



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115063396 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202210809662.8

(22) 申请日 2022.07.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115063396 A

(43) 申请公布日 2022.09.16

(73) 专利权人 浙江金汇华特种耐火材料有限公司
地址 313100 浙江省湖州市长兴县李家巷镇工业集中区

(72) 发明人 林坚 沈军华 沈立宇 焦宏宇 李顺良 沈政

(74) 专利代理机构 北京恒泰铭睿知识产权代理有限公司 11642
专利代理师 杨晶晶

(51) Int. Cl.
G06T 7/00 (2017.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 9/00 (2006.01)

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

(56) 对比文件
CN 112101190 A, 2020.12.18
CN 114581767 A, 2022.06.03
CN 204777502 U, 2015.11.18
盛馨心;.基于深度卷积网络与空洞卷积融合的人群计数.上海师范大学学报(自然科学版).2019,(05),全文.
曲长波;.空洞卷积的多尺度语义分割网络.计算机工程与应用.2019,(24),全文.

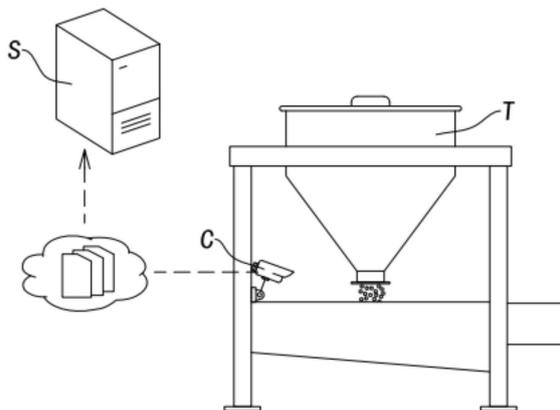
审查员 殷婷婷

权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称
长寿命耐火砖的制备系统及其制备方法

(57) 摘要

本申请涉及智能制造的领域,其具体地公开了一种长寿命耐火砖的制备系统及其制备方法,其采用具有不同空洞率的空洞卷积核的卷积神经网络模型对秤料斗落料后的落料图像进行不同尺度的特征挖掘,以在对于落料后粒度的均匀度进行判断时不仅兼顾到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还关注于所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,这样,就能够对所述秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行准确地判断以提高最终烧制而成的砖块的寿命。



1. 一种长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,包括:

落料数据采集模块,用于获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;

第一落料图像编码模块,用于将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;

第二落料图像编码模块,用于将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;

异感受野差异评估模块,用于计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;

特征值校正模块,用于对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;

制备中落料结果生成单元,用于将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

2. 根据权利要求1所述的长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,所述第一落料图像编码模块,用于:使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第一空洞卷积核的卷积处理、池化处理和激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图,其中,所述第一卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第一空洞卷积核表示为 $K_1^{W \times H} \in K^{W \times H}, \exists K_{1i,j} = 0 (i \in (1, W), j \in (1, H))$,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率。

3. 根据权利要求2所述的长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,所述第二落料图像编码模块,用于:使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第二空洞卷积核的卷积处理、池化处理和激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图,其中,所述第二卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第二空洞卷积核表示为 $K_2^{W \times H} \in K^{W \times H}, \exists K_{2i,j} = 0 (i \in (1, W), j \in (1, H))$,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

4. 根据权利要求3所述的长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,所述异感受野差异评估模块,用于:以如下公式计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的所述差分特征图;

其中,所述公式为:

$$F_c = F_1 \ominus F_2$$

其中 F_1 表示所述第一特征图, F_2 表示所述第二特征图, F_c 表示所述差分特征图, \ominus 表示特征图的按位置减法。

5. 根据权利要求4所述的长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,所述特征值校正模块,包括:

概率化单元,用于将所述差分特征图映射到概率空间以使得所述差分特征图中各个位置的特征值在0到1的区间内;

特征值修正单元,用于基于所述差分特征图的映射到概率空间的特征值,以如下公式对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到所述校正后差分特征图;

其中,所述公式为:

$$f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i| - 1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

其中 f_i 和 f_j 分别是所述差分特征图的映射到概率空间的第 i 个位置和第 j 个位置的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示所述第 i 个位置的特征值和所述第 j 个位置的特征值之间的距离,且 ρ 为超参数。

6. 根据权利要求5所述的长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,所述制备中落料结果生成单元,用于所述分类器以如下公式对所述校正后差分特征图进行处理以生成分类结果,其中,所述公式为: $\text{softmax}(W_n, B_n) : \dots : (W_1, B_1) | \text{Project}(F)$,其中 $\text{Project}(F)$ 表示将所述校正后差分特征图投影为向量, W_1 至 W_n 为各层全连接层的权重矩阵, B_1 至 B_n 表示各层全连接层的偏置矩阵。

7. 根据权利要求6所述的长寿命耐火砖的制备系统,其特征在于,所述制备系统包括提示模块,用于响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

8. 一种长寿命耐火砖的制备方法,其特征在于,包括:

获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;

将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;

将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;

计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;

对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;以及

将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

9. 根据权利要求8所述的长寿命耐火砖的制备方法,其中,将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,包括:

使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第一空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图,其中,所述第一卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第一空洞卷积核表示为 $K_1^{W \times H} \in K^{W \times H}, \exists K_{1,i,j} = 0 (i \in (1, W), j \in (1, H))$,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率。

10. 根据权利要求9所述的长寿命耐火砖的制备方法,其中,对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图,包括:

将所述差分特征图映射到概率空间以使得所述差分特征图中各个位置的特征值在0到1的区间内;

