



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117782217 B

(45) 授权公告日 2024.11.08

(21) 申请号 202311835641.4

(22) 申请日 2023.12.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117782217 A

(43) 申请公布日 2024.03.29

(73) 专利权人 城步苗族自治县银河纸业有限责任公司

地址 422500 湖南省邵阳市城步苗族自治县茅坪湘商产业园区

(72) 发明人 肖乾楚

(74) 专利代理机构 长沙智德知识产权代理事务所(普通合伙) 43207

专利代理师 段芳萼

(51) Int. Cl.

G01D 21/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103744293 A, 2014.04.23

CN 104978690 A, 2015.10.14

审查员 邬彪

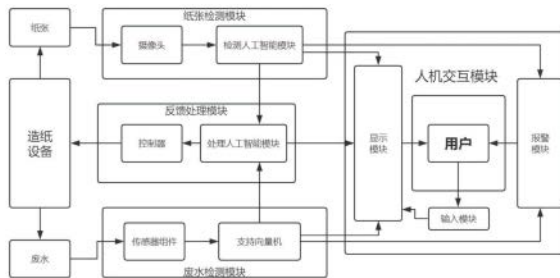
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

基于人工智能的纸张加工检测系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于人工智能的纸张加工检测系统,属于纸张制造检测技术领域。解决了现有技术中纸张质量检测效率低、准确度差、废水处理难度大的技术问题。本发明的技术原理是:利用摄像头采集纸张图像,利用多种传感器采集造纸过程中的废水数据,利用人工智能对数据进行分析,输出采集数据的状态和特征;对废水处理工艺和参数进行优化,输出废水处理方案和控制信号,调节造纸过程中的参数;显示检测和处理结果,异常情况时发出报警信号。本发明的有益效果是:该系统可以实现纸张质量的快速、准确、自动的检测,同时可以对造纸过程中产生的废水进行有效的监测和处理,从而提高纸张的质量和效率,降低造纸的成本和环境影响。



1. 一种基于人工智能的纸张加工检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1采集纸张图像,利用摄像头对加工过程中的纸张进行拍摄,获取加工过程中的纸张的图像数据;

S2处理纸张图像,利用检测人工智能模块对所述图像数据进行深度卷积神经网络的处理,提取纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷,输出纸张的质量指数;

S3采集废水数据,利用电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器对造纸过程中的废水进行监测,所述电导率传感器检测废水的导电率;所述pH传感器检测废水的pH值;所述余氯传感器检测废水的余氯含量;所述浊度传感器检测废水的浊度;所述ORP传感器检测废水的氧化还原电位;

S4处理废水数据,利用支持向量机对所述废水数据进行径向基核函数的处理,提取废水的成分、浓度、pH值,输出废水的状态和特征;

S5选择废水处理方案,利用处理人工智能模块根据所述纸张的质量指数、所述废水的状态和特征,选择废水处理方案和造纸工艺参数,输出废水处理方案和造纸工艺参数控制信号;

S6调节造纸过程,利用控制器根据所述造纸工艺参数控制信号,控制造纸过程中控制水量的阀门,控制调节温度的加热器以及控制调节压力的压力表;

S7显示检测结果,利用显示模块显示所述纸张的质量指数、所述废水的状态和特征、所述废水处理方案,以及用户的输入结果,检测到纸张的质量指数低于预设阈值,或者废水的状态或特征超出规定范围时,发出报警信号,提醒用户;

所述的选择废水处理方案和造纸工艺参数是处理人工智能模块处理的,所述处理人工智能模块采用遗传算法,用于对所述废水处理方案和造纸工艺参数进行优化;

所述采用遗传算法包括以下步骤:

S51初始化:随机生成一定数量的废水处理方案和参数,作为初始种群,其中,废水处理方案和参数用二进制编码表示 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$,其中, x 为一个废水处理方案和参数的编码, x_i 为第*i*位的二进制数, n 为编码的长度,设定对解的精度要求,初始种群的大小以及交叉和变异的概率;

S52评估:根据纸张的质量和效率以及造纸的成本和环境影响,计算每个废水处理方案和参数的适应度值 $f(x) = \omega_1 Q(x) + \omega_2 E(x) - \omega_3 C(x) - \omega_4 P(x)$,其中, $f(x)$ 为一个废水处理方案和参数的适应度值, $Q(x)$ 为纸张的质量指数, $E(x)$ 为纸张的效率, $C(x)$ 为造纸的成本, $P(x)$ 为造纸的环境影响, ω_1 为 $Q(x)$ 的权重系数, ω_2 为 $E(x)$ 的权重系数, ω_3 为 $C(x)$ 的权重系数, ω_4 为 $P(x)$ 的权重系数;其中 $E(x)$:纸张的效率,根据纸张的产量、合格率、速度,评价纸张的效率水平, $E(x) = \beta_1 Y(x) + \beta_2 R(x) + \beta_3 S(x)$ 其中, $E(x)$ 为纸张的效率, $Y(x)$ 为纸张的产量, $R(x)$ 为纸张的合格率, $S(x)$ 为纸张的速度, β_1 为 $Y(x)$ 的权重系数, β_2 为 $R(x)$ 的权重系数, β_3 为 $S(x)$ 的权重系数; $C(x)$:造纸的成本,根据纸张的原材料、能源、人工、设备费用,综合计算造纸的成本总额, $C(x) = \gamma_1 M(x) + \gamma_2 E(x) + \gamma_3 L(x) + \gamma_4 A(x)$ 其中, $C(x)$ 为造纸的成本, $M(x)$ 为纸张的原材料费用, $E(x)$ 为纸张的能源费用, $L(x)$ 为纸张的人工费用, $A(x)$ 为纸张的设备折旧费用, γ_1 为 $M(x)$ 的比例系数, γ_2 为 $E(x)$ 的比例系数, γ_3 为 $L(x)$ 的比例系数, γ_4 为 $A(x)$ 的比例系数; $P(x)$:造纸的环境影响,根据纸张的废水、废气、废渣排放,综合评估造纸的环境污染程度 $P(x) = \delta_1 W(x) + \delta_2 G(x) + \delta_3 S(x)$ 其中, $P(x)$ 为造纸的环境影响, $W(x)$ 为纸张的废水排放

