



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109934231 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 201910017105.0

(22) 申请日 2019.01.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109934231 A

(43) 申请公布日 2019.06.25

(73) 专利权人 河北科技大学
地址 050000 河北省石家庄市裕华区裕翔街26号

(72) 发明人 黄凤山 张付祥 刘咪

(74) 专利代理机构 北京汇捷知识产权代理事务
所(普通合伙) 11531
专利代理师 李宏伟

(51) Int.Cl.
G06V 30/148 (2022.01)

(56) 对比文件

- CN 106600585 A, 2017.04.26
- EP 0564618 A1, 1993.10.13
- WO 2017103037 A1, 2017.06.22
- WO 9302240 A2, 1993.02.04
- WO 9618170 A1, 1996.06.13

审查员 甘宇

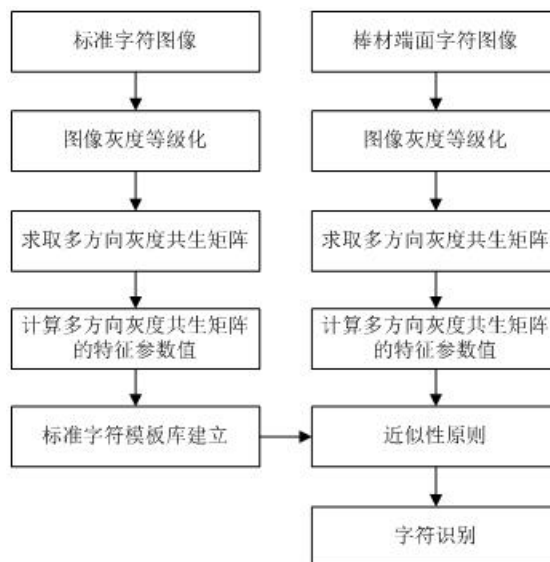
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法

(57) 摘要

基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法,所述方法包括如下步骤:(1)建立标准字符模板库;(2)棒材端面字符图像灰度等级化;(3)求取棒材端面字符图像的求多方向灰度共生矩阵;(4)计算棒材端面字符图像多方向灰度共生矩阵的特征参数值;(5)进行特征数据模板匹配确定识别结果。本发明方法根据棒材端面字符图像像素之间存在的灰度关系,通过灰度共生矩阵进行灰度状况的统计,采用多方向求取灰度共生矩阵,为确保图像像素灰度值局部发生变化时能够全面的进行灰度统计,准确的对图像进行特征描述,使最终的识别结果更准确,识别率高。



1. 基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法,其特征在于所述方法包括如下步骤:

(1) 建立标准字符模板库,步骤包括:

1) 分别对每个标准模板字符图像灰度等级化;

2) 分别对每个标准模板字符图像求多方向灰度共生矩阵,包括: 0° 和 45° , 0° 和 90° , 0° 和 135° , 45° 和 90° , 45° 和 135° , 90° 和 135° , 0° 、 45° 和 90° , 0° 、 45° 和 135° , 0° 、 90° 和 135° , 45° 、 90° 和 135° , 0° 、 45° 、 90° 和 135° ,共11种多方向灰度共生矩阵组合形式,以 180° 替换 0° 、以 225° 替换 45° 、以 270° 替换 90° 和以 315° 替换 135° 形成的多方向灰度共生矩阵组合形式具有同等的技术效果;

3) 分别对每个标准模板字符图像计算多方向灰度共生矩阵的特征参数值;

(2) 棒材端面字符图像灰度等级化;

(3) 求取棒材端面字符图像的求多方向灰度共生矩阵,包括: 0° 和 45° , 0° 和 90° , 0° 和 135° , 45° 和 90° , 45° 和 135° , 90° 和 135° , 0° 、 45° 和 90° , 0° 、 45° 和 135° , 0° 、 90° 和 135° , 45° 、 90° 和 135° , 0° 、 45° 、 90° 和 135° ,共11种多方向灰度共生矩阵组合形式,以 180° 替换 0° 、以 225° 替换 45° 、以 270°