基于所述差分特征图的映射到概率空间的特征值,以如下公式对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到所述校正后差分特征图;

其中,所述公式为:

$$f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i|-1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

其中 f_i 和 f_j 分别是所述差分特征图的映射到概率空间的第 i 个位置和第 j 个位置的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示所述第 i 个位置的特征值和所述第 j 个位置的特征值之间的距离,且 ρ 为超参数。

长寿命耐火砖的制备系统及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能制造的领域,且更为具体地,涉及一种长寿命耐火砖的制备系统及其制备方法。

背景技术

[0002] 在耐火砖的生产工艺中,原料是采用不同成分的粉末原料以及不同大小的颗粒原料进行搅拌,其中在大砖制作时,原料中的颗粒也并不小,原料中放入一些化学试剂搅拌均匀,控制好湿度,然后通过料斗落入到秤料斗内,每块砖的料都要一样,秤料后落入模具内,进行压制,压机压好后进入窑内进行烧结,烧结好后由机器人拆垛,夹持输送到运输线上,进行探伤,内部是否有裂纹之类,尺寸检验,打标,再码垛,缠绕包装膜出货。

[0003] 在秤料斗落料过程中,由于有些原料是大颗粒,在落料下去的时候,料会堆积起来,导致大颗粒的料会滚到边缘,导致耐火砖内部的大颗粒料不均匀,从而砖压制烧结后容易开裂,寿命低。

[0004] 因此,期待在制备过程中,对秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行分析判断以提高最终烧制而成的砖块的寿命。

发明内容

[0005] 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长寿命耐火砖的制备系统及其制备方法,其采用具有不同空洞率的空洞卷积核的卷积神经网络模型对秤料斗落料后的落料图像进行不同尺度的特征挖掘,以在对于落料后粒度的均匀度进行判断时不仅兼顾到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还关注于所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,这样,就能够对所述秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行准确地判断以提高最终烧制而成的砖块的寿命。

[0006] 根据本申请的一个方面,提供了一种长寿命耐火砖的制备系统,其包括:

[0007] 落料数据采集模块,用于获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;

[0008] 第一落料图像编码模块,用于将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;

[0009] 第二落料图像编码模块,用于将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;

[0010] 异感受野差异评估模块,用于计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;

[0011] 特征值校正模块,用于对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;以及

[0012] 制备中落料结果生成单元,用于将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

[0013] 在上述长寿命耐火砖的制备系统中,所述第一落料图像编码模块,进一步用于:使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第一空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图,其中,所述第一卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第一空洞卷积核表示为 $K_1^{W \times H} \in K^{W \times H}$, $\exists K_{1i,j} = 0$ ($i \in (1, W)$, $j \in (1, H)$), 所述第一空洞卷积核具有第一空洞率。

[0014] 在上述长寿命耐火砖的制备系统中,所述第二落料图像编码模块,进一步用于:使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第二空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图,其中,所述第二卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第二空洞卷积核表示为 $K_2^{W \times H} \in K^{W \times H}$, $\exists K_{2i,j} = 0$ ($i \in (1, W)$, $j \in (1, H)$), 所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

[0015] 在上述长寿命耐火砖的制备系统中,所述异感受野差异评估模块,进一步用于:以如下公式计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的所述差分特征图;

[0016] 其中,所述公式为:

$$[0017] \quad F_c = F_1 \ominus F_2$$

[0018] 其中 F_1 表示所述第一特征图, F_2 表示所述第二特征图, F_c 表示所述差分特征图, \ominus 表示特征图的按位置减法。

[0019] 在上述长寿命耐火砖的制备系统中,所述特征值校正模块,包括:概率化单元,用于将所述差分特征图映射到概率空间以使得所述差分特征图中各个位置的特征值在0到1的区间内;特征值修正单元,用于基于所述差分特征图的映射到概率空间的特征值,以如下公式对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到所述校正后差分特征图;

[0020] 其中,所述公式为:

$$[0021] \quad f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i| - 1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

[0022] 其中 f_i 和 f_j 分别是所述差分特征图的映射到概率空间的第 i 个位置和第 j 个位置的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示所述第 i 个位置的特征值和所述第 j 个位置的特征值之间的距离,且 ρ 为超参数。

[0023] 在上述长寿命耐火砖的制备系统中,所述制备中落料结果生成单元,进一步用于所述分类器以如下公式对所述校正后差分特征图进行处理以生成分类结果,其中,所述公式为: $\text{softmax} \{ (W_n, B_n) : \dots : (W_1, B_1) | \text{Project}(F) \}$, 其中 $\text{Project}(F)$ 表示将所述校正后差分特征图投影为向量, W_1 至 W_n 为各层全连接层的权重矩阵, B_1 至 B_n 表示各层全连接层的偏置矩阵。

[0024] 在上述长寿命耐火砖的制备系统中,所述制备系统进一步包括提示模块,用于响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

[0025] 根据本申请的另一面,一种长寿命耐火砖的制备方法,其包括:

[0026] 获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;

[0027] 将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征

图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;

[0028] 将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;

[0029] 计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;

[0030] 对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;以及

[0031] 将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

[0032] 在上述长寿命耐火砖的制备方法中,将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,包括:使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第一空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图,其中,所述第一卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第一空洞卷积核表示为 $K_1^{W \times H} \in K^{W \times H}$, $\exists K_{1i,j} = 0$ ($i \in (1, W)$, $j \in (1, H)$), 所述第一空洞卷积核具有第一空洞率。

