



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117542003 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 02

(21) 申请号 202410020924.1

G06T 7/194 (2017.01)

(22) 申请日 2024.01.08

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117542003 A

(43) 申请公布日 2024.02.09

(73) 专利权人 大连天成电子有限公司

地址 116000 辽宁省大连市保税区洞庭路1号自贸大厦706D-19

(72) 发明人 马靖 吴俊峰 马晓童

(74) 专利代理机构 深圳市徽正知识产权代理有限公司 44405

专利代理师 王珊珊

(51) Int. Cl.

G06V 20/54 (2022.01)

G06V 10/44 (2022.01)

G06V 10/26 (2022.01)

G06T 7/12 (2017.01)

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 7/187 (2017.01)

(56) 对比文件

CN 110889342 A, 2020.03.17

CN 115303265 A, 2022.11.08

CN 116245752 A, 2023.06.09

CN 106257490 A, 2016.12.28

CN 109782414 A, 2019.05.21

CN 113343962 A, 2021.09.03

CN 113743265 A, 2021.12.03

CN 114820773 A, 2022.07.29

CN 117146838 A, 2023.12.01

CN 117173416 A, 2023.12.05

CN 117237368 A, 2023.12.15

US 2010322476 A1, 2010.12.23 (续)

审查员 杨欢

权利要求书4页 说明书9页 附图1页

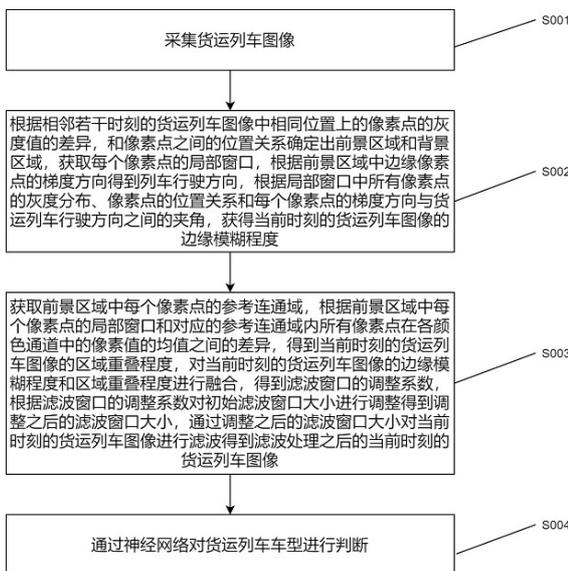
(54) 发明名称

基于图像特征分析的货运列车车型判断方法

(57) 摘要

本发明涉及图像处理技术领域,具体涉及基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,包括:根据当前时刻的图像序列的所有货运列车图像中像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域,得到当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度;根据前景区域中每个像素点的局部窗口和对应的参考连通域内所有像素点在各颜色通道中的像素值的均值之间的差异,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,得到调整之后的滤波窗口大小,得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像;通过神经网络对货运列车车型进行判断。本发明优化了滤波窗口大小的参数,提高了对货运列车

车型判断的准确性。



CN 117542003 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

任少杰等. 基于栅格化四边形区域与改进人

工势场的车辆行驶轨迹研究.《湖北汽车工业学院学报》.2020,第34卷(第3期),第6-10页.

1. 基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:  
采集货运列车图像;

将任意一个时刻记为当前时刻,将当前时刻之前相邻若干个货运列车图像组成当前时刻的图像序列,根据当前时刻的图像序列的所有货运列车图像中相同位置上的像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域,获取每个像素点的局部窗口,

所述获取每个像素点的局部窗口,包括的具体步骤如下:

以当前时刻的货运列车图像中每个像素点为局部窗口中心点,以 $D \times D$ 为局部窗口的大小,以此获得每个像素点的局部窗口,其中, $D$ 为预设参数;

根据前景区域中边缘像素点的梯度方向得到列车行驶方向,根据局部窗口中所有像素点的灰度分布、像素点的位置关系和每个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角,获得当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度;

所述根据局部窗口中所有像素点的灰度分布、像素点的位置关系和每个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角,获得当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度,包括的具体步骤如下:

当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度的计算公式为:

$$Q = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \left( \frac{1}{\sigma_i} \times d_i \times \exp \left( -\frac{1}{M} \times \sum_{j=1}^M f_{i,j} \right) \right)$$

式中, $\sigma_i$ 表示第 $i$ 个像素点的局部窗口内所有像素点的灰度值的方差, $d_i$ 表示第 $i$ 个像素点的与中心像素点之间的欧式距离, $f_{i,j}$ 表示第 $i$ 个像素点的局部窗口内第 $j$ 个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角, $M$ 表示每个像素点的局部窗口内所有像素点的数量, $N$ 表示当前时刻的货运列车图像中所有像素点的数量, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $Q$ 表示当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度;