替换 90° 和以 315° 替换 135° 形成的多方向灰度共生矩阵组合形式具有同等的技术效果;

(4) 计算棒材端面字符图像多方向灰度共生矩阵的特征参数值,计算多方向灰度共生矩阵的特征参数值采用的参数包括:能量、相关性、熵和对比度,对标准字符图像求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差作为每个标准模板字符图像八个特征参数值,完成模板库的建立,对棒材端面字符图像求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差的八个特征参数值,进行特征数据模板匹配时,用棒材端面字符图像的特征参数与模板库中的特征参数数据进行比较,当求出的差值和越小说明棒材端面字符图像与模板库中的字符图像越相近,以这一标准为最终的匹配依据;

(5) 进行特征数据模板匹配确定识别结果。

基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于灰度共生矩阵的字符图像识别方法,尤其是涉及一种基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法,属于字符识别领域。

背景技术

[0002] 棒料是当前钢铁行业的主要产品,更是工业领域重要的生产加工原材料。在不同行业对于棒料的质量要求也是不同的,钢铁行业所生产的棒料规格也是多种多样。为了区分不同种类、规格的棒料,并实现对棒料进行追踪管理,需要对棒料端面喷印字符信息码。同时,根据该信息码将棒料的直径、长度以及生产炉号、成分、生产日期等信息对应的记录于厂内数据库中。当棒料在厂内生产流动时,首先对棒料端面的字符信息码进行识别,然后对其进行加热、除磷、热处理等操作,最后将该棒料的加工过程与处理结果记录于厂内数据库中。

[0003] 目前,棒料在厂内生产流动的过程中,钢厂普遍采用人工通过肉眼的方式对棒材端面信息码进行识别与记录。面对大批量重复性和枯燥性的工作,工人很容易产生视觉疲劳并导致记录出错。同时,棒料生产加工车间环境恶劣(高温、嘈杂、空气污染),长期下来会对车间工人的身心健康造成严重的危害。因此,迫切需要将工人从识别工位上解放出来,实现对棒料端面信息码的自动识别。但是,由于棒料生产环境复杂、照明不足,且棒料端面凹凸不平、纹理杂乱,所以采用普通的字符识别方式难以保证较高的字符识别准确率。因此,提出一种基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法,解决棒料端面字符信息码的自动识别问题。

发明内容

[0004] 基于以上原因,本发明旨在提出一种基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法,为最终建立字符图像智能识别系统奠定技术基础。

[0005] 本发明是根据棒材端面的特点提出的一种基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法。其识别方法思想是根据图像像素之间的灰度关系,求出灰度共生矩阵,对其矩阵求平方和、熵值等计算作为特征参数值,最终将这些特征参数值作为标准匹配特征数据模板,当差值最小时则模板匹配度最高。

[0006] 基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法包括如下步骤:

[0007] (1) 建立标准字符模板库;

[0008] (2) 棒材端面字符图像灰度等级化;

[0009] (3) 求取棒材端面字符图像的求多方向灰度共生矩阵;

[0010] (4) 计算棒材端面字符图像多方向灰度共生矩阵的特征参数值;

[0011] (5) 进行特征数据模板匹配确定识别结果。

[0012] 本发明的有益技术效果是:根据棒材端面字符图像像素之间存在的灰度关系,通过灰度共生矩阵进行灰度状况的统计,采用多方向求取灰度共生矩阵,为确保图像像素灰

度值局部发生变化时能够全面的进行灰度统计,准确的对图像进行特征描述,使最终的识别结果更准确,识别率高。

附图说明

[0013] 图1是本发明棒材端面字符图像识别方法的流程图。

具体实施方式

[0014] 结合附图1说明本发明的内容与操作。

[0015] 基于多方向灰度共生矩阵的棒材端面字符图像识别方法包括如下步骤:

[0016] (1) 建立标准字符模板库;

[0017] (2) 棒材端面字符图像灰度等级化;

[0018] (3) 求取棒材端面字符图像的求多方向灰度共生矩阵;

[0019] (4) 计算棒材端面字符图像多方向灰度共生矩阵的特征参数值;

