

自动浇注铁水液位高度实时图像处理方法的研究*

薛迎成¹, 潘俊民²

(1. 盐城工学院 电气工程系 江苏 盐城 224003 2. 上海交通大学 信控系 上海 200030)

摘 要 针对现有浇注系统存在的问题, 提出了全新的基于边界法的快速图像处理方法。基于边界法的图像处理方法不仅可以较准确地求出液面的高度, 同时可估算出液柱的大小(流量)和液面的波动情况, 而且消除了液柱的干扰信息(传统面积法将液柱的面积也算在内), 求得的液面高度较准确地反映了实际液面高度, 符合系统实时控制的要求, 最终实验取得了较好的控制效果。

关键词 图像处理; 自动浇注; 液位高度

中图分类号 TP272

文献标识码 A

文章编号 1671-532X(2002)03-0004-04

1 浇注系统图像处理算法要求^[1]

图 1 为自动浇注系统的结构图。从图中可以看出该系统包括: 图像获取及处理部分, 控制算法部分。其中, 摄像机拍摄浇口杯浇注时的图像, 该图像经图像采集卡送入计算机, 计算机经图像处理计算出液体高度、流量、液面波动系数, 然后按一定的控制规则进行实时决策, 求出相应控制量输出给电机, 电机转动带动塞杆上下运动, 改变铁水的流量, 从而调节浇口杯的铁水液位高度。

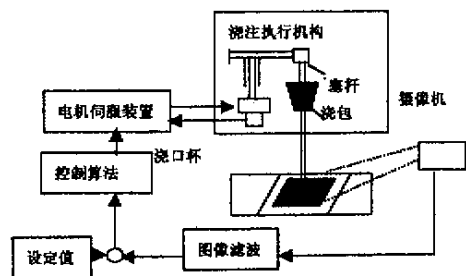


图 1 浇注系统结构图

Fig. 1 Block diagram of Auto-Pouring system

在得到数字化的图像之后, 需要从图像中识别感兴趣的信息, 将图像中有意义的特征或者需要应用的特征提取出来。自动浇注系统要求尽量准确地求出液面高度、流量、液面波动情况, 同时

要消除液柱、液滴的干扰。对于实时控制来说, 必须要考虑图像处理的速度。主机从图像采集卡^[2]取图像数据开始, 经过图像处理、控制算法到控制量的输出, 必须在较快的时间内(80 ms 之内)完成, 太慢则系统反应速度慢, 关断时易溢出, 控制效果变差。

采用 CCD 图像液位检测技术虽较好地实现高温金属熔液液位的非接触检测和控制, 但这种方法容易受到液柱飞溅、烟尘、孕育剂产生的弧光以及工作环境的背景光线的干扰, 所有这些因素都会对 CCD 摄像机产生干扰, 影响图像的质量。因而如何消除这些噪声干扰来获得高质量的图像是测量液面高度的关键。此外, 若为了消除干扰而采用过于复杂的图像处理方法, 则处理时间长, 很难满足实时处理的要求。因此, 如何简化处理方法, 提高处理速度是图像处理的另一个难点。本文对上述问题进行了深入研究。

2 浇注时铁水液面特征分析

将浇注过程液面的变化情况记录下来, 分析图像的特征。图 2 是浇注液面的一种典型情况, 图 3 是二值化后的情况, 图 4 也是二值化后一种典型情况。从图中可总结液面特征如下:

* 收稿日期 2002-05-23

作者简介: 薛迎成(1969-)男, 江苏盐城市人, 盐城工学院讲师, 硕士, 主要研究方向为智能控制与应用、机器人控制、生产过程控制等。



图2 实时浇注图像

Fig.2 The real time pouring image



图3 液面图度的求取

Fig.3 Obtain the iron level

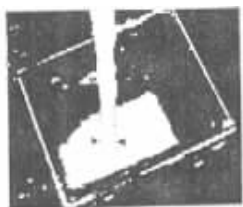


图4 流量的求取

Fig.5 Obtain the flux

(1)当铁水在浇口杯内的液位高度不同时,其白色部分的面积也不相同,二值化的图像亮点数和铁水液位高度的平方近似成正比。

(2)流下的液柱开始浇注时较粗,并随着流下量的大小粗细变化。液柱对计算液面高度起干扰作用,如果采用求面积的方法,求得的液面高度就会不准确。

(3)液面亮度随温度的变化而变化、有波浪、溅滴等干扰。

(4)从二值化的图像可看出,图像下方开始的液面较平稳,这是因为摄像头与浇口杯有一定的角度,存在视角的死角,所以当看到有白色图像时,液面高度已经是满高度的30%。

(5)可间接地利用液面与容器的相交线来反映液位的实际高度,液面上端黑白交界处(边缘点)随液面的高度的变化而变化,当液面上升时,边缘也一起上升,当液面下降时,边缘也一起下降,这同时也反映了液面面积和液面高度。本文就是利用这个边缘来求液面高度的。

