

智能图像检测在活塞在线分选中的应用

The Application of Intelligent Image Detection in Piston Online Selection

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院;3.长春工业大学 焦圣喜^{1,2,3} 韩立强^{1,2,3} 岳晓峰³ 王平凯³

JIAO SHENGXI HAN LIQIANG YUE XIAOFENG WANG PINGKAI

摘要:基于某活塞生产厂的活塞在线检测需求,本文将机器视觉检测技术应用于活塞在线视觉检测分选中,开发出一套智能图像检测系统。该系统将VB与图像传感器相结合,充分利用VB和智能图像传感器的特点,使检测系统操作简单、高效精确。在检测中,主要应用了模板匹配原理对图像进行识别。该图像检测系统满足了生产实际的需求,提高了生产效率,减轻了工人的劳动强度,实现了活塞的在线检测与分选。

关键词:机器视觉;智能图像检测;在线分选;模板匹配;混合中心矩函数

中图分类号:TP391.41

文献标识码:B

Abstract:On the basis of the need of piston online inspection of a piston factory, machine vision inspection technology has been used in piston online visual selection and an intelligent image detection system has been developed. Visual Basic has been combined with the intelligent image sensor in the system, the characteristics of VB and the intelligent image sensor have been made the best use of, and the system has been made easy be used and with high efficiency. Template match principle has been mainly used to do image recognition in detections. The system has met the need of the factory's production, the production efficiency has been improved and labour intensity has been lowered, online detection and selection of pistons have been realized.

Key words:Machine vision;Intelligent image detection;Online selection;Template match;Mixed central moment function

技术创新

引言

某一活塞生产厂,为国内一些汽车厂配套生产发动机活塞。由于活塞生产量很大,工人的劳动强度较高,因工人视觉疲劳时有出现活塞分选错误。为保证活塞分选质量,减轻工人劳动强度,活塞厂提出“用机器视觉技术检测和分选活塞”的技术改造项目。

1 智能图像检测与分选系统

图1为活塞在线分选系统简图,图2为在线分选系统程序流程图。当活塞在传送带上到达触发位时,光电触发开关触发,智能传感器拍摄图像、对获得的图像进行处理并根据检测结果输出具体操作指令。

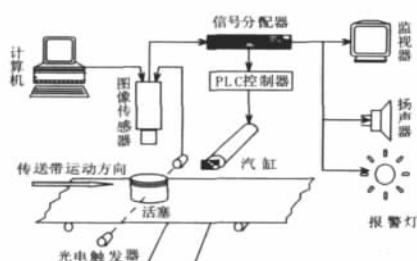


图1 在线分选系统简图

对同一种活塞,当其在正位及出现旋转时,系统都能准确

快速将其识别出来,VB界面中的指示灯为绿色。当检测到的活塞不合格时,扬声器及信号灯报警,VB界面中指示灯为红色,同时信号分配器输出指令使PLC控制汽缸完成一次推动,将不合格的活塞分选出。

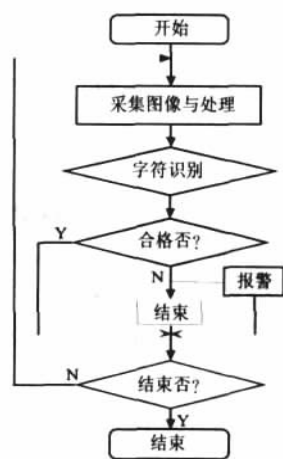


图2 在线分选程序框图

2 智能图像检测

2.1 VB与SmartImage Sensor的融合

智能图像传感器(SmartImage Sensor)是一种集成式机器视觉组件,它集成了光源、摄像头、图像处理器、标准的控制与通讯接口。利用上位机可以将图像处理算法下载到视觉传感器的程序存储器中完成各种运算功能。

焦圣喜:博士研究生 讲师

基金项目:吉教科合字(2004)第22号

VB具有与 SmartImage Sensor 实现数据通讯的接口技术,通过研究实现了二者的功能融合,开发出的应用系统能够实现快速智能检测。DVTSID ActiveX Control 是实现数据通讯的关键控件,实现数据通讯的 VB 程序如下:

