

图像处理在车厢定位中的研究^①

周 诚

(中南大学 软件学院, 长沙 410075)

摘 要: 针对企业获取电煤煤样的现状, 为实现电煤的全自动化采样, 利用图像处理技术研究了车厢定位算法。该算法首先利用背景差分法、改进的 Canny 边缘检测算法等多种手段得到汽车区域图, 再结合汽车实际的尺寸最终得到车厢区域图。经过多年采样表明该算法的准确率高, 解决了取样过程中人为因素的问题。本算法对采样领域的自动化生产具有重要意义。

关键词: 背景差分; 图像投影; canny; 边缘检测; 阈值

Car Position Locating Method Based on Image Processing

ZHOU Cheng

(School of Software, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: According to the situation of coal samples, in order to achieve the full automation of coal samples, this paper proposes a locating method based on image processing for car positioning. First, this method uses of background-subtraction, image projection method, the improved Canny-edge-detection algorithm and other means to get auto maps, then combined with the size of cars to get the actual regional map. After years of sampling show that the high accuracy of the algorithm, the sampling process to resolve the issue of human factors. The method is important for the sampling the field of automated production.

Key words: background-subtraction; image projection; canny; edge detection; threshold.

在电厂等使用电煤的企业, 准确获取电煤品质是企业所面临的一个重要课题, 而在获取煤样的过程中, 如何保证煤样的代表性是这个课题的重中之重。目前企业对煤质的分析, 主要包括采样、制样、化验 3 个环节, 因此误差也主要来源于这 3 个环节。从统计角度来看煤质分析的总误差有 80% 来源于采样, 而制样和化验加起来才占 20%。因此目前的采样自动化过程严重制约了采样的公正性、代表性^[1]。

由于汽车车厢背景的复杂性与车厢种类的多样性, 本系统开发前没有一个可用的智能化的车厢定位方法。目前图像边缘检测算法有基于扫描行、基于神经网络、基于数学形态学等几大类, 结合这些方法与各种优化算法又派生出多种检测算法。经过现场实验发现这些算法都能在一定的条件下能够实现车厢定

位, 但都存在比较大的局限性^[2,3]。而且采样现场都在室外, 受天气、时间、汽车种类等客观因素的影响, 车厢定位非常不理想。基于背景差分和图像边缘检测的车厢定位算法就是在这种背景下进行研究和开发的, 该算法实现了对汽车车厢主体的自动识别, 改变了传统的车厢识别必须依靠人识别的现状, 极大的降低了采样过程中的人为干预, 具有很强的现实意义。

本文算法首先利用图像灰度化、背景差分法、图像投影等预处理得到包含汽车的区域; 然后再利用改进的 Canny 边缘检测算法对汽车的边缘特征进行边缘检测, 得到汽车的边缘轮廓; 再与前面得到的汽车区域相与, 得到汽车的区域图。最后根据车厢的具体值进行校验修正, 并去除汽车头部区域, 最终得到车厢所在的区域。

① 收稿时间:2010-12-02;收到修改稿时间:2010-12-31

1 背景差分预处理

1.1 图像灰度化

由于在汽车进场之前和进场之后都会进行图像采集,这时候采集的原始彩色图像需要转换成灰度图像。由于两个图像时间间隔比较短,因此采用 RGB 分量值和 YUV 颜色空间之间的公式就可以得到灰度图像 Gray1(进场前的灰度图)和 Gray2(进场后的灰度图)。图像进行灰度处理的数学公式如下:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

1.2 动态阈值的背景差分法

考虑到背景的纹理信息并不复杂,阴影内部边缘较少,而边缘信息主要集中在外轮廓位置。因此这里采用了背景差分算法消除了一些汽车周围的无关的背景。该算法与光源照射角度关系不是很大,可以消除目标各个方向的大部分阴影。

背景差分法类似于图像减法运算,由于基本背景差分法存在对于复杂的环境则不是很实用的缺点,因此这里采用了动态阈值的背景差分算法。在这里由于图像已经灰度化了,因此两幅图像的差分算法就是点点相减,考虑到汽车车煤的特殊性,煤相对于其它物体灰度值偏小,因此数学公式有了相应的改动,公式如下:

$$B(i, j) = \begin{cases} 1, & (Gray1(i, j) - Gray2(i, j)) > (T + \Delta T) \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

$$\Delta T = K \times (\overline{Gray1} - \overline{Gray2})$$

其中, T 是固定灰度阈值,其大小决定了识别目标的灵敏度, ΔT 就是根据灰度图像 Gray1 和 Gray2 的不同位置的灰度值动态修改的阈值,最后二值图 B 中值为 1 的区域就是检测到的目标区域,就是包含汽车车体的区域。 K 为抑制系数,可以根据实际应用的需求设置为某个值, $\overline{Gray1} - \overline{Gray2}$ 表示灰度图像 Gray1 和 Gray2 的平均灰度之差。

