



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115588024 B

(45) 授权公告日 2023.06.20

(21) 申请号 202211487215.1

G06T 3/40 (2006.01)

(22) 申请日 2022.11.25

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115588024 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2023.01.10

CN 114529459 A, 2022.05.24

CN 113724278 A, 2021.11.30

(73) 专利权人 东莞市兆丰精密仪器有限公司

US 10229346 B1, 2019.03.12

地址 523129 广东省东莞市石排镇下沙村
下沙岭南路1号

李雪萌 等. 目标边缘特征增强检测算法. 大连民族大学学报. 2020, (01), 第48-52页.

(72) 发明人 段存立 祝启航

审查员 李若童

(74) 专利代理机构 深圳市华盛智荟知识产权代
理事务所(普通合伙) 44604

专利代理师 胡国英

(51) Int. Cl.

G06T 7/13 (2017.01)

G06T 3/00 (2006.01)

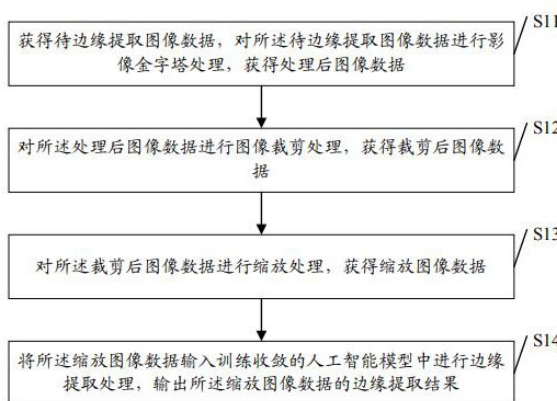
权利要求书3页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法及装置,其中,所述方法包括:获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图像数据;对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据;将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,输出所述缩放图像数据的边缘提取结果。在本发明实施例中,可以实现对边缘模糊、虚化的工业图像快速进行边缘提取,并且所提取的边缘满足工业需求。



1. 一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法,其特征在于,所述方法包括:

获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;

对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图像数据;

对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据;

将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,输出所述缩放图像数据的边缘提取结果;其中,所述人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP/C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块;

所述将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,包括:

将所述缩放图像数据输入所述训练收敛的人工智能模型中,并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像;

将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP/C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中;

所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据;

将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层,生成 $32*320*320$ 输出特征数据,并经过BN和Leaky Relu将结果输入到骨干网络模型中;

在所述骨干网络模型中依次使用 $1*1$ 卷积层及 $3*3$ 的卷积层进行卷积处理,并将卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;

对所述相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在所述Concat模块中进行Concat操作;

对Concat操作结果依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提取结果进行输出;

所述在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像,包括:

在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的所述缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;

并将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得 $320*320*32$ 的特征图;

采用上采样模块对 $320*320*32$ 的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的 $320*320*32$ 的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,获得 $160*160*64$ 的特征图;

所述将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP/C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中,包括:

将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP/C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;

将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;

基于普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。

2. 根据权利要求1所述的复杂工业影像边缘提取方法,其特征在于,所述对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理之前,还包括:

利用5*5高斯滤波对所述待边缘提取图像数据进行平滑处理,并将平滑处理后的待边缘提取图像数据的色彩空间统一转换到RGB空间中。

3. 根据权利要求1所述的复杂工业影像边缘提取方法,其特征在于,所述对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据,包括:

将所述裁剪后图像数据进行灰度转换处理,获得灰度图像数据;

将所述裁剪后图像数据进行BGR转换处理,获得BGR图像数据;

将所述裁剪后图像数据进行HSV转换处理,获得HSV图像数据;

基于所述灰度图像数据、所述BGR图像数据及所述HSV图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据。

4. 根据权利要求1所述的复杂工业影像边缘提取方法,其特征在于,所述人工智能模型的训练过程,包括:

获得训练图像数据,对所述训练图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后训练图像数据;

基于所述处理后训练图像数据进行人工边缘标注处理,获得标注训练图像数据;

对所述标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据;