获取背景区域的若干个连通域,根据前景区域中像素点与背景区域中连通域的位置关系获得前景区域中每个像素点的参考连通域,

所述获取背景区域的若干个连通域,根据前景区域中像素点与背景区域中连通域的位置关系获得前景区域中每个像素点的参考连通域,包括的具体步骤如下:

对背景区域通过大津阈值算法进行分割,得到背景区域的若干个连通域;

将前景区域中每个像素点离背景区域中最近的一个连通域,记为前景区域中每个像素点的参考连通域;

根据前景区域中每个像素点的局部窗口和对应的参考连通域内所有像素点在各颜色通道中的像素值的均值之间的差异,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,

所述根据前景区域中每个像素点的局部窗口和对应的参考连通域内所有像素点在各颜色通道中的像素值的均值之间的差异,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,包括的具体步骤如下:

将在RGB颜色空间中的当前时刻的货运列车图像,记为色彩图像;

当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度的计算公式为:

$$P = \exp\left(-\frac{1}{n} \times \sum_{c=1}^n \sum_{e=1}^E |R_{c,e} - T_{c,e}|\right)$$

式中, $R_{c,e}$ 表示色彩图像的前景区域中第 $c$ 个像素点的局部窗口内所有像素点在第 $e$ 个颜色通道的像素值的均值, $T_{c,e}$ 表示色彩图像的前景区域中第 $c$ 个像素点的参考连通域内所有像素点在第 $e$ 个颜色通道的像素值的均值, $E$ 表示颜色通道的数量, $n$ 表示前景区域中所有像素点的数量, $||$ 为绝对值符号, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $P$ 表示当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度;

对当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度进行融合,得到滤波窗口的调整系数,根据滤波窗口的调整系数对初始滤波窗口大小进行调整得到调整之后的滤波窗口大小,通过调整之后的滤波窗口大小对当前时刻的货运列车图像进行滤波得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像;

根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过神经网络对货运列车车型进行判断。

2. 根据权利要求1所述基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,其特征在于,所述将当前时刻之前相邻若干个货运列车图像组成当前时刻的图像序列,包括的具体步骤如下:

将当前时刻之前相邻的 $A$ 个货运列车图像和当前时刻的货运列车图像组成当前时刻的图像序列;其中, $A$ 为预设参数。

3. 根据权利要求1所述基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,其特征在于,所述根据当前时刻的图像序列的所有货运列车图像中相同位置上的像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域,包括的具体步骤如下:

以货运列车图像的中心像素点为坐标原点,以水平向右为横轴,以竖直向上为纵轴,建立坐标系;

每个像素点为前景区域像素点的可能性的计算公式为:

$$F_s = \text{norm} \left( \sum_{a=1}^A (|H_{a+1,s} - H_{a,s}|) \times \frac{1}{\sqrt{(X_s - X_o)^2 + (Y_s - Y_o)^2 + 0.1}} \right)$$

式中,  $H_{a+1,s}$  表示当前时刻的图像序列中第  $a + 1$  个图像中第  $s$  个像素点的灰度值,  $H_{a,s}$  表示当前时刻的图像序列中第  $a$  个图像中第  $s$  个像素点的灰度值,  $X_s$  表示第  $s$  个像素点位置的横轴值,  $Y_s$  表示第  $s$  个像素点位置的纵轴值,  $X_o$  表示中心像素点  $o$  的横轴值,  $Y_o$  表示中心像素点  $o$  的纵轴值,  $\text{norm}()$  表示线性归一化函数,  $||$  为绝对值符号,  $F_s$  表示第  $s$  个像素点为前景区域像素点的可能性,  $A$  为预设参数;

将当前时刻的货运列车图像中为前景区域像素点的可能性大于或者等于预设阈值  $B$  的像素点记为前景区域的像素点, 将当前时刻的货运列车图像中为前景区域像素点的可能性小于预设阈值  $B$  的像素点记为背景区域的像素点; 由前景区域的所有像素点组成前景区域, 由背景区域的所有像素点组成背景区域。

4. 根据权利要求 1 所述基于图像特征分析的货运列车车型判断方法, 其特征在于, 所述根据前景区域中边缘像素点的梯度方向得到列车行驶方向, 包括的具体步骤如下:

对当前时刻的货运列车图像进行 canny 边缘检测, 得到当前时刻的货运列车图像中每个像素点的梯度方向和梯度幅值; 通过大津阈值算法对当前时刻的货运列车图像进行阈值分割, 得到若干个连通域, 对每个连通域作最小外接矩形, 将其中面积最大的一个外接矩形记为参考矩形, 选取参考矩形的两个短边中离右下角像素点最近的一个边记为参考边缘, 获取参考边缘上所有像素点的梯度方向与水平横轴方向之间的夹角, 计算得到参考边缘上所有像素点的梯度方向与水平横轴方向之间的夹角的均值, 记为参考边缘的均值角度; 以水平横轴方向为起始方向, 按照逆时针旋转参考边缘的均值角度大小之后的方向记为货运列车行驶方向。