[0033] 在上述长寿命耐火砖的制备方法中,将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,包括:使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第二空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图,其中,所述第二卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第二空洞卷积核表示为 $K_2^{W \times H} \in K^{W \times H}$, $\exists K_{2i,j} = 0$ ($i \in (1, W)$, $j \in (1, H)$), 所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

[0034] 在上述长寿命耐火砖的制备方法中,计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图,包括:以如下公式计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的所述差分特征图;

[0035] 其中,所述公式为:

$$[0036] \quad F_c = F_1 \ominus F_2$$

[0037] 其中 F_1 表示所述第一特征图, F_2 表示所述第二特征图, F_c 表示所述差分特征图, \ominus 表示特征图的按位置减法。

[0038] 在上述长寿命耐火砖的制备方法中,对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图,包括:将所述差分特征图映射到概率空间以使得所述差分特征图中各个位置的特征值在0到1的区间内;基于所述差分特征图的映射到概率空间的特征值,以如下公式对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到所述校正后差分特征图;

[0039] 其中,所述公式为:

$$[0040] \quad f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i| - 1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

[0041] 其中 f_i 和 f_j 分别是所述差分特征图的映射到概率空间的第 i 个位置和第 j 个位置的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示所述第 i 个位置的特征值和所述第 j 个位置的特征值之间的距离,且 ρ 为超参数。

[0042] 在上述长寿命耐火砖的制备方法中,将所述校正后差分特征图通过分类器以得到分类结果,包括:所述分类器以如下公式对所述校正后差分特征图进行处理以生成分类结果,其中,所述公式为: $\text{softmax}\{(W_n, B_n) : \dots : (W_1, B_1) | \text{Project}(F)\}$,其中Project(F)表示将所述校正后差分特征图投影为向量, W_1 至 W_n 为各层全连接层的权重矩阵, B_1 至 B_n 表示各层全连接层的偏置矩阵。

[0043] 在上述长寿命耐火砖的制备方法中,响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

[0044] 与现有技术相比,本申请提供的长寿命耐火砖的制备系统及其制备方法,其采用具有不同空洞率的空洞卷积核的卷积神经网络模型对秤料斗落料后的落料图像进行不同尺度的特征挖掘,以在对于落料后粒度的均匀度进行判断时不仅兼顾到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还关注于所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,这样,就能够对所述秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行准确地判断以提高最终烧制而成的砖块的寿命。

附图说明

[0045] 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。

[0046] 图1为根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统的应用场景图。

[0047] 图2为根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统的框图。

[0048] 图3为根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统中特征值校正模块的框图。

[0049] 图4为根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备方法的流程图。

[0050] 图5为根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备方法的架构示意图。

具体实施方式

[0051] 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。

[0052] 场景概述

[0053] 如前所述,在耐火砖的生产工艺中,原料是采用不同成分的粉末原料以及不同大小的颗粒原料进行搅拌,其中在大砖制作时,原料中的颗粒也并不小,原料中放入一些化学试剂搅拌均匀,控制好湿度,然后通过料斗落入到秤料斗内,每块砖的料都要一样,秤料后落入模具内,进行压制,压机压好后进入窑内进行烧结,烧结好后由机器人拆垛,夹持输送到运输线上,进行探伤,内部是否有裂纹之类,尺寸检验,打标,再码垛,缠绕包装膜出货。

[0054] 在秤料斗落料过程中,由于有些原料是大颗粒,在落料下去的时候,料会堆积起来,导致大颗粒的料会滚到边缘,导致耐火砖内部的大颗粒料不均匀,从而砖压制烧结后容易开裂,寿命低。

[0055] 因此,期待在制备过程中,对秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行分析判断以提高

最终烧制而成的砖块的寿命。

[0056] 相应地,本申请发明人考虑到在对于秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行分析判断时,可以根据相机采集的秤料斗落料后的落料图像来进行。并且,在对采集的落料图像进行特征挖掘时,不仅需要考虑到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还需要考虑到所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,以避免细节特征的丢失。这样,能够对于落料后的粒度均匀度是否满足预定标准进行准确地判断。

[0057] 具体地,在本申请的技术方案中,首先,通过相机采集秤料斗落料后的落料图像。应可以理解,考虑到卷积神经网络在图像的隐含特征提取方面具有优异的表现,并且由于空洞卷积能够保持特征层的相对空间位置不变性与信息完整性,因此,在本申请的技术方案中,进一步将所述落料图像通过使用空洞卷积核的卷积神经网络中进行处理生成特征图。但是,考虑到小尺度感受野有利于小尺度特征的提取,避免出现普通卷积损失掉细节特征的问题,因此在对于落料后的粒度均匀度是否满足预定标准进行判断时,需要关注到所述落料图像中的原料的大尺度全局特征的同时,也要关注到所述落料图像中的原料的小尺度细节特征,因此,在本申请的技术方案中,使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络和第二空洞卷积核的第二卷积神经网络分别对所述落料图像进行处理以生成第一特征图和第二特征图。特别地,这里,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

[0058] 这样,计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图来进行分类,就能够获得用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准的分类结果。进而,响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

[0059] 但是,由于所述差分特征图是通过所述第一特征图和所述第二特征图之间的按位置特征值差分获得的,而所述第一特征图和所述第二特征图的特征值又分别表达不同感受野内的关联特征,这就使得所述差分特征图的各个位置的特征值作为分布式表示而存在各向异性,因此,对所述差分特征图的每个位置的特征值进行修正:

$$[0060] \quad f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i| - 1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

