# 足迹

1. **目标**

**通过图像处理，实现将足迹图像自动缩放到实际大小。**

1. **主要思路**

**利用霍夫变换检测图像中的刻度尺，对刻度尺进行分析，求出图中1cm间隔内包含的像素数，即图像像素距离，与实际像素距离28.3464578像素/cm作比，确定比例尺，将图像缩放到实际大小。**

1. **具体实现步骤及流程图**
2. **图像预处理**

**对输入足迹图像进行一系列预处理，从中提取出刻度尺。**

**1）利用霍夫变换检测直线，将图像中的刻度尺初步修正至水平；**

**2）去除原图像原有的白边或在修正旋转过程中产生的黑边，避免后续对刻度尺的检测产生干扰；**

**3）在上一步基础上利用霍夫变换检测尺子位置，并将刻度尺提取出来;**

**4）利用霍夫变换，再次修正刻度尺至水平方向。**

1. **求取图像像素距离**

**对刻度尺进行二值化，并依据黑色像素在二值图像中所占比例对尺子性质做出判断，分为黑尺和白尺。分类讨论，对黑尺、白尺采取不同的处理策略，求取图像像素距离。**

****

图1 第二部分流程图

**I黑尺**

**1）从刻度尺的二值图像中提取出刻度线区域；**

**行遍历刻度尺的二值图像，如果某行白色像素所占比例在某一范围内，就认为该行是刻度；如果连续n行都满足上述条件，且n大于阈值T，则认为该区域为刻度线区域。从刻度尺的二值图像中将该区域提取出来。**

1. **对刻度线进行去毛刺和补缺损处理，提高后续检测精度；**

**二值图像中刻度线为白色，背景为黑色。**

**去毛刺：搜索每列，如果有连续白色像素且个数小于N，则认为是毛刺。将其灰度值设为黑色，即去除毛刺。**

**在去毛刺基础上，补缺损，方法与去毛刺类似。**

**补缺损：搜索每列，如果有连续黑色像素且个数小于N，则认为是缺损（孔洞）。将其灰度值设为白色，即修补缺损。**

1. **通过在刻度线二值图像上寻找黑白交界处，确定每个刻度线的位置，并用最小二乘法拟合，计算图中刻度尺1cm距离内所包含的像素个数a0。**

**在用最小二乘法计算图像像素距离时，从增加样本基数、剔除异常数据、增加样本间隔三个方面减小误差、提高精度。**

**增加样本基数：要分情况处理，对于较宽的刻度尺，可取（2d+1）行数据；对较窄的刻度尺，只取最中间行数据；**

**剔除异常数据：在原始样本基础上通过最小二乘法算出初步估计值，以此为参考剔除异常数据；**

**增大样本间隔：从1mm提高到1cm，计算10个刻度，即1cm间隔内包含的像素个数。**

**II白尺**

**1）调高阈值，重新二值化；**

**2）从刻度尺的灰度图像中提取出刻度线区域；**

**行遍历刻度尺的二值图像，如果某行白色像素所占比例在某一范围内，就认为该行是刻度；如果连续n行都满足上述条件，且n大于阈值T，则认为该区域为刻度线区域。从刻度尺的灰度图像中将该区域提取出来。**

1. **通过在灰度图像上寻找局部极小值，确定每个刻度线的位置，并用最小二乘法拟合，计算图中刻度尺1cm距离内所包含的像素个数a0。**

**在用最小二乘法计算图像像素距离时，从增加样本基数、剔除异常数据、增加样本间隔三个方面减小误差、提高精度。**

**3、缩放图像**

**经过上述步骤求得图中刻度尺10个刻度间隔内，即1cm距离内所包含的像素数a0。而实际距离与像素的换算关系为72像素/英寸，即28.3464578像素/cm。**

**1）确定比例尺scale=28.3464578/a0，即实际像素距离与图像像素距离之间的比例关系；**

**2）利用比例尺将图像缩放到实际大小。**

1. **结果**

**以欧码40码，即脚长25.5cm为例，按28.3464578像素/厘米换算，25.5cm=722.83pixel。**

**分析处理得到的实际大小足迹图像，误差统计如下：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 误差\图像 | 足迹1 | 足迹2 | 足迹3 | 足迹4 | 足迹5 | 足迹6 |
| 像素 | 1.377 | 6.477 | 1.173 | 1.377 | 3.927 | 1.377 |
| 长度（mm） | 0.486 | 2.28 | 0.414 | 0.486 | 1.39 | 0.486 |
| 百分比 | 0.191% | 0.896% | 0.162% | 0.191% | 0.543% | 0.191% |