5. 根据权利要求 1 所述基于图像特征分析的货运列车车型判断方法, 其特征在于, 所述对当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度进行融合, 得到滤波窗口的调整系数, 根据滤波窗口的调整系数对初始滤波窗口大小进行调整得到调整之后的滤波窗口大小, 包括的具体步骤如下:

滤波窗口的调整系数的计算公式为:

$$K = \exp(-Q \times P)$$

式中,  $Q$  表示当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度,  $\exp()$  表示以自然常数为底的指数函数,  $P$  表示当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,  $K$  表示滤波窗口的调整系数;

获取初始滤波窗口大小与滤波窗口的调整系数的乘积结果, 然后对乘积结果进行向上

取整得到调整之后的滤波窗口大小。

6. 根据权利要求1所述基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,其特征在於,所述通过调整之后的滤波窗口大小对当前时刻的货运列车图像进行滤波得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像,包括的具体步骤如下:

再根据调整之后的滤波窗口对当前时刻的货运列车图像通过双边滤波算法进行滤波处理得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像。

7. 根据权利要求1所述基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,其特征在於,所述根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过神经网络对货运列车车型进行判断,包括的具体步骤如下:

根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过CNN神经网络对货运列车车型进行分类判断,得到各种货运列车的车型。

## 基于图像特征分析的货运列车车型判断方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,具体涉及基于图像特征分析的货运列车车型判断方法。

### 背景技术

[0002] 货运列车是专门用于运输货物的铁路列车,它们通常被设计成能够携带大量货物的车辆,以满足物流和运输需求。货运列车在全球范围内广泛应用,为各种行业和经济部门提供了重要的货物运输服务,因此货运列车的安全监测和维护就显得非常重要。由于不同货运列车的监测方法不同,因此需要先判断出各种货运列车的车型。

[0003] 在对高速行驶的货运列车车型进行判断时,由于列车在高速移动,所以采集到的货运列车图像可能会产生运动模糊的现象。在对货运列车图像进行增强时通过双边滤波进行处理,但是常规使用双边滤波进行图像增强处理时,由于滤波的窗口大小都是固定的,这就导致滤波增强后的图像仍然不清楚,导致降低了对货运列车车型判断的准确性。

### 发明内容

[0004] 本发明提供基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,以解决现有的问题。

[0005] 本发明的基于图像特征分析的货运列车车型判断方法采用如下技术方案:

[0006] 本发明一个实施例提供了基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,该方法包括以下步骤:

[0007] 采集货运列车图像;

[0008] 将任意一个时刻记为当前时刻,将当前时刻之前相邻若干个货运列车图像组成当前时刻的图像序列,根据当前时刻的图像序列的所有货运列车图像中相同位置上的像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域,获取每个像素点的局部窗口,根据前景区域中边缘像素点的梯度方向得到列车行驶方向,根据局部窗口中所有像素点的灰度分布、像素点的位置关系和每个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角,获得当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度;

[0009] 获取背景区域的若干个连通域,根据前景区域中像素点与背景区域中连通域的位置关系获得前景区域中每个像素点的参考连通域,根据前景区域中每个像素点的局部窗口和对应的参考连通域内所有像素点在各颜色通道中的像素值的均值之间的差异,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,对当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度进行融合,得到滤波窗口的调整系数,根据滤波窗口的调整系数对初始滤波窗口大小进行调整得到调整之后的滤波窗口大小,通过调整之后的滤波窗口大小对当前时刻的货运列车图像进行滤波得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像;

[0010] 根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过神经网络对货运列车车型进行判断。

[0011] 进一步地,所述将当前时刻之前相邻若干个货运列车图像组成当前时刻的图像序

列,包括的具体步骤如下:

[0012] 将当前时刻之前相邻的A个货运列车图像和当前时刻的货运列车图像组成当前时刻的图像序列;其中,A为预设参数。

[0013] 进一步地,所述根据当前时刻的图像序列的所有货运列车图像中相同位置上的像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域,包括的具体步骤如下:

[0014] 以货运列车图像的中心像素点为坐标原点,以水平向右为横轴,以竖直向上为纵轴,建立坐标系;

[0015] 每个像素点为前景区域像素点的可能性的计算公式为:

$$[0016] \quad F_s = \text{norm} \left( \sum_{a=1}^A (|H_{a+1,s} - H_{a,s}|) \times \frac{1}{\sqrt{(X_s - X_o)^2 + (Y_s - Y_o)^2 + 0.1}} \right)$$

