

机器视觉科教实验系统



合作方式与核心竞争力.....	1	
成功案例	2	
机器视觉基础实验方案		
机器视觉教学实验箱	5	
机器视觉开放创新运动实验系统	7	
线阵检测视觉实验系统.....	9	
三维视觉技术实验方案		
被动式立体视觉实验系统	13	
主动式立体视觉实验系统	16	
激光三维扫描立体视觉实验系统	19	
彩色线阵双目扫描立体视觉实验系统	22	
机器人视觉技术实验方案		
基于视觉的四轴机械手定位吸取系统	24	
基于视觉的六轴机械手定位扫描系统	26	
基于 2D 和 3D 视觉的联合机械手定位检测系统	28	
基于双目视觉的六轴机械手物料分拣系统	30	
多机器人协作教学实验系统	32	
高级视觉算法应用系统方案		35
基于 DeepLearning 的药片缺陷检测分类系统	34	
基于深度学习的四轴机械手缺陷分拣系统	36	
基于偏折法的镜面物体缺陷检测系统	37	
机器视觉实验平台部件.....		41
翻拍台	40	
便携式翻拍台	40	
平移运动实验平台	41	
数控平移台	42	
旋转运动实验平台	43	
轻便型旋转实验平台	44	
滚筒实验平台	45	
高速滚筒实验平台	46	
双侧打光滚轴实验平台	47	
传动带实验平台	48	
双目立体实验平台	48	

开篇语



成立于 1991 年的大恒图像公司，是国内较早从事图像处理和机器视觉行业的公司。自成立之日起，公司一直坚持走以技术开发为主的道路，致力于机器视觉领域的技术创新及产品研发，拥有众多自主知识产权的机器视觉产品。其产品不仅在工业领域得到了广泛应用，例如半导体行业、印刷行业、铁路行业、纺织行业、制药行业等，在教育及科研方面，公司与国内各大高校及科研院所也建立了深入的合作关系。

机器视觉技术起源于国外，最初应用主要集中在工业领域。作为有着“世界工厂”之称的中国，近些年已经逐渐成为全球机器视觉行业最大的应用市场。机器视觉应用越来越广泛，随之而来的是对机器视觉行业人才需求的急速增长，因此国内各大高校及科研单位也开始注重机器视觉人才的培养，逐步开设数字图像处理、机器视觉相关课程及相关研究方向。由于机器视觉在国内起步较晚，主要发起于企业，高校对如何开展教学没有可参考的依据，而且作为以应用为主的学科，更重要的是没有标准的专业的机器视觉教学实验仪器或者设备来辅助教学。

机器视觉行业的发展离不开专业的人才，如何让最新的机器视觉技术快速在高校及科研机构得到普及，是国内所有机器视觉企业不可推卸的责任。作为国内较早从事机器视觉的公司，大恒图像近年来一直加大对机器视觉教学实验设备的研发投入，先后与国内多所高校建立了合作关系，建立机器视觉联合实验室，不断增大产学研合作力度，充分发挥企业和高校各自的特长，推进机器视觉技术的发展和人才培养。

本着辅助教学、引导实验、面向应用、深入浅出的原则，切合高校及科研机构的实际教学情况，大恒图像设计了一系列科教实验系统及相关配套教材，为高校及科研机构的机器视觉人才培养贡献一份绵薄之力。