量, $G(X)$ 为纸张的废气排放量, $S(X)$ 为纸张的废渣排放量, δ_1 为 $W(X)$ 的影响系数, δ_2 为 $G(X)$ 的影响系数, δ_3 为 $S(X)$ 的影响系数;

S53选择:根据适应度值,采用轮盘赌法,选择一定数量的废水处理方案和参数,作为下一代种群;从初始种群中选择一定数量的染色体,作为下一代的父代;选择的概率与适应度值成正比,即适应度值越高的染色体被选择的概率越大;

S54交叉:对每两个废水处理方案和参数,以一定的概率进行部分交换,产生新的废水处理方案和参数;根据交叉概率,对父代染色体进行配对,然后在染色体上随机选择一个或多个交叉点,交换交叉点后的染色体片段,产生新的染色体,作为下一代的子代;

S55变异:对每个废水处理方案和参数,以一定的概率进行随机变化,产生新的废水处理方案和参数;根据变异概率,对子代染色体进行随机修改,即在染色体上随机选择一个或多个位,将其翻转,即0变为1,1变为0,产生新的染色体,作为下一代的子代;

S56更新:将子代染色体替换父代染色体,形成新的种群,计算每个染色体的适应度值;

S57终止:判断是否达到预设的迭代次数或适应度阈值,如果是,则输出最优的废水处理方案和参数,如果否,则返回S52。

2. 根据权利要求1所述的基于人工智能的纸张加工检测方法,其特征在于,所述的纸张的质量指数表示为 $Q(X) = \alpha_1 C(X) + \alpha_2 G(X) + \alpha_3 F(X) + \alpha_4 D(X)$, $Q(X)$ 为纸张的质量指数, $C(X)$ 为纸张的颜色, $G(X)$ 为纸张的光泽, $F(X)$ 为纸张的平整度, $D(X)$ 为纸张的缺陷, α_1 为 $C(X)$ 的权重系数, α_2 为 $G(X)$ 的权重系数, α_3 为 $F(X)$ 的权重系数, α_4 为 $D(X)$ 的权重系数。

3. 根据权利要求1或2所述基于人工智能的纸张加工检测方法的纸张加工检测系统,其特征在于,包括:

纸张检测模块,包括摄像头、检测人工智能模块,所述摄像头采集纸张图像,所述检测人工智能模块对纸张图像进行处理,提取纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷,输出纸张的质量指数;

废水检测模块,包括传感器组件和支持向量机;所述传感器组件包括电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器、支持向量机;所述电导率传感器检测废水的导电率;所述pH传感器检测废水的pH值;所述余氯传感器检测废水的余氯含量;所述浊度传感器检测废水的浊度;所述ORP传感器检测废水的氧化还原电位;所述支持向量机对废水的数据进行处理,输出废水的状态和特征;

反馈处理模块,包括处理人工智能模块、控制器;所述处理人工智能模块根据纸张和废水的数据,选择废水处理方案和造纸工艺参数,输出废水处理方案和造纸工艺参数控制信号;所述控制器根据造纸工艺参数控制信号,调节造纸过程中的水量、温度和压力;

人机交互模块,包括输入模块、显示模块、报警模块;所述输入模块采集用户的输入;所述显示模块显示输入的结果,纸张检测模块的检测结果、废水检测模块的检测结果和废水处理模块的处理结果;所述报警模块在检测到纸张的质量指数低于预设阈值,或者废水的状态或特征超出规定范围时,发出报警信号,提醒用户;

其中纸张检测模块、废水检测模块、废水处理模块和人机交互模块之间通过数据线或无线信号进行连接和通信。

4. 根据权利要求3所述的基于人工智能的纸张加工检测系统,其特征在于,所述检测人工智能模块采用深度卷积神经网络,用于对所述纸张图像进行特征提取和分类。

5. 根据权利要求4所述的基于人工智能的纸张加工检测系统,其特征在於,所述深度卷积神经网络的结构为:输入层、卷积层、池化层、全连接层和输出层,其中,输入层接收所述纸张图像,卷积层用于对所述纸张图像进行卷积运算,池化层用于对所述卷积层的输出进行下采样,全连接层用于将所述池化层的输出转化为一维向量,输出层用于根据所述全连接层的输出生成所述纸张的质量指数,卷积层的输出为

$$O_{i,j,k} = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{L-1} W_{m,n,l,k} I_{i+m,j+n,l} + b_k,$$

其中, $O_{i,j,k}$ 为第k个卷积核在第i行第j列的输出, $W_{m,n,l,k}$ 为第k个卷积核在第m行第n列第l层的权重, $I_{i+m,j+n,l}$ 为第l层输入图像在第i+m行第j+n列的像素值, b_k 为第k个卷积核的偏置项,M和N为卷积核的尺寸,L为输入图像的通道数。

6. 根据权利要求3所述的基于人工智能的纸张加工检测系统,其特征在於,所述的支持向量机采用核函数将废水的数据从低维空间映射到高维空间,其中,核函数为: $K(x,y) = \exp(-\gamma ||x-y||^2)$,x和y为所述废水的数据向量, γ 为核函数的参数。