[0020] (5) 进行特征数据模板匹配确定识别结果。

[0021] 多方向灰度共生矩阵包括: 0° 和 45° , 0° 和 90° , 0° 和 135° , 45° 和 90° , 45° 和 135° , 90° 和 135° , 0° 、 45° 和 90° , 0° 、 45° 和 135° , 0° 、 90° 和 135° , 45° 、 90° 和 135° , 0° 、 45° 、 90° 和 135° ,共11种多方向灰度共生矩阵组合形式。以 180° 替换 0° 、以 225° 替换 45° 、以 270° 替换 90° 和以 315° 替换 135° 形成的多方向灰度共生矩阵组合形式与前面所述的11种多方向灰度共生矩阵组合形式具有同等的技术效果。

[0022] 为了识别棒材端面上字符信息,首先构建模板库,通过求取多个方向的灰度共生矩阵,进行训练数据模型,然后将待识别字符与相对应模板库特征参数值进行近似比较,差值小的则视为近似度最高,最终作为识别结果。

[0023] 1、建立标准字符模板库

[0024] (1) 分别对每个标准模板字符图像灰度等级化

[0025] 工业相机采集到的每个标准模板字符图像,其图像中像素点的颜色深浅程度不同,范围一般从0到255,白色为255,黑色为0,每一个图像的亮度程度不同,跟灰度值的大小有直接联系,灰度值越大图像越亮,反之则图像会暗。可根据标准模板字符图像灰度特征为匹配依据,为减少计算量,分别对每个标准模板字符图像进行灰度级压缩,完成标准模板字符图像灰度等级化。

[0026] (2) 分别对每个标准模板字符图像求多方向灰度共生矩阵

[0027] 采用的方法是分别对每个标准模板字符图像灰度等级量化,将0-255压缩为8个灰度等级,选择相邻像素距离之间的四个不同角度,在MATLAB环境下通过graycomatrix函数进行求取GLCM(灰度共生矩阵)的值。

[0028] 以其中模板库中的一个标准模板字符图像为例,进行详细说明:首先将其标准模板字符图像量化为8个灰度等级,故灰度共生矩阵就是一个 8×8 的矩阵,其中行和列分别表示1至8的灰度值。求灰度共生矩阵的过程,例如:标准模板字符图像为 4×5 的矩阵,当基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为1和1的像素对值为1,基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为1和5的像素对值为1,基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为5和6的像素对值为1,基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为6和8的像素对值为1,依此类推可求出 0° 方向的

灰度共生矩阵；当基于45°方向、相邻像素距离且灰度为2和1的像素对值为1，基于45°方向、相邻像素距离且灰度为3和5的像素对值为1，基于45°方向、相邻像素距离且灰度为5和6的像素对值为1，基于45°方向、相邻像素距离且灰度为7和8的像素对值为1，依此类推可求出45°方向的灰度共生矩阵；当基于90°方向、相邻像素距离且灰度为2和1的像素对值为3，基于90°方向、相邻像素距离且灰度为3和1的像素对值为1，基于90°方向、相邻像素距离且灰度为5和5的像素对值为2，基于90°方向、相邻像素距离且灰度为7和6的像素对值为1，基于90°方向、相邻像素距离且灰度为1和8的像素对值为1，依此类推可求出90°方向的灰度共生矩阵；当基于135°方向、相邻像素距离且灰度为3和1的像素对值为1，基于135°方向、相邻像素距离且灰度为5和1的像素对值为2，基于135°方向、相邻像素距离且灰度为7和5的像素对值为1，基于135°方向、相邻像素距离且灰度为1和6的像素对值为1，依此类推可求出135°方向的灰度共生矩阵。

[0029] (3) 分别对每个标准模板字符图像计算多方向灰度共生矩阵的特征参数值

[0030] 用一些标量来表征灰度共生矩阵的特征：

[0031] ①能量 (ASM)：是灰度共生矩阵元素值的平方和，反映了图像灰度分布均匀程度和粗细度等，计算公式为：

$$[0032] \quad ASM = \sum_i \sum_j P(i,j)^2$$

[0033] 其中，P是GLCM(灰度共生矩阵)，i、j分别是行数和列数。

[0034] 应用MATLAB中的 $E(n) = \text{sum}(\text{sum}(P(:, :, n) .^2))$ 代码程序来进行计算，其中n代表四个方向。