合作方式与核心竞争力

丰富的配套资源

- 独一无二的机器视觉算法
- 全面的教学演示训练系统软件

完整的文档资料

- 系统说明书
- 实验指导书
- 教学、科研和项目等方案

灵活的方案系统

- 从基础到高级的完整科教实验系统方案

优质的售前售后服务

- 一对一、面对面的培训服务
- 24 小时现场问题快速响应

全面的战略合作

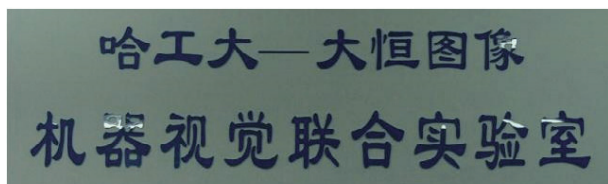
- 建立校企战略合作关系
- 提供更多的工业现场实习机会

雄厚的综合能力

- 近三十年的行业积累经验分享
- 不断更新完善的实验系统



成功案例



哈尔滨工业大学



南京理工大学



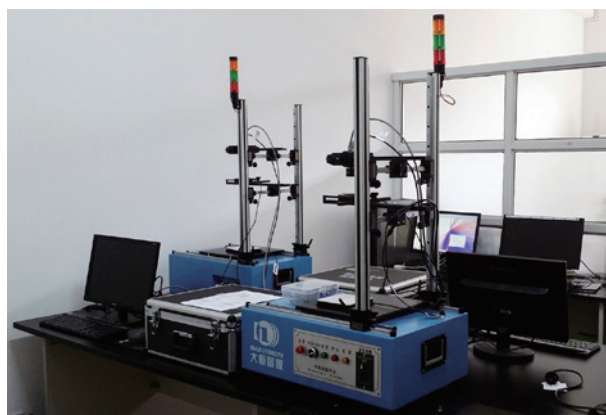
华北理工



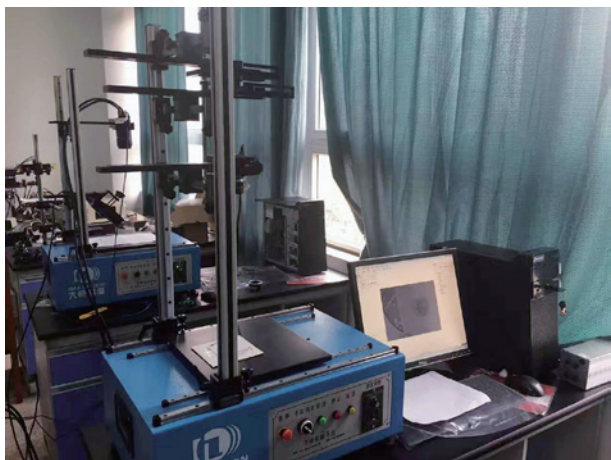
上海工程技术大学



天津大学



江南大学



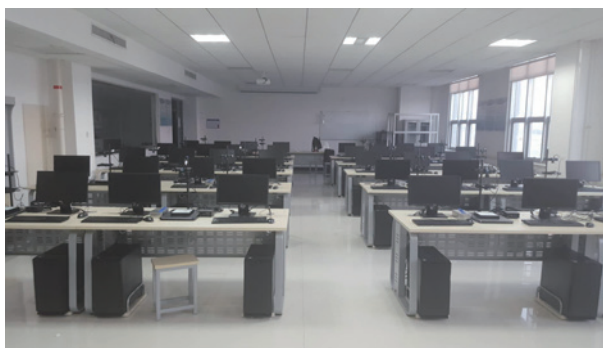
成都电子科技大学



杭州电子科技大学



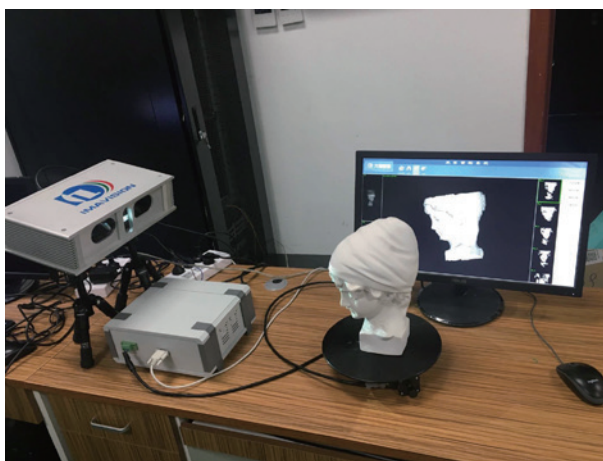
兰州石化职业技术学院



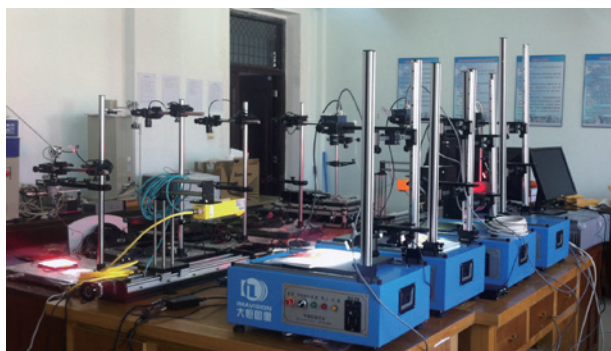
天津理工大学中环信息学院



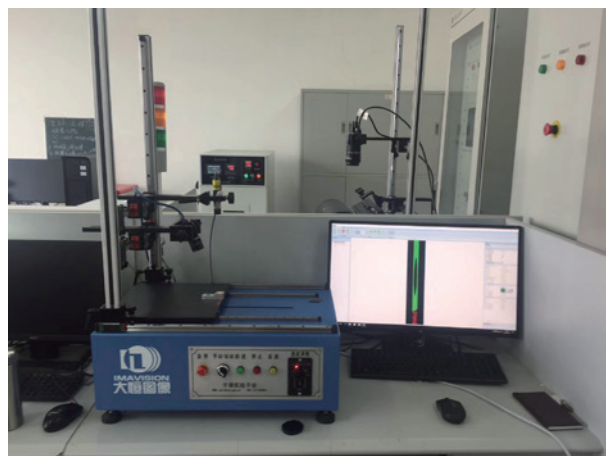
南京航空航天大学



合肥工业大学



东北石油大学



齐鲁工业大学



常熟理工学院

机器视觉教学实验箱

机器视觉教学实验箱是大恒图像公司针对高校学生学习掌握机器视觉技术及工业客户进行项目评估而开发的一套便携实验箱，也可以作为《数字图像处理》、《机器视觉》、《视觉测量》等课程的实验教学设备。

使用机器视觉教学实验箱的用户通过选择不同的相机、光源、镜头配合 HALCON 软件使用，可迅速搭建一个完整的图像采集系统，对被测物进行拍图实验并完成算法验证，从而快速进行项目评估。此外，为了让机器视觉初级用户对机器视觉检测系统有全面而深入的了解，实验箱提供了多个典型机器视觉检测案例实验，包括一维码识别、二维码识别、模板匹配、零件分拣、印刷检测、颜色识别等。这些检测项目在各自行业中都是比较典型的，因此在这些检测项目中使用的方法可以推广到类似的行业中。通过对这些检测项目的学习，可以让初级用户能够快速地掌握机器视觉技术。



相机支架、光源支架的高度和角度
可灵活调整



软件界面友好，支持二次开发



开放函数级的算法源码，流程清晰
明了



提供在线帮助，学习者可深入了解
每个函数的具体作用



适合不同知识层面学习者的实验



实验案例

实验箱提供了一个基于 HALCON 算法库开发的软件演示平台，平台内包含了机器视觉领域中常用检测算法的应用案例，包括基础类（图像点运算、图像滤波、图像分割和几何变换）、标定类（相机标定）、测量类（标定测量、一维测量和二维测量）、颜色类（HSV 颜色识别和 MLP 颜色识别）、识别类（一维码识别、二维码识别和 OCR 识别）、匹配类（模板匹配和 3D 匹配）、检测类（划痕检测和印刷检测）和分类器类（零件分拣和形状分类）共 8 大类 19 个应用实验示例。每个实验都配备有相应的被测物，用户可以自己搭建整个系统。



系统组成

序号	主要组件	数量
1	实验箱体	1
2	面阵相机	1
3	百万像素镜头	1
4	环形光源	1
5	面阵光源	1
6	HALCON 图像处理软件	1
7	教学演示软件	1
8	标定板	1
9	被测样品	若干

机器视觉开放创新运动实验系统

随着机器视觉在中国市场的蓬勃发展，其应用已覆盖科研、工业、农业、医药、军事航天、天文气象、智能交通、国防安全等国民经济的各个行业。为了培养更多的人才来满足这个市场的需求，许多高校也纷纷增设了“机器视觉”、“图像数字处理”、“视觉测量”等研究方向。

大恒图像提供的机器视觉开放创新运动实验系统可作为以上相关研究方向的教学设备，实验者通过实际操作平台提供的各类视觉实验，可充分了解一个视觉检测系统所应具备的几种基本构成元素，同时也可以掌握视觉检测项目涉及的一些常用算法。



