



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115723280 B

(45) 授权公告日 2023.05.23

(21) 申请号 202211562532.5

B29L 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.07

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 114724155 A, 2022.07.08

申请公布号 CN 115723280 A

CN 115138713 A, 2022.10.04

(43) 申请公布日 2023.03.03

审查员 彭旭冬

(73) 专利权人 河北科技大学

地址 050000 河北省石家庄市裕翔街26号

(72) 发明人 张晓蕾 段新峰 吴海霞 左忠良

邢雨萱 李泽洋 杨运娜 张仕旻

(74) 专利代理机构 郑州坤博同创知识产权代理

有限公司 41221

专利代理师 王雅文

(51) Int. Cl.

B29C 41/34 (2006.01)

B29C 41/52 (2006.01)

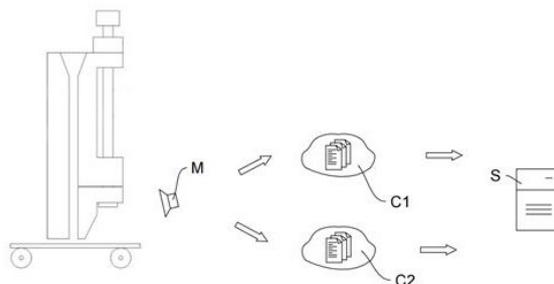
权利要求书2页 说明书15页 附图6页

(54) 发明名称

厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备

(57) 摘要

公开了一种厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型提取螺杆微调后的刮刀组的检测图像和刮刀组的理想调整的参考图像在高维空间中的多尺度差异性隐藏特征分布信息,并利用空间注意力机制来提高对于微调后的刮刀组的空间位置检测的精准度。这样,可以精准地对螺杆微调之后的刮刀组进行检测调控,以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。



1. 一种厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征在于,包括:

摄像模块,用于获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像;

孪生检测模块,用于将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图,其中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构;

特征分布校正模块,用于分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图;

差异化模块,用于计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;

差异化增强模块,用于将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特征图;以及

生产评估结果生成模块,用于将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜;

所述特征分布校正模块,包括:

检测特征图校正单元,用于基于所述参考特征图以如下公式对所述检测特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后检测特征图,其中,所述公式为:

$$f_{1i}' = \frac{\log|f_{1i} - \bar{f}_1|}{\sum_i \log|f_{2i} - \bar{f}_2|}$$

$$f_{1i} \in F_1 \text{ and } f_{2i} \in F_2$$

其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1i} 和 f_{2i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{1i}' 是所述校正后检测特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

2. 根据权利要求1所述的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征在于,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器为包含多个混合卷积层的深度卷积神经网络模型。

3. 根据权利要求2所述的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征在于,所述孪生检测模块,包括:

检测图像编码单元,用于使用所述第一图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第一图像编码器的最后一层输出所述检测特征图;以及

参考图像编码单元,用于使用所述第二图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二图像编码器的最后一层输出所述参考特征图。

4. 根据权利要求3所述的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征在于,所述特征分布校正模块,还包括:

参考特征图校正单元,用于基于所述检测特征图以如下公式对所述参考特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后参考特征图,其中,所述公式为:

$$f_{2i}' = \frac{\log|f_{2i} - \bar{f}_2|}{\sum_i \log|f_{1i} - \bar{f}_1|}$$

$$f_{1i} \in F_1 \text{ and } f_{2i} \in F_2$$

其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1i} 和 f_{2i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{2i}' 是所述校正后参考特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

5.根据权利要求4所述的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征不在于,所述差异化模块,进一步用于:使用如下公式计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;

其中,所述公式为:

$$F_d = F_1 \ominus F_2$$

其中, F_d 表示所述差分特征图, F_1 表示所述校正后检测特征图, F_2 表示所述校正后参考特征图, \ominus 表示按位置减法。

6.根据权利要求5所述的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征不在于,所述差异化增强模块,包括:

深度卷积编码单元,用于使用所述空间注意力模块的卷积编码部分对所述差分特征图进行深度卷积编码以得到差分卷积特征图;

空间注意力单元,用于将所述差分卷积特征图输入所述空间注意力模块的空间注意力部分以得到空间注意力图;

激活单元,用于将所述空间注意力图通过Softmax激活函数以得到空间注意力特征图;以及

计算单元,用于计算所述空间注意力特征图和所述差分卷积特征图的按位置点乘以得到所述增强差分特征图。

7.根据权利要求6所述的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其特征不在于,所述生产评估结果生成模块,包括:

展开单元,用于将所述增强差分特征图按照行向量或列向量展开为分类特征向量;

全连接编码单元,用于使用所述分类器的多个全连接层对所述分类特征向量进行全连接编码以得到编码分类特征向量;以及

分类单元,用于将所述编码分类特征向量通过所述分类器的Softmax分类函数以得到所述分类结果。

厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备

技术领域

[0001] 本申请涉及智能化生产技术领域,且更为具体地,涉及一种厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备。

背景技术

[0002] 聚酰亚胺薄膜是聚酰亚胺最早的商品之一,用于电机的槽绝缘及电缆绕包材料。聚酰胺酸溶液流延成膜、拉伸后,高温酰亚胺化。聚酰亚胺薄膜在生产过程中需要对厚度进行检测,当厚度达不到生产标准时,需要对聚酰亚胺薄膜进行再次处理,现有的处理方式是将该聚酰亚胺薄膜绕卷后再进行拉伸处理,这样严重的影响了生产的效率,并且二次操作会影响膜的质量。

[0003] 针对上述技术问题,专利号CN214562369U公开了一种可在线调节聚酰亚胺薄膜厚度的刮刀,其通过微调螺杆微调膜厚刮刀的上下位置,以此来调整聚酰亚胺薄膜的厚度。

[0004] 但是,在上述设备的运行中,由于在微调螺杆时,各个螺杆被微调的程度不同以及各个刮刀自身的差异,导致最终聚酰亚胺薄膜的厚度不均匀。

[0005] 因此,期待一种优化的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其能够对微调之后的刮刀组进行检测以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,提出了本申请。本申请的实施例提供了一种厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型提取螺杆微调后的刮刀组的检测图像和刮刀组的理想调整的参考图像在高维空间中的多尺度差异性隐藏特征分布信息,并利用空间注意力机制来提高对于微调后的刮刀组的空间位置检测的精准度。这样,可以精准地对螺杆微调之后的刮刀组进行检测调控,以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0007] 根据本申请的一个方面,提供了一种厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其包括:

[0008] 摄像模块,用于获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像;

[0009] 孪生检测模块,用于将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图,其中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构;

[0010] 特征分布校正模块,用于分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图;

[0011] 差异化模块,用于计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;