对所述增强后训练图像数据进行缩放处理,获得缩放训练图像数据;

将所述缩放训练图像数据输入所述人工智能模型中进行训练处理,直至所述人工智能模型收敛。

5. 根据权利要求4所述的复杂工业影像边缘提取方法,其特征在于,所述对所述标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据,包括:

将任意两张所述标注训练图像数据进行按比例混合处理,获得按比例混合分类训练图像数据;

将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并将裁剪部分使用0像素值进行填充,获得第一裁剪训练图像数据;

将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并使用随机的一张的标注训练图像数据的区域的像素值进行填充,获得第二裁剪训练图像数据;

基于所述按比例混合分类训练图像数据、所述第一裁剪训练图像数据及所述第二裁剪训练图像数据获得增强后训练图像数据。

6. 根据权利要求1所述的复杂工业影像边缘提取方法,其特征在于,所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据,包括:

SPPF模块将输入的提取特征复制为四份,并通过切片操作将四份复制提取特征切成四个3*320*320的特征图;

使用所述Concat模块将四个3*320*320的特征图从深度上进行连接处理,获得12*320*320的特征图。

7. 一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取装置,其特征在于,所述装置包括:

影像金字塔处理模块:用于获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进

行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;

裁剪处理模块:用于对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图像数据;

缩放处理模块:用于对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据;

边缘特征提取模块:用于将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,输出所述缩放图像数据的边缘提取结果;其中,所述人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP/C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块;

所述将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,包括:

将所述缩放图像数据输入所述训练收敛的人工智能模型中,并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像;

将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP/C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中;

所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据;

将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层,生成 $32*320*320$ 输出特征数据,并经过BN和Leaky Relu将结果输入到骨干网络模型中;

在所述骨干网络模型中依次使用 $1*1$ 卷积层及 $3*3$ 的卷积层进行卷积处理,并将卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;

对所述相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在所述Concat模块中进行Concat操作;

对Concat操作结果依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提取结果进行输出;

所述在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像,包括:

在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的所述缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;

并将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得 $320*320*32$ 的特征图;

采用上采样模块对 $320*320*32$ 的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的 $320*320*32$ 的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,获得 $160*160*64$ 的特征图;

所述将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP/C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中,包括:

将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP/C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;

将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;

基于普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。

一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法及装置。

背景技术

[0002] 边缘是图像的最基本的特征。图像边缘检测一直以来都是图像处理领域里研究的关键点,很多图像处理相关项目,都要求能够精确提取到物体的真实边缘,例如基于影像的尺寸测量,基于深度学习的图像分类,基于深度学习的目标检测,等等。随着科学技术的发展,各类工业产品越来越复杂,精度要求也越来越高,特别是需要表面照明的几何特征不但占比很大,而且需要快速精准的测量,同时还希望能够实现自动化、智能化,这是整个国内甚至是世界范围的视觉测量行业所共同面对的巨大挑战。

[0003] 目前边缘提取算法应用最多的就是利用图像的梯度来求导得出,例如CANNY边缘检测算法。但是这种算法有一个很大的缺点,就是在物体边缘对比度不是很强烈的情况下,例如模糊图像,很难真实有效的检测出图像的真实边缘。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,本发明提供了一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法及装置,可以实现对边缘模糊、虚化的工业图像快速进行边缘提取,并且所提取的边缘满足工业需求。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法,所述方法包括:

[0006] 获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;

[0007] 对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图像数据;

[0008] 对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据;

[0009] 将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,输出所述缩放图像数据的边缘提取结果;其中,所述人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP / C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块。

[0010] 可选的,所述对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理之前,还包括:

[0011] 利用5*5高斯滤波对所述待边缘提取图像数据进行平滑处理,并将平滑处理后的待边缘提取图像数据的色彩空间统一转换到RGB空间中。

[0012] 可选的,所述对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据,包括:

[0013] 将所述裁剪后图像数据进行灰度转换处理,获得灰度图像数据;

[0014] 将所述裁剪后图像数据进行BGR转换处理,获得BGR图像数据;