[0017] 式中, $H_{a+1,s}$ 表示当前时刻的图像序列中第 $a + 1$ 个图像中第 $s$ 个像素点的灰度值, $H_{a,s}$ 表示当前时刻的图像序列中第 $a$ 个图像中第 $s$ 个像素点的灰度值, $X_s$ 表示第 $s$ 个像素点位置的横轴值, $Y_s$ 表示第 $s$ 个像素点位置的纵轴值, $X_o$ 表示中心像素点 $o$ 的横轴值, $Y_o$ 表示中心像素点 $o$ 的纵轴值, $\text{norm}()$ 表示线性归一化函数, $||$ 为绝对值符号, $F_s$ 表示第 $s$ 个像素点为前景区域像素点的可能性, $A$ 为预设参数;

[0018] 将当前时刻的货运列车图像中为前景区域像素点的可能性大于或者等于预设阈值B的像素点记为前景区域的像素点,将当前时刻的货运列车图像中为前景区域像素点的可能性小于预设阈值B的像素点记为背景区域的像素点;由前景区域的所有像素点组成前景区域,由背景区域的所有像素点组成背景区域。

[0019] 进一步地,所述获取每个像素点的局部窗口,根据前景区域中边缘像素点的梯度方向得到列车行驶方向,包括的具体步骤如下:

[0020] 以当前时刻的货运列车图像中每个像素点为局部窗口中心点,以 $D \times D$ 为局部窗口的大小,以此获得每个像素点的局部窗口,其中, $D$ 为预设参数;

[0021] 对当前时刻的货运列车图像进行canny边缘检测,得到当前时刻的货运列车图像中每个像素点的梯度方向和梯度幅值;通过大津阈值算法对当前时刻的货运列车图像进行阈值分割,得到若干个连通域,对每个连通域作最小外接矩形,将其中面积最大的一个外接矩形记为参考矩形,选取参考矩形的两个短边中离右下角像素点最近的一个边记为参考边缘,获取参考边缘上所有像素点的梯度方向与水平横轴方向之间的夹角,计算得到参考边缘上所有像素点的梯度方向与水平横轴方向之间的夹角的均值,记为参考边缘的均值角度;以水平横轴方向为起始方向,按照逆时针旋转参考边缘的均值角度大小之后的方向记为货运列车行驶方向。

[0022] 进一步地,所述根据局部窗口中所有像素点的灰度分布、像素点的位置关系和每个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角,获得当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度,包括的具体步骤如下:

[0023] 当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度的计算公式为:

$$[0024] \quad Q = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \left( \frac{1}{\sigma_i} \times d_i \times \exp \left( -\frac{1}{M} \times \sum_{j=1}^M f_{i,j} \right) \right)$$

[0025] 式中, $\sigma_i$ 表示第*i*个像素点的局部窗口内所有像素点的灰度值的方差, $d_i$ 表示第*i*个像素点的与中心像素点之间的欧式距离, $f_{i,j}$ 表示第*i*个像素点的局部窗口内第*j*个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角, $M$ 表示每个像素点的局部窗口内所有像素点的数量, $N$ 表示当前时刻的货运列车图像中所有像素点的数量, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $Q$ 表示当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度。

[0026] 进一步地,所述获取背景区域的若干个连通域,根据前景区域中像素点与背景区域中连通域的位置关系获得前景区域中每个像素点的参考连通域,包括的具体步骤如下:

[0027] 对背景区域通过大津阈值算法进行分割,得到背景区域的若干个连通域;

[0028] 将前景区域中每个像素点离背景区域中最近的一个连通域,记为前景区域中每个像素点的参考连通域。

[0029] 进一步地,所述根据前景区域中每个像素点的局部窗口和对应的参考连通域内所有像素点在各颜色通道中的像素值的均值之间的差异,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,包括的具体步骤如下:

[0030] 将在RGB颜色空间中的当前时刻的货运列车图像,记为色彩图像;

[0031] 当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度的计算公式为:

$$[0032] \quad P = \exp \left( -\frac{1}{n} \times \sum_{c=1}^n \sum_{e=1}^E |R_{c,e} - T_{c,e}| \right)$$

[0033] 式中, $R_{c,e}$ 表示色彩图像的前景区域中第*c*个像素点的局部窗口内所有像素点在第*e*个颜色通道的像素值的均值, $T_{c,e}$ 表示色彩图像的前景区域中第*c*个像素点的参考连通域内所有像素点在第*e*个颜色通道的像素值的均值, $E$ 表示颜色通道的数量, $n$ 表示前景区域中所有像素点的数量, $||$ 为绝对值符号, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $P$ 表

示当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度。

[0034] 进一步地,所述对当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度进行融合,得到滤波窗口的调整系数,根据滤波窗口的调整系数对初始滤波窗口大小进行调整得到调整之后的滤波窗口大小,包括的具体步骤如下:

[0035] 滤波窗口的调整系数的计算公式为:

$$[0036] \quad K = \exp(-Q \times P)$$

[0037] 式中, $Q$ 表示当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $P$ 表示当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度, $K$ 表示滤波窗口的调整系数;