[0012] 差异化增强模块,用于将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特

征图;以及

[0013] 生产评估结果生成模块,用于将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0014] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器为包含多个混合卷积层的深度卷积神经网络模型。

[0015] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述孪生检测模块,包括:检测图像编码单元,用于使用所述第一图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第一图像编码器的最后一层输出所述检测特征图;以及,参考图像编码单元,用于使用所述第二图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二图像编码器的最后一层输出所述参考特征图。

[0016] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述特征分布校正模块,包括:检测特征图校正单元,用于基于所述参考特征图以如下公式对所述检测特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后检测特征图,其中,所述公式为:

$$[0017] \quad f_{1_i}' = \frac{\log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}{\sum_i \log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}$$

$$[0018] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0019] 其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{1_i}' 是所述校正后检测特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

[0020] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述特征分布校正模块,还包括:参考特征图校正单元,用于基于所述检测特征图以如下公式对所述参考特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后参考特征图,其中,所述公式为:

$$[0021] \quad f_{2_i}' = \frac{\log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}{\sum_i \log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}$$

$$[0022] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0023] 其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{2_i}' 是所述校正后参考特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

[0024] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述差异化模块,进一步用于:使用如下公式计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;其

中,所述公式为:

$$[0025] \quad F_d = F_1 \ominus F_2$$

[0026] 其中, F_d 表示所述差分特征图, F_1 表示所述校正后检测特征图, F_2 表示所述校正后参考特征图, \ominus 表示按位置减法。

[0027] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述差异化增强模块,包括:深度卷积编码单元,用于使用所述空间注意力模块的卷积编码部分对所述差分特征图进行深度卷积编码以得到差分卷积特征图;空间注意力单元,用于将所述差分卷积特征图输入所述空间注意力模块的空间注意力部分以得到空间注意力图;激活单元,用于将所述空间注意力图通过Softmax激活函数以得到空间注意力特征图;以及,计算单元,用于计算所述空间注意力特征图和所述差分卷积特征图的按位置点乘以得到所述增强差分特征图。

[0028] 在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中,所述生产评估结果生成模块,包括:展开单元,用于将所述增强差分特征图按照行向量或列向量展开为分类特征向量;全连接编码单元,用于使用所述分类器的多个全连接层对所述分类特征向量进行全连接编码以得到编码分类特征向量;以及,分类单元,用于将所述编码分类特征向量通过所述分类器的Softmax分类函数以得到所述分类结果。

[0029] 与现有技术相比,本申请提供的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型提取螺杆微调后的刮刀组的检测图像和刮刀组的理想调整的参考图像在高维空间中的多尺度差异性隐藏特征分布信息,并利用空间注意力机制来提高对于微调后的刮刀组的空间位置检测的精准度。这样,可以精准地对螺杆微调之后的刮刀组进行检测调控,以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

附图说明

[0030] 通过结合附图对本申请实施例进行更详细的描述,本申请的上述以及其他目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本申请实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请实施例一起用于解释本申请,并不构成对本申请的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0031] 图1为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的应用场景图。

[0032] 图2为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的框图。

[0033] 图3为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述孪生检测模块的框图。

[0034] 图4为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述特征分布校正模块的框图。

[0035] 图5为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述差异化增强模块的框图。

[0036] 图6为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述生产评估结果生成模块的框图。

[0037] 图7为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法的流程图。

[0038] 图8为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法的系统架构的示意图。

具体实施方式

[0039] 下面,将参考附图详细地描述根据本申请的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例,而不是本申请的全部实施例,应理解,本申请不受这里描述的示例实施例的限制。

[0040] 场景概述

[0041] 如上所述,聚酰亚胺薄膜是聚酰亚胺最早的商品之一,用于电机的槽绝缘及电缆绕包材料。聚酰胺酸溶液流延成膜、拉伸后,高温酰亚胺化。聚酰亚胺薄膜在生产过程中需要对厚度进行检测,当厚度达不到生产标准时,需要对聚酰亚胺薄膜进行再次处理,现有的处理方式是将该聚酰亚胺薄膜绕卷后再进行拉伸处理,这样严重的影响了生产的效率,并且二次操作会影响膜的质量。

[0042] 针对上述技术问题,专利号CN214562369U公开了一种可在线调节聚酰亚胺薄膜厚度的刮刀,其通过微调螺杆微调膜厚刮刀的上下位置,以此来调整聚酰亚胺薄膜的厚度。

[0043] 但是,在上述设备的运行中,由于在微调螺杆时,各个螺杆被微调的程度不同以及各个刮刀自身的差异,导致最终聚酰亚胺薄膜的厚度不均匀。因此,期待一种优化的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其能够对微调之后的刮刀组进行检测以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0044] 目前,深度学习以及神经网络已经广泛应用于计算机视觉、自然语言处理、语音信号处理等领域。此外,深度学习以及神经网络在图像分类、物体检测、语义分割、文本翻译等领域,也展现出了接近甚至超越人类的水平。

[0045] 近年来,深度学习以及神经网络的发展为微调之后的刮刀组智能检测提供了新的解决思路和方案。

[0046] 相应地,考虑到在实际对于螺杆微调之后的刮刀组进行检测以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜,这可以通过对于螺杆微调后的刮刀组的检测图像与刮刀组的理想调整参考图像相互对比来进行,但是,由于在检测图像和参考图像中都具有较强的图像数据信息,并且由于螺杆微调前后的数据变化信息量较小,难以在图像的对比中区分出来,进而对微调之后的刮刀组检测带来了困难。基于此,在本申请的技术方案中,采用基于深度学习的人工智能检测技术,以提取出所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的理想调整参考图像在高维空间中的多尺度差异性隐藏特征分布信息,并利用了空间注意力机制来提高对于微调之后的刮刀组空间位置检测的精准度。这样,能够精准地对微调之后的刮刀组进行检测调控,以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0047] 具体地,在本申请的技术方案中,首先,通过摄像头采集螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像,这里,所述刮刀组的参考图像为螺杆在理想微调后的刮刀组图像。接着,使用在图像的隐含特征提取方面具有优异表现的卷积神经网络模型来进行所述检测图像和参考图像的特征挖掘,特别地,考虑到在对于所述螺杆微调后的刮刀组

是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜进行检测时,由于螺杆的微调为小尺度变化特征,而刮刀组为大尺度特征,因此,进一步使用混合卷积层来进行图像的隐藏特征提取。也就是,具体地,在本申请的技术方案中,将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图。值得一提的是,这里,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构,并且所述第一图像编码器和所述第二图像编码器为包含多个混合卷积层的深度卷积神经网络模型,以提取出所述监测图像和所述参考图像的多尺度隐含关联特征分布信息。特别地,使用包含有相同网络结构的图像编码器的所述孪生网络来分别进行所述检测图像和参考图像的特征提取能够挖掘出两者的图像在图像源域端差异不明显的特征信息,以此来进行所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜的检测。