ΔT 反映了环境的整体情况,随着灰度图像 Gray1 和 Gray2 的平均灰度之差变化而变化,从而有效的抑制了光线变化的影响,因此结果比基本的背景差分法有所提高。

1.3 图像投影

由于二值图 B 是包括汽车车体的区域,因此根据二值图 B 进行 X 轴和 Y 轴方向的分别进行投影,得到的二值图 B 在 X 轴和 Y 轴的投影就是包括汽车车体在内的图像区域在 X 轴和 Y 轴的投影。经过多次实验发现,由于现场情况、阴影等多方面的因素,二值图 B 在 Y 轴方向的投影与汽车实际在 Y 轴方向的投影之间

不是很一致,而二值图 B 在 X 轴上的投影与汽车实际在 X 轴上的投影则比较一致。因此经过图像的投影得到了包含汽车在内的图像区域 $(x1, y1), (x2, y2)$ 。

2 改进的Canny边缘检测算法

边缘检测是图像处理的重要基础,是后续图像识别和图像理解的前提。图像边缘有方向和幅度 2 个属性,沿边缘方向像素变化平坦,垂直边缘方向像素变化剧烈。边缘上的这种变化可以用边缘检测算子检测出来,目前常用的有 Roberts 算子、Sobel 算子、Prewitt 算子、Canny 算子等,经过试验,最后本文采用了改进的 Canny 边缘检测算法进行边缘检测。

在 Canny 算法中,给出评价边缘检测性能的 3 个标准为:高信噪比、高定位精度、单一边缘响应。因此 Canny 算子的边缘检测步骤如下:用高斯滤波器平滑图像、用一阶偏导的有限差分计算梯度的幅值和方向、对梯度幅值进行非极大抑制、用双阈值算法连接边界。其中影响最后检测的边缘信息结果的是需要确定的是高斯滤波器的 σ 参数和双阈值参数。

由于前面已经得到汽车的大致区域 $(x1, y1), (x2, y2)$,因此该区域以外的部分可以确定不存在汽车。因此再对这个图进行边缘识别结束后,首先去除该区域以外的部分。

2.1 平滑图像

首先采用高斯平滑滤波器进行平滑图像,公式如下:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$

其中,参数 σ 是高斯函数的标准差,其决定了图像平滑的平滑度。高斯平滑滤波器的大小会直接影响 Canny 算法的结果。较小的滤波器产生的模糊效果也较少,这样就可以检测较小、变化明显的细线。较大的滤波器产生的模糊效果也较多,这样的结果就是对于检测较大、平滑的边缘更加有用。

经典的 Canny 算法中参数是由预先设定,但在实际利用中很难找到合适的 σ 值。在这里为了克服这个缺点,本系统做了如下改进:可以认为图像 $G(x, y)$ 是由边缘区域 $G_b(x, y)$ 和非边缘区域 $G_n(x, y)$ 组成。当图像 $G(x, y)$ 中的噪声很少,其中边缘区域 $G_b(x, y)$ 由于除了边界点外,还存在其它物体的像素点,因此该区域的灰度平均值与边界像素点的灰度平均值之间就存在一个较大的差值,而且局部方差也会比较大,因此比较适用较大的 σ 值。而对于非边缘区域 $G_n(x, y)$ 而言,则

每个像素点的灰度值都与整个区域的平均灰度值接近,局部方差也近视为0,此时比较适用较小的 σ 值。当图像 $G(x,y)$ 中的噪声比较多的时候,边缘区域 $G_b(x,y)$ 和非边缘区域 $G_n(x,y)$ 的噪声都比较多,两个区域中的每个像素点之间的灰度平均值和局部方差之间都存在一个较大的差值,此时比较适用较大的 σ 值。因此为了达到更好的实际应用效果,参数 σ 值必须根据图像的具体情况选取。经过分析,局部方差更能反映局部图像噪声和边界信息情况,而且越是噪声多、边界的区域的局部方差越大,因此这里选择局部方差作为参数 σ 的度量参数,公式如下:

$$D = \frac{1}{m \times m} \sum_{m=1}^{m \times m} (G(x, y) - \overline{Gray})^2$$

$$D_{\max} = \max(D)$$

$$\sigma = K \frac{D}{D_{\max}}$$

其中, \overline{Gray} 为窗口的平均灰度值, D 为窗口的局部方差, D_{\max} 为局部方差 D 中最大方差, m 为窗口的大小,参数 σ 为图像的平均方差, K 为修正系数,经过试验得知, K 取 (1.0, 1.1) 时候,检验结果比较合适。通过算法改进,既增加了算法适应性,同时也保留了更多的边界信息。

2.2 高低阈值获取

在利用 Canny 算法进行边缘检测的时候,高、低阈值的选取直接决定了检测到的边界信息的多少和边界信息的连续性。其中高阈值控制着边界信息检测的多少:当高阈值小,则保留的边界信息越多,但伪边界信息也增加;相反伪边界信息会减少,但也会丢失一些实际的边界信息。因此为了得到有效的边界信息,高阈值的选取就不能只从图像的局部考虑,还要从图像的整体考虑,才能得到更多的有效的边界信息,也才符合边界检测的目的。通过前面分析可知,局部方差和平均灰度值都能反映图像的变化,其中局部方差反映的是图像的局部变化情况,而平均灰度值比较反映图像的整体变化情况,因此选择局部方差和平均灰度值都作为高阈值选取的参数,公式如下:

$$T_h = K \frac{D}{\overline{Gray}}$$

其中, \overline{Gray} 为窗口的平均灰度值, D 为局部方差, K 为修正系数,经过试验得知, K 取(0.3,0.5)时候,检验结果比较合适。再根据公式 $T_h \approx 2T_l$, 可以得到 T_l 。

3 汽车区域图定位及车厢定位

通过前面利用背景差分法得到的图像区域,与利

用改进的 Canny 算法得到的汽车边缘信息,进行逻辑“与”就得到了一个汽车区域图,然后利用形态学的方法去除孤立的噪声就可以获得比较完整的汽车目标。

由于每辆汽车的尺寸不同,车头和车厢的比例也有所不同,因此即使得到了汽车区域图后,依然不能得到车厢的尺寸,这些信息必须从实际中获取,因此必须引入实际的汽车尺寸信息,进过一定的计算,对前面获取的汽车区域图进行校验修正,最终得到的区域图才是系统要求的车厢区域图。

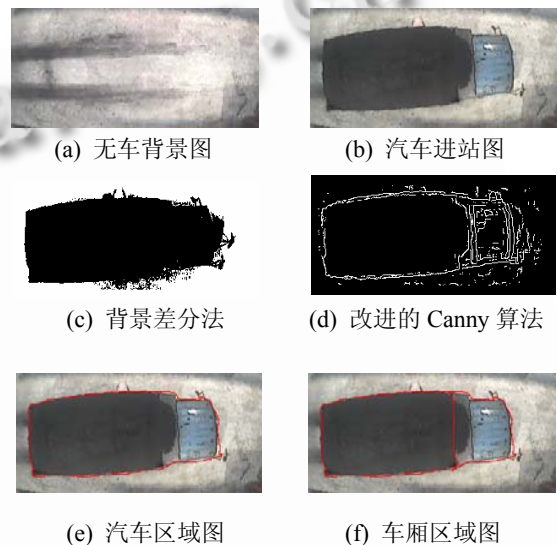


图1 背景差分和图像边缘检测结果图

4 结语

针对电煤采样的特殊环境,本文提出了一种基于背景差分和图像边缘检测的车厢定位算法。通过多种图像检测算法以及最后的车厢校验修正,最大限度的避免了由于不同条件下引起的图像对比度低等因素的影响,提高了车厢定位的准确性。

经过黄石西塞山电厂3年多的现场采样证明,该算法能很好的实现了在复杂情况下车厢的准确定位的问题,具有较好的现实意义和推广价值。

参考文献

- 1 张炎,谢恩情.煤炭人工采制样常见问题及对策.煤质技术,2005,4:56-58.
- 2 宋莹,陈科,等.基于图像分块的边缘检测算法.计算机工程,2010,36(14):196-197.
- 3 袁小平,童敏明,等.图像处理在煤矿工业电视图像报警中的应用研究.计算机工程与设计,2008,29(18):4833-4835.