

基于轮廓识别算法的棒材长度识别研究

郭广¹ 张芙蓉² 温红超¹ 刘春¹ 郝岳¹

(1 建龙西钢轧钢厂 黑龙江 伊春 153025; 2 上海宝信软件股份有限公司 上海 201203)

摘要: 本文基于轮廓识别算法, 将测试图像使用模板匹配进行具体分类, 判定识别场景的具体标线位置及图像预定阈值范围并将图像灰度化处理, 应用 OpenCV 的轮廓识别对像素点进行轮廓整理分类; 然后将得到的轮廓再次与对应横向标线进行比较, 得到每根棒材的具体长度, 通过对容器中识别到的棒材轮廓进行排序处理, 得到自下而上棒材序列, 对每根棒材进行输出。该算法应用到棒材精整区短棒材的识别长度和位置上, 可以大幅度减少因人工肉眼检测不合格棒材数量, 降低排查时间与难度, 并且该算法对人工的操作难度要求低, 具有处理时间短、操作简单、准确度高等特点。

关键词: 目标识别; 轮廓识别; 模板匹配; 图像降噪

0 引言

目前, 机器视觉检测技术向自动化、智能化与普适化方向发展, 其作为一种非接触检测手段也在各个领域得到了广泛应用。在钢铁生产过程中, 棒材的用量巨大, 通常采用大规模的专业化生产。

传统的轮廓识别对目标呈现的状态要求严格, 棒材类型的识别目标受客观因素影响大, 可能存在背景重叠、曝光干扰、反光、边缘轮廓模糊等图像质量问题, 对识别结果产生干扰大。如果选用深度学习模型进行训练从而识别全部棒材, 首先, 训练速度慢, 需要依赖大量的训练图像, 结果难以收敛, 并且很容易陷入局部极小点; 其次, 模型识别时间周期也较慢, 对摄像机随冷床滚动捕捉的图像不能及时处理, 会造成图像的缺失处理, 进而遗漏处理结果; 最后, 在模型训练过程中, 标签的位置和大小也没有确定标准, 由于本身棒材的样式长度具有多变性, 打标签也十分困难, 容易出现欠拟合或者过拟合等问题。基于此, 本文提供了一种基于轮廓识别算法的冷床处棒材长度识别算法。

1 研究现状

针对研究涉及内容分别对模板匹配、图像降噪、目标轮廓识别三方面研究现状进行分析。模板匹配是一种最原始、最基本的模式识别方法, 研究某一特定对象的图案位于图像的什么地方, 进而识别对象, 这就是一个匹配问题^[1]。模板匹配是图像处理中最基本、最常用的匹配方法。但模板匹配具有自

身的局限性, 主要表现在它只能进行平行移动, 若原图像中的匹配目标发生旋转或大小变化, 该算法无效, 在算法里主要应用模板匹配对图像场景进行判断, 进而获取棒材标线位置, 体现算法的灵活性, 适用于多场景, 利于泛化^[2]。

针对形状模板匹配算法^[3]在目标发生尺度变化时匹配效率低的问题, 有人提出了一种改进的多尺度形状模板匹配算法。离线过程中, 针对参考点和多尺度模板与目标的匹配不适应情况, 提出一种新的参考点选取方法; 在线过程中, 采用一种优先匹配策略, 确定该尺度层存在最佳模板的期望值, 并依此判断该尺度层模板参与匹配的必要性; 基于选取的最优参考点和优先匹配策略实现目标的高效匹配。且当目标发生平移、旋转和尺度等复杂变化时, 依然可以实现目标的精确匹配。

为了提升匹配速度和精度, 有人提出了一种改进模板匹配算法^[4]。该算法通过提供特征点的坐标, 可以计算出每个特征点的得分值, 并将其用于从输入图像中提取模板。

基于输入图像和另一幅图像之间的模板匹配, 使用暴力匹配算法在模板和匹配区域之间进行特征点匹配。该算法可以将高匹配数转换为高匹配质量^[5]。实验结果表明, 该算法匹配速度较快、准确度较好。在将图像根据阈值范围转换为二值图像后, 目标附近会出现许多不属于目标内部的噪声像素点, 如果不对其进行处理, 会对后续的目标轮廓识别造成干扰, 所以对图像噪点要及时进行处理。

2 算法设计

2.1 图像预处理

本文设计的算法对图像进行预处理,包括依赖 matchTemplate 进行模板匹配、对灰度图像采用膨胀和腐蚀进行降噪处理、依赖 findContours 进行轮廓识别。