[0035] ②相关性 (COR)：它度量空间灰度共生矩阵元素在行或列方向上的相似程度，相关值的大小反映了图像中局部灰度相关性。令 $\sigma_x = \text{delta}X(n)$ ， $\sigma_y = \text{delta}Y(n)$ ， $\bar{x} = Ux(n)$ ， $\bar{y} = Uy(n)$ ，n代表4个方向，计算公式为：

$$[0036] \quad COR = \frac{\sum \sum (i - \bar{x})(j - \bar{y})P(i,j)}{\sigma_x \sigma_y}$$

$$[0037] \quad \bar{x} = \sum_i i \sum_j P(i,j)$$

$$[0038] \quad \bar{y} = \sum_j j \sum_i P(i,j)$$

$$[0039] \quad \sigma_x^2 = \sum_i (i - \bar{x})^2 \sum_j P(i,j)$$

$$[0040] \quad \sigma_y^2 = \sum_j (j - \bar{y})^2 \sum_i P(i,j)$$

[0041] 通过程序代码进行计算，MATLAB代码为：

[0042] $\text{delta}X(n) = (i - Ux(n))^2 * P(i, j, n)$ ；

[0043] $\text{delta}Y(n) = (j - Uy(n))^2 * P(i, j, n)$ ；

[0044] $Ux(n) = i * P(i, j, n)$ ；

[0045] $Uy(n) = j * P(i, j, n)$ ；

[0046] $C1(n) = i * j * P(i, j, n)$ ；

[0047] $C(n) = (C_1(n) - U_x(n) * U_y(n)) / \Delta X(n) / \Delta Y(n)$;

[0048] ③熵(ENT):描述图像具有的信息量的度量,表明图像的复杂程度,计算公式为:

$$[0049] \quad ENT = -\sum_i \sum_j P(i,j) \lg P(i,j)$$

[0050] 应用MATLAB中程序 $H(n) = -P(i, j, n) * \log(P(i, j, n))$ 计算,其中n为四个方向,当求出的H(n) 值较大时,反映棒材端面字符图像复杂程度高。

[0051] ④对比度(CON):反映了图像的清晰程度和规则程度,清晰、规律性较强、易于描述的,计算公式为:

$$[0052] \quad CON = \sum_i \sum_j (i-j)^2 P(i,j)$$

[0053] 通过程序代码 $I(n) = (i-j)^2 * P(i, j, n)$ 求值,其中n为四个方向,当I(n) 值越大时,则反映视觉效果更清晰。

[0054] (4) 对每个标准模板字符图像进行数据模型的存储

[0055] 其中求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差作为每个标准模板字符图像八个特征参数值。

[0056] 在MATLAB环境下,利用save函数进行数据模型的存储,完成模板库的建立。

[0057] 2、棒材端面字符图像灰度等级化

[0058] 工业相机对棒材端面字符图像进行采集,其中采集到的黑白图像也称灰度图像,其图像中像素点的颜色深浅程度不同,范围一般从0到255,白色为255,黑色为0,每一个图像的亮度程度不同,跟灰度值的大小有直接联系,灰度值越大图像越亮,反之则图像会暗。可根据棒材端面字符图像灰度特征为匹配依据,为减少计算量,对棒材端面字符图像进行灰度级压缩,完成棒材端面字符图像灰度等级化。

[0059] 3、求取棒材端面字符图像的求多方向灰度共生矩阵

[0060] 采用的方法是对棒材端面字符图像灰度等级量化,就是将0-255压缩为8个灰度等级,选择相邻像素距离之间的四个不同角度,通过graycomatrix函数进行求取GLCM(灰度共生矩阵)的值。