[0048] 然后,计算所述检测特征图和所述参考特征图之间的差分特征图,以此来表示所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像多尺度隐含特征与所述刮刀组理想调整的参考图像的多尺度隐含特征之间的差异性特征分布信息。

[0049] 特别地,在本申请的技术方案中,由于要计算所述检测特征图和所述参考特征图之间的所述差分特征图,因此期望所述检测特征图和所述参考特征图整体的特征分布在高维特征空间内的空间位置误差尽量小,从而提升所述检测特征图和所述参考特征图之间的逐点差分所得到的所述差分特征图的特征表达效果。

[0050] 这里,本申请的申请人考虑到所述检测特征图和所述参考特征图分别来自于作为源图像的通过螺杆微调后的刮刀组的检测图像和参考图像,其本质上用于表达相同对象的图像语义特征,因为具有特征同源性,这样就可以对所述检测特征图和所述参考特征图分别进行相对类角度概率信息表示校正,表示为:

$$[0051] \quad f_{1_i}' = \frac{\log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}{\sum_i \log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}$$

$$[0052] \quad f_{2_i}' = \frac{\log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}{\sum_i \log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}$$

$$[0053] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0054] 其中 f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 是所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 的全部特征值的均值。

[0055] 这里,所述相对类角度概率信息表示校正通过所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 之间的相对类角度概率信息表示,来进行所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 在高维特征空间内的特征分布的空间位置误差的几何精度稀释,从而在所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 间具有一定特征同源关系的情况下,基于所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 各自的各位置的特征值分布相较于彼此整体的分布约束性,来通过按位置的逐点回

归来进行特征的隐式上下文对应性校正,从而提高所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 之间通过逐点差分所得到的所述差分特征图的特征表达效果。

[0056] 进一步地,考虑到在对于所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜进行检测判断时,应关注于所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置特征以此来准确地进行厚度均匀的聚酰亚胺薄膜制备。因此,在本申请的技术方案中,进一步对于具有所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像多尺度隐含特征与所述刮刀组理想调整的参考图像的多尺度隐含特征之间的差异性特征分布信息的所述差分特征图,将其通过空间注意力模块中进行编码,以提取出两者图像的差异性特征分布在所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置上的差异特征信息,从而得到增强差分特征图。

[0057] 然后,再将所述增强差分特征图作为分类特征图通过分类器中进行分类处理,以得到用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜的分类结果。这样,能够精准地对螺杆微调之后的刮刀组进行检测调控,以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0058] 基于此,本申请提供了一种厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其包括:摄像模块,用于获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像;孪生检测模块,用于将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图,其中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构;特征分布校正模块,用于分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图;差异化模块,用于计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;差异化增强模块,用于将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特征图;以及,生产评估结果生成模块,用于将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0059] 图1为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的应用场景图。如图1所示,在该应用场景中,首先,获取由摄像头(例如,图1中所示意的M)采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像(例如,图1中所示意的C1)和所述刮刀组的参考图像(例如,图1中所示意的C2);然后,将获取的检测图像和参考图像输入至部署有厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产的算法的服务器中(例如,图1中所示意的S),其中,所述服务器能够使用厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产的算法对所述检测图像和所述参考图像进行处理,以生成用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜的分类结果。

[0060] 在介绍了本申请的基本原理之后,下面将参考附图来具体介绍本申请的各种非限制性实施例。

[0061] 示例性系统

[0062] 图2为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的框图。如图2所示,根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备100,包括:摄像模块110,用于获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像;孪生检测模块120,用于将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图,其中,所述第一图像编码器

和所述第二图像编码器具有相同的网络结构;特征分布校正模块130,用于分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图;差异化模块140,用于计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;差异化增强模块150,用于将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特征图;以及,生产评估结果生成模块160,用于将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0063] 具体地,在本申请实施例中,所述摄像模块110,用于获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像。如前所述,聚酰亚胺薄膜是聚酰亚胺最早的商品之一,用于电机的槽绝缘及电缆绕包材料。聚酰胺酸溶液流延成膜、拉伸后,高温酰亚胺化。聚酰亚胺薄膜在生产过程中需要对厚度进行检测,当厚度达不到生产标准时,需要对聚酰亚胺薄膜进行再次处理,现有的处理方式是将该聚酰亚胺薄膜绕卷后再进行拉伸处理,这样严重的影响了生产的效率,并且二次操作会影响膜的质量。

[0064] 针对上述技术问题,专利号CN214562369U公开了一种可在线调节聚酰亚胺薄膜厚度的刮刀,其通过微调螺杆微调膜厚刮刀的上下位置,以此来调整聚酰亚胺薄膜的厚度。

[0065] 但是,在上述设备的运行中,由于在微调螺杆时,各个螺杆被微调的程度不同以及各个刮刀自身的差异,导致最终聚酰亚胺薄膜的厚度不均匀。因此,期待一种优化的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备,其能够对微调之后的刮刀组进行检测以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0066] 目前,深度学习以及神经网络已经广泛应用于计算机视觉、自然语言处理、语音信号处理等领域。此外,深度学习以及神经网络在图像分类、物体检测、语义分割、文本翻译等领域,也展现出了接近甚至超越人类的水平。

[0067] 近年来,深度学习以及神经网络的发展为微调之后的刮刀组智能检测提供了新的解决思路和方案。

[0068] 相应地,考虑到在实际对于螺杆微调之后的刮刀组进行检测以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜,这可以通过对于螺杆微调后的刮刀组的检测图像与刮刀组的理想调整参考图像相互对比来进行,但是,由于在检测图像和参考图像中都具有较多的图像数据信息,并且由于螺杆微调前后的数据变化信息量较小,难以在图像的对比中区分出来,进而对微调之后的刮刀组检测带来了困难。基于此,在本申请的技术方案中,采用基于深度学习的人工智能检测技术,以提取出所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的理想调整参考图像在高维空间中的多尺度差异性隐藏特征分布信息,并利用了空间注意力机制来提高对于微调之后的刮刀组空间位置检测的精准度。这样,能够精准地对微调之后的刮刀组进行检测调控,以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0069] 具体地,在本申请的技术方案中,首先,通过摄像头采集螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像,这里,所述刮刀组的参考图像为螺杆在理想微调后的刮刀组图像。这样,可以在基于深度学习的人工智能检测技术中提出所述刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像的差异性隐藏特征分布信息。

[0070] 具体地,在本申请实施例中,所述孪生检测模块120,用于将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图