基于人工智能的纸张加工检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及纸张制造检测领域,特别是涉及一种基于人工智能的纸张加工检测系统。

背景技术

[0002] 造纸是一种将植物纤维等原料经过化学或机械方法进行加工,制成纸张或纸板的工艺。随着社会的进步和科技的发展,造纸技术也不断地改进和创新,以满足不同用途和需求的纸张的生产。然而,造纸技术也面临着一些问题和挑战,主要包括以下两方面:

[0003] (1) 纸张的质量检测是造纸过程中的重要环节,直接影响着纸张的性能和用途。传统的纸张质量检测方法主要依靠人工或简单的仪器进行,存在着效率低、准确性差、人为误差大、无法实时反馈等缺点,难以满足现代造纸工业的高速、高效、高质的要求。

[0004] (2) 造纸过程中会产生大量的废水,其中含有多种有害物质,如纤维素、木素、色素、重金属、有机物等,如果不经过处理直接排放,会对环境造成严重的污染和破坏。传统的废水处理方法主要依靠人工或简单的控制系统进行,存在着处理效果差、处理成本高、处理参数难以优化、无法实时调节等缺点,难以满足现代造纸工业的节能、环保、低碳的要求。

[0005] (3) 随着社会的发展,国家对环境保护越来越重视,对加工后产生的废水整治越来越严格,企业也需重视废水处理;随着经济的发展,现在人民对生活品质要求的提高,对于造纸企业来说生产出高品质的纸张是必要的,而恰恰纸张的质量控制关乎着生产企业的加工成本、产品定价利润以及竞争力,同样也牵动影响着环保开销这一不可避免的成本大头;综上所述只有更加全面地将纸张质量控制和废水环保处理进行综合考量管理,才是当前造纸企业更适合的发展方向。

[0006] 因此,如何设计和开发一种能够对流水线上纸张的实时检测和废水的实时监测和处理是目前亟待解决的技术问题。

发明内容

[0007] 针对以上问题,本发明提供一种基于人工智能的纸张加工检测系统,为实现上述目的,可以对纸张的质量进行快速、准确、自动的检测,同时可以对造纸过程中产生的废水进行有效的监测和处理,从而提高纸张的质量和效率,降低造纸的成本和环境影响。

[0008] 本发明采用的技术方案是:

[0009] 一种基于人工智能的纸张加工检测系统,包括:

[0010] 纸张检测模块,包括摄像头、检测人工智能模块,所述摄像头采集纸张图像,所述检测人工智能模块对纸张图像进行处理,提取纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷,输出纸张的质量指数;

[0011] 废水检测模块,包括传感器组件和支持向量机;所述传感器组件包括电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器、支持向量机;所述电导率传感器检测废水的导电率;所述pH传感器检测废水的pH值;所述余氯传感器检测废水的余氯含量;所述浊

度传感器检测废水的浊度；所述ORP传感器检测废水的氧化还原电位；所述支持向量机对废水的数据进行处理，输出废水的状态和特征；

[0012] 反馈处理模块，包括处理人工智能模块、控制器；所述处理人工智能模块根据纸张和废水的数据，选择废水处理方案和造纸工艺参数，输出废水处理方案和造纸工艺参数控制信号，所述控制器根据造纸工艺参数控制信号，调节造纸过程中的水量、温度和压力；

[0013] 人机交互模块，包括输入模块、显示模块、报警模块；所述输入模块采集用户的输入；所述显示模块显示输入的结果，纸张检测模块的检测结果、废水检测模块的检测结果和废水处理模块的处理结果，所述报警模块在检测到纸张的质量指数低于预设阈值，或者废水的状态或特征超出规定范围时，发出报警信号，提醒用户；

[0014] 其中纸张检测模块、废水检测模块、废水处理模块和人机交互模块之间通过数据线或无线信号进行连接和通信。

[0015] 本发明的有益效果是：该系统实现了纸张的质量进行快速、准确、自动的检测，同时可以对造纸过程中产生的废水进行有效的监测和处理，从而提高纸张的质量和效率，降低造纸的成本和环境影响。

[0016] 作为上述方案的进一步改进：所述检测人工智能模块采用深度卷积神经网络，用于对所述纸张图像进行特征提取和分类。

[0017] 本发明的有益效果是：深度卷积神经网络能准确的进行特征提取和分类。

[0018] 作为上述方案的进一步改进：所述深度卷积神经网络的结构为：输入层、卷积层、池化层、全连接层和输出层，其中，输入层接收所述纸张图像，卷积层用于对所述纸张图像进行卷积运算，池化层用于对所述卷积层的输出进行下采样，全连接层用于将所述池化层的输出转化为一维向量，输出层用于根据所述全连接层的输出生成所述纸张的质量指数，

卷积层的输出为 $O_{i,j,k} = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{L-1} W_{m,n,l,k} I_{i+m,j+n,l} + b_k$ ，其中， $O_{i,j,k}$ 为第k个卷积核在第i行第j

列的输出， $W_{m,n,l,k}$ 为第k个卷积核在第m行第n列第l层的权重， $I_{i+m,j+n,l}$ 为第l层输入图像在第i+m行第j+n列的像素值， b_k 为第k个卷积核的偏置项，M和N为卷积核的尺寸，L为输入图像的通道数。

[0019] 本发明的有益效果是：通过利用人工智能技术，可以对纸张的质量进行快速、准确、自动的检测。

[0020] 作为上述方案的进一步改进：所述的支持向量机采用核函数将废水的数据从低维空间映射到高维空间，其中，核函数为： $K(x,y) = \exp(-\gamma ||x-y||^2)$ ，X和y为所述废水的数据向量， γ 为核函数的参数。