[0061] 以其中棒材端面字符图像中的一个字符图像为例,进行详细说明:首先将其字符图像量化为8个灰度等级,故灰度共生矩阵就是一个 8×8 的矩阵,其中行和列分别表示1至8的灰度值,灰度共生矩阵元素计算方法为,标准模板字符图像为 4×5 的矩阵,当基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为1和5的像素对值为1,基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为5和1的像素对值为3,基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为1和8的像素对值为1,基于水平 0° 方向、相邻像素距离且灰度为8和6的像素对值为1,依此类推可求出 0° 方向的灰度共生矩阵;当基于 45° 方向、相邻像素距离且灰度为3和5的像素对值为1,基于 45° 方向、相邻像素距离且灰度为2和1的像素对值为1,基于 45° 方向、相邻像素距离且灰度为5和8的像素对值为1,基于 45° 方向、相邻像素距离且灰度为1和6的像素对值为1,依此类推可求出 45° 方向的灰度共生矩阵;当基于 90° 方向、相邻像素距离且灰度为3和1的像素对值为2,基于 90° 方向、相邻像素距离且灰度为2和5的像素对值为1,基于 90° 方向、相邻像素距离且灰度为5和1的像素对值为1,基于 90° 方向、相邻像素距离且灰度为1和8的像素对值为1,基于 90° 方向、相邻像素距离且灰度为7和6的像素对值为1,依此类推可求出 90° 方向的灰度共生矩阵;

当基于135°方向、相邻像素距离且灰度为2和1的像素对值为2,基于 135°方向、相邻像素距离且灰度为5和5的像素对值为1,基于135°方向、相邻像素距离且灰度为1和1的像素对值为1,基于135°方向、相邻像素距离且灰度为7和8的像素对值为1,依此类推可求出135°方向的灰度共生矩阵。

[0062] 4、计算棒材端面字符图像多方向灰度共生矩阵的特征参数值

[0063] 用一些标量来表征灰度共生矩阵的特征:

[0064] (1) 能量:是灰度共生矩阵元素值的平方和,反映了图像灰度分布均匀程度和粗细度等,计算公式为:

$$[0065] \quad ASM = \sum_i \sum_j P(i,j)^2$$

[0066] 应用MATLAB中的 $E(n) = \text{sum}(\text{sum}(P(:, :, n).^2))$, 代码程序来进行计算,其中n代表四个方向。

[0067] (2) 相关性:它度量空间灰度共生矩阵元素在行或列方向上的相似程度,相关值的大小反映了图像中局部灰度相关性。令 $\sigma_x = \text{deltaX}(n)$, $\sigma_y = \text{deltaY}(n)$, $\bar{x} = Ux(n)$, $\bar{y} = Uy(n)$, n代表4个方向,计算公式为:

$$[0068] \quad COR = \frac{\sum \sum (i - \bar{x})(j - \bar{y})P(i,j)}{\sigma_x \sigma_y}$$

$$[0069] \quad \bar{x} = \sum_i i \sum_j P(i,j)$$

$$[0070] \quad \bar{y} = \sum_j j \sum_i P(i,j)$$

$$[0071] \quad \sigma_x^2 = \sum_i (i - \bar{x})^2 \sum_j P(i,j)$$

$$[0072] \quad \sigma_y^2 = \sum_j (j - \bar{y})^2 \sum_i P(i,j)$$

[0073] 通过程序代码进行计算, MATLAB代码为:

[0074] $\text{deltaX}(n) = (i - Ux(n))^2 * P(i, j, n)$;

[0075] $\text{deltaY}(n) = (j - Uy(n))^2 * P(i, j, n)$;

[0076] $Ux(n) = i * P(i, j, n)$;

[0077] $Uy(n) = j * P(i, j, n)$;

[0078] $C1(n) = i * j * P(i, j, n)$;

[0079] $C(n) = (C1(n) - Ux(n) * Uy(n)) / \text{deltaX}(n) / \text{deltaY}(n)$;