[0015] 将所述裁剪后图像数据进行HSV转换处理,获得HSV图像数据;

[0016] 基于所述灰度图像数据、所述BGR图像数据及所述HSV图像数据进行缩放处理,获

得缩放图像数据。

[0017] 可选的,所述人工智能模型的训练过程,包括:

[0018] 获得训练图像数据,对所述训练图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后训练图像数据;

[0019] 基于所述处理后训练图像数据进行人工边缘标注处理,获得标注训练图像数据;

[0020] 对所述标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据;

[0021] 对所述增强后训练图像数据进行缩放处理,获得缩放训练图像数据;

[0022] 将所述缩放训练图像数据输入所述人工智能模型中进行训练处理,直至所述人工智能模型收敛。

[0023] 可选的,所述对所述标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据,包括:

[0024] 将任意两张所述标注训练图像数据进行按比例混合处理,获得按比例混合分类训练图像数据;

[0025] 将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并将裁剪部分使用0像素值进行填充,获得第一裁剪训练图像数据;

[0026] 将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并使用随机的一张的标注训练图像数据的区域的像素值进行填充,获得第二裁剪训练图像数据;

[0027] 基于所述按比例混合分类训练图像数据、所述第一裁剪训练图像数据及所述第二裁剪训练图像数据获得增强后训练图像数据。

[0028] 可选的,所述将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,包括:

[0029] 将所述缩放图像数据输入所述训练收敛的人工智能模型中,并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像;

[0030] 将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中;

[0031] 所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据;

[0032] 将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层,生成32*320*320输出特征数据,并经过BN和Leaky Relu将结果输入到骨干网络模型中;

[0033] 在所述骨干网络模型中依次使用1*1卷积层及3*3的卷积层进行卷积处理,并卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;

[0034] 对所述相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在所述Concat模块中进行Concat操作;

[0035] 对Concat操作依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提取结果进行输出。

[0036] 可选的,所述在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像,包括:

[0037] 在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的所述缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;

- [0038] 并将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得 $320*320*32$ 的特征图;
- [0039] 采用上采样模块对 $320*320*32$ 的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的 $320*320*32$ 的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,获得 $160*160*64$ 的特征图。
- [0040] 可选的,所述将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中,包括:
- [0041] 将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;
- [0042] 将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;
- [0043] 基于普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。
- [0044] 可选的,所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据,包括:
- [0045] SPPF模块将输入的提取特征复制为四份,并通过切片操作将四份复制提取特征切成四个 $3*320*320$ 的特征图;
- [0046] 使用所述Concat模块将四个 $3*320*320$ 的特征图从深度上进行连接处理,获得 $12*320*320$ 的特征图。
- [0047] 另外,本发明实施例还提供了一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取装置,所述装置包括:
- [0048] 影像金字塔处理模块:用于获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;
- [0049] 裁剪处理模块:用于对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图像数据;
- [0050] 缩放处理模块:用于对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据;
- [0051] 边缘特征提取模块:用于将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,输出所述缩放图像数据的边缘提取结果;其中,所述人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP / C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块。
- [0052] 在本发明实施例中,通过本发明实施方式可以实现对边缘模糊、虚化的工业图像快速进行边缘提取,并且所提取的边缘满足工业需求。

附图说明

[0053] 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,显而易见的,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它的附图。

[0054] 图1是本发明实施例中的基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法的流程示意图;

[0055] 图2是本发明实施例中的基于人工智能的复杂工业影像边缘提取装置的结构组成示意图。

具体实施方式

[0056] 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。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0057] 实施例一

[0058] 请参阅图1,图1是本发明实施例中的基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法的流程示意图。

[0059] 如图1所示,一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法,所述方法包括:

[0060] S11:获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;

[0061] 在本发明具体实施过程中,所述对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理之前,还包括:利用5*5高斯滤波对所述待边缘提取图像数据进行平滑处理,并将平滑处理后的待边缘提取图像数据的色彩空间统一转换到RGB空间中。