2.1.1 matchTemplate 进行模板匹配

对于场景的识别确定依赖 OpenCV 内部封装的 matchTemplate() 算法,根据不同场景下的字母样式进行识别,进而确定棒材合格准线位置。

函数原型如下:

```
void matchTemplate(InputArray image,InputArray templ,OutputArray result,int method,InputArray mask=noArray());
```

image:输入图像,必须为8位或者32位的浮点型。

templ:用于搜索的模板图像,必须小于输入图像并且是一样的数据类型。

result:匹配结果图像,必须是单通道32位浮点型,且大小是 $(W-w+1) * (H-h+1)$,其中W、H分别为输入图像的宽和高,w、h分别为模板图像的宽和高。

method:模板匹配的方法。

2.1.2 区域膨胀和腐蚀

对于特定的识别目标——棒材,造成噪声的因素有很多,相似的背景、高曝光情况或者模糊边缘都可能造成轮廓识别产生误差,针对灰度图像的降噪处理采用图像的膨胀(dilation)和腐蚀(erosion),膨胀与腐蚀是两种基本的形态学运算,主要用来寻找图像中的极大区域和极小区域。膨胀与腐蚀的功能是消除噪声、分割出独立的图像元素,在图像中连接相邻的元素、求出图像的梯度^[6]。

膨胀类似于“领域扩张”,将图像的高亮区域或白色部分进行扩张,其运行结果图比原图的高亮区域更大,按数学方面来说,膨胀操作就是将图像(或图像的一部分区域,这里称之为A)与核(这里称之为B)进行卷积。核可以是任何的形状和大小,它拥有一个单独定义出来的参考点,这个点被称为锚(anchorpoint)。多数情况下,核是一个小的中间带有参考点的实心正方形或者圆盘,也可以把核视为模板或者掩码。

腐蚀类似于“领域被蚕食”,将图像中的高亮区

域或白色部分进行缩减细化,其运行结果图比原图的高亮区域更小,具体原理与膨胀实现原理相同,腐蚀可以看作膨胀的对偶操作。需要注意的是,腐蚀和膨胀是对白色部分(高亮部分)而言的,不是黑色部分,膨胀就是图像中的高亮部分进行膨胀,腐蚀就是原图中高亮部分被腐蚀,效果图拥有比原图更小的高亮区域。这样操作可以有效地排除因颜色、曝光等因素产生的噪点,实现棒材轮廓的有效识别。

同时算法还采用像素点梯度的计算来排除背景干扰。冷床上也存在类似棒材的背景,但是区别于棒材的是此轮廓趋于纵向,使用膨胀后的图像减去腐蚀后的图像得到差值图像,其被称为基本梯度图像。基本梯度图像是 OpenCV 中支持的计算形态学梯度的方法,此方法得到的梯度被称为基本梯度,通过该方法可以将一些纵向像素点屏蔽掉,得到更加精准的棒材轮廓^[7]。

2.1.3 findContours 进行轮廓识别

整体轮廓识别过程依赖 OpenCV 内部封装的 findContours() 算法。但依赖原本 OpenCV 封装的 findContours() 算法进行划分轮廓很容易受到噪声干扰,从而影响识别轮廓结果;并且 findContours() 只是找轮廓,而不是画轮廓。画轮廓是 drawContours() 函数,只不过 drawContours() 函数是以 findContours() 函数为基础进行画轮廓的。

函数原型如下所示:

```
findContours(InputOutputArray image,OutputArrayOfArrays contours,OutputArray hierarchy,int mode,int method,Point offset=Point());
```

image:单通道图像矩阵,可以是灰度图,但更常用的是二值图像,一般是经过 Canny、拉普拉斯等边缘检测算子处理过的二值图像。

contours:定义为“vector<vector<Point>> contours”,是一个双重向量(向量内每个元素保存了一组由连续的 Point 构成的点的集合的向量),每一组点集就是一个轮廓,有多少轮廓,contours 就有多少元素。

hierarchy:存储的是轮廓之间的层级关系,hierarchy 是一个 N*M 大小的矩阵,N 就是轮廓数量,M 固定等于 4。

CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE:一般是保留轮廓的终点坐标,近似矩形的左上角顶点坐标以及宽和高(x,y,w,h)。