[0021] 本发明的有益效果是：利用人工智能技术对废水数据进行分析。

[0022] 本发明还提供一种基于人工智能的纸张加工检测方法，包括以下步骤：

[0023] S1采集纸张图像，利用摄像头对加工过程中的纸张进行拍摄，获取加工过程中的纸张的图像数据；

[0024] S2处理纸张图像，利用检测人工智能模块对所述图像数据进行深度卷积神经网络的处理，提取纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷，输出纸张的质量指数；

[0025] S3采集废水数据，利用电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器对造纸过程中的废水进行监测，所述电导率传感器检测废水的导电率；所述pH传感器

检测废水的pH值;所述余氯传感器检测废水的余氯含量;所述浊度传感器检测废水的浊度;所述ORP传感器检测废水的氧化还原电位;所述支持向量机对废水的数据进行处理,输出废水的状态和特征;

[0026] S4处理废水数据,利用支持向量机对所述废水数据进行径向基核函数的处理,提取废水的成分、浓度、pH值,输出废水的状态和特征;

[0027] S5选择废水处理方案,利用处理人工智能模块根据所述纸张的质量指数、所述废水的状态和特征,选择废水处理方案和造纸工艺参数,输出废水处理方案和造纸工艺参数控制信号;

[0028] S6调节造纸过程,利用控制器根据所述造纸工艺参数控制信号,控制造纸过程中控制水量的阀门,控制调节温度的加热器以及控制调节压力的压力表;

[0029] 本发明的有益效果是:该方法可以实现纸张检测和废水处理的一体化和协同优化,可以根据不同的纸张类型和废水情况进行灵活的调节和控制,提高了系统的适应性和可靠性,可以方便用户的使用。

[0030] 作为上述技术方案的进一步改进:所述的纸张的质量指数表示为 $Q(X) = \alpha_1 C(X) + \alpha_2 G(X) + \alpha_3 F(X) + \alpha_4 D(X)$, $Q(X)$ 为纸张的质量指数, $C(X)$ 为纸张的颜色, $G(X)$ 为纸张的光泽, $F(X)$ 为纸张的平整度, $D(X)$ 为纸张的缺陷, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 和 α_4 为各指标的权重系数,根据AHP层次分析法或者历史数据确定;

[0031] 本发明的有益效果是:纸张的质量用数学的方式展示,更加直观科学。

[0032] 作为上述技术方案的进一步改进:所述的选择废水处理方案和造纸工艺参数是处理人工智能模块处理的,所述处理人工智能模块采用遗传算法,用于对所述废水处理工艺和参数进行优化。

[0033] 本发明的有益效果是:采用遗传算法根据结果选择最优的废水处理方案,实现了废水处理的智能化和优化。

[0034] 作为上述技术方案的进一步改进:所述采用遗传算法包括以下步骤:

[0035] S51初始化:随机生成一定数量的废水处理方案和造纸工艺参数,作为初始种群,其中,废水处理方案和造纸工艺参数用二进制编码表示,其中,为一个废水处理方案和造纸工艺参数的编码,为第位的二进制数,为编码的长度,设定对解的精度要求,初始种群的大小以及交叉和变异的概率;

[0036] S52评估:根据纸张的质量和效率以及造纸的成本和环境影响,计算每个废水处理方案和造纸工艺参数的适应度值 $f(x) = w_1 Q(X) + w_2 E(X) - w_3 C(X) - w_4 P(X)$,其中, $f(x)$ 为一个废水处理方案和造纸工艺参数的适应度值, $Q(X)$ 为纸张的质量指数, $E(X)$ 为纸张的效率, $C(X)$ 为造纸的成本, $P(X)$ 为造纸的环境影响, w_1 为 $Q(X)$ 的权重系数, w_2 为 $E(X)$ 的权重系数, w_3 为 $C(X)$ 的权重系数, w_4 为 $P(X)$ 的权重系数;其中 $E(X)$:纸张的效率,根据纸张的产量、合格率、速度,评价纸张的效率水平, $E(X) = \beta_1 Y(X) + \beta_2 R(X) + \beta_3 S(X)$ 其中, $E(X)$ 为纸张的效率, $Y(X)$ 为纸张的产量, $R(X)$ 为纸张的合格率, $S(X)$ 为纸张的速度, β_1 为 $Y(X)$ 的权重系数, β_2 为 $R(X)$ 的权重系数, β_3 为 $S(X)$ 的权重系数; $C(X)$:造纸的成本,根据纸张的原材料、能源、人工、设备费用,综合计算造纸的成本总额, $C(X) = \gamma_1 M(X) + \gamma_2 E(X) + \gamma_3 L(X) + \gamma_4 A(X)$ 其中, $C(X)$ 为造纸的成本, $M(X)$ 为纸张的原材料费用, $E(X)$ 为纸张的能源费用, $L(X)$ 为纸张的人工费用, $A(X)$ 为纸张的设备折旧费用, γ_1 为 $M(X)$ 的比例系数, γ_2 为 $E(X)$ 的比例系数, γ_3 为 $L(X)$

的比例系数, γ_4 为A(X)的比例系数;P(X):造纸的环境影响,根据纸张的废水、废气、废渣排放,综合评估造纸的环境污染程度 $P(X) = \delta_1 W(X) + \delta_2 G(X) + \delta_3 S(X)$ 其中,P(X)为造纸的环境影响,W(X)为纸张的废水排放量,G(X)为纸张的废气排放量,S(X)为纸张的废渣排放量, δ_1 为W(X)的影响系数, δ_2 为G(X)的影响系数, δ_3 为S(X)的影响系数;