[0062] 具体的,通过用户输入的方式或者连接图像采集设备的方式来获得待边缘提取图像数据,并在获得待边缘提取图像数据之后,首先需要利用5*5高斯滤波对待边缘提取图像数据进行平滑处理,并且将平滑处理后的待边缘提取图像数据的色彩空间统一转换到RGB空间中;这样可以方便后续的统一处理,提升数据处理速度和精度。

[0063] 在转换到RGB空间之后,再对待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,从而获得处理后的图像数据;其中,影像金字塔处理是由原始影像按一定规则生成的由细到粗不同分辨率的影像集。金字塔的底部是图像的高分辨率表示,也就是原始图像,而顶部是低分辨率的近似;最底层的分辨率最高,并且数据量最大,随着层数的增加,其分辨率逐渐降低,数据量也按比例减少;影像金字塔的构建方法有两种:一种是多分辨率的数据源自动构建金字塔;另一种是除了金字塔最底层数据是原始影像数据之外,其他层的影像数据是从底层数据通过采样抽取出来构建的。

[0064] S12:对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图像数据;

[0065] 在本发明具体实施过程中,对处理后图像数据进行图像裁剪处理,首先需要对待处理后图像数据中的目标进行定位处理,根据定位位置,再进行裁剪,去除处理后图像数据的一些非必要区域,这样有利于后续的处理速度的提升,即可获得裁剪后图像数据。

[0066] S13:对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据;

[0067] 在本发明具体实施过程中,所述对所述裁剪后图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据,包括:将所述裁剪后图像数据进行灰度转换处理,获得灰度图像数据;将所述裁剪后图像数据进行BGR转换处理,获得BGR图像数据;将所述裁剪后图像数据进行HSV转换处理,获得HSV图像数据;基于所述灰度图像数据、所述BGR图像数据及所述HSV图像数据进行缩放处理,获得缩放图像数据。

[0068] 具体的,通过将裁剪后图像数据进行灰度转换处理,然后获得灰度图像数据;再通

过将裁剪后图像数据进行BGR转换处理,获得BGR图像数据;再通过将裁剪后图像数据进行HSV转换处理,获得HSV图像数据;最后根据灰度图像数据、BGR图像数据及HSV图像数据来进行缩放处理,最后获得缩放图像数据。

[0069] S14:将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,输出所述缩放图像数据的边缘提取结果;其中,所述人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP / C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块。

[0070] 在本发明具体实施过程中,所述人工智能模型的训练过程,包括:获得训练图像数据,对所述训练图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后训练图像数据;基于所述处理后训练图像数据进行人工边缘标注处理,获得标注训练图像数据;对所述标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据;对所述增强后训练图像数据进行缩放处理,获得缩放训练图像数据;将所述缩放训练图像数据输入所述人工智能模型中进行训练处理,直至所述人工智能模型收敛。

[0071] 进一步的,所述对所述标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据,包括:将任意两张所述标注训练图像数据进行按比例混合处理,获得按比例混合分类训练图像数据;将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并将裁剪部分使用0像素值进行填充,获得第一裁剪训练图像数据;将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并使用随机的一一张的标注训练图像数据的区域的像素值进行填充,获得第二裁剪训练图像数据;基于所述按比例混合分类训练图像数据、所述第一裁剪训练图像数据及所述第二裁剪训练图像数据获得增强后训练图像数据。

[0072] 进一步的,所述将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理,包括:将所述缩放图像数据输入所述训练收敛的人工智能模型中,并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像;将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中;所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据;

[0073] 将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层,生成 $32*320*320$ 输出特征数据,并经过BN和Leaky Relu将结果输入到骨干网络模型中;在所述骨干网络模型中依次使用 $1*1$ 卷积层及 $3*3$ 的卷积层进行卷积处理,并卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;对所述相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在所述Concat模块中进行Concat操作;对Concat操作依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提取结果进行输出。

[0074] 进一步的,所述在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像,包括:在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的所述缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;并将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得 $320*320*32$ 的特征图;采用上采样模块对 $320*320*32$ 的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的 $320*320*32$ 的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,获得 $160*160*64$ 的特征图。