[0061] f_i 是所述差分特征图的映射到概率空间的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示特征值之间的距离,且 ρ 为超参数,初始可以设置为所有特征值间的距离的均值。

[0062] 这是由于特征值作为分布式表示的各向异性导致差分特征图的整体特征分布驻留在整个高维特征空间的离散分布的子集中,这将使得其相对于分类问题的解空间退化而缺乏连续性,因此,上述修正通过特征值间的对比搜索空间同向化来使得特征图的整体分布获得各向同性且有区分度的表示空间,以增强差分特征图的分布连续性,以提升分类效果,提高分类结果的准确性。

[0063] 基于此,本申请提出了一种长寿命耐火砖的制备系统,其包括:落料数据采集模块,用于获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;第一落料图像编码模块,用于将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;第二落料图像编码模块,用于将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;异感受野差异评估模块,用于计算所述第

一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;特征值校正模块,用于对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;以及,制备中落料结果生成单元,用于将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

[0064] 图1图示了根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统的应用场景图。如图1所示,在该应用场景中,首先,通过相机(例如,如图1中所示意的C)采集秤料斗(例如,如图1中所示意的T)落料后的落料图像。然后,将获得的所述落料图像输入至部署有长寿命耐火砖的制备算法的服务器中(例如,如图1中所示意的服务器S),其中,所述服务器能够以长寿命耐火砖的制备算法对所述落料图像进行处理,以获得用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准的分类结果。进而,响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

[0065] 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。

[0066] 示例性系统

[0067] 图2图示了根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统的框图。如图2所示,根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统200,包括:落料数据采集模块210,用于获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;第一落料图像编码模块220,用于将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;第二落料图像编码模块230,用于将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;异感受野差异评估模块240,用于计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;特征值校正模块250,用于对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;以及,制备中落料结果生成单元260,用于将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

[0068] 具体地,在本申请实施例中,所述落料数据采集模块210,用于获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像。如前所述,考虑到在对于秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行分析判断时,可以根据相机采集的秤料斗落料后的落料图像来进行。并且,在对采集的落料图像进行特征挖掘时,不仅需要考虑到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还需要考虑到所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,以避免细节特征的丢失。这样,能够对于落料后的粒度均匀度是否满足预定标准进行准确地判断。具体地,在本申请的技术方案中,首先,通过相机采集秤料斗落料后的落料图像。

[0069] 具体地,在本申请实施例中,所述第一落料图像编码模块220和所述第二落料图像编码模块230,用于将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率,并将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率。应可以理解,考虑到卷积神经网络在图像的隐含特征提取方面具有优异的表现,并且由于空洞卷积能够保持特征层的相对空间位置不变性与信息完整性,因此,在本申请的技术方案中,进一步将所述落料图像通过使用空洞卷

积核的卷积神经网络中进行处理生成特征图。但是,考虑到小尺度感受野有利于小尺度特征的提取,避免出现普通卷积损失掉细节特征的问题,因此在对于落料后的粒度均匀度是否满足预定标准进行判断时,需要关注到所述落料图像中的原料的大尺度全局特征的同时,也要关注到所述落料图像中的原料的小尺度细节特征,因此,在本申请的技术方案中,使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络和第二空洞卷积核的第二卷积神经网络分别对所述落料图像进行处理以生成第一特征图和第二特征图。特别地,这里,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

[0070] 更具体地,在本申请的实施例,所述第一落料图像编码模块,进一步用于:使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第一空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图,其中,所述第一卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第一空洞卷积核表示为 $K_1^{W \times H} \in K^{W \times H}, \exists K_{1i,j} = 0 (i \in (1, W), j \in (1, H))$,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率。

[0071] 更具体地,在本申请的实施例,所述第二落料图像编码模块,进一步用于:使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中对输入数据分别进行基于所述第二空洞卷积核的卷积处理、池化处理 and 激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图,其中,所述第二卷积神经网络的第一层的输入为所述落料图像,所述第二空洞卷积核表示为 $K_2^{W \times H} \in K^{W \times H}, \exists K_{2i,j} = 0 (i \in (1, W), j \in (1, H))$,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

[0072] 具体地,在本申请实施例中,所述异感受野差异评估模块240和所述特征值校正模块250,用于计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图,并对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图。可以理解,在本申请的技术方案中,进一步计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图来进行分类,就能够获得用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准的分类结果。但是,由于所述差分特征图是通过所述第一特征图和所述第二特征图之间的按位置特征值差分获得的,而所述第一特征图和所述第二特征图的特征值又分别表达不同感受野内的关联特征,这就使得所述差分特征图的各个位置的特征值作为分布式表示而存在各向异性,因此,在本申请的技术方案中,需要对所述差分特征图的每个位置的特征值进行修正。

[0073] 更具体地,在本申请实施例中,所述特征值校正模块,包括:首先,将所述差分特征图映射到概率空间以使得所述差分特征图中各个位置的特征值在0到1的区间内。然后,基于所述差分特征图的映射到概率空间的特征值,以如下公式对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到所述校正后差分特征图;

[0074] 其中,所述公式为:

$$[0075] \quad f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i| - 1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

[0076] 其中 f_i 和 f_j 分别是所述差分特征图的映射到概率空间的第 i 个位置和第 j 个位置的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示所述第 i 个位置的特征值和所述第 j 个位置的特征值之间的距离,且 ρ