相机支架、光源支架的高度和角度可灵活调整



平台运动速度可手动调整，以满足不同检测速度的仿真



可实现功能扩展



配备平面背光和低角度环形光，可实现多种打光方式



配有编码器、磁性传感器、IO卡以及报警装置



软件界面友好，支持二次开发，并且提供《机器视觉算法与应用（双语版）》经典教材，实现理论与实践高度统一



适合不同知识层面学习者的实验



开放函数级的算法源码，流程清晰明了，并且提供配套运动控制软件

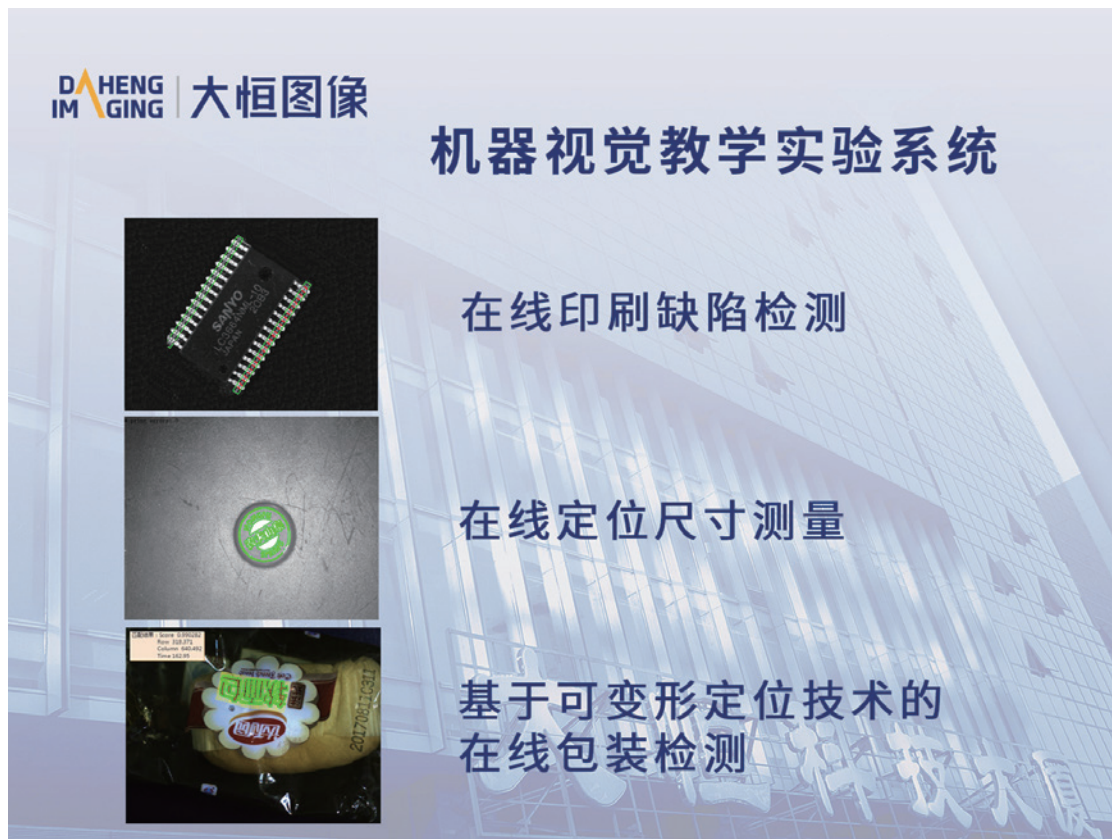


系统组成

序号	主要组件	数量
1	旋转运动实验平台	1
2	面阵相机	1
3	百万像素镜头	1
4	环形光源	1
5	磁性传感器	1
6	HALCON13 软件开发版	1
7	机器视觉算法与应用（双语版）	1
8	被测样品	若干

实验案例

配备3个高级视觉实验案例,分别为: 在线印刷缺陷检测, 在线定位尺寸测量, 基于可变形视觉定位技术的在线包装检测, 每个实验案例都配备有实际被测物, 并且相机通过光电开关触发读取并识别, 不仅提供算法源码, 还提供开放性的软件源码。



系统性能规格

项目	参数	项目	参数
旋转运动实验平台尺寸	600×400×200mm	工作温度	-5~60 °C
圆形托盘尺寸	Φ250 mm	整机外形	600×400×980mm
支架高度	700mm	相机分辨率	1292(H)×964(V)
平台材料	金属	光谱	彩色
运动方式	旋转运动	相机接口	USB
运动速度	0~270r/min	相机速度	30fps
重复运动精度	±0.1mm	相机传感器	CCD
跳动	±0.1mm	镜头焦距	12mm
触发传感器	光电传感器	最大检测视场	250mm
中心最大负载	10kg	最大检测分辨率	0.15mm

线阵检测视觉实验系统

在机器视觉应用领域中，基于线阵相机的检测应用已为大家所熟知。与面阵相机相比，线阵传感器的垂直分辨率大幅减少，这使得超高扫描频率与高水平分辨率成为了可能。同等水平分辨率的面阵相机将在成本与采集速度上远远逊色于线阵相机。因此对于一些大幅面、高精度且高速检测的场合，线阵相机往往是最佳选择。

但是，由于线阵相机的垂直分辨率极低，也带来了垂直方向上无法自主成像的问题。只有物体沿相机传感器的垂直方向与相机发生相对运动，才可得到物体的图像。这一特殊性对线阵相机的方案设计提出了运动机械结构的要求。由大恒图像提供的线阵检测实验系统恰恰为此类需求提供了一个仿真平台，用户可以通过该平台仿真和模拟线阵检测系统的整个搭建流程，无需到实际现场进行方案评估，极大程度上节约了人力、物力和时间的成本。



提供配套的教学文档，理论与实践可高度统一



提供印刷检测案例，仿真印刷过程中印刷质量检测环节



运动速度可手动调整



配有编码器、磁性传感器、IO 卡以及报警装置



编码器的使用，保证了检测速度与运动速度高度同步



软件界面友好，支持二次开发



开放函数级的算法源码，流程清晰明了

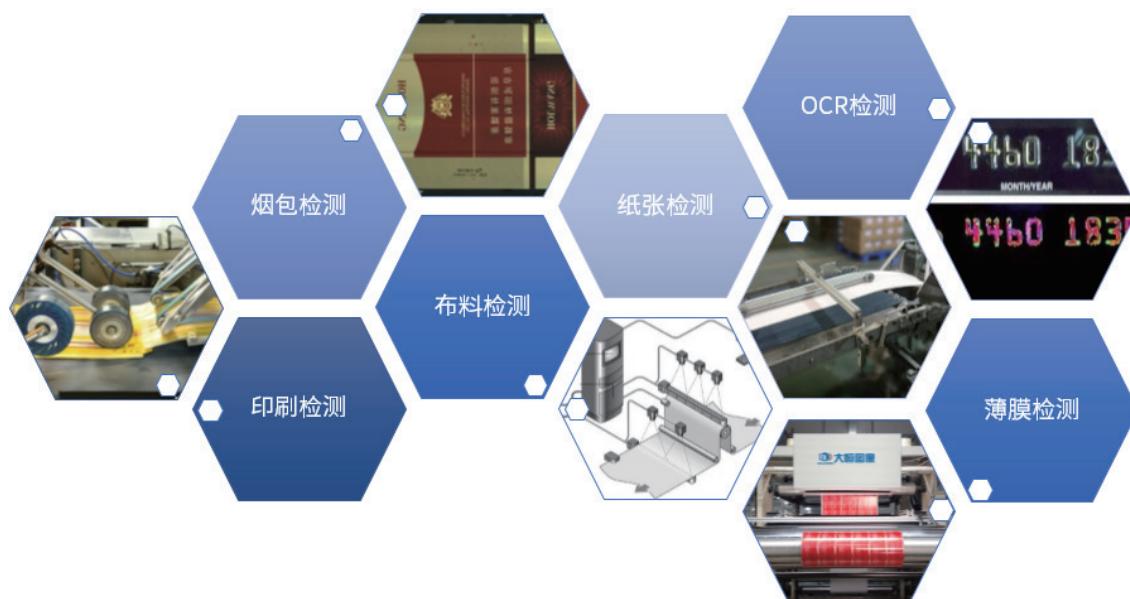


可实现功能模块扩展

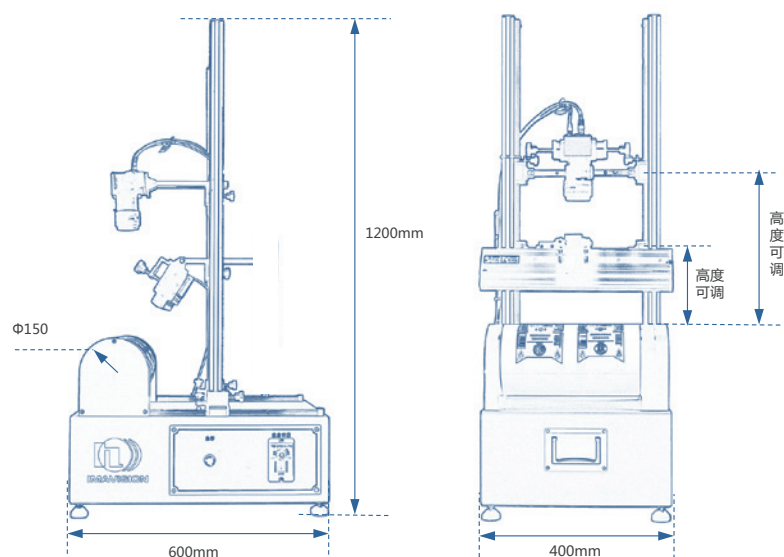


系统组成

序号	主要组件	数量
1	滚筒实验平台	1
2	线阵相机	1
3	线阵镜头	1
4	高亮线性光源	1
5	图像采集卡	1
6	编码器	1
7	磁性传感器	1
8	IO 卡	1
9	HALCON 图像处理软件	1