[0038] 获取初始滤波窗口大小与滤波窗口的调整系数的乘积结果,然后对乘积结果进行向上取整得到调整之后的滤波窗口大小。

[0039] 进一步地,所述通过调整之后的滤波窗口大小对当前时刻的货运列车图像进行滤波得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像,包括的具体步骤如下:

[0040] 再根据调整之后的滤波窗口对当前时刻的货运列车图像通过双边滤波算法进行滤波处理得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像。

[0041] 进一步地,所述根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过神经网络对货运列车车型进行判断,包括的具体步骤如下:

[0042] 根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过CNN神经网络对货运列车车型进行分类判断,得到各种货运列车的车型。

[0043] 本发明的技术方案的有益效果是:本发明通过当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,判断出了图像的模糊程度,根据图像的模糊程度来确定出了滤波窗口的调整系数,根据滤波窗口的调整系数对初始滤波窗口大小进行调整得到调整之后的滤波窗口大小,优化了滤波窗口大小参数,使得通过优化之后的滤波窗口大小对图像的滤波效果更好,更能保留图像的细节和边缘;通过调整之后的滤波窗口大小对当前时刻的货运列车图像进行滤波得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像,最后通过神经网络对货运列车车型进行判断,提高了货运列车车型判断的准确性。

## 附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1为本发明基于图像特征分析的货运列车车型判断方法的步骤流程图。

## 具体实施方式

[0046] 为了更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的基于图像特征分析的货运列车车型判断方法,

其具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如下。在下述说明中,不同的“一个实施例”或“另一个实施例”指的不一定是同一实施例。此外,一或多个实施例中的特定特征、结构或特点可由任何合适形式组合。

[0047] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。

[0048] 下面结合附图具体的说明本发明所提供的基于图像特征分析的货运列车车型判断方法的具体方案。

[0049] 请参阅图1,其示出了本发明一个实施例提供的基于图像特征分析的货运列车车型判断方法的步骤流程图,该方法包括以下步骤:

[0050] 步骤S001:采集货运列车图像。

[0051] 需要说明的是,为了分析货运列车的车型,则需要采集货运列车的图像,根据货运列车的图像中的特征进行分析。

[0052] 具体地,以0.1s为时间间隔,采集两个小时内所有货运列车的图像,并对所有货运列车的图像进行灰度化预处理,得到预处理后的货运列车图像;按照时间顺序将所有的货运列车图像组成货运列车图像序列。

[0053] 至此,得到货运列车图像序列。

[0054] 步骤S002:根据相邻若干时刻的货运列车图像中相同位置上的像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域,获取每个像素点的局部窗口,根据前景区域中边缘像素点的梯度方向得到列车行驶方向,根据局部窗口中所有像素点的灰度分布、像素点的位置关系和每个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角,获得当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度。

[0055] 需要说明的是,对于采集的货运列车图像,其货运列车图像中只有货运列车在移动,因此采集多帧货运列车图像时,其货运列车图像中前景区域的货运列车对应的像素点的灰度值在改变,而背景区域对应的像素点的灰度值没有在改变,因此可以根据相邻几帧的货运列车图像在同一个位置上的像素点的灰度值的变化情况来确定出前景区域和背景区域。

[0056] 具体地,预设一个参数A,其中本实施例以A=10为例进行叙述,本实施例不进行具体限定,其中A可根据具体实施情况而定。将任意一个时刻记为当前时刻,将当前时刻之前相邻的A个货运列车图像和当前时刻的货运列车图像组成当前时刻的图像序列。

[0057] 以货运列车图像的中心像素点为坐标原点,以水平向右为横轴,以竖直向上为纵轴,建立坐标系。根据当前时刻的图像序列中相同位置上的像素点的灰度值的差异,和像素点之间的位置关系确定出前景区域和背景区域的像素点,用公式表示为:

$$[0058] \quad F_s = \text{norm} \left( \sum_{a=1}^A (|H_{a+1,s} - H_{a,s}|) \times \frac{1}{\sqrt{(X_s - X_o)^2 + (Y_s - Y_o)^2 + 0.1}} \right)$$

[0059] 式中, $H_{a+1,s}$ 表示当前时刻的图像序列中第 $a+1$ 个图像中第 $s$ 个像素点的灰度值, $H_{a,s}$ 表示当前时刻的图像序列中第 $a$ 个图像中第 $s$ 个像素点的灰度值, $X_s$ 表示第 $s$ 个像

素点位置的横轴值,  $Y_s$  表示第  $s$  个像素点位置的纵轴值,  $X_o$  表示中心像素点  $o$  的横轴值,  $Y_o$  表示中心像素点  $o$  的纵轴值,  $norm()$  表示线性归一化函数,  $||$  为绝对值符号,  $F_s$  表示第  $s$  个像素点为前景区域像素点的可能性,  $A$  为预设参数。