和参考特征图,其中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构。接着,使用在图像的隐含特征提取方面具有优异表现的卷积神经网络模型来进行所述检测图像和参考图像的特征挖掘,特别地,考虑到在对于所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜进行检测时,由于螺杆的微调为小尺度变化特征,而刮刀组为大尺度特征,因此,进一步使用混合卷积层来进行图像的隐藏特征提取。

[0071] 也就是,具体地,在本申请的技术方案中,将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图。值得一提的是,这里,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构,并且所述第一图像编码器和所述第二图像编码器为包含多个混合卷积层的深度卷积神经网络模型,以提取出所述监测图像和所述参考图像的多尺度隐含关联特征分布信息。特别地,使用包含有相同网络结构的图像编码器的所述孪生网络来分别进行所述检测图像和参考图像的特征提取能够挖掘出两者的图像在图像源域端差异不明显的特征信息,以此来进行所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜的检测。

[0072] 更具体地,在本申请实施例中,图3为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述孪生检测模块的框图,如图3所示,所述孪生检测模块,包括:检测图像编码单元210,用于使用所述第一图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第一图像编码器的最后一层输出所述检测特征图;以及,参考图像编码单元220,用于使用所述第二图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二图像编码器的最后一层输出所述参考特征图。

[0073] 进一步地,使用所述第一图像编码器对输入数据进行多尺度卷积编码以得到所述检测特征图,包括:使用具有第一尺寸的第一卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第一特征图;使用具有第一空洞率的第二卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第二特征图;使用具有第二空洞率的第三卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第三特征图;使用具有第三空洞率的第四卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第四特征图;以及,将所述第一特征图、所述第二特征图、所述第三特征图和所述第四特征图进行级联聚合以得到所述检测特征图。

[0074] 更进一步地,使用所述第二图像编码器对输入数据进行多尺度卷积编码以得到所述参考特征图,包括:使用具有第一尺寸的第一卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第五特征图;使用具有第一空洞率的第二卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第六特征图;使用具有第二空洞率的第三卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第七特征图;使用具有第三空洞率的第四卷积核对所述输入数据进行卷积处理以得到第八特征图;以及,将所述第五特征图、所述第六特征图、所述第七特征图和所述第八特征图进行级联聚合以得到所述参考特征图。

[0075] 应可以理解,孪生网络就是“连体的神经网络”,神经网络的“连体”是通过共享权值来实现的,孪生神经网络有两个输入(Input1 and Input2),将两个输入进入两个神经网络(Network1 and Network2),这两个神经网络分别将输入映射到新的空间,形成输入在新的空间中的表示。通过损失函数值的计算,评价两个输入的相似度。通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型,可以以提取出所述监测图像和所述参考图像的多尺

度隐含关联特征分布信息。

[0076] 具体地,在本申请实施例中,所述特征分布校正模块130,用于分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图。特别地,在本申请的技术方案中,由于要计算所述检测特征图和所述参考特征图之间的所述差分特征图,因此期望所述检测特征图和所述参考特征图整体的特征分布在高维特征空间内的空间位置误差尽量小,从而提升所述检测特征图和所述参考特征图之间的逐点差分所得到的所述差分特征图的特征表达效果。

[0077] 这里,本申请的申请人考虑到所述检测特征图和所述参考特征图分别来自于作为源图像的通过螺杆微调后的刮刀组的检测图像和参考图像,其本质上用于表达相同对象的图像语义特征,因为具有特征同源性,这样就可以对所述检测特征图和所述参考特征图分别进行相对类角度概率信息表示校正。

[0078] 更具体地,在本申请实施例中,图4为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述特征分布校正模块的框图,如图4所示,所述特征分布校正模块,包括:检测特征图校正单元310,用于基于所述参考特征图以如下公式对所述检测特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后检测特征图,其中,所述公式为:

$$[0079] \quad f_{1_i}' = \frac{\log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}{\sum_i \log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}$$

$$[0080] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0081] 其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{1_i}' 是所述校正后检测特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

[0082] 所述特征分布校正模块,还包括:参考特征图校正单元320,用于基于所述检测特征图以如下公式对所述参考特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后参考特征图,其中,所述公式为:

$$[0083] \quad f_{2_i}' = \frac{\log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}{\sum_i \log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}$$

$$[0084] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0085] 其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{2_i}' 是所述校正后参考特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

[0086] 这里,所述相对类角度概率信息表示校正通过所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 之间的相对类角度概率信息表示,来进行所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 在高维特征空间内的特征分布的空间位置误差的几何精度稀释,从而在所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 间具有一定特征同源关系的情况下,基于所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 各自的各位置的特征值分布相较于彼此整体的分布约束性,来通过按位置的逐点回归来进行特征的隐式上下文对应性校正,从而提高所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 之间通过逐点差分所得到的所述差分特征图的特征表达效果。

[0087] 具体地,在本申请实施例中,所述差异化模块140,用于计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图。然后,计算所述检测特征图和所述参考特征图之间的差分特征图,以此来表示所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像多尺度隐含特征与所述刮刀组理想调整的参考图像的多尺度隐含特征之间的差异性特征分布信息。

[0088] 进一步地,使用如下公式计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;其中,所述公式为:

$$[0089] \quad F_d = F_1 \ominus F_2$$

[0090] 其中, F_d 表示所述差分特征图, F_1 表示所述校正后检测特征图, F_2 表示所述校正后参考特征图, \ominus 表示按位置减法。

[0091] 具体地,在本申请实施例中,所述差异化增强模块150,用于将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特征图。进一步地,考虑到在对于所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜进行检测判断时,应关注于所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置特征以此来准确地进行厚度均匀的聚酰亚胺薄膜制备。

[0092] 因此,在本申请的技术方案中,进一步对于具有所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像多尺度隐含特征与所述刮刀组理想调整的参考图像的多尺度隐含特征之间的差异性特征分布信息的所述差分特征图,将其通过空间注意力模块中进行编码,以提取出两者图像的差异性特征分布在所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置上的差异特征信息,从而得到增强差分特征图。

[0093] 进一步地,图5为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述差异化增强模块的框图,如图5所示,所述差异化增强模块,包括:深度卷积编码单元410,用于使用所述空间注意力模块的卷积编码部分对所述差分特征图进行深度卷积编码以得到差分卷积特征图;空间注意力单元420,用于将所述差分卷积特征图输入所述空间注意力模块的空间注意力部分以得到空间注意力图;激活单元430,用于将所述空间注意力图通过Softmax激活函数以得到空间注意力特征图;以及,计算单元440,用于计算所述空间注意力特征图和所述差分卷积特征图的按位置点乘以得到所述增强差分特征图。

[0094] 应可以理解,注意力机制是机器学习中的一种数据处理方法,广泛应用在自然语言处理、图像识别及语音识别等各种不同类型的机器学习任务中。一方面,注意力机制就是

