有接触网零部件检测程序,上述接触网零部件检测程序被处理器执行时实现本发明实施例提供的任意一种接触网零部件检测方法的步骤。

[0185] 应理解,上述实施例中各步骤的序号大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0186] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成,即将上述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中,上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。另外,各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本发明的保护范围。上述装置中单元、模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0187] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0188] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各实例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟是以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0189] 在本发明所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置/终端设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置/终端设备实施例仅是示意性的,例如,上述模块或单元的划分,仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以由另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个装置,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0190] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解;其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不是相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本发明的保护范围之内。

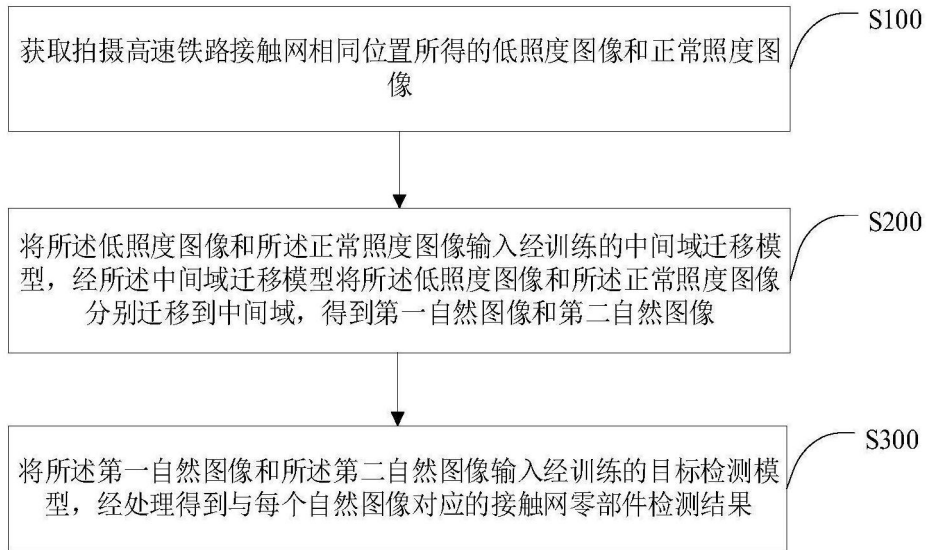


图1

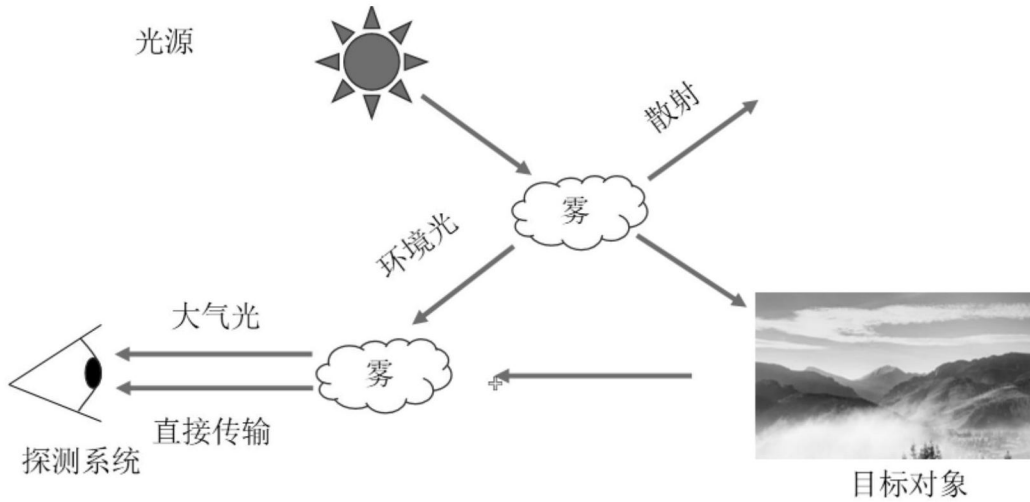


图2

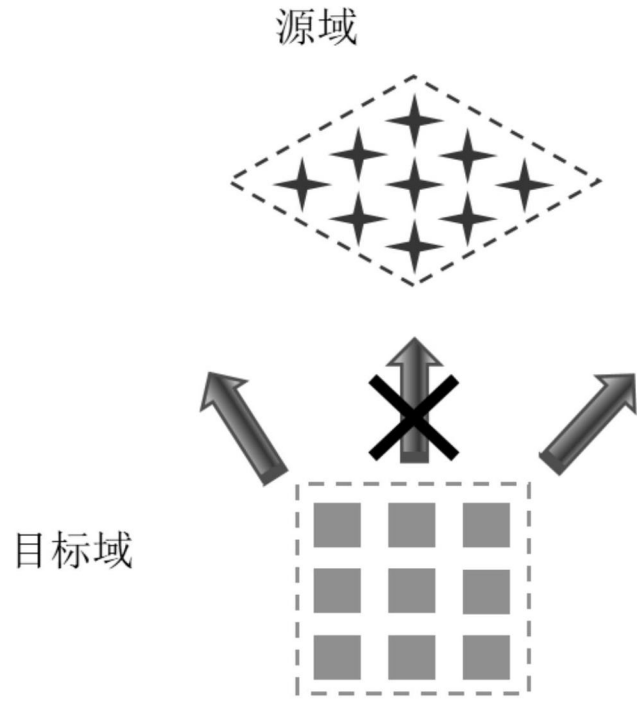


图3

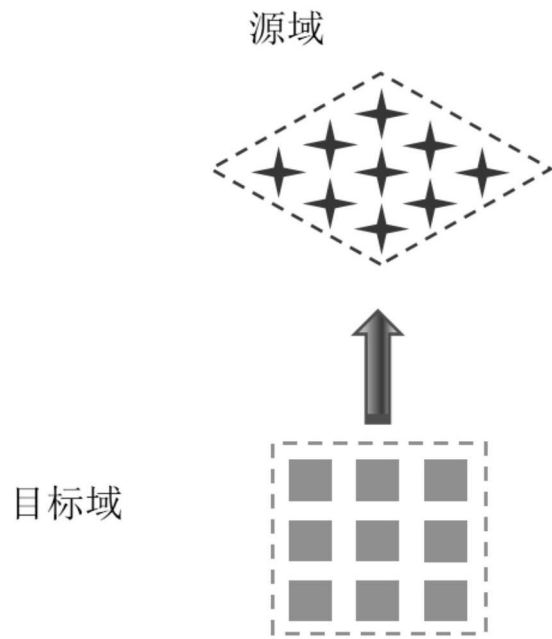


图4

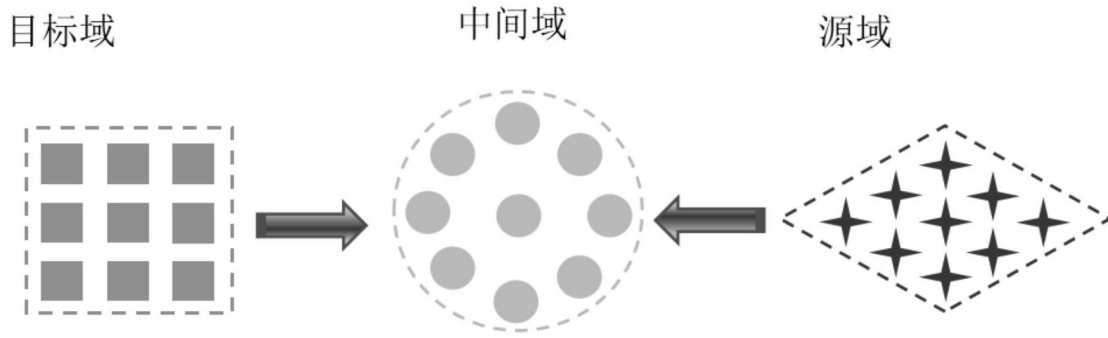


图5

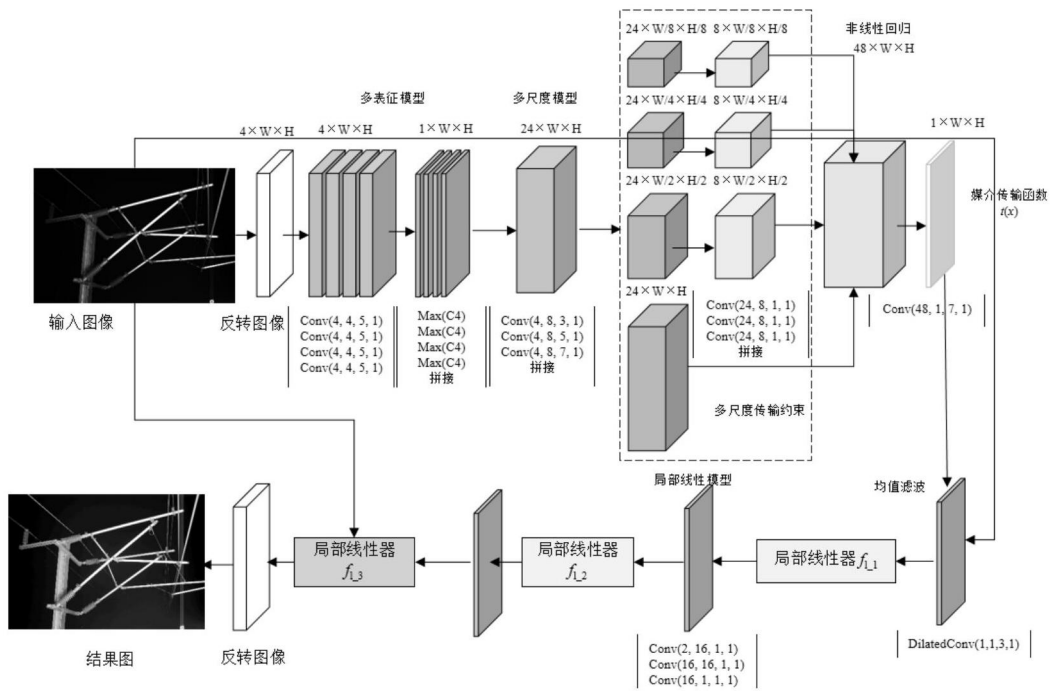


图6

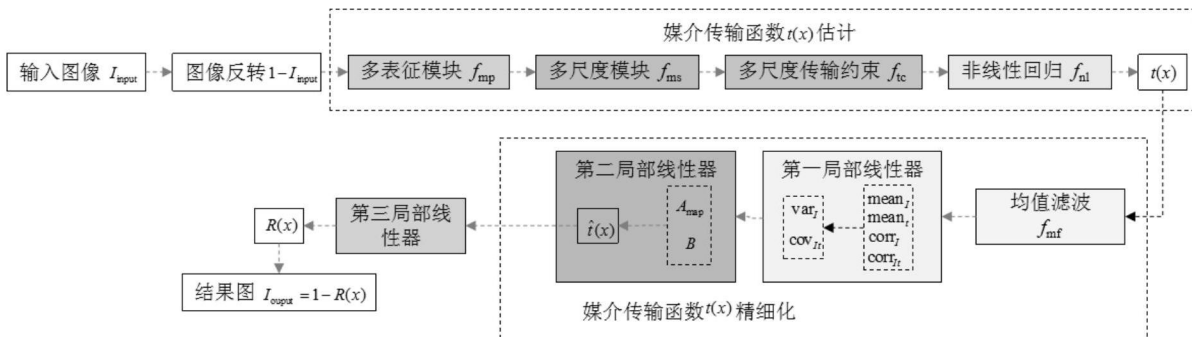


图7

