

基于机器视觉的零件表面缺陷检测系统的设计

(陕西铁路工程职业技术学院,陕西省渭南市,714000) 徐立青

摘要 针对汽车零件表面质量高效率、高精度检测的需求,本文利用机器视觉检测系统采集零件表面图像,并整体设计了机器视觉检测系统,通过对比分析确定高速CCD相机为图像采集装置,选择LED光源为照明光源,并设计了光源补偿方式正交试验,通过试验确定了红色LED光源环形照明方式为本装置的打光方式。

关键词 汽车零件;机器视觉;表面缺陷检测

中图分类号:F407.471 文献标识码:B
文章编号:1008-0899(2024)04-0043-03

受限于当前的机械制造技术和工艺水平,以及操作者生产水平,在生产及加工汽车零件的过程中,常常会使零件出现各种缺陷,例如零件尺寸偏差、表面划痕、碰伤、裂缝、污染等,这些有缺陷的零件可能会导致汽车在运行中出现故障,不仅会影响汽车的使用寿命,甚至会对驾驶者产生安全威胁,因此在生产过程中必须对零部件进行缺陷检测。但是传统的缺陷检测都是通过人工来完成的,一方面,受主观因素影响较大,不能够保证检测的效率与准确度,另一方面,检测工作量大,劳动强度高,人工成本高。国家十四五规划中明确提出制造业要朝着数字化、智能化的方向发展,而人工检测大大阻碍了汽车制造业的数字化、智能化转型升级。综上所述,研究高效、智能的零件缺陷检测技术意义非常重大。为实现自动化检测,本文设计了一套零件缺陷检测系统。

1 国内外研究现状

国外对机器视觉的研究开始较早,目前该技术在电子、汽车、食品、汽车等工业领域广泛应用。英国汽车公司开发出了一套机器视觉系统,可以实现

对车身轮廓的精度进行在线检测,美国邦纳公司开发出一套基于机器视觉的零件质量检测系统Banner iVu,用来检测零部件表面是否有划痕、碰伤、裂纹、烧蚀等缺陷^[1-2]。

相对于国外的研究而言,我国开始研究机器视觉技术较晚,但是发展非常迅速,有着较好的发展势头。为实现快速检测发动机连杆表面是否有缺陷,浙江工业大学研发了一套嵌入式机器视觉自动检测系统,该系统已应用于大众汽车发动机总装生产线,检测效果较好。武汉大学的厉晓飞等设计出一套零件缺陷在线检测平台,可获取零件缺陷的个数、大小和最大缺陷的位置等信息^[3]。袁纵青开发了一种汽车零部件字符检测系统,可实现零件字符和冲孔的检测^[4]。鲁亚云提出一种基于机器视觉的检测方法,提高了发动机涡轮增压器轴承缺陷检测结果的准确率^[5]。王金成等人设计了一套汽车零件在线检测系统,应用效果较好^[6]。

2 基于机器视觉的零件表面缺陷检测系统的设计

缺陷检测系统具体的检测参数有:零件缺陷的数目、零件缺陷的大小、零件缺陷的位置和检测时间。

具体的检测要求如下:

- (1)合格性判定:对每个零件测试后,都要给出判定结果,即零件合格或不合格;
- (2)数据存储和查询:参数自动存储到电脑;
- (3)检测速度:大于10个/秒;
- (4)检测精度:0.1mm;
- (5)适应性:在普通制造车间,24h全天候均可测试。

针对以上检测要求,本文设计了一种基于机器

作者简介:徐立青(1989~),女,汉族,山东聊城人,硕士研究生,讲师,研究方向:机电一体化技术。

基金项目:陕西铁路工程职业技术学院科研项目“基于机器视觉的精密零件表面缺陷检测技术的研究”(KY2022-12)

表1 因素水平表

水平	因素			
	光源类型	光源颜色	光源轴线与工件的角度	光源与工件的距离(cm)
1	条形光	红色	30°	20
2	环形光	白色	45°	30
3	面光源	蓝色	90°	40
4	同轴光	黄色	背光	50

表2 光照补偿正交试验表

序号	光源类型	光源颜色	光源轴线与工件的角度	光源与工件的距离/cm	空列
	A	B	C	D	
1	1(条形光)	1(红色)	1(30°)	1(20)	1
2	1	2(白色)	2(45°)	2(30)	2
3	1	3(蓝色)	3(90°)	3(40)	3
4	1	4(黄色)	4(背光)	4(50)	4
5	2(环形光)	1	2	3	4
6	2	2	1	4	3
7	2	3	4	1	2
8	2	4	3	2	1
9	3(面光源)	1	3	4	2
10	3	2	4	3	1
11	3	3	1	2	4
12	3	4	2	1	3
13	4(同轴光)	1	4	2	3
14	4	2	3	1	4
15	4	3	2	4	1
16	4	4	1	3	2

视觉的零件表面缺陷检测系统,硬件结构主要包括高速CCD相机、传动系统、光电开关以及合适的照明光源、计算机等。

2.1 工业相机的选型

要想快速、清晰地检测零件缺陷,必须先获取高质量的图像,而这就需要选择合适的工业相机,因此,相机是该系统中最重要部件之一。而工业相机选择的基本原则就是:对同一个检测目标来说,所选用的相机分辨率越高,则采集图像的分辨率和精度越高。根据感应芯片方式的不同,工业相机划分为CMOS相机和CCD相机两大类,CCD相机是线阵相机,扫描方式是隔行扫描,分辨率高,而CMOS相机是面阵相机,属于逐行扫描相机,分辨率较低,这两种相机的特点以及使用场景各有不同,通过综合分析,结合缺陷检测任务以及系统检测要求,本文中的采集相机选择高速CCD相机。