[0037] S53选择:根据适应度值,采用轮盘赌法,选择一定数量的废水处理方案和造纸工艺参数,作为下一代种群;从初始种群中选择一定数量的染色体,作为下一代的父代。选择的概率与适应度值成正比,即适应度值越高的染色体被选择的概率越大;

[0038] S54交叉:对每两个废水处理方案和造纸工艺参数,以一定的概率进行部分交换,产生新的废水处理方案和造纸工艺参数;根据交叉概率,对父代染色体进行配对,然后在染色体上随机选择一个或多个交叉点,交换交叉点后的染色体片段,产生新的染色体,作为下一代的子代;

[0039] S55变异:对每个废水处理方案和造纸工艺参数,以一定的概率进行随机变化,产生新的废水处理方案和造纸工艺参数;根据变异概率,对子代染色体进行随机修改,即在染色体上随机选择一个或多个位,将其翻转,即0变为1,1变为0,产生新的染色体,作为下一代的子代;

[0040] S56更新:将子代染色体替换父代染色体,形成新的种群,计算每个染色体的适应度值;

[0041] S57终止:判断是否达到预设的迭代次数或适应度阈值,如果是,则输出最优的废水处理方案和造纸工艺参数,如果否,则返回S52。

[0042] 本发明的有益效果是:将选择废水方案和参数数学化,选择最优的废水处理方案,实现废水处理工艺和参数的优化。

附图说明

[0043] 图1为纸张加工检测系统结构示意图;

[0044] 图2为纸张加工检测系统工作流程图;

[0045] 图3为选择废水处理方案的工作流程图。

具体实施方式

[0046] 为了使本领域技术人员更好地理解技术方案,下面结合实施例对技术方案进行详细描述,本部分的描述仅是示范性和解释性,不应对本申请的保护范围有任何的限制作用。

[0047] 实施例1:

[0048] 图1是本发明系统结构示意图,如图所示,一种基于人工智能的纸张加工检测系统,包括:

[0049] 纸张检测模块,包括摄像头、检测人工智能模块,采集纸张图像,对纸张图像进行处理,提取纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷等指标,输出纸张的质量指数;所述检测人工智能模块采用深度卷积神经网络,用于对所述纸张图像进行特征提取和分类。所述深度卷积神经网络的结构为:输入层、卷积层、池化层、全连接层和输出层,其中,输入层接收所述纸张图像,卷积层用于对所述纸张图像进行卷积运算,池化层用于对所述卷积层的输出进行下采样,全连接层用于将所述池化层的输出转化为一维向量,输出层用于根据所述全连接

层的输出生成所述纸张的质量指数。卷积层的输出为 $O_{i,j,k} = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{L-1} W_{m,n,l,k} I_{i+m,j+n,l} + b_k$,其中,

$O_{i,j,k}$ 为第k个卷积核在第i行第j列的输出, $W_{m,n,l,k}$ 为第k个卷积核在第m行第n列第l层的权重, $I_{i+m,j+n,l}$ 为第l层输入图像在第i+m行第j+n列的像素值, b_k 为第k个卷积核的偏置项, M和N为卷积核的尺寸, L为输入图像的通道数。假设输入图像的大小是 $28 \times 28 \times 3$,即高度和宽度都是28像素,通道数是3(彩色图像)。卷积核的大小是 $5 \times 5 \times 3$,即高度和宽度都是5像素,通道数和输入图像相同。卷积核的数量是16,即输出图像的通道数是16。步幅是1,卷积核每次移动一个像素。填充是0,不对输入图像的边缘进行扩充。

[0050] 根据这些参数,我们可以计算输出图像的大小为:

$$[0051] \quad O_H = \frac{I_H - F_H + 2P}{S} + 1 = \frac{28 - 5 + 0}{1} + 1 = 24$$

$$[0052] \quad O_W = \frac{I_W - F_W + 2P}{S} + 1 = \frac{28 - 5 + 0}{1} + 1 = 24$$

$$[0053] \quad O_C = F_N = 16$$

[0054] 其中, O_H, O_W, O_C 分别表示输出图像的高度,宽度和通道数, I_H, I_W, I_C 分别表示输入图像的高度,宽度和通道数, F_H, F_W, F_C 分别表示卷积核的高度,宽度和通道数, F_N 表示卷积核的数量, P表示填充, S表示步幅。

[0055] 因此,输出图像的大小是 $24 \times 24 \times 16$ 。为了计算输出图像的每个像素的值,需要对输入图像和卷积核进行卷积运算。对于输出图像的第k个通道的第i行第j列的像素,将输入图像的第1个通道的以第i行第j列为中心的 5×5 的区域和第k个卷积核的第1个通道的 5×5 的区域进行逐元素相乘,然后求和,再加上第k个卷积核的偏置项。这个过程可以用下面的公式表示:

$$[0056] \quad O_{i,j,k} = \sum_{l=0}^2 \sum_{m=0}^4 \sum_{n=0}^4 W_{m,n,l,k} I_{i+m,j+n,l} + b_k$$

[0057] 其中, $O_{i,j,k}$ 为输出图像的第k个通道的第i行第j列的像素值, $W_{m,n,l,k}$ 为第k个卷积核的第1个通道的第m行第n列的权重值, $I_{i+m,j+n,l}$ 为输入图像的第1个通道的第i+m行第j+n列的像素值, b_k 为第k个卷积核的偏置项。为了计算这个值,将输入图像的左上角的 5×5 的区域和第一个卷积核的第一个通道的 5×5 的区域进行逐元素相乘,然后求和,再加上第一个卷积核的偏置项。计算输入图像的第二个和第三个通道的对应区域和第一个卷积核的第二个和第三个通道的对应区域的乘积和,然后将这三个结果相加,就得到了 $O_{0,0,0}$ 的值。为了计算输出图像的其他像素的值,我们需要将卷积核在输入图像上滑动,每次移动一个像素,重复上述的卷积运算。为了计算输出图像的其他通道的值,我们需要使用不同的卷积核,重复上述的卷积运算。