VB 与 SmartImage Sensor 数据通讯

```
Private Sub DataLink_DataArrival pos = InStr (Data, vbCrLf)
    (ByVal bytesTotal As Long) If (pos < 0) Then
        Dim strData As String txtData.Text = Mid(Data, 1, Len
        (Data) Dim Data As String - 2)
        Dim pos As Long Data = ""
        DataLink.GetData strData, vbString End If
        Data = Data + strData End Sub
```

2.2 智能图像识别方法

本文研究的智能图像检测系统,是为满足活塞厂在线检测活塞开发的。对于活塞厂生产的某些特定型号与特定字符的活塞,通过模板匹配方法实现了对活塞的识别。活塞上的躲避坑和特定字符是图像识别的主要对象。

2.2.1 模板匹配原理

将尺寸为 $P \times P$ 像素的模板 T 叠放在尺寸为 $Q \times Q$ 像素的被搜索图 S 上(如图 3 所示),模板覆盖下的子图为 S^{ij} ,其中 i, j 为子图 S^{ij} 左上角像素点在被搜索图 S 中的坐标值。子图 S^{ij} 与模板 T 的差异可以用子图 S^{ij} 与模板 T 各对应点 (p, q) 灰度差的平方和 $D(i, j)$ 评定。

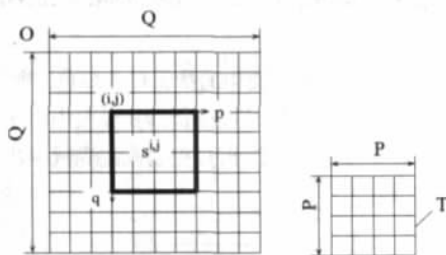


图 3 模板匹配图

$$D(i, j) = \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P [s^{ij}(p, q) - T(p, q)]^2 \quad (1)$$

式中 $S^{ij}(p, q)$ ——子图 S^{ij} 在 (p, q) 像素点处的灰度值; $T(p, q)$ ——模板 T 在 (p, q) 像素点处的灰度值。将式(1)展开得

$$D(i, j) = \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P [s^{ij}(p, q) - T(p, q)]^2 = 2 \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P s^{ij}(p, q) T(p, q) + \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P [T(p, q)]^2 \quad (2)$$

式中第 3 项表示模板的总能量,是一个与子图 S^{ij} 位置无关的常量;第 1 项是模板覆盖下的那块图像的能量,它随子图 S^{ij} 位置变化而变化;第 2 项既与子图 S^{ij} 各点的灰度值有关,也与模板 T 各点的灰度值有关,随着模板 T 在被搜索图 S 上移动,第 2 项变动最大,因此可以用归一化相关函数 $R(i, j)$ 作模板匹配相似度的测度,即

$$R(i, j) = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P s^{ij}(p, q) T(p, q)}{\sqrt{\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P [s^{ij}(p, q)]^2} \sqrt{\sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^P [T(p, q)]^2}} \quad (3)$$

式中 $R(i, j)$ 为模板 T 平移至 S^{ij} 处,并与 S^{ij} 作相似度计算的取值($0 < R(i, j) \leq 1$),此值愈大,就表明模板 T 在点 (i, j) 与被搜索图像 S 的匹配程度越高,相似性越大。

2.2.2 活塞的识别方法

经区域分割和轮廓跟踪可分别求得活塞顶面躲避坑及特

征字符的区域图和轮廓特征图形。采用区域矩函数对图形进行量化计算判别。用区域矩表征目标,也就是在目标区域灰度已知的前提下,利用目标区域的灰度分布构造各阶矩来描述目标的灰度分布特性及边缘形状。

设 $f(i, j)$ 是图(a,b)所示区域灰度的二值图像,式中 $i, j=1, 2, \dots, s_x$ 。由概率论与数理统计理论知,它的 $u+v$ 阶混合中心矩为

$$\bar{m}_{u,v} = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^s f(i, j) (i - \bar{i})^u (j - \bar{j})^v \quad (4)$$