CV_CHAIN_APPROX_NONE：存储所有的轮廓点，相邻的两个点的像素位置差不超过1。

2.2 算法步骤

本文算法实现原理流程如图1所示。

算法具体实现步骤如下：

(1) 根据被识别的区域实际情况，将选择的图像进行划分，主要是根据图像中代表不同区域的字母样式进行模板匹配识别，并对不同图像进行标线绘制预处理：在获取到图像后进行场景的判定，采用字母的模板匹配，因为模板选取时保存成字节形式消耗内存微小，所以封装在算法内部，不进行图像的外部读取，防止模板图像的误删除。在进行灰度处理后获取文字标记，将存储的模板字节恢复成图像形式并进行灰度处理，模板匹配过程相当于将模板图像作为滑块在目标图像上进行逐行滑动匹配，直至寻找到相符合位置。

(2) 对预处理后的图像进行畸变校正处理，使用图像扩充的手段保证图像分辨率的一致性：由于相机采用广角拍摄，拍摄到的棒材存在圆弧形变的现象，这对轮廓识别的影响很大，会产生轮廓阶梯状断层，因此首先将图像进行扩充边界处理，根据实际的拍摄角度确定畸变校正的细节参数。同时在函数参数列表中获取到输入图像，要对图像进行合理化的判定，设置全面的异常抛出，防止出现空图像情况，从而造成算法卡死，一定要保证识别的稳定性和系统的健壮性。

(3) 利用生成的轮廓容器，对容器内每个轮廓进行条件筛选（位置、大小、横向纵向像素差），符合

条件的轮廓视为棒材轮廓，其余轮廓不处理。对符合条件的轮廓定位其对应标线的位置，通过像素的差值以及位置的像素比例尺计算实际棒材长度。

(4) 在生成结果数组之前还要将轮廓容器再次筛选一遍，着重将标线范围外的轮廓与已有棒材轮廓进行试拼接，保证棒材轮廓识别的完整度。由于第一次进行轮廓的识别过程已经将结果数组填写了一部分，所以二次筛查的过程中主要是进行位置的匹配，数组中存储的不仅是识别到的棒材长度，还要保留边缘点的坐标，在进行匹配的时候只需要关注y值即可，计算拼接后长度只需要关注x值即可，因此一定要保证数组内的数据更新。如果出现第一次漏识别的情况，就需要根据二次确定的轮廓位置定位到相应的标线位置，计算出棒材的长度和位置坐标，从而在数组中新建下标进行存储。经过对断裂棒材轮廓进行拼接处理，得到的棒材结果数组也会比单次处理得到的结果数组更加精确完整。

在筛查过程中，对于符合拼接条件的轮廓，首先要判断已识别到的轮廓是否存在能与其拼接的，如果存在则将边界值（即棒材长度）进行更新，否则视为之前漏识别的棒材轮廓，重新建立一个轮廓位置进行存储数据。

(5) 符合上述条件的棒材轮廓即被记为结果棒材轮廓。为了方便观察结果，棒材排放次序必须预先进行规定，对结果数组中对应的y值采用冒泡排序，得到在图像上自下而上的棒材位置及对应长度数组作为输出：通过对轮廓内部点集进行排序，可以得到轮廓的中心位置和矩形边缘位置，这样对于y的排序也更加客观。