为超参数,初始可以设置为所有特征值间的距离的均值。应可以理解,这里,由于特征值作为分布式表示的各向异性导致差分特征图的整体特征分布驻留在整个高维特征空间的离散分布的子集中,这将使得其相对于分类问题的解空间退化而缺乏连续性,因此,所述修正正是通过特征值间的对比搜索空间同向化来使得特征图的整体分布获得各向同性且有区分度的表示空间,以增强所述差分特征图的分布连续性,以提升分类效果,提高分类结果的准确性。

[0077] 图3图示了根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统中特征值校正模块的框图。如图3所示,所述特征值校正模块250,包括:概率化单元251,用于将所述差分特征图映射到概率空间以使得所述差分特征图中各个位置的特征值在0到1的区间内;特征值修正单元252,用于基于所述差分特征图的映射到概率空间的特征值,以如下公式对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到所述校正后差分特征图;

[0078] 其中,所述公式为:

$$[0079] \quad f_i' = \frac{1}{|f_i| \times (|f_i| - 1)} \sum_{j \neq i} \max \{ \rho - d(f_i, f_j), d(f_i, f_j) \}$$

[0080] 其中 f_i 和 f_j 分别是所述差分特征图的映射到概率空间的第i个位置和第j个位置的特征值, $d(f_i, f_j)$ 表示所述第i个位置的特征值和所述第j个位置的特征值之间的距离,且 ρ 为超参数。

[0081] 具体地,在本申请实施例中,所述制备中落料结果生成单元260,用于将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。也就是,在本申请的技术方案中,进一步将所述校正后差分特征图通过分类器来进行分类,就能够获得用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准的分类结果。特别地,所述制备系统进一步包括提示模块,用于响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

[0082] 相应地,在一个具体示例中,使用所述分类器以如下公式对所述校正后差分特征图进行处理以生成分类结果,其中,所述公式为: $\text{softmax} \{ (W_n, B_n) : \dots : (W_1, B_1) \mid \text{Project}(F) \}$,其中 $\text{Project}(F)$ 表示将所述校正后差分特征图投影为向量, W_1 至 W_n 为各层全连接层的权重矩阵, B_1 至 B_n 表示各层全连接层的偏置矩阵。

[0083] 综上,基于本申请实施例的所述长寿命耐火砖的制备系统200被阐明,其采用具有不同空洞率的空洞卷积核的卷积神经网络模型对秤料斗落料后的落料图像进行不同尺度的特征挖掘,以在对于落料后粒度的均匀度进行判断时不仅兼顾到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还关注于所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,这样,就能够对所述秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行准确地判断以提高最终烧制而成的砖块的寿命。

[0084] 如上所述,根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统200可以实现在各种终端设备中,例如长寿命耐火砖的制备算法的服务器等。在一个示例中,根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备系统200可以作为一个软件模块和/或硬件模块而集成到终端设备中。例如,该长寿命耐火砖的制备系统200可以是该终端设备的操作系统中的一个软件模块,或者可以是针对于该终端设备所开发的一个应用程序;当然,该长寿命耐火砖的制备系统200同样可以是该终端设备的众多硬件模块之一。

[0085] 替换地,在另一示例中,该长寿命耐火砖的制备系统200与该终端设备也可以是分

立的设备,并且该长寿命耐火砖的制备系统200可以通过有线和/或无线网络连接到该终端设备,并且按照约定的数据格式来传输交互信息。

[0086] 示例性方法

[0087] 图4图示了长寿命耐火砖的制备方法的流程图。如图4所示,根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备方法,包括步骤:S110,获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像;S120,将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率;S130,将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率;S140,计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图;S150,对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图;以及,S160,将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

[0088] 图5图示了根据本申请实施例的长寿命耐火砖的制备方法的架构示意图。如图5所示,在所述长寿命耐火砖的制备方法的网络架构中,首先,将获得的所述落料图像(例如,如图5中所示意的IN0)通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络(例如,如图5中所示意的CNN1)以得到第一特征图(例如,如图5中所示意的F1);接着,将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络(例如,如图5中所示意的CNN2)以得到第二特征图(例如,如图5中所示意的F2);然后,计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图(例如,如图5中所示意的FC);接着,对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图(例如,如图5中所示意的F);以及,最后,将所述校正后差分特征图通过分类器(例如,如图5中所示意的分类器)以得到分类结果,所述分类结果用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准。

[0089] 更具体地,在步骤S110中,获取由相机采集的秤料斗落料后的落料图像,并将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率。应可以理解,考虑到在对于秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行分析判断时,可以根据相机采集的秤料斗落料后的落料图像来进行。并且,在对采集的落料图像进行特征挖掘时,不仅需要考虑到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还需要考虑到所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,以避免细节特征的丢失。这样,能够对于落料后的粒度均匀度是否满足预定标准进行准确地判断。具体地,在本申请的技术方案中,首先,通过相机采集秤料斗落料后的落料图像。

[0090] 更具体地,在步骤S120和步骤S130中,将所述落料图像通过使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络以得到第一特征图,其中,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率,并将所述落料图像通过使用第二空洞卷积核的第二卷积神经网络以得到第二特征图,其中,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,所述第一空洞率大于所述第二空洞率。应可以理解,考虑到卷积神经网络在图像的隐含特征提取方面具有优异的表现,并且由于空洞卷积能够保持特征层的相对空间位置不变性与信息完整性,因此,在本申请的技术方案中,进一步将所述落料图像通过使用空洞卷积核的卷积神经网络中进行处理生成特征图。但是,考虑到小尺度感受野有利于小尺度特征的提取,避免出现普通卷积损失掉细节特征的问题,因此在对于落料后的粒度均匀度是否满足预定标准进行判断时,需要关注到所述落料图像中的原