式中 (i, j) ——特征图形的灰度质心位置坐标。根据上述中心矩函数定义,1962 年 M K Hu 又进一步构建了下列具有平移不变性质和旋转不变性质的混合中心矩函数 M 并将其应用于区域目标的识别,取得了较好的识别效果

$$M_1 = \bar{m}_{20} + \bar{m}_{02} \quad (5) \quad M_2 = (\bar{m}_{20} - \bar{m}_{02})^2 + 4\bar{m}_{11}^2 \quad (6)$$

$$M_3 = (\bar{m}_{30} - 3\bar{m}_{12})^2 + (3\bar{m}_{21} - \bar{m}_{03})^2 \quad (7) \quad M_4 = (\bar{m}_{30} - \bar{m}_{12})^2 + (\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03})^2 \quad (8)$$

$$M_5 = (\bar{m}_{30} - 3\bar{m}_{12})(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})[(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})^2 - 3(\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03})^2] + (3\bar{m}_{21} - \bar{m}_{03})(\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03}) \quad (9)$$

$$\times [(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})^2 - (\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03})^2]$$

$$M_6 = (\bar{m}_{30} - \bar{m}_{02})[(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})^2 - (\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03})^2] + 4\bar{m}_{11}(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})(\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03}) \quad (10)$$

$$M_7 = (3\bar{m}_{21} - \bar{m}_{03})(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})^2 + [(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})^2 - 3(\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03})^2](\bar{m}_{30} - 3\bar{m}_{12})(\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03}) \quad (11)$$

$$\times [(\bar{m}_{30} + \bar{m}_{12})^2 - (\bar{m}_{21} + \bar{m}_{03})^2]$$

式(5)~(11)中, $\bar{m}_{20}, \bar{m}_{02}, \bar{m}_{11}, \bar{m}_{30}, \bar{m}_{03}, \bar{m}_{12}, \bar{m}_{21}$ 等均可由式(4)

计算求得。从提高识别精度和运算速度考虑,选择了对轮廓跟踪图形比较敏感,同时计算又比较简便的混合中心矩函数 M_6 作为识别函数。分别选取躲避坑特征图形及字符特征图形,对其进行区域分割并求得轮廓跟踪图像(如图 a,b 所示)。



(a) 活塞躲避坑的特征图像、区域分割及轮廓跟踪图像

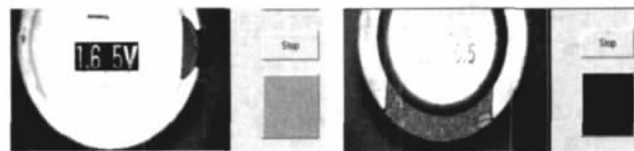


(b) 字符的特征图像、区域分割及轮廓跟踪图像



(c) 活塞的跟踪识别结果

计算活塞顶面躲避坑轮廓图形及字符轮廓图形的混合中心矩函数值,通过匹配实现了对活塞的识别,实现检测及跟踪情况如图(c,d)所示。



(d) 活塞检测合格与不合格的结果显示

3 结束语

本文研究开发的智能图像检测系统已经在某活塞生产厂的活塞检测线上投入了使用。活塞厂生产实践表明,该智能图像检测系统实现了高识别率低报错率,满足了生产实际的需求,提高了效率,减轻了工人的劳动强度,受到了活塞厂的好评。(下转第 10 页)

可以同步,在输入与输出不同步模式下对 DAQmx Trigger.vi 进行设置就可以实现不同的输入方式,例如预触发,后触发,数字触发,模拟触发,上升沿触发,下降沿触发等等。

在输入与输出同步方式下由于输入与输出共用时钟所以可以达到输入与输出同步的目的,其操作界面如图 5。

2.2.4 信号的分析与处理

Labview 中集成了许多分析工具,如信号发生、频域分析、数字滤波、时域分析等。我们只需要简单的调用这些分析 VI 即可完成分析功能。

3 结论

本系统根据实际情况选择了液压控制器辅助控制系统的硬件配置,利用 Labview 平台编写了液压控制器辅助控制系统的软件系统,大大简化了源程序的开发,实现了多数字和模拟通道的同步输出及多传感器同步采集功能,将多路数字、模拟输出和多传感器信息在同一界面显示,人机交互界面直观友好,在实测试验中,取得满意的测试效果。

本文的创新点在于:采用了先进的虚拟仪器技术,根据实际情况快速稳定的完成硬件系统搭建和软件编写,实现了多路数字和模拟通道的同步输出及多传感器同步采集功能,使原有液压控制器性能大幅提高,为用户节省了时间,节约了成本。