[0058] 废水检测模块,包括传感器组件和支持向量机;所述传感器组件包括电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器、支持向量机;所述电导率传感器检测废水的导电率;所述pH传感器检测废水的pH值;所述余氯传感器检测废水的余氯含量;所述浊度传感器检测废水的浊度;所述ORP传感器检测废水的氧化还原电位;所述支持向量机对废水的数据进行处理,输出废水的状态和特征;所述的支持向量机采用核函数将废水的数据从低维空间映射到高维空间,其中,核函数为: $K(x,y) = \exp(-\gamma \|x-y\|^2)$, X和y为所述废

水的数据向量, γ 为核函数的参数。假设废水的数据是二维的, 即 $x = (x_1, x_2)$, $y = (y_1, y_2)$, 其中 x_1 和 y_1 表示废水的电导率, x_2 和 y_2 表示废水的 pH 值。假设核函数的参数 $\gamma = 0.5$, 则核函数的值为:

$$[0059] \quad K(x, y) = \exp(-0.5[(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2])$$

[0060] 这个核函数的值表示两个废水数据的相似度, 值越大表示越相似, 值越小表示越不相似。例如, 如果有两个废水数据 $x = (1, 7)$ 和 $y = (2, 8)$, 则核函数的值为:

$$[0061] \quad K(x, y) = \exp(-0.5[(1-2)^2 + (7-8)^2]) \approx 0.6065$$

[0062] 这表示这两个废水数据比较相似。如果有另外两个废水数据 $x = (1, 7)$ 和 $z = (5, 3)$, 则核函数的值为:

$$[0063] \quad K(x, z) = \exp(-0.5[(1-5)^2 + (7-3)^2]) \approx 0.0183$$

[0064] 这表示这两个废水数据不太相似。

[0065] 利用核函数的值, 构造一个核矩阵, 它是一个对称的正定矩阵, 表示废水数据之间的相似度。例如, 如果有四个废水数据 $x_1 = (1, 7)$, $x_2 = (2, 8)$, $x_3 = (5, 3)$, $x_4 = (6, 4)$, 则核矩阵为:

$$[0066] \quad K = \begin{bmatrix} K(x_1, x_1) & K(x_1, x_2) & K(x_1, x_3) & K(x_1, x_4) \\ K(x_2, x_1) & K(x_2, x_2) & K(x_2, x_3) & K(x_2, x_4) \\ K(x_3, x_1) & K(x_3, x_2) & K(x_3, x_3) & K(x_3, x_4) \\ K(x_4, x_1) & K(x_4, x_2) & K(x_4, x_3) & K(x_4, x_4) \end{bmatrix} \text{ 计算得:}$$

$$[0067] \quad K = \begin{bmatrix} 1 & 0.6065 & 0.0183 & 0.0498 \\ 0.6065 & 1 & 0.0498 & 0.1353 \\ 0.0183 & 0.0498 & 1 & 0.6065 \\ 0.0498 & 0.1353 & 0.6065 & 1 \end{bmatrix}$$

[0068] 利用核矩阵, 使用 SVM 进行废水数据的分类或回归。

[0069] 反馈处理模块, 包括处理人工智能模块、控制器; 所述处理人工智能模块根据纸张和废水的数据, 选择废水处理方案和造纸工艺参数, 输出废水处理方案和造纸工艺参数控制信号, 所述控制器根据造纸工艺参数控制信号, 调节造纸过程中的水量、温度和压力;

[0070] 人机交互模块, 包括输入模块、显示模块、报警模块, 根据用户的输入, 显示输入的结果, 自动显示纸张检测模块的检测、废水检测模块和废水处理模块的结果, 在检测到纸张质量指数低于预设阈值, 或者废水的状态或特征超出规定范围时, 发出报警信号, 提醒用户;

[0071] 其中纸张检测模块、废水检测模块、废水处理模块和人机交互模块之间通过数据线或无线信号进行连接和通信。

[0072] 实施例 2:

[0073] 图 2 是本系统的工作流程图, 图 3 是选择废水处理方案的工作流程图, 如图所示, 一种基于人工智能的纸张检测方法, 包括以下步骤:

[0074] S1 采集纸张图像, 利用摄像头对纸张进行拍摄, 获取纸张的图像数据;

[0075] S2 处理纸张图像, 利用检测人工智能模块对所述图像数据进行深度卷积神经网络的处理, 提取纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷, 输出纸张的质量指数;

[0076] S3采集废水数据,利用电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器对造纸过程中的废水进行监测,获取废水的电导率、pH值、余氯含量、浊度、氧化还原电位;

[0077] S4处理废水数据,利用支持向量机对所述废水数据进行径向基核函数的处理,提取废水的成分、浓度、pH值,输出废水的状态和特征;

[0078] S5选择废水处理方案,利用处理人工智能模块根据所述纸张的质量指数、所述废水的状态和特征,选择废水处理方案和造纸工艺参数,输出废水处理方案和造纸工艺参数控制信号;

[0079] S6调节造纸过程,利用控制器根据所述控制信号,控制造纸过程中控制水量的阀门,控制调节温度的加热器以及控制调节压力的压力表;

[0080] S7显示检测结果,利用显示模块显示所述纸张的质量指数、所述废水的状态和特征、所述废水处理方案,以及用户的输入结果,检测到纸张质量指数低于预设阈值,或者废水的状态或特征超出规定范围时,发出报警信号,提醒用户。