[0075] 进一步的,所述将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中,包括:将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;基于普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。

[0076] 进一步的,所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据,包括:SPPF模块将输入的提取特征复制为四份,并通过切片操作将四份复制提取特征切成四个 $3 \times 320 \times 320$ 的特征图;使用所述Concat模块将四个 $3 \times 320 \times 320$ 的特征图从深度上进行连接处理,获得 $12 \times 320 \times 320$ 的特征图。

[0077] 具体的,首先需要对人工智能模型进行训练,训练过程如下:首先需要获得训练图像数据,然后利用 5×5 高斯滤波对训练图像数据进行平滑处理,并将图像色彩空间统一转换到RGB空间,再对训练图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后训练图像数据;为了方便训练,需要对处理后训练图像数据进行人工边缘标注处理,方便训练时的识别,从而得到标注训练图像数据;为了减少训练时的训练图像数据以及训练时的过拟合问题,需要对标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据;然后再对增强后训练图像数据进行缩放处理,获得缩放训练图像数据;最后再将缩放训练图像数据输入人工智能模型中进行训练处理,直至所述人工智能模型收敛;在训练后不收敛时,通过反向传播函数按照偏差值修改人工智能模型中的各层节点的参数,再进行重新训练。

[0078] 在进行增强处理时,通过将任意两张标注训练图像数据进行按比例混合处理,获得按比例混合分类训练图像数据;同时将标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并将裁剪部分使用0像素值进行填充,获得第一裁剪训练图像数据;同时将标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并使用随机的一张的标注训练图像数据的区域的像素值进行填充,获得第二裁剪训练图像数据;最后通过按比例混合分类训练图像数据、第一裁剪训练图像数据及第二裁剪训练图像数据组合,即可得到增强后训练图像数据。

[0079] 同时该人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP / C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块。

[0080] 在将缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理时,首先将缩放图像数据输入到该训练收敛的人工智能模型中,并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,从而得到采样提取特征图像;然后将采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入SPPF模块中;该SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据;再将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层,生成 $32 \times 320 \times 320$ 输出特征数据,并经过BN和Leaky Relu将结果输入到骨干网络模型中;在骨干网络模型中依次使用 1×1 卷积层及 3×3 的卷积层进行卷积处理,并卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;再对相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在Concat模块中进行Concat操作;最后对Concat操作结果依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提

取结果进行输出。

[0081] 在使用上采样模块进行特征提取处理时,首先在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;然后将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得 $320*320*32$ 的特征图;最后采用上采样模块对 $320*320*32$ 的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的 $320*320*32$ 的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,即可获得 $160*160*64$ 的特征图。

[0082] 在将采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理时,首先将采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;然后再将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;最后根据普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。

[0083] SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用Concat模块将复制提取特征进行连接时,是通过SPPF模块将输入的提取特征复制为四份,并通过切片操作将四份复制提取特征切成四个 $3*320*320$ 的特征图;然后再通过使用Concat模块将四个 $3*320*320$ 的特征图从深度上进行连接处理,即可获得 $12*320*320$ 的特征图。

[0084] 在本发明实施例中,通过本发明实施方式可以实现对边缘模糊、虚化的工业图像快速进行边缘提取,并且所提取的边缘满足工业需求。

[0085] 实施例二

[0086] 请参阅图2,图2是本发明实施例中的基于人工智能的复杂工业影像边缘提取装置的结构组成示意图。

[0087] 如图2所示,一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取装置,所述装置包括:

[0088] 影像金字塔处理模块21:用于获得待边缘提取图像数据,对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后图像数据;

[0089] 在本发明具体实施过程中,所述对所述待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理之前,还包括:利用 $5*5$ 高斯滤波对所述待边缘提取图像数据进行平滑处理,并将平滑处理后的待边缘提取图像数据的色彩空间统一转换到RGB空间中。