料的大尺度全局特征的同时,也要关注到所述落料图像中的原料的小尺度细节特征,因此,在本申请的技术方案中,使用第一空洞卷积核的第一卷积神经网络和第二空洞卷积核的第二卷积神经网络分别对所述落料图像进行处理以生成第一特征图和第二特征图。特别地,这里,所述第一空洞卷积核具有第一空洞率,所述第二空洞卷积核具有第二空洞率,且所述第一空洞率大于所述第二空洞率。

[0091] 更具体地,在步骤S140和步骤S150中,计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图,并对所述差分特征图中各个位置的特征值进行校正以得到校正后差分特征图。应可以理解,在本申请的技术方案中,进一步计算所述第一特征图与所述第二特征图之间的差分特征图来进行分类,就能够获得用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准的分类结果。但是,由于所述差分特征图是通过所述第一特征图和所述第二特征图之间的按位置特征值差分获得的,而所述第一特征图和所述第二特征图的特征值又分别表达不同感受野内的关联特征,这就使得所述差分特征图的各个位置的特征值作为分布式表示而存在各向异性,因此,在本申请的技术方案中,需要对所述差分特征图的每个位置的特征值进行修正。

[0092] 更具体地,在步骤S160中,将所述校正后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落料后粒度均匀度是否满足预定标准。也就是,在本申请的技术方案中,进一步将所述校正后差分特征图通过分类器来进行分类,就能够获得用于表示落料后粒度均匀度是否满足预定标准的分类结果。特别地,所述制备系统进一步包括提示模块,用于响应于所述分类结果为落料后粒度均匀度不满足预定标准,生成落料不合格提示。

[0093] 综上,基于本申请实施例的所述长寿命耐火砖的制备方法被阐明,其采用具有不同空洞率的空洞卷积核的卷积神经网络模型对秤料斗落料后的落料图像进行不同尺度的特征挖掘,以在对于落料后粒度的均匀度进行判断时不仅兼顾到所述落料图像中的原料大尺度全局特征信息,还关注于所述落料图像中的原料小尺度细节特征信息,这样,就能够对所述秤料斗落料后大颗粒的均匀度进行准确地判断以提高最终烧制而成的砖块的寿命。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 为了例示和描述的目的已经给出了以上描述。此外,此描述不意图将本申请的实施例限制到在此公开的形式。尽管以上已经讨论了多个示例方面和实施例,但是本领域技术人员将认识到其某些变型、修改、改变、添加和子组合。