希望网络能够自动学出来图片或者文字序列中的需要注意的地方；另一方面，注意力机制通过神经网络的操作生成一个掩码mask，mask上的值的权重。一般来说，空间注意力机制对于同一像素点不同通道求均值，再经过一些卷积和上采样的运算得到空间特征，空间特征每层的像素点就被赋予不同的权重。

[0095] 可以理解，将所述差分特征图通过空间注意力模块中进行编码，可以提取出两者图像的差异性特征分布在所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置上的差异特征信息，从而得到增强差分特征图。

[0096] 具体地，在本申请实施例中，所述生产评估结果生成模块160，用于将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果，所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。然后，再将所述增强差分特征图作为分类特征图通过分类器中进行分类处理，以得到用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜的分类结果。这样，能够精准地对螺杆微调之后的刮刀组进行检测调控，以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0097] 图6为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备中所述生产评估结果生成模块的框图，如图6所示，所述生产评估结果生成模块，包括：展开单元510，用于将所述增强差分特征图按照行向量或列向量展开为分类特征向量；全连接编码单元520，用于使用所述分类器的多个全连接层对所述分类特征向量进行全连接编码以得到编码分类特征向量；以及，分类单元530，用于将所述编码分类特征向量通过所述分类器的Softmax分类函数以得到所述分类结果。

[0098] 进一步地，使用所述分类器以如下公式对所述增强差分特征图进行处理以生成分类结果；其中，所述公式为： $\text{softmax}\{(M_c, B_c)|\text{Project}(F)\}$ ，其中， $\text{Project}(F)$ 表示将所述增强差分特征图投影为向量， M_c 为全连接层的权重矩阵， B_c 表示全连接层的偏向向量。

[0099] 综上，基于本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备100被阐明，其通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型提取螺杆微调后的刮刀组的检测图像和刮刀组的理想调整的参考图像在高维空间中的多尺度差异性隐藏特征分布信息，并利用空间注意力机制来提高对于微调后的刮刀组的空间位置检测的精准度。这样，可以精准地对螺杆微调之后的刮刀组进行检测调控，以确保其能够得到厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0100] 示例性方法

[0101] 图7为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法的流程图。如图7所示，根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法，其包括：S110，获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像；S120，将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图，其中，所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构；S130，分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图；S140，计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图；S150，将所述差分特征图通过空间注

注意力模块以得到增强差分特征图;以及,S160,将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0102] 图8为根据本申请实施例的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法的系统架构的示意图。如图8所示,在所述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法的系统架构中,首先,获取由摄像头采集的螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像;然后,将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图,其中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构;接着,分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图;然后,计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;接着,将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特征图;以及,最后,将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜。

[0103] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器为包含多个混合卷积层的深度卷积神经网络模型。

[0104] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图,其中,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构,包括:使用所述第一图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第一图像编码器的最后一层输出所述检测特征图;以及,使用所述第二图像编码器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二图像编码器的最后一层输出所述参考特征图。

[0105] 具体地,在本申请的技术方案中,首先,通过摄像头采集螺杆微调后的刮刀组的检测图像和所述刮刀组的参考图像,这里,所述刮刀组的参考图像为螺杆在理想微调后的刮刀组图像。接着,使用在图像的隐含特征提取方面具有优异表现的卷积神经网络模型来进行所述检测图像和参考图像的特征挖掘,特别地,考虑到在对于所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜进行检测时,由于螺杆的微调为小尺度变化特征,而刮刀组为大尺度特征,因此,进一步使用混合卷积层来进行图像的隐藏特征提取。也就是,具体地,在本申请的技术方案中,将所述检测图像和参考图像分别通过包含第一图像编码器和第二图像编码器的孪生网络模型以得到检测特征图和参考特征图。值得一提的是,这里,所述第一图像编码器和所述第二图像编码器具有相同的网络结构,并且所述第一图像编码器和所述第二图像编码器为包含多个混合卷积层的深度卷积神经网络模型,以提取出所述检测图像和所述参考图像的多尺度隐含关联特征分布信息。特别地,使用包含有相同网络结构的图像编码器的所述孪生网络来分别进行所述检测图像和参考图像的特征提取能够挖掘出两者的图像在图像源域端差异不明显的特征信息,以此来进行所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜的检测。

[0106] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图,包括:基于所述参考特征图以如下公式对所述检测特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后检测特征图,其中,所述公式为:

$$[0107] \quad f_{1_i}' = \frac{\log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}{\sum_i \log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}$$

$$[0108] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0109] 其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{1_i}' 是所述校正后检测特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

[0110] 特别地,在本申请的技术方案中,由于要计算所述检测特征图和所述参考特征图之间的所述差分特征图,因此期望所述检测特征图和所述参考特征图整体的特征分布在高维特征空间内的空间位置误差尽量小,从而提升所述检测特征图和所述参考特征图之间的逐点差分所得到的所述差分特征图的特征表达效果。

[0111] 这里,本申请的申请人考虑到所述检测特征图和所述参考特征图分别来自于作为源图像的通过螺杆微调后的刮刀组的检测图像和参考图像,其本质上用于表达相同对象的图像语义特征,因为具有特征同源性,这样就可以对所述检测特征图和所述参考特征图分别进行相对类角度概率信息表示校正。

[0112] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述分别对所述检测特征图和所述参考特征图进行特征分布校正以得到校正后检测特征图和校正后参考特征图,还包括:基于所述检测特征图以如下公式对所述参考特征图进行相对类角度概率信息表示校正以得到所述校正后参考特征图,其中,所述公式为:

$$[0113] \quad f_{2_i}' = \frac{\log|f_{2_i} - \bar{f}_2|}{\sum_i \log|f_{1_i} - \bar{f}_1|}$$

$$[0114] \quad f_{1_i} \in F_1 \text{ and } f_{2_i} \in F_2$$

[0115] 其中 F_1 表示所述检测特征图, F_2 表示所述参考特征图, f_{1_i} 和 f_{2_i} 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的各个位置的特征值,且 \bar{f}_1 和 \bar{f}_2 分别是所述检测特征图和所述参考特征图的全部特征值的均值, f_{2_i}' 是所述校正后参考特征图的各个位置的特征值, \log 表示以2为底的对数函数。

[0116] 这里,所述相对类角度概率信息表示校正通过所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 之间的相对类角度概率信息表示,来进行所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 在高

维特征空间内的特征分布的空间位置误差的几何精度稀释,从而在所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 间具有一定特征同源关系的情况下,基于所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 各自的各位置的特征值分布相较于彼此整体的分布约束性,来通过按位置的逐点回归来进行特征的隐式上下文对应性校正,从而提高所述检测特征图 F_1 和所述参考特征图 F_2 之间通过逐点差分所得到的所述差分特征图的特征表达效果