[0081] 其中,S5选择废水处理方案具体为:

[0082] S51初始化:随机生成一定数量的废水处理方案和造纸工艺参数,作为初始种群,其中,废水处理方案和造纸工艺参数用二进制编码表示 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$,其中, x 为一个废水处理方案和造纸工艺参数的编码, x_i 为第*i*位的二进制数, n 为编码的长度;设定对解的精度要求,设定初始种群的大小,以及交叉和变异的概率。假设废水处理方案有四种,分别为A、B、C、D,可以用两位二进制数表示,A00,B01,C10,D11,假设废水处理参数有两个,分别为 p 和 q ,它们的取值范围都是 $[0, 1]$,可以用十五位二进制数表示, $p: 0.000000000000000q: 0.000000000000000$,则一个废水处理方案和造纸工艺参数的编码为: $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 其中, X 为一个废水处理方案和造纸工艺参数的编码, X_i 为第*i*位的二进制数, n 为编码的长度, $n = 2 + 15 + 15 = 32$ 。

[0083] 如果一个废水处理方案和造纸工艺参数为:方案B, $p = 0.5, q = 0.75$,则它的编码为:

[0084] $X = (0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

[0085] S52评估:根据纸张的质量和效率,以及造纸的成本和环境影响,计算每个废水处理方案和造纸工艺参数的适应度值 $f(x) = w_1Q(x) + w_2E(x) - w_3C(x) - w_4P(x)$,其中, $f(x)$ 为一个废水处理方案和造纸工艺参数的适应度值, $Q(x)$ 为纸张的质量指数, $E(x)$ 为纸张的效率, $C(x)$ 为造纸的成本, $P(x)$ 为造纸的环境影响, w_1, w_2, w_3 和 w_4 为各项的权重系数;

[0086] 其中 $Q(x) = \alpha_1C(x) + \alpha_2G(x) + \alpha_3F(x) + \alpha_4D(x)$, $Q(x)$ 为纸张的质量指数, $C(x)$ 为纸张的颜色, $G(x)$ 为纸张的光泽, $F(x)$ 为纸张的平整度, $D(x)$ 为纸张的缺陷, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 和 α_4 为各指标的权重系数,根据AHP层次分析法或者历史数据确定;假设各指标的权重系数为 $\alpha_1 = 0.2, \alpha_2 = 0.3, \alpha_3 = 0.4, \alpha_4 = 0.1$,设一种纸张的颜色为8,光泽7,平整度9,缺陷8,则 $Q(x) = 8.1$ 。

[0087] $E(x)$:纸张的效率,可以根据纸张的产量、合格率、速度,评价纸张的效率水平, $E(x) = \beta_1Y(x) + \beta_2R(x) + \beta_3S(x)$ 其中, $E(x)$ 为纸张的效率, $Y(x)$ 为纸张的产量, $R(x)$ 为纸张的合格率, $S(x)$ 为纸张的速度, β_1, β_2 和 β_3 为各指标的权重系数,根据AHP层次分析法或者历史数据确定;假设各指标的权重系数为 $\beta_1 = 0.4, \beta_2 = 0.3, \beta_3 = 0.3$,产量为10,合格率为0.9,速度为12则根据公式 $E(x) = \beta_1Y(x) + \beta_2R(x) + \beta_3S(x)$, $E(x) = 9.9$ 。

[0088] $C(X)$:造纸的成本,根据纸张的原材料、能源、人工、设备费用,综合计算造纸的成本总额, $C(X) = \gamma_1 M(X) + \gamma_2 E(X) + \gamma_3 L(X) + \gamma_4 A(X)$ 其中, $C(X)$ 为造纸的成本, $M(X)$ 为纸张的原材料费用, $E(X)$ 为纸张的能源费用, $L(X)$ 为纸张的人工费用, $A(X)$ 为纸张的设备折旧费用, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 和 γ_4 为各费用的比例系数,根据AHP层次分析法或者历史数据确定,假设原材料为100,能源为80,人工为60,设备为40,各费用的比例系数为 $\gamma_1=0.5, \gamma_2=0.2, \gamma_3=0.2, \gamma_4=0.1$,则根据公式 $C(X) = \gamma_1 M(X) + \gamma_2 E(X) + \gamma_3 L(X) + \gamma_4 A(X)$,可以计算出各种纸张的成本评分为: $C(X) = 90$ 。

[0089] $P(X)$:造纸的环境影响,根据纸张的废水、废气、废渣排放,综合评估造纸的环境污染程度 $P(X) = \delta_1 W(X) + \delta_2 G(X) + \delta_3 S(X)$ 其中, $P(X)$ 为造纸的环境影响, $W(X)$ 为纸张的废水排放量, $G(X)$ 为纸张的废气排放量, $S(X)$ 为纸张的废渣排放量, δ_1, δ_2 和 δ_3 为各排放的影响系数,根据AHP层次分析法或者历史数据确定。假设生产一种纸废水为50,废气为40,废渣为30,各排放的影响系数为 $\delta_1=0.4, \delta_2=0.3, \delta_3=0.3$,则根据公式 $P(X) = \delta_1 W(X) + \delta_2 G(X) + \delta_3 S(X)$,可以计算出各种纸张的环境影响评分为: $P(X) = 38$ 。

[0090] 根据数据库可以确定 w_1, w_2, w_3 和 w_4 ,计算出 $f(x)$,适应度值越高,表示废水处理方案和造纸工艺参数越优。

[0091] S53选择:根据适应度值,采用轮盘赌法,选择一定数量的废水处理方案和造纸工艺参数,作为下一代种群;从初始种群中选择一定数量的染色体,作为下一代的父代。选择的概率与适应度值成正比,即适应度值越高的染色体被选择的概率越大。