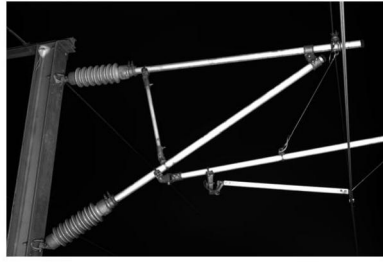


图8

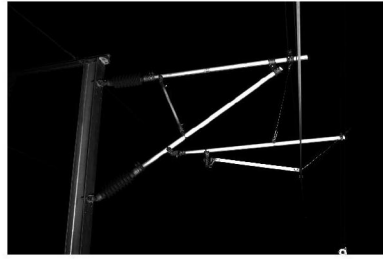


图9

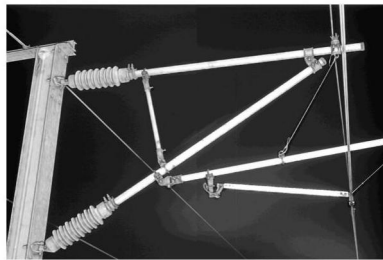


图10

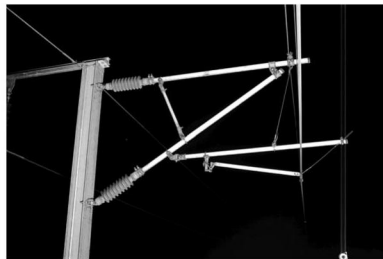


图11

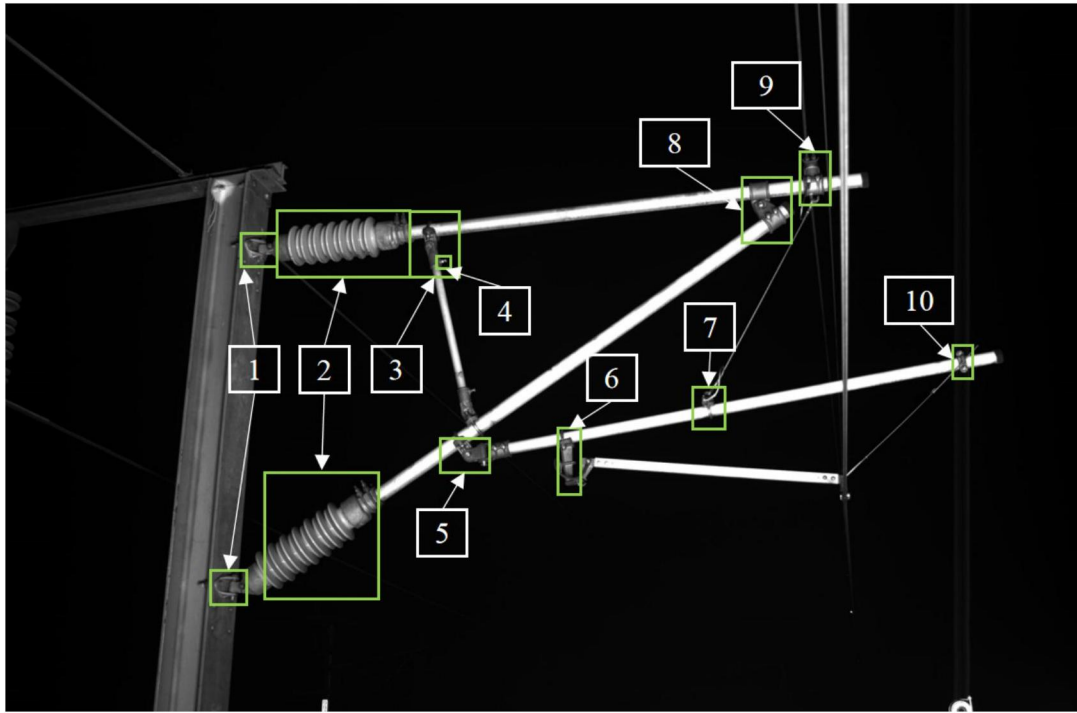


图12

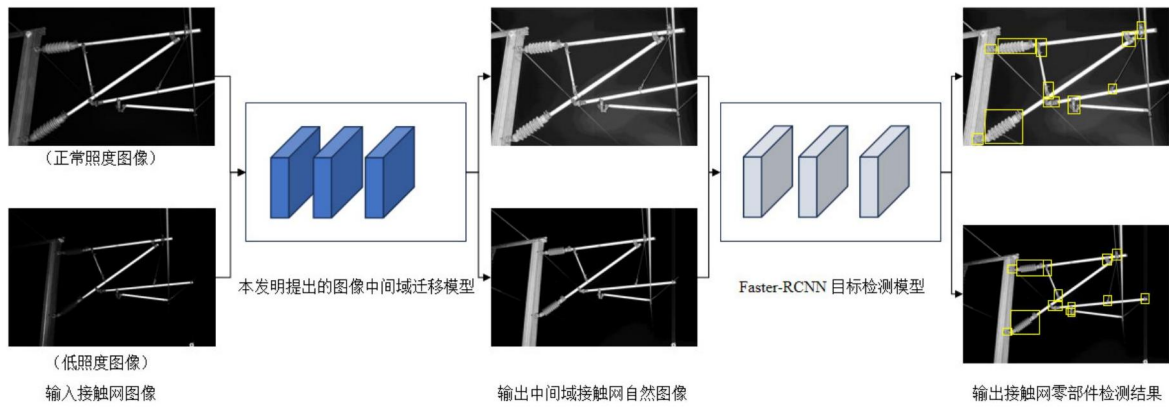


图13

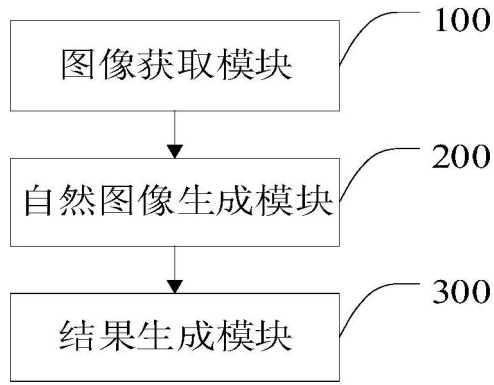


图14

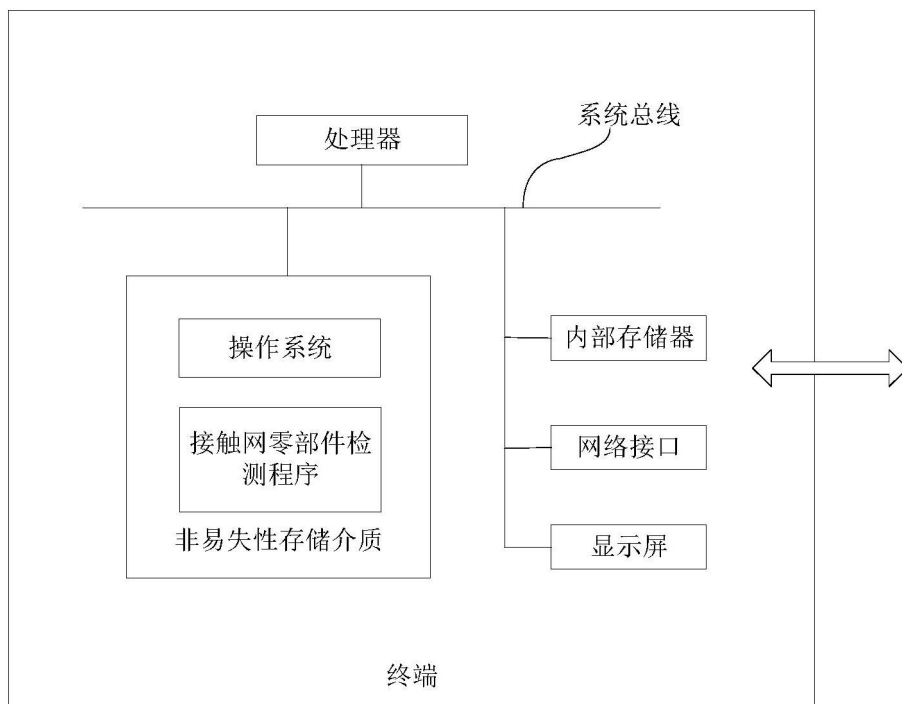


图15