[0090] 具体的,通过用户输入的方式或者连接图像采集设备的方式来获得待边缘提取图像数据,并在获得待边缘提取图像数据之后,首先需要利用 $5*5$ 高斯滤波对待边缘提取图像数据进行平滑处理,并且将平滑处理后的待边缘提取图像数据的色彩空间统一转换到RGB空间中;这样可以方便后续的统一处理,提升数据处理速度和精度。

[0091] 在转换到RGB空间之后,再对待边缘提取图像数据进行影像金字塔处理,从而获得处理后的图像数据;其中,影像金字塔处理是由原始影像按一定规则生成的由细到粗不同分辨率的影像集。金字塔的底部是图像的高分辨率表示,也就是原始图像,而顶部是低分辨率的近似;最底层的分辨率最高,并且数据量最大,随着层数的增加,其分辨率逐渐降低,数据量也按比例减少;影像金字塔的构建方法有两种:一种是多分辨率的数据源自动构建金字塔;另一种是除了金字塔最底层数据是原始影像数据之外,其他层的影像数据是从底层数据通过采样抽取出来构建的。

[0092] 裁剪处理模块22:用于对所述处理后图像数据进行图像裁剪处理,获得裁剪后图

像数据；

[0093] 在本发明具体实施过程中，对处理后图像数据进行图像裁剪处理，首先需要对处理后图像数据中的目标进行定位处理，根据定位位置，再进行裁剪，去除处理后图像数据的一些非必要区域，这样有利于后续的处理速度的提升，即可获得裁剪后图像数据。

[0094] 缩放处理模块23：用于对所述裁剪后图像数据进行缩放处理，获得缩放图像数据；

[0095] 在本发明具体实施过程中，所述对所述裁剪后图像数据进行缩放处理，获得缩放图像数据，包括：将所述裁剪后图像数据进行灰度转换处理，获得灰度图像数据；将所述裁剪后图像数据进行BGR转换处理，获得BGR图像数据；将所述裁剪后图像数据进行HSV转换处理，获得HSV图像数据；基于所述灰度图像数据、所述BGR图像数据及所述HSV图像数据进行缩放处理，获得缩放图像数据。

[0096] 具体的，通过将裁剪后图像数据进行灰度转换处理，然后获得灰度图像数据；再通过将裁剪后图像数据进行BGR转换处理，获得BGR图像数据；再通过将裁剪后图像数据进行HSV转换处理，获得HSV图像数据；最后根据灰度图像数据、BGR图像数据及HSV图像数据来进行缩放处理，最后获得缩放图像数据。

[0097] 边缘特征提取模块24：用于将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理，输出所述缩放图像数据的边缘提取结果；其中，所述人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP / C3网络模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块。

[0098] 在本发明具体实施过程中，所述人工智能模型的训练过程，包括：获得训练图像数据，对所述训练图像数据进行影像金字塔处理，获得处理后训练图像数据；基于所述处理后训练图像数据进行人工边缘标注处理，获得标注训练图像数据；对所述标注训练图像数据进行增强处理，获得增强后训练图像数据；对所述增强后训练图像数据进行缩放处理，获得缩放训练图像数据；将所述缩放训练图像数据输入所述人工智能模型中进行训练处理，直至所述人工智能模型收敛。

[0099] 进一步的，所述对所述标注训练图像数据进行增强处理，获得增强后训练图像数据，包括：将任意两张所述标注训练图像数据进行按比例混合处理，获得按比例混合分类训练图像数据；将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理，并将裁剪部分使用0像素值进行填充，获得第一裁剪训练图像数据；将所述标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理，并使用随机的一张的标注训练图像数据的区域的像素值进行填充，获得第二裁剪训练图像数据；基于所述按比例混合分类训练图像数据、所述第一裁剪训练图像数据及所述第二裁剪训练图像数据获得增强后训练图像数据。

[0100] 进一步的，所述将所述缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理，包括：将所述缩放图像数据输入所述训练收敛的人工智能模型中，并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理，获得采样提取特征图像；将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理，并将提取特征输入所述SPPF模块中；所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理，并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接，获得连接输出特征数据；