(6)肉眼观察与摄像头取图像的差别:①人

眼可观察到液面的3~4面的边缘信息,由于角度的关系,摄像头取图像一般只看到1~2面的边缘信息,其中一部分边界还被液柱所阻挡,人眼更易判断液面的准确高度。②摄像头取图像不清楚、模糊,并有干扰的条纹。③通过实验,如果放大摄像头取图像,人眼就更易判断液面的高度。

3 边界法图像处理算法

3.1 二值化后液面图像的特征^[3]

为了看得清楚,在图4中画出了满高度时的液面图像轮廓,液面图像周围的白色线条就是满高度时的液面图像;图中的虚线将图像分成二部分,这二部分的边界点的坐标都包含了液面高度的信息,可以充分利用它们的信息,如可用来消除干扰,当液面边界被部分挡住时,可用其它的边界点的信息恢复,不影响液面高度计算,而且得到的液面边界点越多,其计算的液面高度越能反映实际情况。另外液面的波动情况可用二边界的高度差来简单表示。

3.2 图像的二值化^[4~5]

二值化的关键是自动找一个切割阈值。方法可分为基于局部的阈值选取方法和基于全局的阈值选取方法。

在数字图像处理中,更多的是利用图像灰度直方图的形状信息来得到切割阈值。对比度良好的图像的直方图(如图5)是双峰曲线,一个峰集中了背景的像元,一个集中了目标的像元,它们之间的谷底就是切割阈值。



图5 浇注图像的直方图

Fig.5 The histogram of pouring image

由于实际的铁水的亮度远大于背景,浇注图像的直方图是双峰曲线,如图3、图4所示,受图像处理速度的限制,本文采用固定域值进行二值化,在实验条件下,可采用手动调节的方法。

3.3 液面高度的求取^[6~7]

浇口杯边界线位置就反映了液面的实际高

度,当交界线的位置(液面的)大于满高度时液面的上边界线时,铁水溢出,本文只对边界点进行旋转处理,图像处理时间大大减少,叙述如下:

在满高度图像范围内从下向上扫一列,再从下向上扫第二列,从下向上扫三列,这样从左到右依次扫描,如图 4 所示,每一列扫到边界点就记录下对应的点的数目、该点的坐标,如果边界点在如图 4 所示的虚线上(为满高度时矩形的对角线)则从下向上扫描的过程结束,开始从左到右的扫描,否则继续一列一列的上下扫描,对扫描到的每一点,将该点围绕图像的中心旋转一角度(旋转图像如图 6),使边界线水平,这个角度用液面满高度时的图像预处理求得,可当作常数使用,记录下旋转后的该点 y 坐标,它代表了液面的高度,将得到所有边界点旋转后的 y 坐标值求平均值,这个平均值减去满高度时液面图像的底线(旋转后)就是液面的高度值,为简化起见,可与满高度时的值相比,得到百分比高度,满高度时的值在图像预处理后得到。



图 6 旋转后的图像

Fig.6 The rotation of the imag

从左到右的水平扫描与垂直扫描一样,如图 4 所示。

3.4 流量的求取

由于重力的作用,流下的液柱一般是垂直的,这样当我们在满高度图像范围内从下向上扫描时,如果扫到满高度时,还没找到边界点,则为流下的液柱,如图 3、图 4 所示。虚线范围就是流下的液柱的大小,两虚线之间距离反映了实时浇注的液体流量。

3.5 液滴的消除

通过分析图像的特点,可以发现图像下方开始的液面较平稳,因为摄像头与浇口杯有一定的角度,图像下方有大片稳定的白色区域,采用从下向上扫描时,当扫描到第一点时,就结束一列扫描,再扫下一列,一直到扫完,这样可有效的防止块状液滴和浇注液柱引起的误差。因为液柱图像也是白色,并与液面相交,这样扫描时,从上扫到

下,无符合条件的边界点,如图 7、图 8 所示。

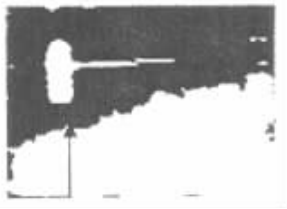


图 7 块状液滴的消除

Fig.7 Clear the small dripping block

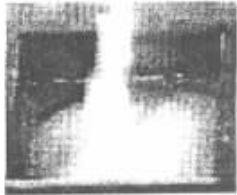


图 8 浇注过程的动态图像

Fig.8 The Auto-Pouring dynamic image

4 实验结果

控制回路包括 CCD 摄像头,图象采集卡、计算机、北京众人精密测控技术公司的 PS-2304 数字量输入输出接口卡组成。PS-2304 数字量输入输出接口卡直接插在计算机的插槽上。系统用它来控制步进电机的运动方向和脉冲输出。