[0117] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图,进一步包括:使用如下公式计算所述校正后检测特征图和所述校正后参考特征图之间的差分特征图;其中,所述公式为:

$$[0118] \quad F_d = F_1 \ominus F_2$$

[0119] 其中, F_d 表示所述差分特征图, F_1 表示所述校正后检测特征图, F_2 表示所述校正后参考特征图, \ominus 表示按位置减法。

[0120] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述将所述差分特征图通过空间注意力模块以得到增强差分特征图,包括:使用所述空间注意力模块的卷积编码部分对所述差分特征图进行深度卷积编码以得到差分卷积特征图;将所述差分卷积特征图输入所述空间注意力模块的空间注意力部分以得到空间注意力图;将所述空间注意力图通过Softmax激活函数以得到空间注意力特征图;以及,计算所述空间注意力特征图和所述差分卷积特征图的按位置点乘以得到所述增强差分特征图。

[0121] 进一步地,考虑到在对于所述螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜进行检测判断时,应关注于所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置特征以此来准确地进行厚度均匀的聚酰亚胺薄膜制备。因此,在本申请的技术方案中,进一步对于具有所述螺杆微调后的刮刀组的检测图像多尺度隐含特征与所述刮刀组理想调整的参考图像的多尺度隐含特征之间的差异性特征分布信息的所述差分特征图,将其通过空间注意力模块中进行编码,以提取出两者图像的差异性特征分布在所述螺杆微调后的刮刀组的空间位置上的差异特征信息,从而得到增强差分特征图。

[0122] 在一个具体示例中,在上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中,所述将所述增强差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示螺杆微调后的刮刀组是否适于制备厚度均匀的聚酰亚胺薄膜,包括:将所述增强差分特征图按照行向量或列向量展开为分类特征向量;使用所述分类器的多个全连接层对所述分类特征向量进行全连接编码以得到编码分类特征向量;以及,将所述编码分类特征向量通过所述分类器的Softmax分类函数以得到所述分类结果。

[0123] 这里,本领域技术人员可以理解,上述厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的使用方法中的各个步骤的具体操作已经在上面参考图1到图6的厚度可调节的聚酰亚胺薄膜的生产设备的描述中得到了详细介绍,并因此,将省略其重复描述。

[0124] 以上结合具体实施例描述了本申请的基本原理,但是,需要指出的是,在本申请中

提及的优点、优势、效果等仅是示例而非限制,不能认为这些优点、优势、效果等是本申请的各个实施例必须具备的。另外,上述公开的具体细节仅是为了示例的作用和便于理解的作用,而非限制,上述细节并不限制本申请为必须采用上述具体的细节来实现。

[0125] 本申请中涉及的器件、装置、设备、系统的方框图仅作为例示性的例子并且不意图要求或暗示必须按照方框图示出的方式进行连接、布置、配置。如本领域技术人员将认识到的,可以按任意方式连接、布置、配置这些器件、装置、设备、系统。诸如“包括”、“包含”、“具有”等等的词语是开放性词汇,指“包括但不限于”,且可与其互换使用。这里所使用的词汇“或”和“和”指词汇“和/或”,且可与其互换使用,除非上下文明确指示不是如此。这里所使用的词汇“诸如”指词组“诸如但不限于”,且可与其互换使用。

[0126] 还需要指出的是,在本申请的装置、设备和方法中,各部件或各步骤是可以分解和/或重新组合的。这些分解和/或重新组合应视为本申请的等效方案。

[0127] 提供所公开的方面的以上描述以使本领域的任何技术人员能够做出或者使用本申请。对这些方面的各种修改对于本领域技术人员而言是非常显而易见的,并且在此定义的一般原理可以应用于其他方面而不脱离本申请的范围。因此,本申请不意图被限制到在此示出的方面,而是按照与在此公开的原理和新颖的特征一致的最宽范围。