[0101] 将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层，生成32*320*320输出特征数据，并经过BN和Leaky Relu将结果输入到骨干网络模型中；在所述骨干网络模型中依次使

用1*1卷积层及3*3的卷积层进行卷积处理,并卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;对所述相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在所述Concat模块中进行Concat操作;对Concat操作依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提取结果进行输出。

[0102] 进一步的,所述在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,获得采样提取特征图像,包括:在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的所述缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;并将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得320*320*32的特征图;采用上采样模块对320*320*32的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的320*320*32的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,获得160*160*64的特征图。

[0103] 进一步的,所述将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中,包括:将所述采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;基于普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。

[0104] 进一步的,所述SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用所述Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据,包括:SPPF模块将输入的提取特征复制为四份,并通过切片操作将四份复制提取特征切成四个3*320*320的特征图;使用所述Concat模块将四个3*320*320的特征图从深度上进行连接处理,获得12*320*320的特征图。

[0105] 具体的,首先需要对人工智能模型进行训练,训练过程如下:首先需要获得训练图像数据,然后利用5X5高斯滤波对训练图像数据进行平滑处理,并将图像色彩空间统一转换到RGB空间,再对训练图像数据进行影像金字塔处理,获得处理后训练图像数据;为了方便训练,需要对处理后训练图像数据进行人工边缘标注处理,方便训练时的识别,从而得到标注训练图像数据;为了减少训练时的训练图像数据以及训练时的过拟合问题,需要对标注训练图像数据进行增强处理,获得增强后训练图像数据;然后再对增强后训练图像数据进行缩放处理,获得缩放训练图像数据;最后再将缩放训练图像数据输入人工智能模型中进行训练处理,直至所述人工智能模型收敛;在训练后不收敛时,通过反向传播函数按照偏差值修改人工智能模型中的各层节点的参数,再进行重新训练。

[0106] 在进行增强处理时,通过将任意两张标注训练图像数据进行按比例混合处理,获得按比例混合分类训练图像数据;同时将标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并将裁剪部分使用0像素值进行填充,获得第一裁剪训练图像数据;同时将标注训练图像数据中的部分区域进行裁剪处理,并使用随机的一张的标注训练图像数据的区域的像素值进行填充,获得第二裁剪训练图像数据;最后通过按比例混合分类训练图像数据、第一裁剪训练图像数据及第二裁剪训练图像数据组合,即可得到增强后训练图像数据。

[0107] 同时该人工智能模型依次包括若干个Conv模块、若干个BottleneckCSP / C3网络

模块、SPPF模块、若干个上采样模块和若干个Concat模块。

[0108] 在将缩放图像数据输入训练收敛的人工智能模型中进行边缘提取处理时,首先将缩放图像数据输入到该训练收敛的人工智能模型中,并在训练收敛的人工智能模型使用上采样模块进行特征提取处理,从而得到采样提取特征图像;然后将采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理,并将提取特征输入SPPF模块中;该SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用Concat模块将复制提取特征进行连接,获得连接输出特征数据;再将连接输出特征数据通过卷积核数为32的卷积层,生成 $32 \times 320 \times 320$ 输出特征数据,并经过BN和Leaky ReLU将结果输入到骨干网络模型中;在骨干网络模型中依次使用 1×1 卷积层及 3×3 的卷积层进行卷积处理,并卷积结果通过残差结构与所述采样提取特征图像相加处理,获得相加特征数据;再对相加特征数据采用自适应特征池添加至相邻层中,并在Concat模块中进行Concat操作;最后对Concat操作结果依次利用GOU_Loss做回归损失计算及非极大值抑制算法计算处理,并将计算结果作为缩放图像数据的边缘提取结果进行输出。

[0109] 在使用上采样模块进行特征提取处理时,首先在训练收敛的人工智能模型中利用上采样模块对输入的缩放图像数据进行切片操作,并通过卷积核对切片操作后的缩放图像数据进行特征提取处理;然后将特征提取结果经过一次32个卷积核的卷积操作,获得 $320 \times 320 \times 32$ 的特征图;最后采用上采样模块对 $320 \times 320 \times 32$ 的特征图进行切片操作,通过卷积核对切片操作后的 $320 \times 320 \times 32$ 的特征图进行特征提取处理,并将提取结果经过一次64个卷积核的卷积操作,即可获得 $160 \times 160 \times 64$ 的特征图。