[0060] 其中,  $|H_{a+1,s} - H_{a,s}|$  表示相邻图像中同一个位置上的像素点的灰度差异, 当该差异越大, 表示该位置上的像素点为前景区域像素点的可能性越大, 则为背景区域像素点的可能性就越小; 当该差异越小, 表示该位置上的像素点为前景区域像素点的可能性越小, 则为背景区域像素点的可能性就越大。  $\frac{1}{\sqrt{(X_s - X_o)^2 + (Y_s - Y_o)^2 + 0.1}}$  表示对每个位置上的

像素点的灰度差异的加权, 即当像素点的位置越接近中心像素点, 则该像素点的灰度值的差异越可信, 即权重越大; 当像素点的位置越远离中心像素点, 则该像素点的灰度值的差异越不可信, 即权重越小; 该式子中的分母加 0.1 的目的时防止分母为 0。

[0061] 预设一个阈值  $B$ , 其中本实施例以  $B=0.3$  为例进行叙述, 本实施例不进行具体限定, 其中  $B$  可根据具体实施情况而定。将当前时刻的货运列车图像中为前景区域像素点的可能性大于或者等于预设阈值  $B$  的像素点记为前景区域的像素点, 将当前时刻的货运列车图像中为前景区域像素点的可能性小于预设阈值  $B$  的像素点记为背景区域的像素点。由前景区域的所有像素点组成前景区域, 由背景区域的所有像素点组成背景区域。

[0062] 至此, 得到前景区域和背景区域。

[0063] 需要说明的是, 当图像中局部区域越模糊, 表示该局部区域中像素点的灰度值越接近, 即该局部区域中所有像素点的灰度值的方差越小, 即当图像中局部区域的所有像素点的灰度值的方差小的越多, 表示该图像越模糊, 即在该图像的边缘出没有很清晰的将各个区域进行分割; 因此可以根据图像中所有像素点的局部区域中的模糊程度来进行分析。

[0064] 具体地, 预设一个参数  $D$ , 其中本实施例以  $D=5$  为例进行叙述, 本实施例不进行具体限定, 其中  $D$  可根据具体实施情况而定。以当前时刻的货运列车图像中每个像素点为局部窗口中心点, 以  $D \times D$  为局部窗口的大小, 以此获得每个像素点的局部窗口。

[0065] 对当前时刻的货运列车图像进行 canny 边缘检测, 得到当前时刻的货运列车图像中每个像素点的梯度方向和梯度幅值。通过大津阈值算法对当前时刻的货运列车图像进行阈值分割, 得到若干个连通域, 对每个连通域作最小外接矩形, 将其中面积最大的一个外接矩形记为参考矩形, 选取参考矩形的两个短边中离右下角像素点最近的一个边记为参考边缘, 获取参考边缘上所有像素点的梯度方向与水平横轴方向之间的夹角, 计算得到参考边缘上所有像素点的梯度方向与水平横轴方向之间的夹角的均值, 记为参考边缘的均值角度; 以水平横轴方向为起始方向, 按照逆时针旋转参考边缘的均值角度大小之后的方向记为货运列车行驶方向。其中, canny 边缘检测和大津阈值算法为公知技术, 此处不再进行具体赘述。

[0066] 根据当前时刻的货运列车图像中每个像素点的局部窗口中所有像素点的灰度分布、像素点的位置关系和每个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角, 得到当

前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度,用公式表示为:

$$[0067] \quad Q = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \left( \frac{1}{\sigma_i} \times d_i \times \exp \left( -\frac{1}{M} \times \sum_{j=1}^M f_{i,j} \right) \right)$$

[0068] 式中,  $\sigma_i$  表示第  $i$  个像素点的局部窗口内所有像素点的灰度值的方差,  $d_i$  表示第  $i$  个像素点的与中心像素点之间的欧式距离,  $f_{i,j}$  表示第  $i$  个像素点的局部窗口内第  $j$  个像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角,  $M$  表示每个像素点的局部窗口内所有像素点的数量,  $N$  表示当前时刻的货运列车图像中所有像素点的数量,  $\exp()$  表示以自然常数为底的指数函数,  $Q$  表示当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度。

[0069] 其中, 当每个像素点的局部窗口内所有像素点的灰度值的方差越大, 表示该局部区域中的边缘越清晰, 当每个像素点的局部窗口内所有像素点的灰度值的方差越小, 表示该局部区域中的边缘越模糊。每个像素点的与中心像素点之间的欧式距离是对局部窗口内所有像素点的灰度值的方差的加权, 即离中心点越远, 即模糊程度越大。  $\frac{1}{M} \times \sum_{j=1}^M f_{i,j}$  表示局部窗口内所有像素点的梯度方向与货运列车行驶方向之间的夹角的均值, 当该夹角的均值越大, 则当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度越小; 当该夹角的均值越小, 则当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度越大; 因此通过负映射函数  $\exp(-)$  进行处理。