[0080] (3) 熵:描述图像具有的信息量的度量,表明图像的复杂程序,计算公式为:

$$[0081] \quad ENT = - \sum_i \sum_j P(i,j) \lg P(i,j)$$

[0082] 应用MATLAB中程序 $H(n) = -P(i, j, n) * \log(P(i, j, n))$ 计算,其中n为四个方向,当求出的H(n) 值较大时,反映棒材端面字符图像复杂程度高。

[0083] (4) 对比度:反映了图像的清晰程度和规则程度,清晰、规律性较强、易于描述的,计算公式为:

$$[0084] \quad \text{CON} = \sum_i \sum_j (i-j)^2 P(i,j)$$

[0085] 通过程序代码 $I(n) = (i-j)^2 * P(i,j,n)$ 求值,其中 n 为四个方向,当 $I(n)$ 值越大时,则反映视觉效果更清晰。

[0086] 5、进行特征数据模板匹配确定识别结果

[0087] 计算多方向灰度共生矩阵的特征参数能量、相关性、熵和对比度,对标准字符图像求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差作为每个标准模板字符图像八个特征参数值,完成模板库的建立,对棒材端面字符图像求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差的八个特征参数值,进行特征数据模板匹配时,用棒材端面字符图像的特征参数与模板库中的特征参数数据进行比较,当求出的差值和越小说明棒材端面字符图像与模板库中的字符图像越相近,以这一标准为最终的匹配依据。

[0088] 在MATLAB编程语言下,分别对能量、熵、相关性、对比度这四个标量进行四个方向的求和,用程序代码来实现的步骤:

[0089] 首先是四个方向的能量值求和,则:

$$[0090] \quad E(1) = \text{sum}(\text{sum}(P(:, :, 1) .^2));$$

$$[0091] \quad E(2) = \text{sum}(\text{sum}(P(:, :, 2) .^2));$$

$$[0092] \quad E(3) = \text{sum}(\text{sum}(P(:, :, 3) .^2));$$

$$[0093] \quad E(4) = \text{sum}(\text{sum}(P(:, :, 4) .^2));$$

[0094] 显然四个方向的能量值和可以求解出来;

[0095] 其次是四个方向的熵值求和,则:

$$[0096] \quad H(1) = -P(i, j, 1) * \log(P(i, j, 1));$$

$$[0097] \quad H(2) = -P(i, j, 2) * \log(P(i, j, 2));$$

$$[0098] \quad H(3) = -P(i, j, 3) * \log(P(i, j, 3));$$

$$[0099] \quad H(4) = -P(i, j, 4) * \log(P(i, j, 4));$$

[0100] 显然四个方向的熵值和可以求解出来;

[0101] 然后是四个方向的相关性求和,,则:

$$[0102] \quad \text{deltaX}(1) = (i - U_x(1))^2 * P(i, j, 1);$$

$$[0103] \quad \text{deltaY}(1) = (j - U_y(1))^2 * P(i, j, 1);$$

$$[0104] \quad U_x(1) = i * P(i, j, 1);$$

$$[0105] \quad U_y(1) = j * P(i, j, 1);$$

$$[0106] \quad C1(1) = i * j * P(i, j, 1);$$

$$[0107] \quad C(1) = (C1(1) - U_x(1) * U_y(1)) / \text{deltaX}(1) / \text{deltaY}(1);$$

$$[0108] \quad \text{deltaX}(2) = (i - U_x(2))^2 * P(i, j, 2);$$

$$[0109] \quad \text{deltaY}(2) = (j - U_y(2))^2 * P(i, j, 2);$$

$$[0110] \quad U_x(2) = i * P(i, j, 2);$$

$$[0111] \quad U_y(2) = j * P(i, j, 2);$$

$$[0112] \quad C1(2) = i * j * P(i, j, 2);$$

$$[0113] \quad C(2) = (C1(2) - U_x(2) * U_y(2)) / \text{deltaX}(2) / \text{deltaY}(2);$$