对比	面阵相机	线阵相机
分辨率		
速度		
高分辨率 / 高速成本		
反光材质		
辅助运动机械结构		



工作流程

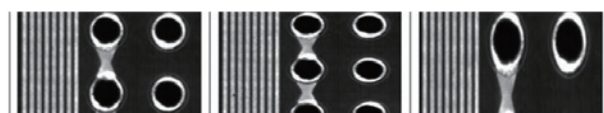
将柔性材质的被测物贴合在滚筒表面。滚筒开始运动后，放置在滚筒转轴上的编码器发出与运动速度同步的触发信号。该信号输入到图像采集卡，再由图像采集卡输出到线阵相机，作为相机的线扫描同步信号，保证了线扫描采集速度与运动速度的同步，使采集得到的图像不会因速度变化而发生变形。

由于滚筒为连续运行的运动机械结构，我们需要一个信号来告知每幅图像的起始位置，以保证每次图像拍摄得到的场景相近，这为后续的图像处理算法提供了很好的保障。每当滚筒转到一定位置，会使磁性传感器产生一个信号，该信号通过图像采集卡传递给相机，即帧信号。

同时，高亮的线性光源保证了图像质量的稳定性。对于一些反光材质的物体，线性光源配合线阵相机的方案相比面阵方案而言，能更好地抑制反光。

最终计算机可以通过 IO 卡把处理结果传递给报警灯。

采集速度与运动速度三种匹配情况下的图像效果：



采集速度与运动速度同步

采集速度慢于运动速度

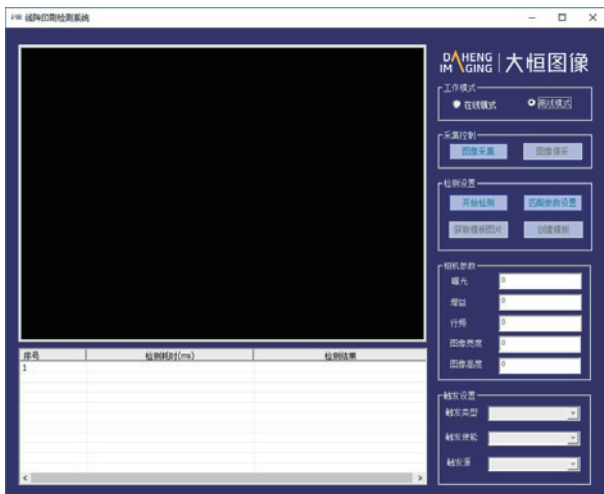
采集速度快于运动速度

实验效果

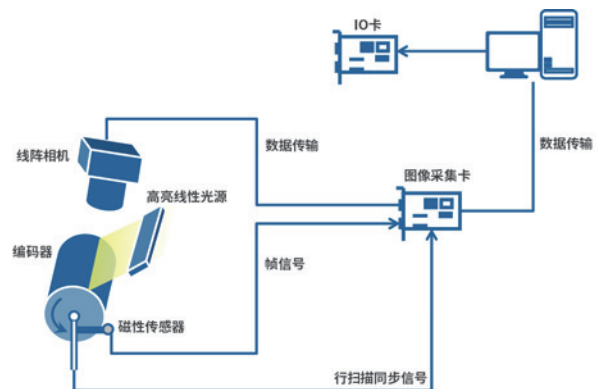
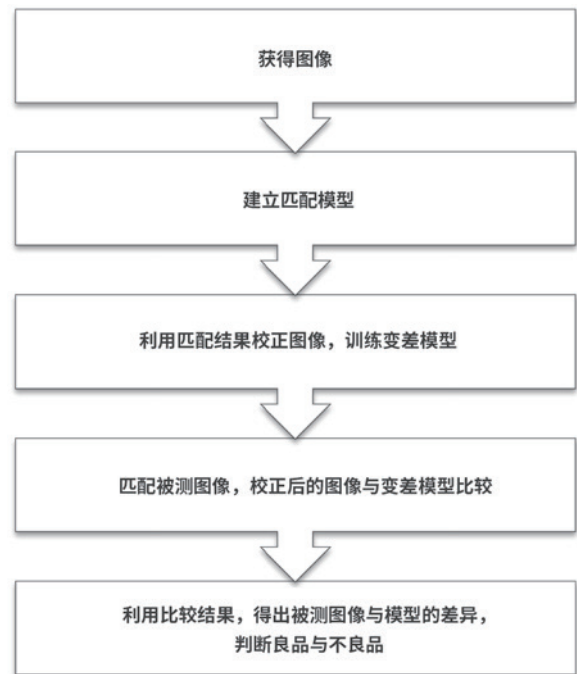


实验软件平台

实验系统所提供的所有实验及其扩展功能均可在 HALCON 交互式的编程环境——HDevelop 中实现。同时平台提供了一个基于 MFC 的程序框架界面，学习者可以快速地把 HDevelop 的代码导入到这个框架界面中，完成一个完整的应用工程。



印刷检测程序



系统性能规格

项目	参数
滚筒平台尺寸	600×400×200 mm
滚筒直径	150 mm
滚筒长度	300 mm
支架高度	900 mm
平台材料	金属
运动方式	圆周运动
运动速度	0~500 r/min
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2500 脉冲 / 转)
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	35 kg
整机外形	600×400×980 mm
线阵相机分辨率	4096×2
光谱	彩色
相机接口	GigE Vision
相机扫描最高速度	13 kHz
相机传感器	CMOS
镜头焦距	50mm
检测视场	260mm
检测分辨率	0.06mm
定制 / 选配	可定制支架高度 可选配其他分辨率线阵相机



关于 HDevelop

HDevelop 是 HALCON 交互式的编程环境。支持 Windows、Linux 和 macOS 运行环境，为用户搭建了快速有效的图像处理程序开发平台。它甚至可以从图像采集设备中实时捕捉图像。HDevelop 拥有很多数据和图像检查的图形工具。它的图形用户界面支持多种显示语言。