[0070] 至此, 当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度。

[0071] 步骤S003: 获取前景区域中每个像素点的参考连通域, 根据前景区域中每个像素点的局部窗口和对应的参考连通域内所有像素点在各颜色通道中的像素值的均值之间的差异, 得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度, 对当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度进行融合, 得到滤波窗口的调整系数, 根据滤波窗口的调整系数对初始滤波窗口大小进行调整得到调整之后的滤波窗口大小, 通过调整之后的滤波窗口大小对当前时刻的货运列车图像进行滤波得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像。

[0072] 需要说明的是, 为了分析出货运列车的车型, 还要根据货运列车与周围背景区域中各种颜色的差异, 当货运列车RGB的各个颜色通道与背景区域中各个颜色通道的像素值非常接近时, 则认为该图像的模糊越大, 则平滑的程度应该越大, 因此可以根据每个前景区域中各个颜色通道的像素值与背景区域中的各个颜色通道的像素值的差异进行分析。

[0073] 具体地, 对背景区域通过大津阈值算法进行分割, 得到背景区域的若干个连通域。将在RGB颜色空间中的当前时刻的货运列车图像, 记为色彩图像。其中, 当前时刻的货运列车图像和色彩图像的前景区域和背景区域相同, 且背景区域的若干个连通域也是相同的。其中, 大津阈值算法为公知技术, 此处不再进行具体赘述。

[0074] 将前景区域中每个像素点离背景区域中最近的一个连通域,记为前景区域中每个像素点的参考连通域。其中,像素点与连通域之间的距离通过像素点的位置与连通域的中心的位置之间的距离。

[0075] 根据前景区域中每个像素点的局部窗口内所有像素点在RGB颜色通道中的像素值的均值,和对应的参考连通域内所有像素点在RGB颜色通道中的像素值的均值之间的差异,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,用公式表示为:

$$[0076] \quad P = \exp \left( -\frac{1}{n} \times \sum_{c=1}^n \sum_{e=1}^E |R_{c,e} - T_{c,e}| \right)$$

[0077] 式中, $R_{c,e}$ 表示色彩图像的前景区域中第 $c$ 个像素点的局部窗口内所有像素点在第 $e$ 个颜色通道的像素值的均值, $T_{c,e}$ 表示色彩图像的前景区域中第 $c$ 个像素点的参考连通域内所有像素点在第 $e$ 个颜色通道的像素值的均值, $E$ 表示颜色通道的数量, $n$ 表示前景区域中所有像素点的数量, $||$ 为绝对值符号, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $P$ 表示当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度。

[0078] 其中, $|R_{c,e} - T_{c,e}|$ 表示前景区域中每个像素点的局部窗口内所有像素点与参考连通域内所有像素点在相同颜色通道中的像素值的均值之间的差异,当该差异越大,表示前景区域和背景区域之间的重叠程度越小,表示图像越清晰;当该差异越小,表示前景区域和背景区域之间的重叠程度越大,表示图像越模糊;因此可以通过负映射函数 $\exp(-)$ 进行处理。

[0079] 至此,得到当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度。

[0080] 需要说明的是,在对图像进行双边滤波时,较大的滤波窗口会使得图像更加的平滑,而较小的滤波窗口会使得图像中更多的细节和边缘保留下来,而将更多细节保留下来可以更加清晰的判断出货运列车的车型,因此根据上述得到的当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度对滤波窗口的大小进行调整,当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度越大,说明图像比较模糊,则说明图像的边缘很多不清楚,不能够有效的判断出货运列车的车型;当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度越小,说明图像比较清晰,则说明图像的边缘比较清楚,能够有效的判断出货运列车的车型。

[0081] 具体地,根据当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度,得到滤波窗口的调整系数,用公式表示为:

$$[0082] \quad K = \exp(-Q \times P)$$

[0083] 式中, $Q$ 表示当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度, $\exp()$ 表示以自然常数为底的指数函数, $P$ 表示当前时刻的货运列车图像的区域重叠程度, $K$ 表示滤波窗口的调整系数。

[0084] 其中,当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度越大,说明图像比较模糊;当前时刻的货运列车图像的边缘模糊程度和区域重叠程度越小,说明图像比较清晰。

[0085] 需要说明的是,为了使得图像更加清楚,让图像中的更多细节和边缘保留,则将滤波窗口的进行调小,使得图像中更多的细节和边缘得以保留。

[0086] 预设一个参数 $W$ ,其中本实施例以 $W=10$ 为例进行叙述,本实施例不进行具体限定,其中 $W$ 可根据具体实施情况而定。

[0087] 根据初始滤波窗口大小和滤波窗口的调整系数得到调整之后的滤波窗口大小,用公式表示为:

$$[0088] \quad W' = [K \times W]$$

[0089] 式中, $W$ 为初始滤波窗口大小, $K$ 表示滤波窗口的调整系数, $W'$ 表示调整之后的滤波窗口大小, $[K \times W]$ 表示对 $K \times W$ 进行向上取整。