$$[0114] \quad \text{deltaX}(3) = (i - U_x(3))^2 * P(i, j, 3);$$

[0115] $\text{deltaY}(3) = (j - U_y(3))^2 * P(i, j, 3);$

[0116] $U_x(3) = i * P(i, j, 3);$

[0117] $U_y(3) = j * P(i, j, 3);$

[0118] $C1(3) = i * j * P(i, j, 3);$

[0119] $C(3) = (C1(3) - U_x(3) * U_y(3)) / \text{deltaX}(3) / \text{deltaY}(3);$

[0120] $\text{deltaX}(4) = (i - U_x(4))^2 * P(i, j, 4);$

[0121] $\text{deltaY}(4) = (j - U_y(4))^2 * P(i, j, 4);$

[0122] $U_x(4) = i * P(i, j, 4);$

[0123] $U_y(4) = j * P(i, j, 4);$

[0124] $C1(4) = i * j * P(i, j, 4);$

[0125] $C(4) = (C1(4) - U_x(4) * U_y(4)) / \text{deltaX}(4) / \text{deltaY}(4);$

[0126] 显然四个方向的相关性和可以求解出来;

[0127] 最后是四个方向的对比度求和,则:

[0128] $I(1) = (i - j)^2 * P(i, j, 1);$

[0129] $I(2) = (i - j)^2 * P(i, j, 2);$

[0130] $I(3) = (i - j)^2 * P(i, j, 3);$

[0131] $I(4) = (i - j)^2 * P(i, j, 4);$

[0132] 显然四个方向的相关性和可以求解出来。

[0133] 求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差作为每个标准模板字符图像八个特征参数值,其中程序代码为:

[0134] $T(1) = \text{mean}(E);$

[0135] $T(2) = \text{sqrt}(\text{cov}(E));$

[0136] $T(3) = \text{mean}(H);$

[0137] $T(4) = \text{sqrt}(\text{cov}(H));$

[0138] $T(5) = \text{mean}(I);$

[0139] $T(6) = \text{sqrt}(\text{cov}(I));$

[0140] $T(7) = \text{mean}(C);$

[0141] $T(8) = \text{sqrt}(\text{cov}(C));$

[0142] 在MATLAB环境下,利用save函数进行数据模型的存储,完成模板库的建立,对棒材端面字符图像求出能量、熵、相关性、对比度这四个标量的均值和标准差的八个特征参数值,求出待识别的棒材端面字符图像相对应的特征参数值,识别时使用load函数载入存储的特征信息参数值,其值与模板库中的特征数据进行比较,当求出的差值和越小说明棒材端面字符图像与模板库中的字符图像越相近,以这一标准为最终的匹配依据。

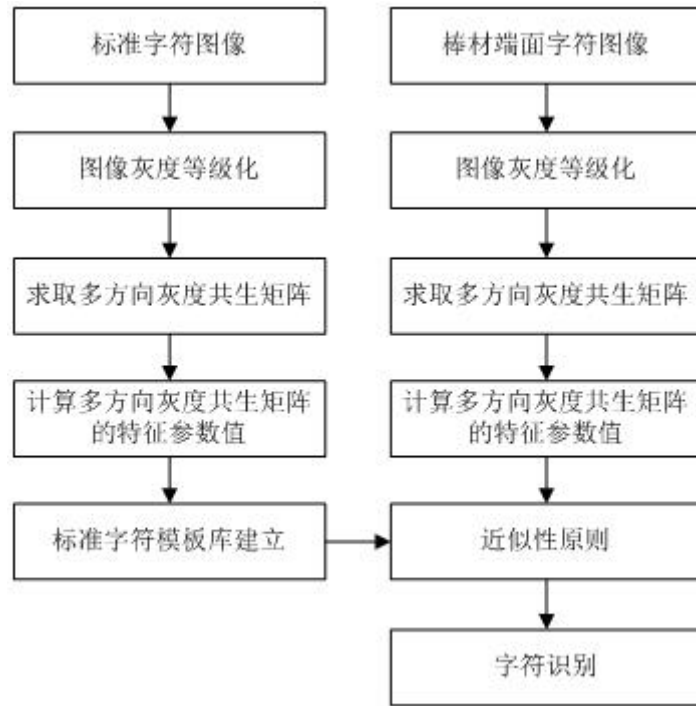


图1