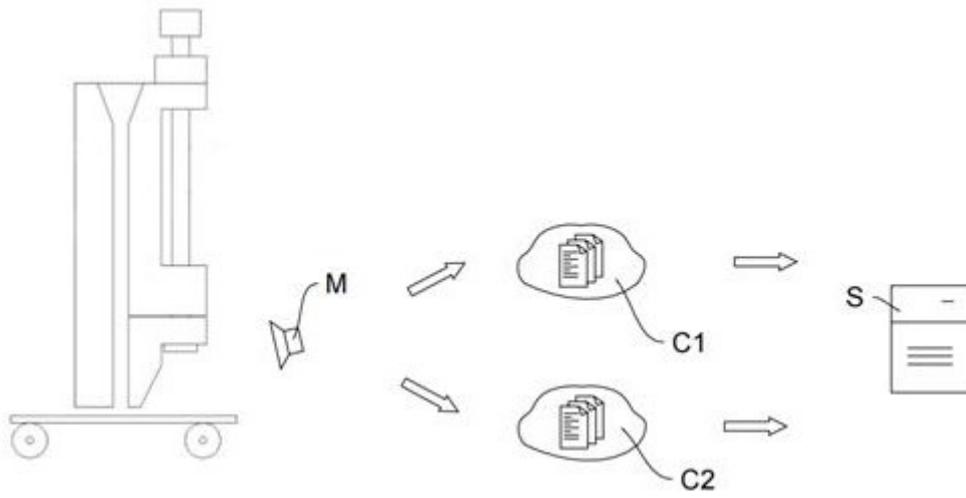


图1

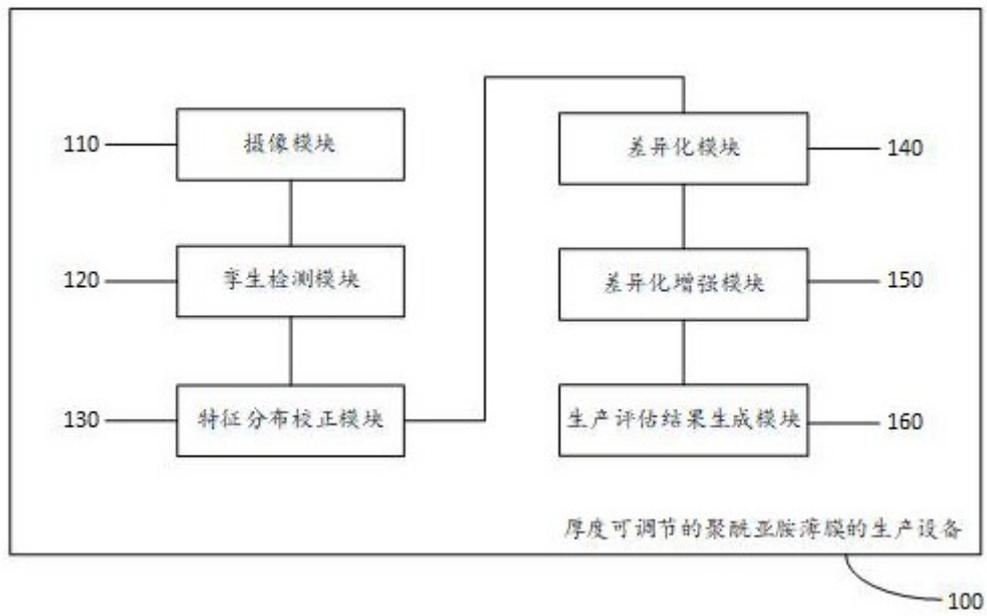


图2

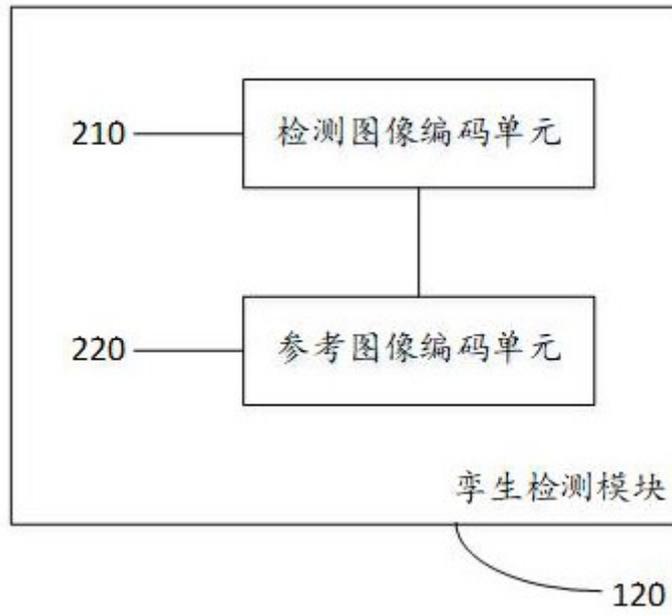


图3

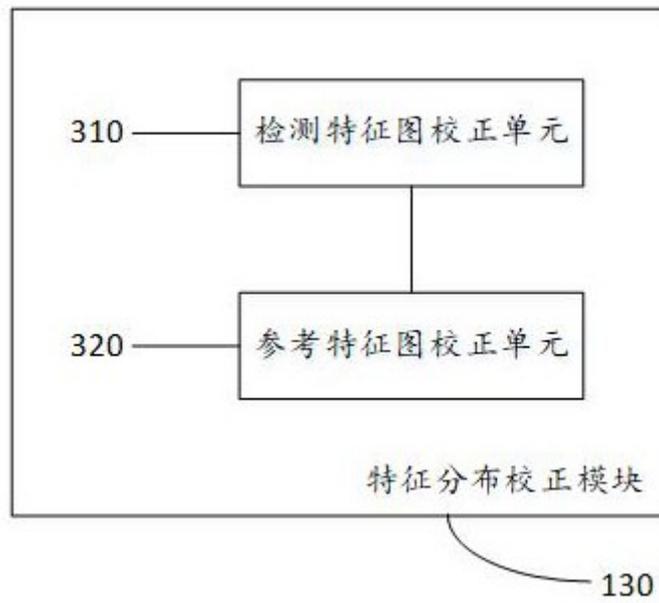


图4