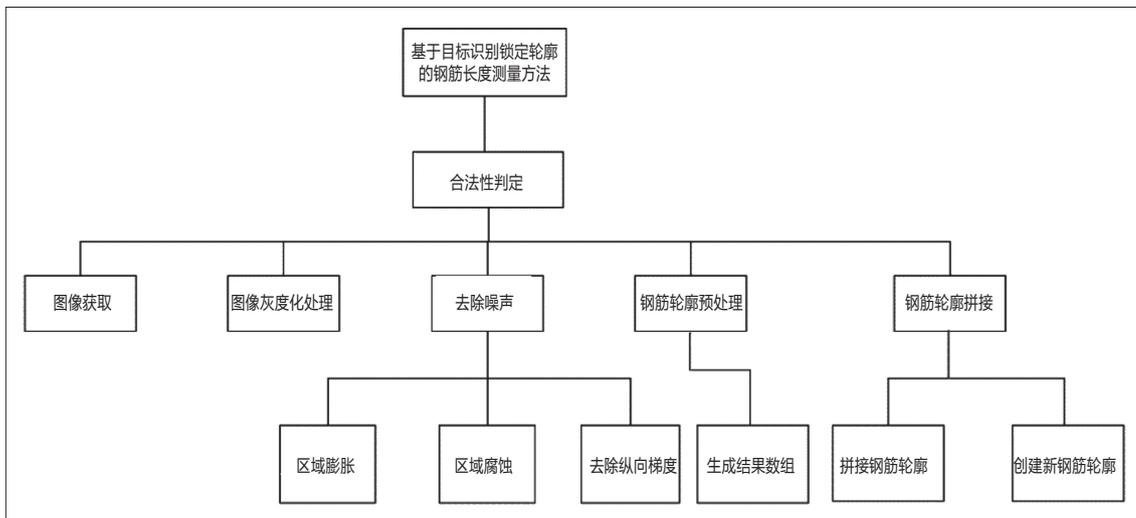


图1 算法构建框架图

3 实验

通过大量实际拍摄的冷床处棒材图像，对算法中参数信息进行调整，降低算法中循环在遍历中的使用频率、对图像进行预处理减少运算量、在循环中巧妙运用break、增加

异常处理防止死锁等待等方法优化算法,对单张冷床棒材图像处理时间在5.5~6.5s,符合判定标准。使用提升性能以及识别精度的算法对实际图像进行测试,评判结果在于是否能准确识别到区域内棒材的个数、长枝棒材和短枝棒材的个数,位置以及距离标线长度,结合评判结果最终算法的识别率可达85%以上。

实验过程涉及的识别图像有:(1)根据模板匹配获取不同场景下的字母表示,效果如图2所示。(2)根据不同场景绘制棒材合格标线位置,效果如图3所示。(3)根据阈值范围结合inRange处理后的二值图像,绘制棒材轮廓,效果如图4所示。

4 结语

本文提出了一种基于轮廓识别算法的冷床处棒材长度识别研究,根据模板匹配区分场景,确定不同场景下标线位置,输出图像中规定区域内棒材数量、不合格棒材位置、不合格棒材距离标线距离。基于模板匹配区分不同识别场景。由于应用算法是为了解决棒材长度是否合格,不同场景下标线存在差异,因此根据固定值进行比较划分算法的包容性就会大大降低,并且不符合实际生产的多样化,在识别前确定场景从而确定对应标线可以大大提升测量精度。算法考虑到计算机视觉的标尺误差,传统计算机视觉测量长度往往精确度得不到保障,因为同一图像存在着距离像素误差,即在图像上相同个数像素点在不同位置映射到现实中代表长度不同,增加均值计算和权重计算可以大幅度减少距离产生的视觉测量误差。



图2 模板匹配效果图

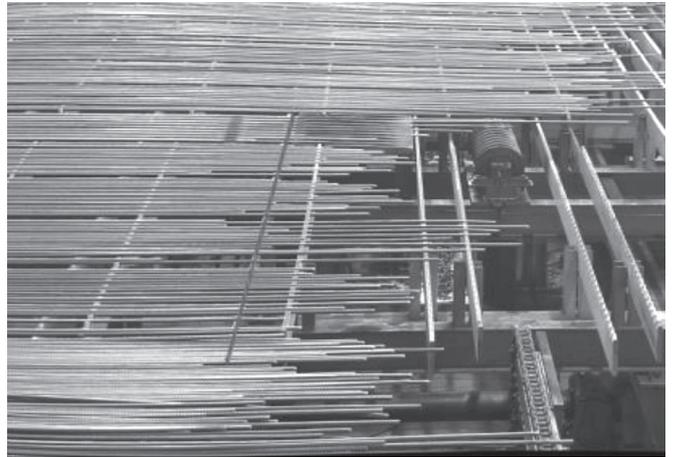


图3 标线绘制图



图4 棒材过长部分轮廓框选效果图

参考文献:

- [1] 郭强, 谢颖夫, 邵党国, 等. 局部二值模式超声斑点降噪[J]. 信息技术, 2016(12):112-115.
- [2] 冯炎. 基于局部对比度和相位保持降噪的古籍图像二值化算法[J]. 计算机应用与软件, 2022, 39(02):162-166+173.
- [3] 王凯, 余振军, 何显辉, 等. 改进的多尺度形状模板匹配算法[J]. 激光杂志, 2022, 43(04):82-87.
- [4] 朱鸣镝, 陈婵, 孙东岳. 基于特征点匹配的改进模板匹配算法[J]. 计算机与数字工程, 2022, 50(02):377-382.
- [5] 度国旭. OPENCV 轮廓识别研究与实践[J]. 装备制造技术, 2020(01):101-103+131.
- [6] 王庆阳, 张秀珩. 基于Canny算子的压缩机气阀边缘轮廓识别方法[J]. 机电工程技术, 2020, 49(08):23-25.
- [7] 余博文. 数字图像阈值分割研究与应用[J]. 科学技术创新, 2021(19):91-92.

作者简介: 郭广(1974.02-), 男, 汉族, 辽宁抚顺人, 本科, 工程师, 研究方向: 连续铸造。