[0092] S54交叉:对每两个废水处理方案和造纸工艺参数,以一定的概率进行部分交换,产生新的废水处理方案和造纸工艺参数;根据交叉概率,对父代染色体进行配对,然后在染色体上随机选择一个或多个交叉点,交换交叉点后的染色体片段,产生新的染色体,作为下一代的子代。

[0093] S55变异:对每个废水处理方案和造纸工艺参数,以一定的概率进行随机变化,产生新的废水处理方案和造纸工艺参数;根据变异概率,对子代染色体进行随机修改,即在染色体上随机选择一个或多个位,将其翻转,即0变为1,1变为0,产生新的染色体,作为下一代的子代。

[0094] S56更新:将子代染色体替换父代染色体,形成新的种群,计算每个染色体的适应度值。

[0095] S57终止:判断是否达到预设的迭代次数或适应度阈值,如果是,则输出最优的废水处理方案和造纸工艺参数,如果不是,则返回S52。本实施例中迭代次数为100。

[0096] 本发明具体工作原理:利用摄像头采集纸张的图像数据,然后将图像数据输入到检测人工智能模块中,采用深度卷积神经网络对图像数据进行特征提取和分类,根据纸张的颜色、光泽、平整度、缺陷等指标,输出纸张的质量指数。利用电导率传感器、pH传感器、余氯传感器、浊度传感器、ORP传感器对造纸过程中的废水进行监测,获取废水的电导率、pH值、余氯含量、浊度、氧化还原电位等数据,然后将数据输入到支持向量机中,废水检测模块采用径向基核函数将数据从低维空间映射到高维空间,然后在高维空间中寻找最优的分类超平面,根据废水的成分、浓度、pH值等指标,输出废水的状态和特征。废水处理模块根据纸张检测模块和废水检测模块的输出数据,选择废水处理工艺和参数,该模块采用遗传算法对废水处理工艺和参数进行优化,根据纸张的质量和效率,以及造纸的成本和环境影响,计

算每个废水处理方案和造纸工艺参数的适应度值,选择适应度值最高的方案和参数,输出废水处理方案和控制信号,然后利用控制器根据控制信号,控制阀门、加热器、压力表、电机等设备,调节造纸过程中的水量、温度、压力、速度,实现废水的有效处理和回用。人机交互模块利用输入模块接收用户的输入,利用显示模块显示用户的输入结果,以及纸张检测模块、废水检测模块和废水处理模块的输出结果,利用报警模块在检测到纸张质量指数低于预设阈值,或者废水的状态或特征超出规定范围时,发出报警信号,提醒用户,该模块与其他模块之间通过数据线或无线信号进行连接和通信,实现人机交互的功能。

[0097] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。本文中应用了具体个例对本申请技术方案的原理及实施方式进行了阐述,以上实例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。以上所述仅是本申请的优选实施方式,应当指出,由于文字表达的有限性,而客观上存在无限的具体结构,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以做出若干改进、润饰或变化,也可以将上述技术特征以适当的方式进行组合;这些改进润饰、变化或组合,或未经改进将专利的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均应视为本申请的保护范围。

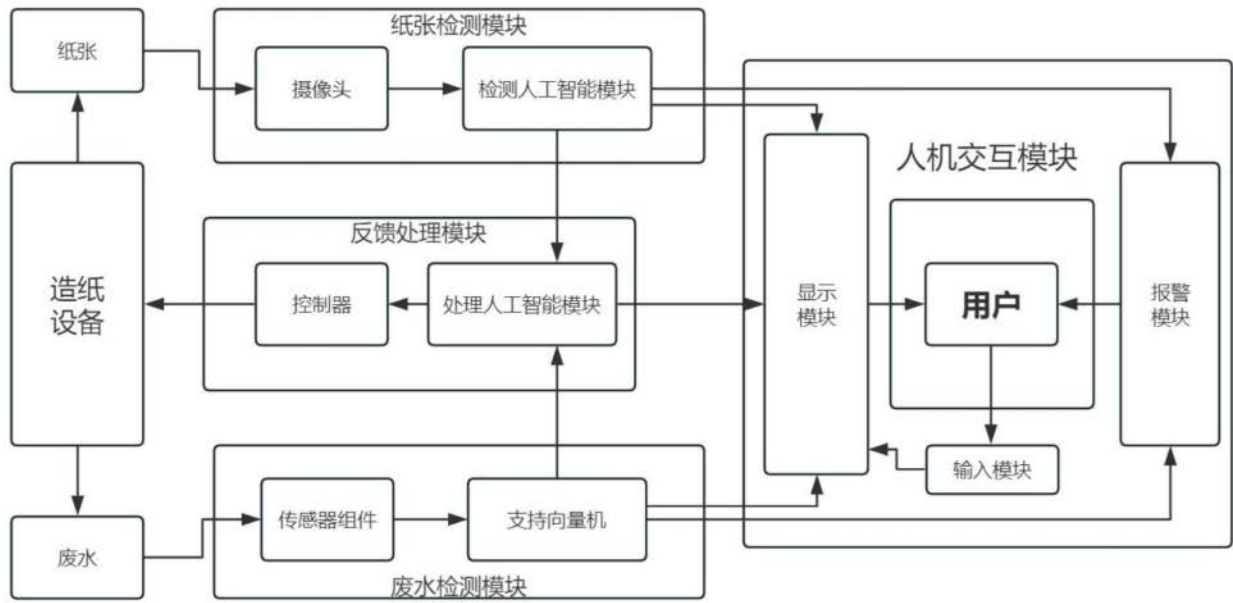


图1



图2



图3