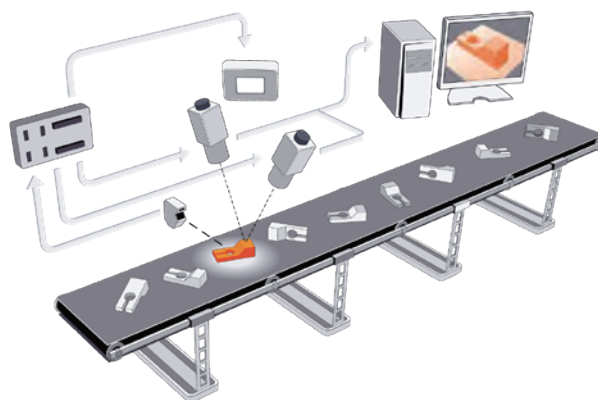
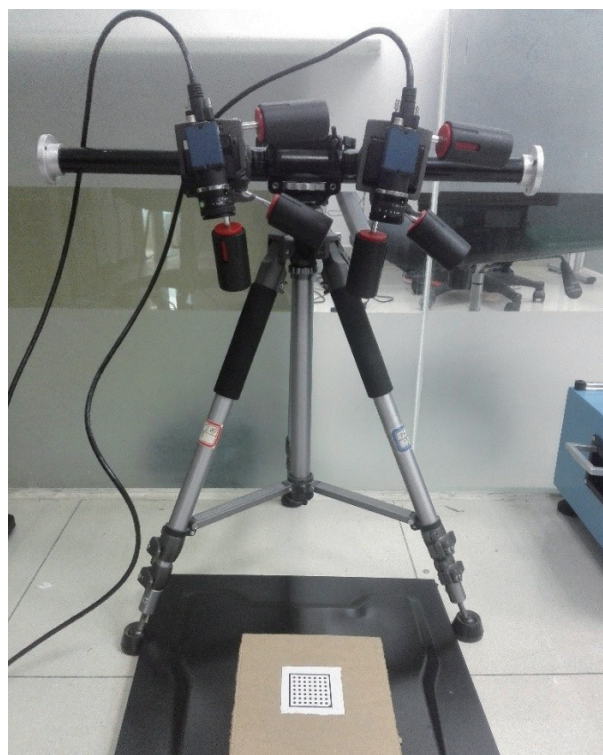
- ✓ 应用 HDevelop 对话框中的 " 浏览例程 " 选项，用户可以根据分类和名称选择合适的例程。无论身处哪个行业，都可以方便快捷的从上千个例程中选择合适的例子
- ✓ HDevelop 使编程变得十分简单：提供语法检查、算子参数的建议取值、后续操作和替代算子建议来降低编程出错的几率。语法突出显示和集成在线帮助（提供了在全文本编辑器中进行全文搜索功能）能够帮助调试和维护复杂的应用程序
- ✓ HDevelop 支持开发者之间的代码共享：代码可以封装在过程中，而这些过程也可以再保存到加密的外部过程中
- ✓ HDevelop 具备可实时查看图像属性的交互对话框，来查看程序中的参数设置——灰度直方图，特征值柱状图，轮廓谱线，放大和特征检测等。此外，HDevelop 工具允许管理 ROI，断点，错误信息，书签和过程
- ✓ HDevelop 的函数执行及时反馈功能，使诸如 3D 图形或轮廓线等图标变量可视化
- ✓ HALCON 构建在深厚的经验积累基础上，HDevelop 最优化的实用性图形用户界面是专门为机器视觉领域的需求量身定制的

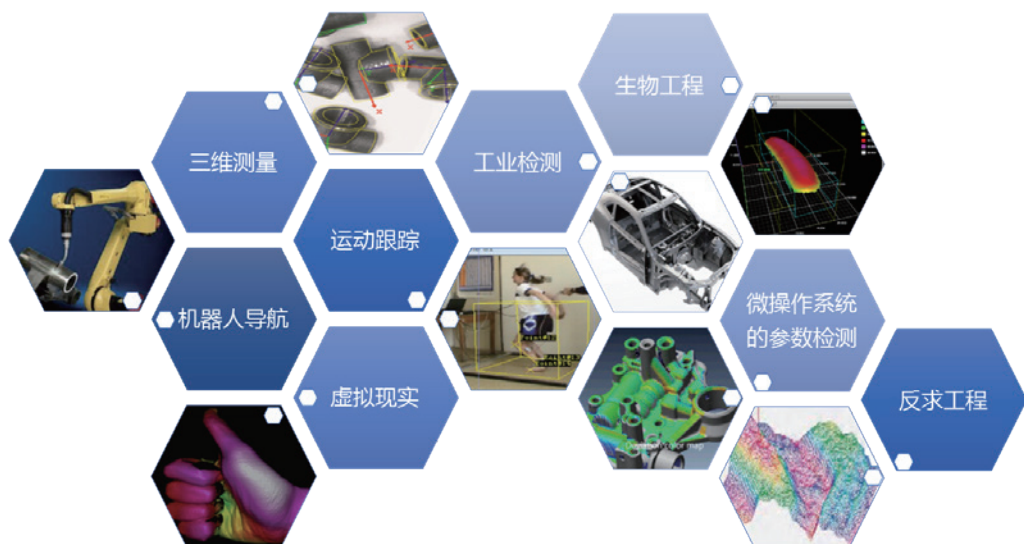
被动式立体视觉实验系统

双目立体视觉是一门具有广阔应用前景的学科，随着光学、电子学以及计算机技术的发展而不断进步，并逐渐应用到机器人导航、工业检测、生物医学、虚拟现实等领域中。伴随着该学科的实用化程度越来越高，对这方面的人才也提出了数量与质量的要求。而大恒图像提供的双目立体视觉实验系统旨在为这方面人才的培养提供一个验证双目立体成像原理的开放性教学平台，让初学者深入浅出地了解双目标定的原理。同时结合立体视觉软件平台，初学者可以了解到整个算法的实现流程。

双目立体视觉实验系统由数字相机、镜头、双目立体实验平台 (DH-POL-SM450) 以及立体视觉软件平台组成，同时提供一款信号发生器来达到双相机同步采集。双目立体实验平台可支持三自由度的相机位姿调整，能够适应双目测距、双目重构、运动跟踪等实验。实验采用两台相同分辨率的相机，配合相同焦距的镜头，从不同角度拍摄同一物体。通过相机标定及纹理匹配，可实时获得物体表面 3D 数据，并可重构出物体表面信息。以上过程均在组态式的立体视觉软件开发平台上完成，可实时地查看结果和调整参数。

-  提供配套的教学文档，理论与实践可高度统一
-  实现双相机采集同步，与实际应用可高度贴合
-  软件平台界面简洁、易于操作
-  在软件平台上可实现二次自主开发，灵活操作
-  算法流程简洁明了
-  结合 MVTEC 公司的 HALCON 软件，可实现功能扩展

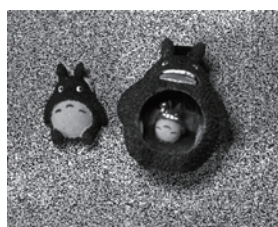




系统组成

序号	主要组件	数量
1	双目立体实验平台	1
2	相机	2
3	镜头	2
4	标定板	1
5	IO 卡	1
6	立体视觉软件平台	1

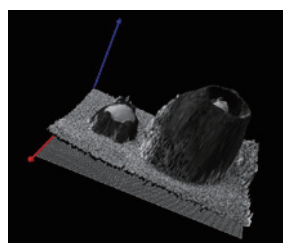
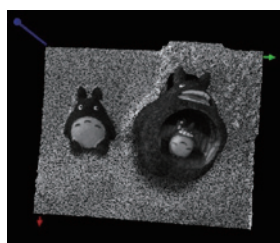
实验效果