由于在实验室的条件下,我们没有砂模的流水线,无法实现有规律地将砂模送到浇包的下面,所以也不可能根据所浇砂模的个数来在线调整实际的参数。我们的实验用水融性的白色涂料模拟铁水,有机玻璃模拟砂模和浇口杯。

静态的比较:采用白纸慢慢地移动,使关心窗口的白色部分如下表,面积法和边界法测得液面高度如表 1 所示:

表 1 静态的比较

Table 1 Dynamic comparism

实际值/%	0	20	40	60	65	70	75	80	96	100
面积法/%	3	19	39	58	63	68	74	78	94	95
边界法/%	0	20	40	59	64	69	74	79	96	100

从表中看出,两种方法在静态时测得的液面高度差不多,面积法的数值稍小,原因是二值化后一部分的像素被置零,而边界法相对置零的像素只要不在边界上,影响很小。面积法在液位满时,由于周围环境的灰度值发生了巨大的变化,由黑变白,摄像头得到的图像的平均灰度值也发生了巨大的变化,引起二值化后,较大部分的像素被置

零 ,面积当然变小。而边界法采用不同的算法 ,单独判断全黑、全白的情况 ,减少了误差。

动态的比较 :将浇注过程的图像记录下来 ,如图 8 所示 ,图 9 为二值化的图像 ,采用人工判断边界测得液面实际值 ,对于同一浇注图像 ,采用面积法和边界法测得液面高度为表 2 所示 :

表 2 动态的比较

Table 2 Static Comparison

实际值	54%
面积法	60%
边界法	53%

由于面积法将浇注部分都计算进去 ,所以求得的液面高度偏大 ,相对而言边界法较准确。



图 9 二值化后的动态图象

Fig.9 The binarization of dynamic image

5 结论

本文针对现有浇注系统存在的问题 ,从影响自动浇注的控制效果关键因素——图像处理出发 ,提出了全新的基于边界法的图像处理方法 ,基于边界法的图像处理方法不仅可以求出液面的高度 ,同时可估算出液柱的大小(流量)和液面的波动情况 ,为控制决策提供有力的信息 ,而且具有一定的抗干扰能力 ,消除了液柱的干扰信息(传统面积法将液柱的面积也算在内) ,求得的液面高度较准确地反映了实际液面高度 ,基于边界法的图像处理方法计算速度快 ,算法简单可行 ,能在 80 ms 内完成图像处理过程 ,符合系统实时控制的要求 ;如图 10 得到较好的控制效果。

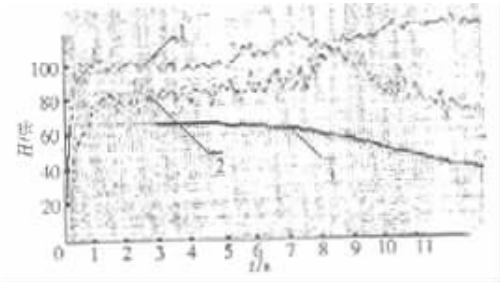


图 10 自动浇注控制曲线

Fig.10 The curve of the pouring system

参考文献 :

[1] 曹雄坤.自动浇铸计算机控制系统[D].上海 :上海交通大学 ,1999.
[2] 潘志扬,潘俊民.基于双内存的图形采集卡的设计[J].电子技术应用 ,2000 (11) 3.
[3] 李介谷.计算机视觉的理论和实践[M].上海 :上海交通大学出版社 ,1999.
[4] 张远鹏,董海,周文灵.计算机图象处理技术基础[M].北京 :北京大学出版社 ,1996.
[5] 吴健康,肖锦玉.计算机视觉基本理论和方法[M].北京 :中国科技大学出版社 ,1998.
[6] 吴健康.图象处理与分析[M].北京 :人民邮电出版社 ,1995.
[7] 田捷,沙飞,张新生.实用图象分析与处理技术[M].北京 :电子工业出版社 ,1999.
[8] Avi - Itzhak H I , Mieghem J A V , Rub L. Multiple subclass pattern recognition : A maximin correlation approach[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence ,1995 ,17(4) 418 - 431.

A New Iron Leve High-Speed Image Process
for Automatic Pour System

XUE Ying-cheng¹ ,PAN Jun-min²

(1. Department of Electric Engineering of Yancheng Institute of Technology ,Jiangsu Yancheng 224003 ,China 2. Department of Electric and information of Shanghai Jiaotong Uuniversity ,Shanghai 200030 ,China)

Abstract :This paper provides a new high-speed image process based on boundary method .This method not not only eliminates the disturbance of the metal stream but also gets a rather exact iron level and flux in the pouring cup .Laboratory experiments proved that this method has gained good control effect .

Keywords :Auto-Pouring ; image process ; iron level