2.2 光源的选择

为了使视觉系统整体运行良好,设计优质和均匀的外部光源是十分必要的。选择和设计光源系

统的规律和原则主要包括以下几个方面:增强待处理的物体特征;减弱非检测目标的物体和降低相关噪声;不引入额外的干扰特征。

典型的光源有LED光源、荧光灯、卤素灯、激光灯等,通过对光源特点进行综合比较分析,荧光灯的优点是发光效率高、光照均匀,但是荧光灯的寿命只有5 000~7 000h,寿命较短,并且稳定性较差;卤钨灯优点是成本较低、照明度充分,但是稳定性差,寿命短;激光灯高度高、射程远、稳定性好,但是不能根据实际需求定制形状尺寸;相较而言,LED光源制作技术成熟,亮度可调节,并且形状尺寸、照射角度灯都可以自行设计调整,另外,还具备可利用控制器进行控制、成本低、稳定性好等优点,目前的机器视觉系统的光源大多采用LED。综合汽车不同零件的实际形状,需要合理设计光源,因此本文中采用LED灯作为系统的补光源。

2.3 光照补偿方式正交试验设计

LED光源种类较多,常用光源有点光源、面光源、条形光源、环形光源、同轴光源等。其中点光源

是由单颗灯珠发出的光,可用于检测玻璃内部是否有缺陷、芯片焊接等情况;条形光源是将灯珠排成长方形,可以灵活地设计补光角度,常用于物体表面是否有划痕,以及零件边缘的检测;同轴光是用一块分光镜制成,反射光和相机在同一轴线上,可以有效克服反射光对图像采集的影响,因此多用于高反光的零件物体表面是否有缺陷的检测;环形光源是将灯珠排列成环形,可以实现多角度照射从而减少阴影,并且能够突出物体的立体信息,常用于电路板等物体的外观检测。

在选择光源时,要根据需要检测的缺陷类型,以及系统的检测技术要求,合理设计光源照明方式,并结合试验中采集到的图像质量确定。针对本课题中所涉及的几类缺陷情况和待检测工件表面反光的特点,本文设计了光源及补偿方式的试验。采集图像质量的影响因素有:A光源品种,B光源颜色,C光源轴线与工件角度,D光源与工件的距离,每个因素均提取4个水平,其因素水平表如表1所示。

根据因素个数和水平数,不考虑交互因素对图像采集质量的影响,选择正交表 $L_{16}(4^5)$,光照补偿方式正交试验表设计如表2所示。

选取100个有缺陷的汽车零件进行图像采集,样本中包含的缺陷种类有点状缺陷、划痕、压痕等,通过对比试验,利用红色环形光源的打光方式较利

于图像采集,因此选择红色环形光源进行光照补偿。

3 结语

本文对机器视觉系统进行了整体设计,首先确定了硬件的整体组成包括高速CCD相机、光源补偿装置、零件放置台、传动系统、计算机等;然后通过对比分析确定了LED光源作为系统的照明光源;最后利用正交试验确定了红色环形打光的光照补偿方式。

参考文献

- [1]李克斌.基于机器视觉的汽车涡轮壳零件表面缺陷检测[D].南京航空航天大学,2019.
- [2]张腾.基于机器视觉的汽车冲压件表面缺陷检测技术研究[D].北京理工大学,2018.
- [3]厉晓飞.基于机器视觉的汽车零件缺陷检测技术研究[D].武汉理工大学,2012.
- [4]袁纵青,徐惠钢,谢启.基于机器视觉的汽车零部件检测系统设计[J].仪表技术与传感器,2020(08):57-60+76.
- [5]鲁亚云,潘江如,何龙.基于机器视觉的汽车发动机涡轮增压器轴承缺陷检测方法[J].自动化与仪器仪表,2020(04):25-29.
- [6]王金成,刘兴.基于机器视觉技术的汽车制造零件检测系统[J].汽车工艺与材料,2023(07):68-72.

国外研究表明木卫三存在矿物盐和有机物

意大利国家天文物理研究所(INAF)的科研团队,借助美国航空航天局(NASA)“朱诺”木星探测器,成功在木卫三表面上发现矿物盐和有机化合物存在的证据。相关研究成果发表于《自然·天文学》杂志上。

木卫三是太阳系中最大的卫星,因其表面可能提供关于外太空环境和生命存在的线索而备受科学家关注。2021年6月,“朱诺”木星探测器以最低1046公里的高度飞掠木卫三,其搭载的Jiram木星极光红外成像仪成功获取了其地表的红外图像和光谱数据。这些数据不仅揭示了氯化盐、碳酸盐等盐类化合物的存在,还检测到了脂肪醛等有机化合物。发现表明,在木卫三演变历史中,可能发生了液态水和岩石地幔之间的广泛接触,为科学家们研究木卫三提供了新线索。

科研人员同时指出,由于木卫三拥有厚厚的冰壳,因此当前观察到的地表组成不一定代表其冰下及内部的化学成分。欧洲航天局2022年发射的“Juice”探测器或有望为木卫三研究提供更多的数据信息。

(摘自科技部网站:https://www.most.gov.cn/gnwkjdt/202401/t20240116_189492.html)