[0090] 再根据调整之后的滤波窗口对当前时刻的货运列车图像通过双边滤波算法进行滤波处理得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像。其中,双边滤波算法为公知技术,此处不再进行具体赘述。

[0091] 至此,得到滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像。

[0092] 步骤S004:通过神经网络对货运列车车型进行判断。

[0093] 根据滤波处理之后的当前时刻的货运列车图像通过CNN神经网络对货运列车车型进行分类判断,得到各种货运列车的车型。

[0094] 至此,本实施例完成。

[0095] 需要说明的是,本实施例中所用的 $\exp(-x)$ 模型仅用于表示负相关关系和约束模型输出的结果处于 $(0,1)$ 区间内,具体实施时,可替换成具有同样目的的其他模型,本实施例只是以 $\exp(-x)$ 模型为例进行叙述,不对其做具体限定,其中 $x$ 是指该模型的输入。

[0096] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

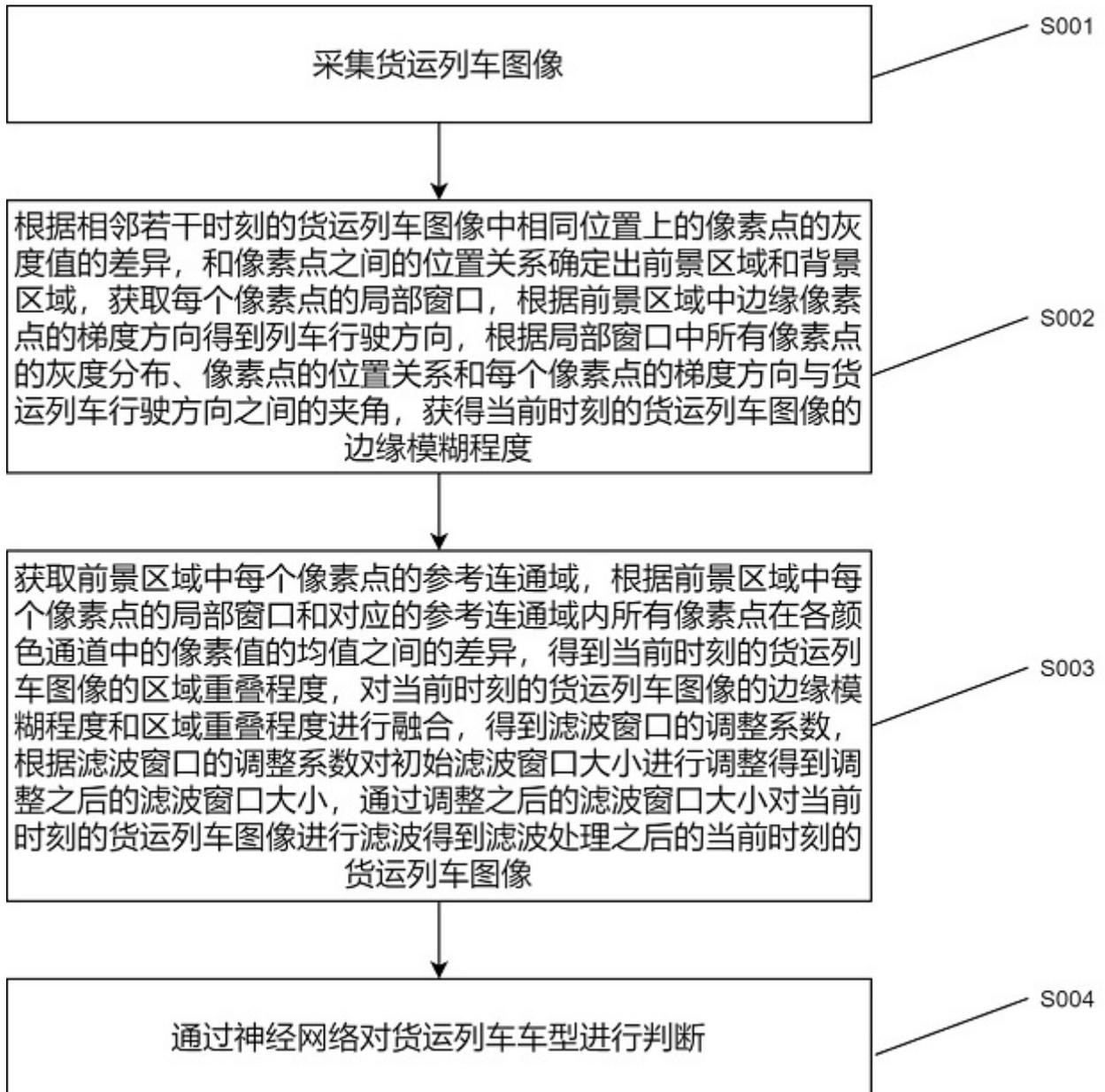


图 1