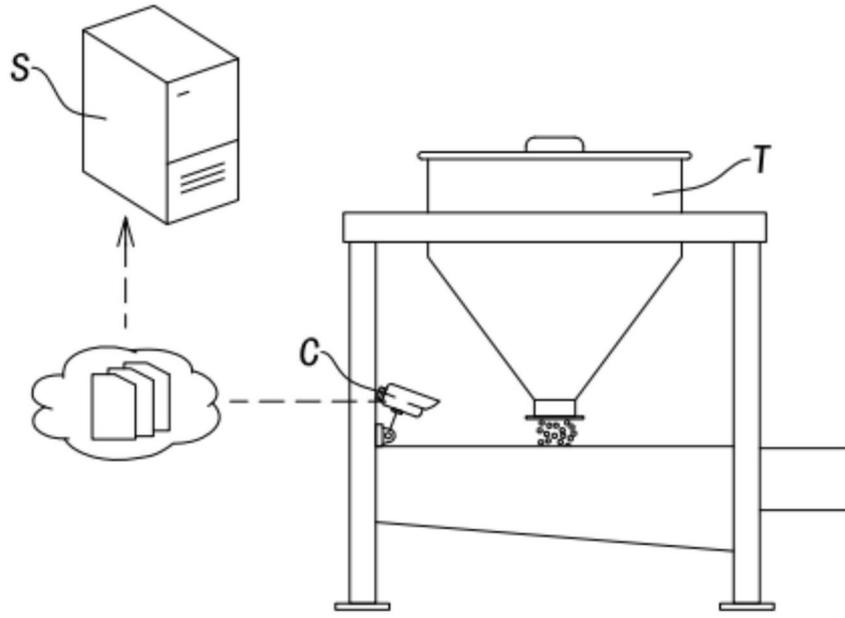


图1

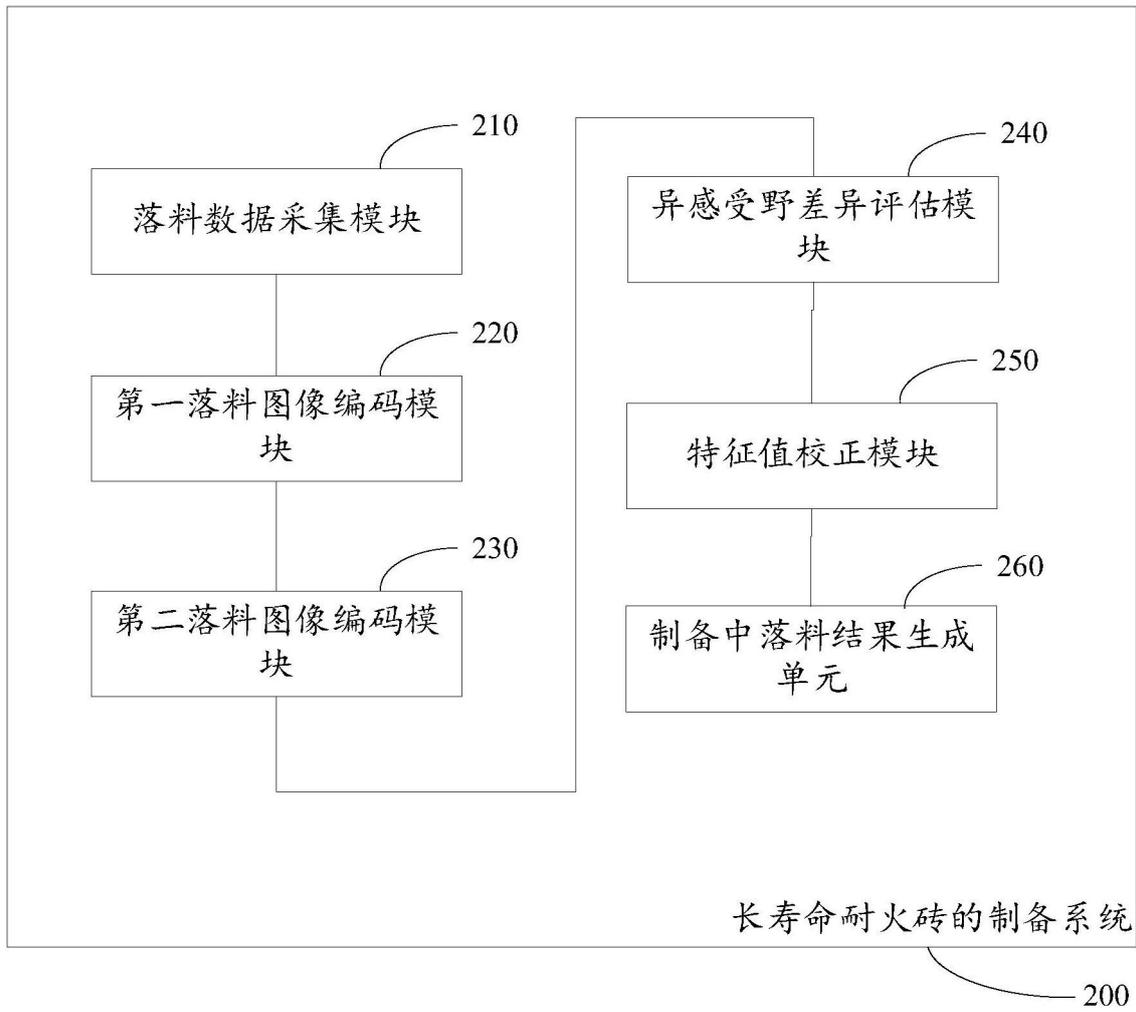


图2

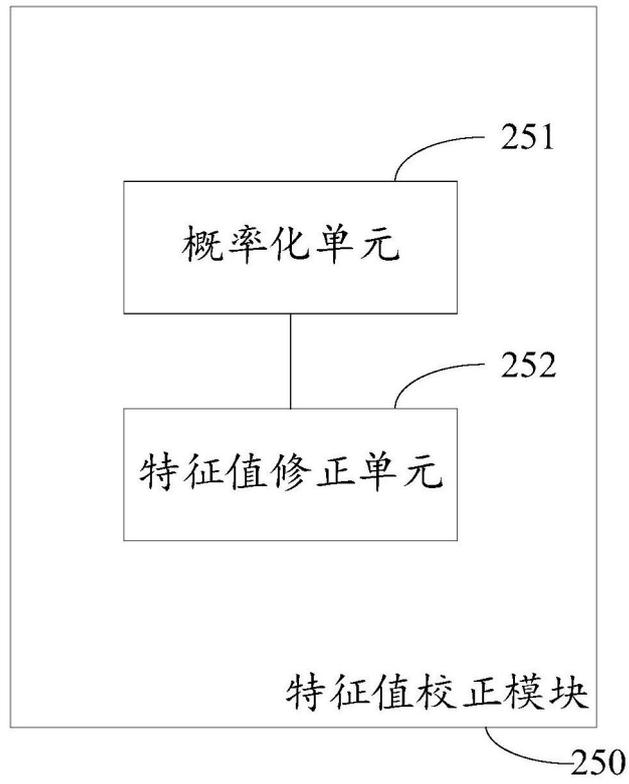