左相机



右相机



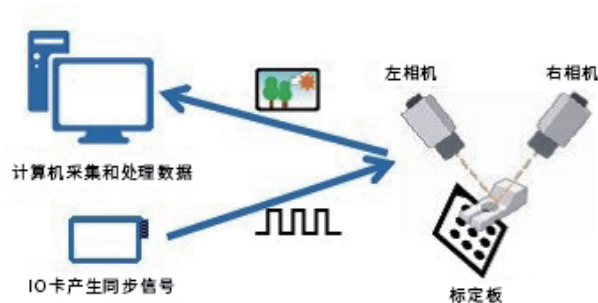
3D 数据及实验效果

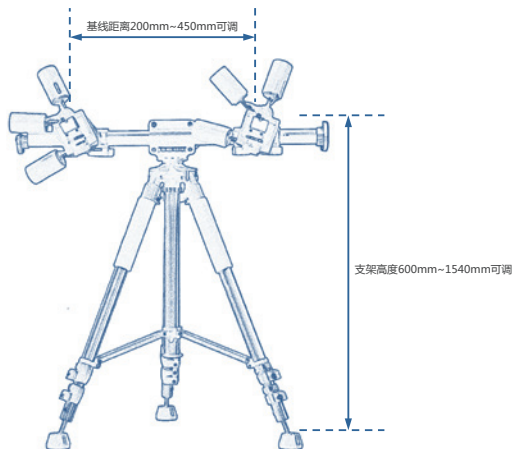
工作流程

由 IO 卡发出同步信号来保证双相机同步采集。相机把采集得到的图像数据通过常用的数据传输接口，将数据传送到计算机中。

观测传输出来的图像数据，适当调整双相机的姿态，使得标定板可以同时出现在两台相机的视场中。拍摄多幅标定板图像以及进行相应的求解运算，得出相机的内部参数和右相机相对于左相机的位姿即外部参数。

运用标定结果，找出左右相机中的对应点坐标即立体匹配过程，获得视差图像，进而计算出深度信息或者对应点的 XYZ 坐标。

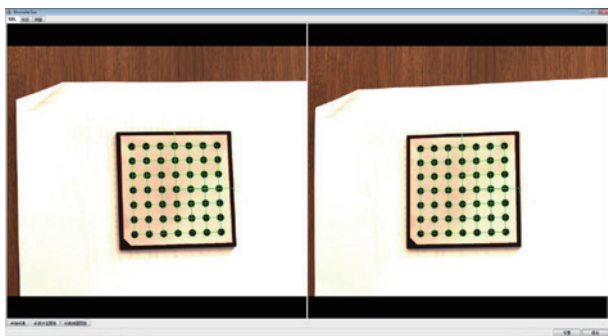




立体视觉软件平台

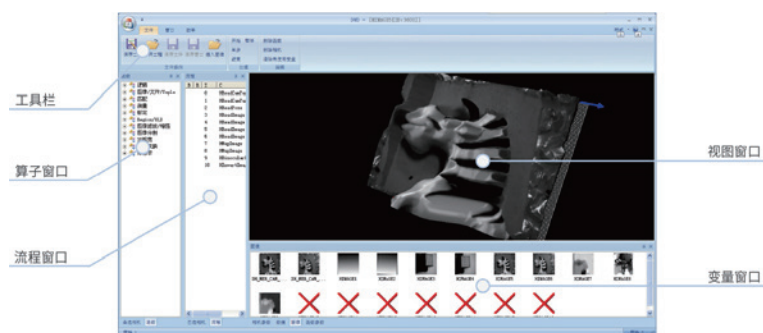
立体视觉软件平台是一款大恒图像自主研发的开放性软件开发平台，用户可在该软件平台上自主搭建实验程序。同时，也可在该平台上直接调用双目立体视觉示例程序。该示例程序在软件实验平台上实现标定、三维重构等功能。通过简单易用的标定插件，用户在改变相机位姿后可以快捷地实现重新标定。

通过相机的标定以及纹理匹配，重构物体表面信息。以上过程均可以通过组态的方式在软件实验平台上完成，并可以实时查看结果、调整参数。除此之外，该软件平台还支持一些常用算子，如图像滤波、图像分割、匹配以及blob分析等。



系统性能规格

项目	参数
支架高度	600mm~1540mm
基线距离	200mm~450mm
平台材料	金属
平台自重	6kg
相机分辨率	1628(H) × 1236(V)
相机帧率	14fps
像素尺寸	4.4μm×4.4μm
光谱	黑白
靶面尺寸	1/1.8"
焦距 (mm)	25
最大成像尺寸 (mm)	7.1×5.3 (Φ9)
光圈范围 (F-Stop)	F1.8~F16C
最小物距 (M.O.D)(m)	0.3m
标定板材质	金属
标定板精度	±500nm
标定板标识点	7×7
标识点圆心距离	0.01875m
标定板尺寸	0.1×0.1m
标定板外部尺寸误差	±0.1mm
标定板厚度	近似 5mm
工作温度	0°C ~+50°C
工作湿度	10%~80%
定制 / 选配	可选配其他分辨率相机



主动式立体视觉实验系统

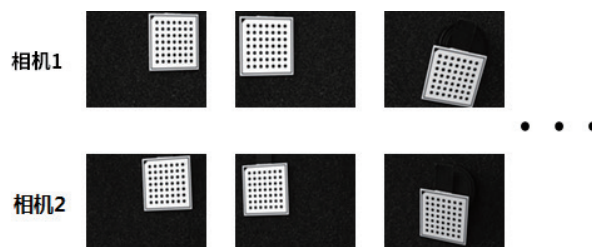
双目立体视觉是计算机视觉的一个重要分支。它模拟人类视觉处理景物的方式，利用两台位置相对固定的相机同时对同一景物从不同角度成像，通过计算其中对应点的视差来获取空间场景的三维信息。普通被动式双目立体视觉三维重建时存在的匹配精度低，在纹理单一的区域匹配困难，受外界环境影响大。主动式立体视觉实验系统是大恒图像继被动式立体视觉系统后新推出的立体视觉教学实验系统，该系统采用两台大恒图像自产水星相机，从不同角度拍摄同一个被测物，配合特定的随机点激光器，使用 HALCON 最新 3D 重构、双目匹配算法完成特定物体的单面重构。

与原有的被动式双目重构系统相比，该主动式双目系统更具鲁棒性，更适用于漫反射表面的被测物重构。



工作原理

立体视觉系统相机标定是指对三维场景中对象点在左右相机图像平面上的坐标位置与其世界空间坐标之间的映射关系的确立，是实现立体视觉三维模型重构中基本且关键的一步。



应用领域

- 机器人货物码垛
- 工业零件检测
- 机器人涂胶
- 检测漏胶和溢胶
- 工业产线自动化检测

系统组成

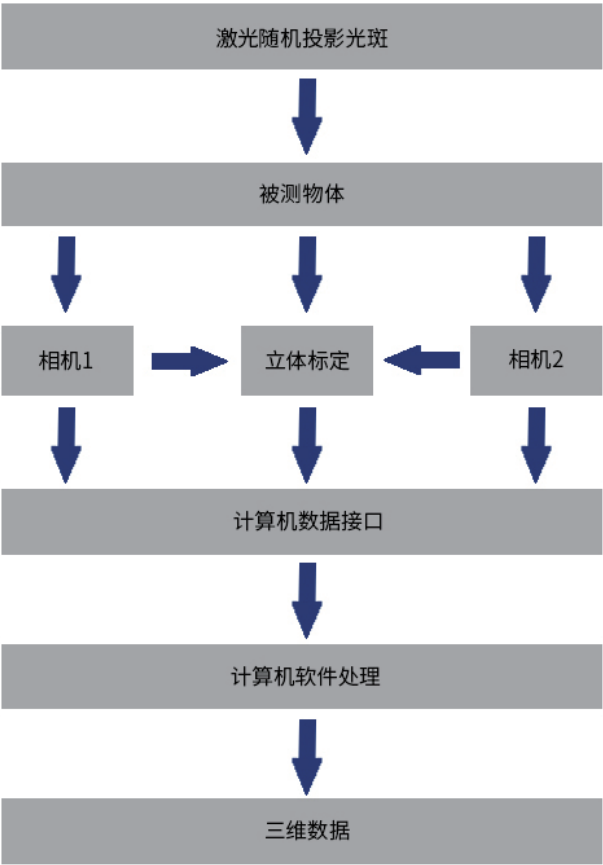
序号	主要组件	数量
1	一体式机械外壳	1
2	面阵相机	2
3	百万像素镜头	2
4	HALCON13 图像处理软件	1
5	随机点激光器	1
6	标定板	1
7	演示软件	1
8	固定支架	1
9	被测物（可选）	1
10	线缆	若干