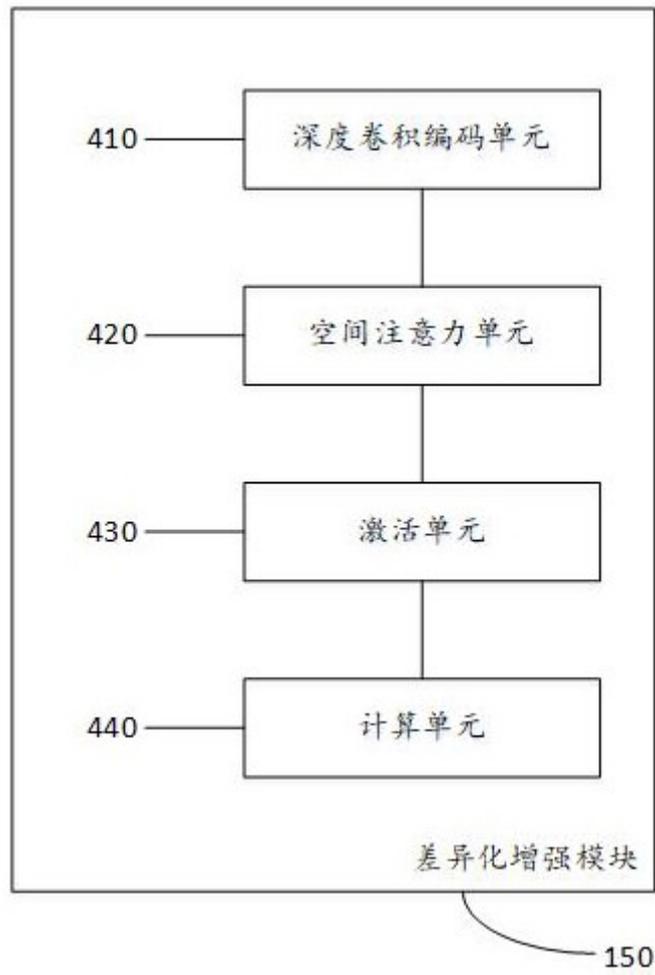


图5

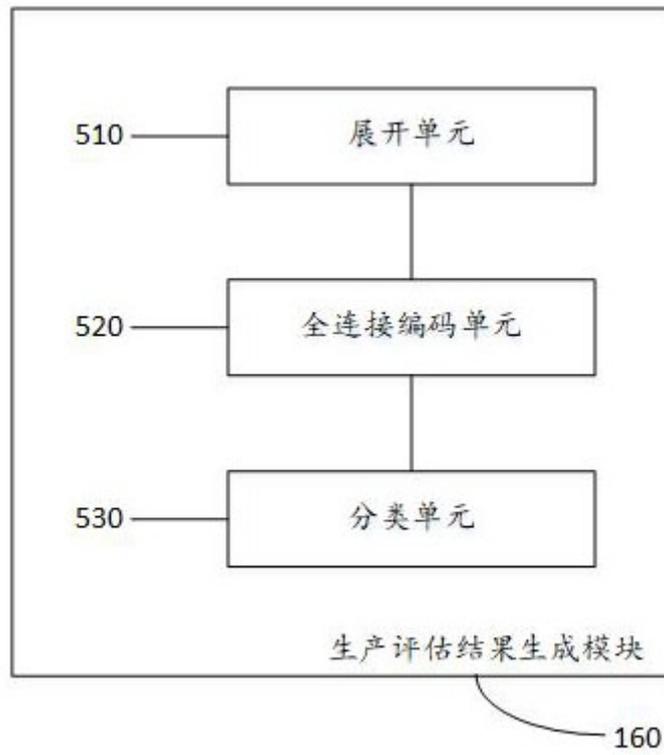


图6

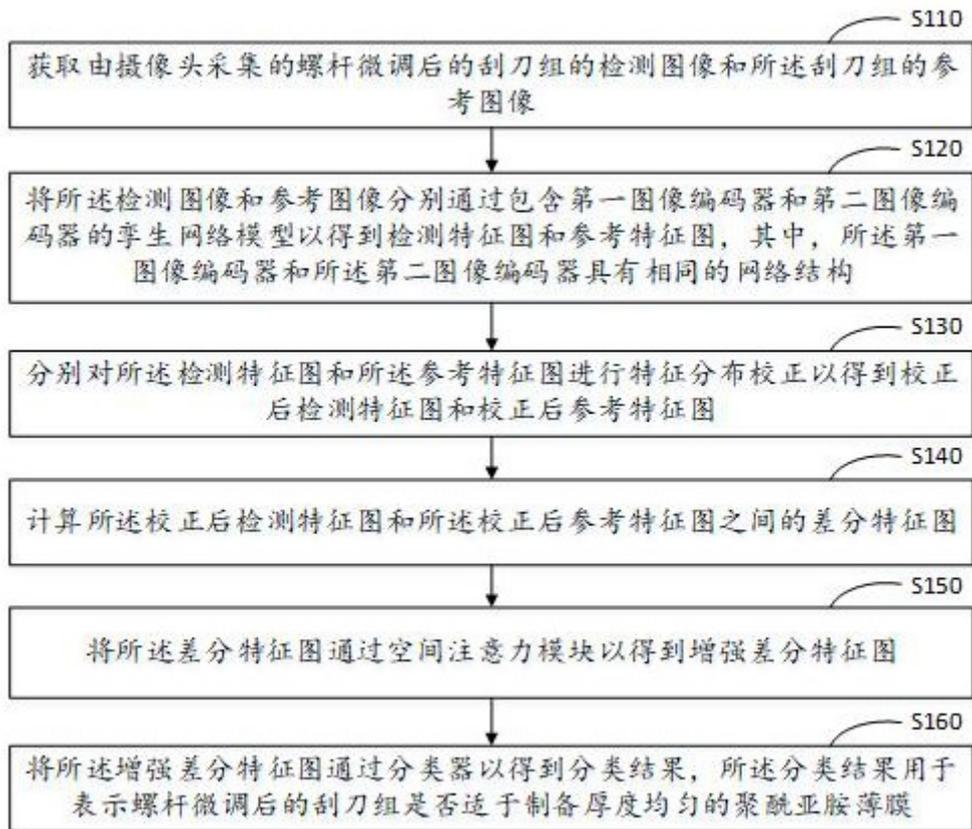


图7

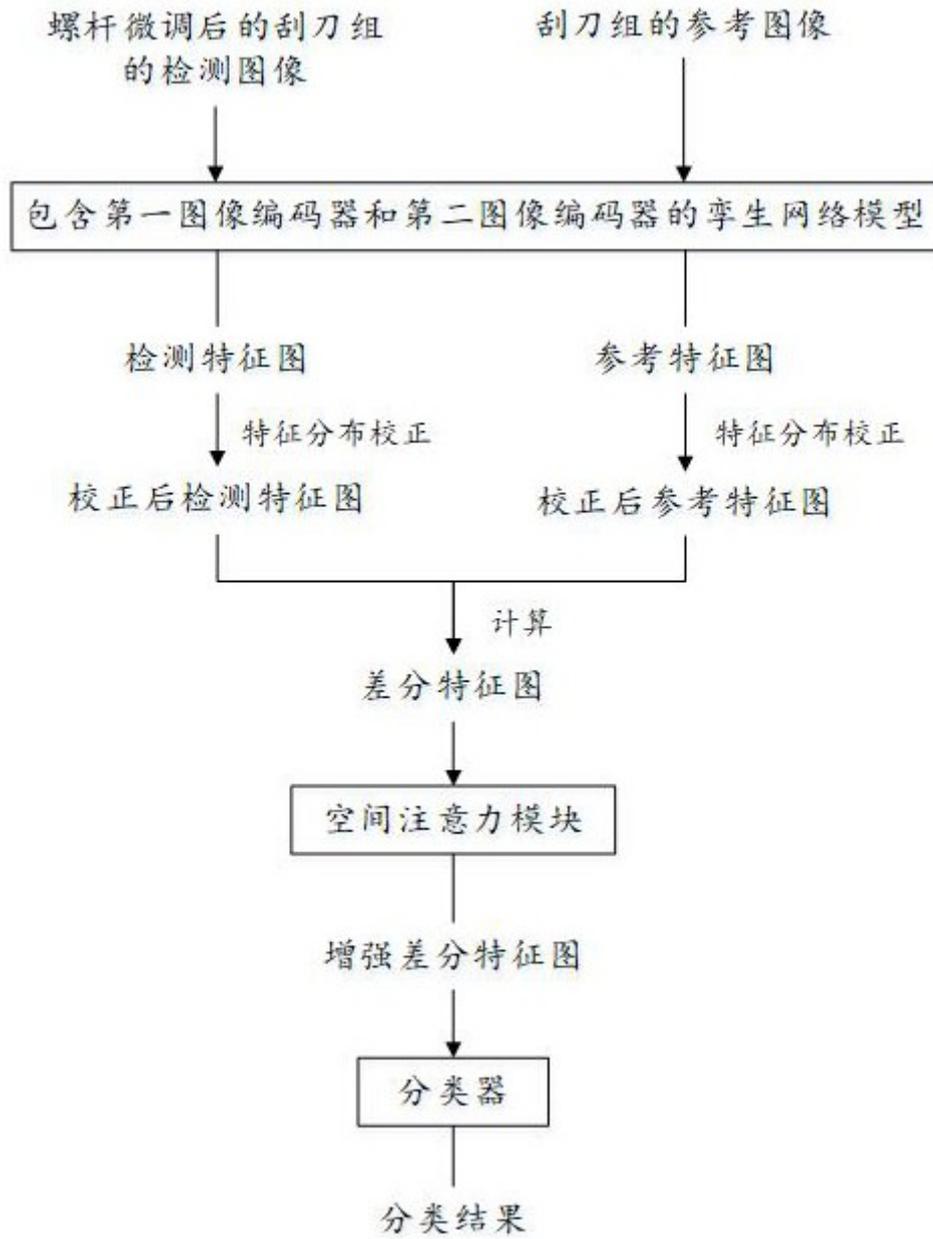


图8