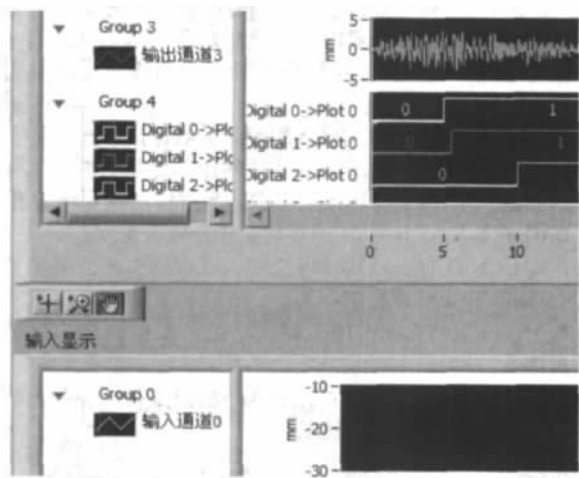


图 5 实验控制界面

参考文献

- [1]杨乐平,李海涛,赵勇,杨磊,安雪滢.LabVIEW 高级程序设计[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [2]侯国屏,王,叶齐鑫.LabVIEW 编程与虚拟仪器设计[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3]joyce Van de Vegte.数字信号处理基础[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [4]杨乐平,李海涛,杨磊. LabVIEW 程序设计与应用[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [5]洪俊,芮筱亭,杨富锋.基于 Labview 的动态压缩装置测试系统[J].微计算机信息,2006,10: 255-257

作者简介:许景林,男,1981,硕士,机电一体化;姚进(1958-),男,四川省成都市人,四川大学制造科学与工程学院机械系博士,教授,研究领域:机器人与机电一体化,CAD/CAE/CAM。
Biography: Xu jinglin, male, 1981, master, Integration of Mechanics and Electrics; Yao Jin (1958-), Male, Sichuan Province, Sichuan University, Doctor, Major Research in Robot, Integra-

tion of Mechanics and Electrics, CAD/CAE/CAM

(710065 成都 成都市四川大学制造学院)许景林 姚进 任德军 (school of Manufactruing Science and Engineering of SiChuan university) Xu JingLin Yao Jing Ren DeJun
通讯地址:(710065 成都市四川大学制造学院 05-1 硕信箱) 许景林

(收稿日期:2008.1.5)(修稿日期:2008.3.5)

(上接第 20 页)

本文作者创新点:本文充分利用 VB 与智能图像传感器的特点,开发了一套智能图像检测系统,系统操作简便、检测准确高效。

参考文献

- [1]DVT FrameWork. SmartImage Sensors Installation & Users Guide. DVT Corporation,2003
- [2]李齐,刘志文.基于自适应模板的图像跟踪算法[J].微计算机信息,2004,20(9):21~22
- [3]Prased L, Lyenar S. High performance algorithms for object recognition problem by multi resolution templat matching. IEEE International Conference, 1995(7): 362~365
- [4]许承德,王勇.概率论与数理统计(第三版).北京:科学出版社,2000
- [5]孙即祥,王晓华,钟山等.模式识别中的特征提取与计算机视觉不变量.北京:国防工业出版社,2001
- [6]Steven Jordan,牛力等.Visual Basic6 编程宝典.电子工业出版社,2005

作者简介:焦圣喜(1969-),男,吉林省吉林市人,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所博士研究生,长春工业大学讲师,主要从事计算机视觉及智能检测方面的研究工作;韩立强(1956-),男,吉林省长春市人,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所博士生导师、长春工业大学教授,主要从事计算机视觉及智能检测方面的研究工作。

Biography: Jiao ShengXi (1969-), male, born in JiLin city, JiLin Province, Ph.D candidate student of Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science, Research area of Computer Vision and Intelligent image detection; Han LiQiang (1956-), male, born in ChangChun city, JiLin Province, Doctoral advisor of Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science, Professor of Changchun University of Technology, Research area of Computer Vision and Intelligent image detection.

(130033 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)

焦圣喜 韩立强

(100049 北京 中国科学院研究生院)焦圣喜 韩立强

(130012 长春 长春工业大学)焦圣喜 韩立强 岳晓峰 王平凯
通讯地址:(130033 吉林 吉林省长春市经济技术开发区营口路 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所学生公寓 A 座 126 室)焦圣喜

(收稿日期:2008.1.5)(修稿日期:2008.3.5)

《现场总线技术应用200例》已出版,
每册定价 110 元(含邮资),汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息杂志收 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)