工作流程

通过软触发的方式来保证两个相机采集，相机把采集到的图像数据通过 USB3.0 传输接口传输到计算机中。

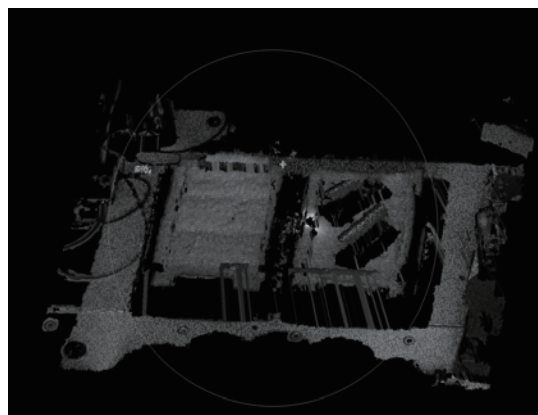
根据传输出来的图像数据，适当调整集成好的设备中相机的姿态，使得标定板可以同时出现在两台相机的视场中。拍摄多张标定板图像以及进行相应的求解运算，得出两个相机的内部参数和两个相机之间的相对位姿即外部参数。

设备采用激光随机点投影光打到被测物上，增加了被测物的纹理信息，再通过双目立体视觉技术进行立体重构。



三维重构

在完成立体视觉系统的相机标定工作以后，就可以进行被测对象表面点的三维信息恢复。影响三维测量精度的因素主要有相机标定误差、CCD 成像设备的数字化效应、特征提取和匹配定位精度等。



规格参数

名称	参数
扫描速度 (Hz)	1
百万像素	5
安装净距离 (CD) (mm)	450-550
测量范围 MR (mm)	120
视野 (FOV) (mm)	330.0 x 330.0 - 430.0 x 430.0
重复性 Z (μm)	79
分辨率 XY (mm)	0.23 - 0.29
外观尺寸 (mm)	240 x 155 x 70
重量 (kg)	2.8
光源	随机点激光 (808nm)
数据接口	千兆以太网
输入	隔离数字输入
输出	2 路双向 GPIO
输入电压	12V (20W)
机身防护	铝合金密闭机身, IPXX 防护等级
工作温度	0 到 50°C
储藏温度	-10 到 60 ° C

激光三维扫描立体视觉实验系统

三维重构的方法有很多种，常被人们所熟知的有激光三角法、多视角立体视觉、双目立体视觉、焦深法、立体光学法和时间飞行法等。每种方法各具优缺点，也有各自适应的场合。其中激光三角法以其原理成熟、结构简单的优点，成为众多方法中应用最为广泛的方法之一。



平台运动速度手动 / 自动可调，可模拟实际生产流水线的不同速度



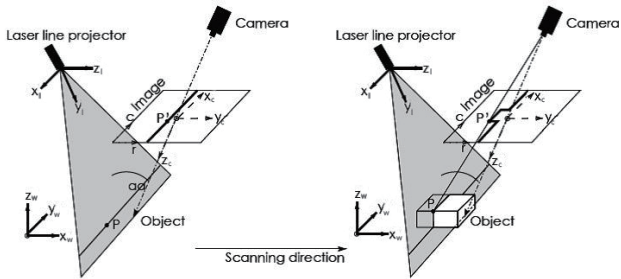
提供三种不同价位、不同模式的解决方案



软件界面友好，支持二次开发，可实现功能扩展

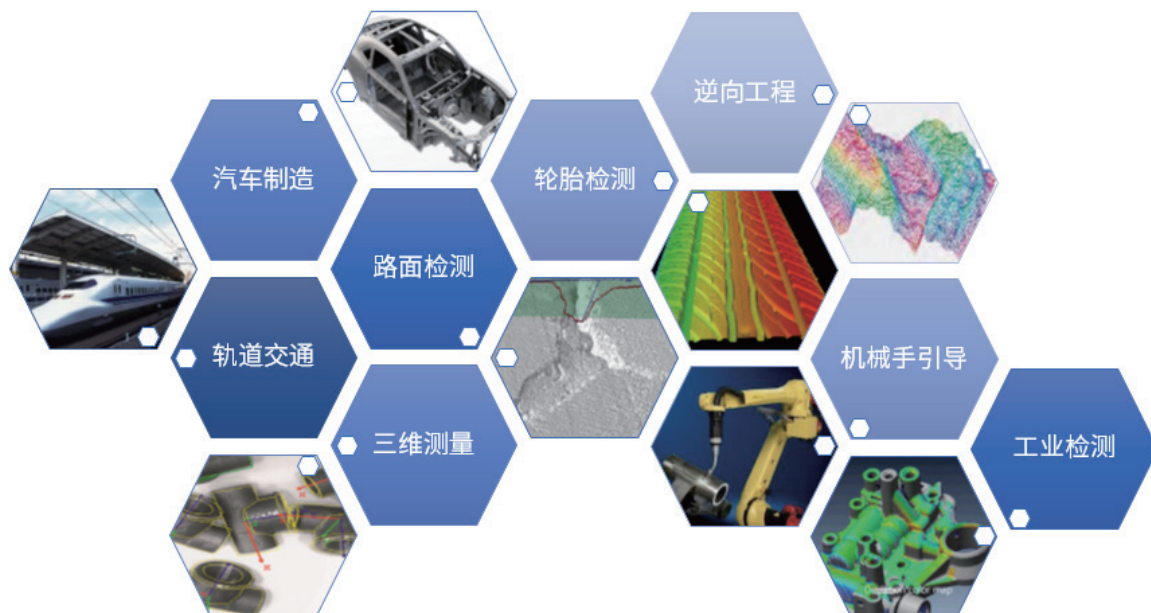


3D 重构方法	激光三角法	多视角立体视觉	双目立体视觉	焦深法	立体光学法	3D 传感器
硬件要求	相机、激光器、运动机构、标定物	多相机、标定物	双相机、标定物	远心相机、能到达各个聚焦位置的硬件移动机构	远心相机、至少三个平行照明光源	时间飞行法
适用的物体尺寸	物体大小满足运动机构要求	约 >10cm	约 >10cm	约 <2cm	受限于远心镜头视场	约 0.3m-5m
输出结果	3D 模型、X、Y、Z 方向图像、视差图	3D 模型、X、Y、Z 坐标	X、Y、Z 坐标、视差图、Z 方向图像	Z 方向图像	Z 方向图像	X、Y、Z 方向图像



激光三角法的核心思路是激光器投下一根细而亮度均匀的激光条，产生一个激光面。相机与激光器形成一定夹角，通过标定建立激光面与相机图像坐标之间的相互转换关系。当物体经过这个激光面时，激光条将会产生相应的形变。拍摄求取形变激光条上的世界坐标，即可等同于求取物体表面的世界坐标。当整个物体匀速通过激光面，就可得到物体表面的 $z_w y_w$ 坐标，而表面的 x_w 可通过运动速度、运动精度以及相机的采集速度来保证。