图3

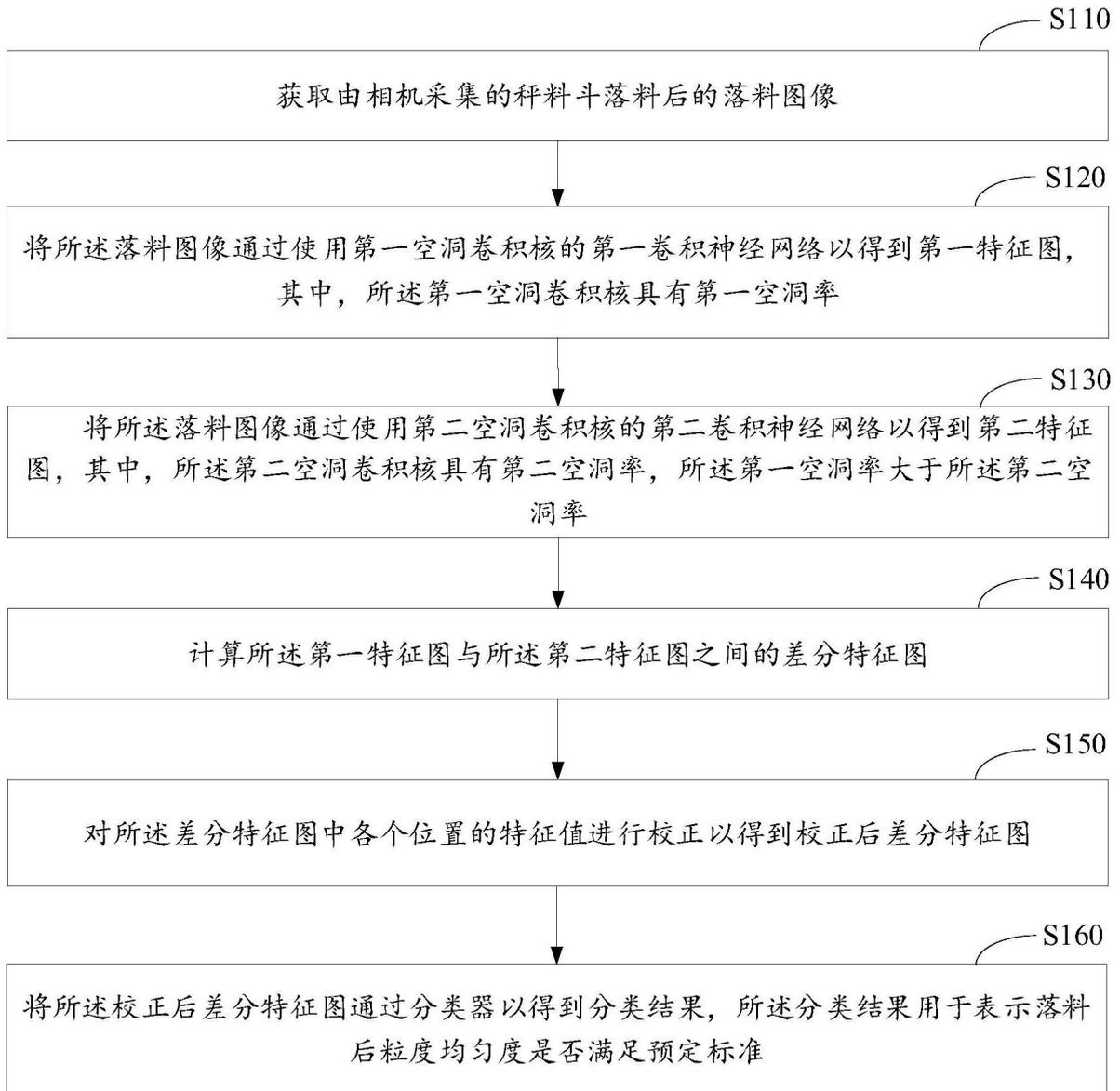


图4

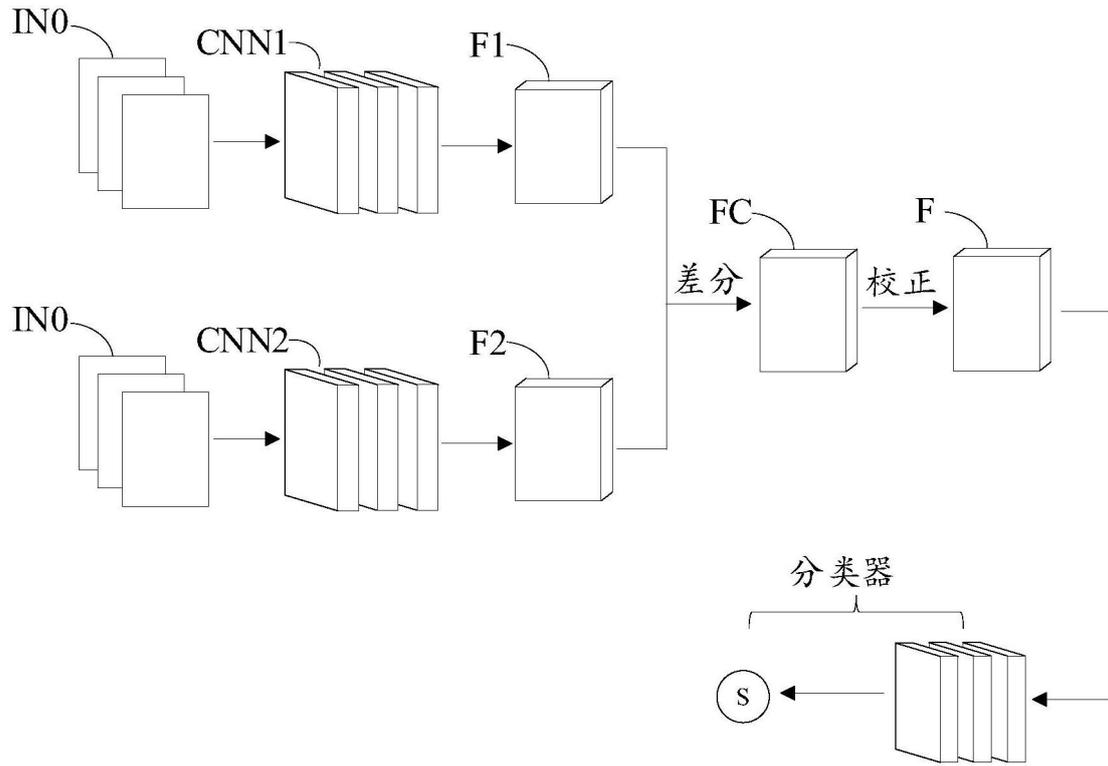


图5