[0110] 在将采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中进行特征提取处理时,首先将采样提取特征图像输入BottleneckCSP / C3网络模块中通过求和的方式提取图像结构、颜色、边缘和位置特征信息;然后再将提取的图像结构、颜色、边缘和位置特征信息进行融合处理,获得融合特征图像信息;最后根据普通卷积核对融合特征图像信息进行特征提取处理,并对提取结构进行上采样处理,并将提取特征输入所述SPPF模块中。

[0111] SPPF模块将输入的提取特征进行复制处理,并使用Concat模块将复制提取特征进行连接时,是通过SPPF模块将输入的提取特征复制为四份,并通过切片操作将四份复制提取特征切成四个 $3 \times 320 \times 320$ 的特征图;然后再通过使用Concat模块将四个 $3 \times 320 \times 320$ 的特征图从深度上进行连接处理,即可获得 $12 \times 320 \times 320$ 的特征图。

[0112] 在本发明实施例中,通过本发明实施方式可以实现对边缘模糊、虚化的工业图像快速进行边缘提取,并且所提取的边缘满足工业需求。

[0113] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器(ROM,Read Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁盘或光盘等。

[0114] 另外,以上对本发明实施例所提供的一种基于人工智能的复杂工业影像边缘提取方法及装置进行了详细介绍,本文中应采用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

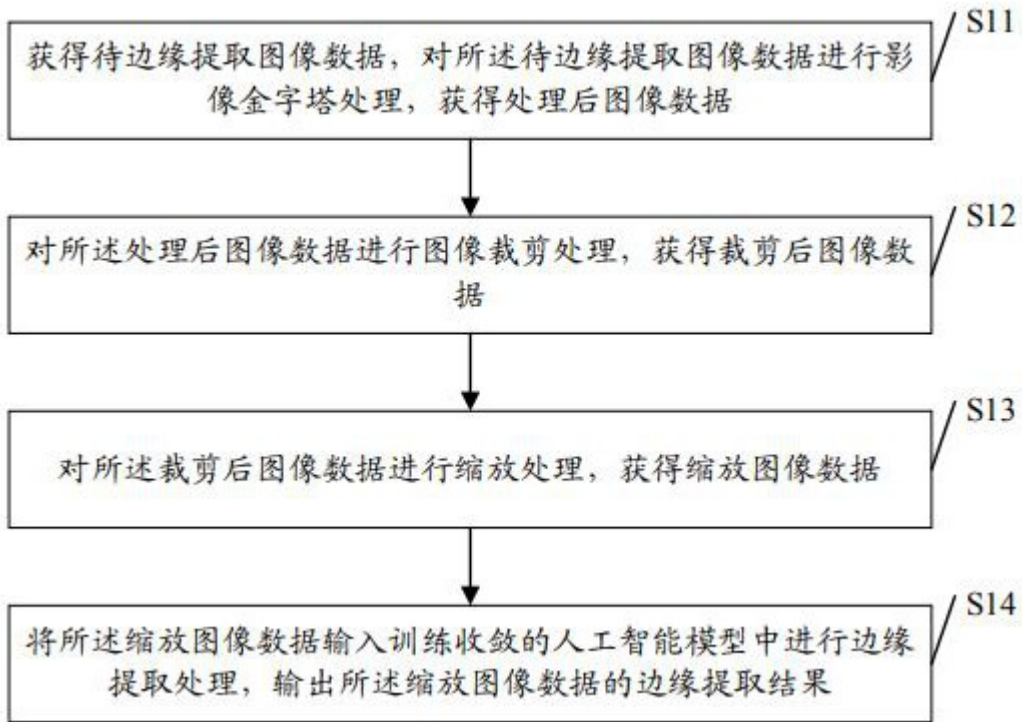


图1



图2