学习者通过该实验系统可深入浅出地了解激光三角法的 3D 重构原理，并熟悉 3D 重构或 3D 测量的操作流程。

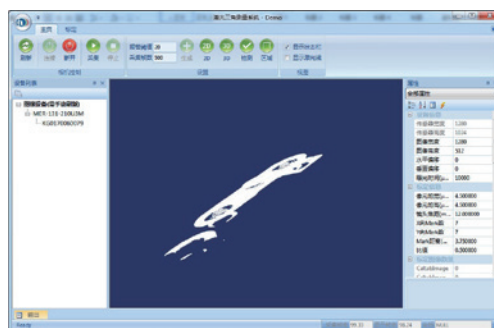
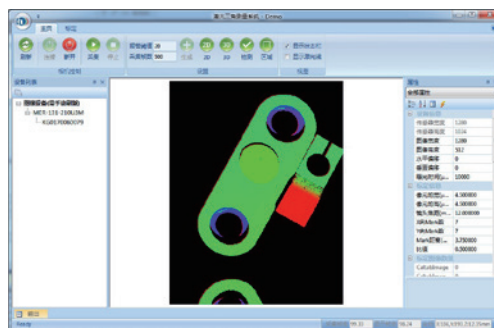


系统组成

序号	主要组件	数量
1	平移实验平台	1
2	面阵相机	1
3	百万像素镜头	1
4	激光器	1
5	标定板	1
6	可见红光带滤镜镜	1
7	编码器	1
8	磁性传感器	1
9	IO 卡	1
10	报警灯	1
11	HALCON 软件开发版	1

软件界面平台

立体视觉软件平台是一款大恒图像自主研发的开放性软件开发平台，用户可在该软件平台上自主搭建实验程序。同时，也可在该平台上直接应用激光三角测量立体视觉示例程序，该示例程序在软件实验平台上实现标定、三维重构等功能。通过简单易用的标定插件，用户在改变相机和激光器之间的位姿后可以快捷地实现重新标定，可以实时查看结果、调整参数，可以调整高度的阈值大小来实现对外部报警灯的控制。

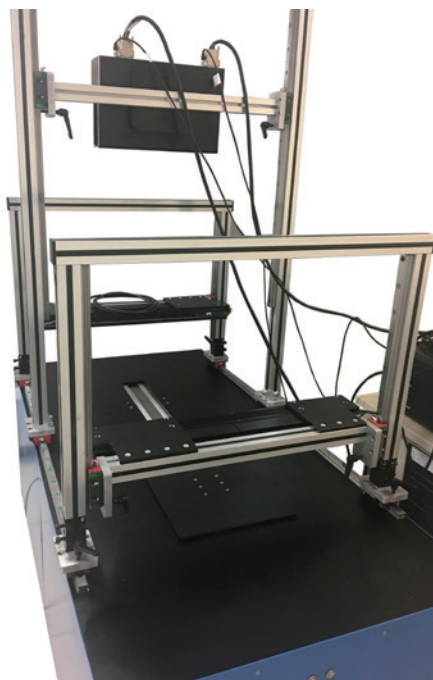


系统性能规格

项目	参数
平移实验台面尺寸	600×400×200 mm
方形托盘尺寸	300×250 mm
支架高度	700 mm
平台材料	金属
运动方式	往复运动
运动速度	0~200 mm/s
重复运动精度	±0.1 mm
跳动	±0.1 mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2000 脉冲 / 转)
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	35 kg
整机外形	600×400×980 mm
相机分辨率	1280(H)×1024(V)
光谱	黑白
相机接口	Mini USB 3.0
相机速度	210fps
相机传感器	1/2” 帧曝光 CMOS
激光波长	660 nm
激光功率	10 mw
激光安全等级	3R
镜头焦距	12 mm
可见红光带通滤镜	660 nm 带通
标定板材质	陶瓷
标定板精度	±150 nm
标定板标识点	7×7
标识点圆心距离	0.00375 m
标定板尺寸	0.03×0.03 m
标定板外部尺寸误差	±0.1 mm
标定板厚度	近似 1 mm

彩色线阵双目扫描立体视觉实验系统

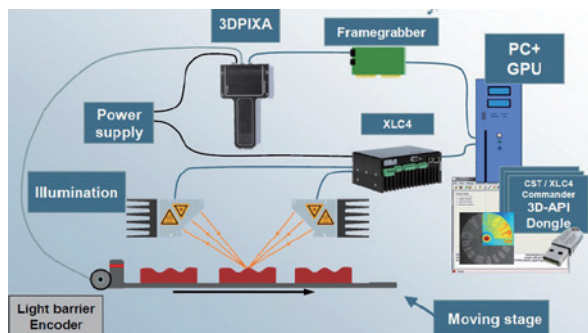
面阵相机双目立体视觉和激光三角法立体视觉方法，都存在速度低，精度不够的情况，特别是一些需要彩色信息的 3D 识别，都无法满足实际的需求，而利用彩色相机做成双目立体视觉相机的技术，是目前 3D 技术中，速度相对快，精度高，还能提供颜色信息的新技术，该技术在公路检测、铁路检测、PCB 检测、接插件高度检测等行业得到广泛使用。



	激光三角法	彩色线阵双目
图像获取方式	线扫描	线扫描
照明方式	激光器	双高亮度线性光源
2D 图像	黑白	彩色
测量方式	移动扫描	移动扫描
Z 测量精度	微米级	微米级
X 方向精度	低	高

工作流程

彩色线阵相机 Master 和 Slave 通过外部编码器控制同时进行采集数据，在前后同时用两个高亮度光源照明，相机通过 CameraLink 口将数据传输到连接在 PC 机中的采集卡中，将加密狗插在 PC 机上，将采集到的数据在内存中求取视差图和 3D 重构图。



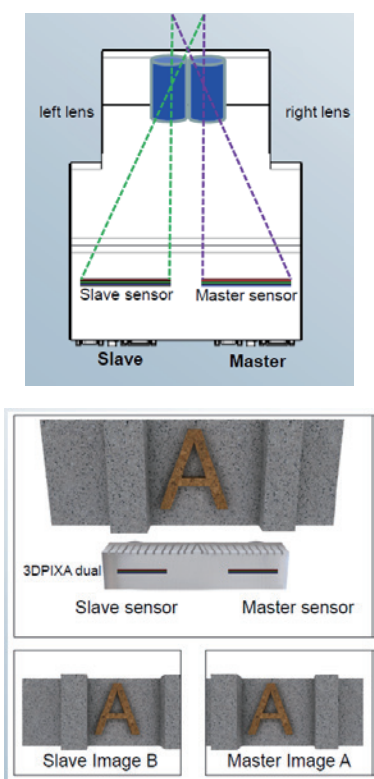
系统组成

本套三维重构实验平台由多个硬件和软件组成，具体如下：

名称	数量	功能
3DPIXA	1	双目线阵相机，图像采集
平移实验台	1	平移运动，相机固定，光源固定
线型光源	2	补光
XLC4	2	光源控制器
220V 转 24V 交直流转换器	2	为光源供电
220V 转 12V 交直流转换器	1	为 3DPIXA 相机供电
Silicon 图像采集卡	2	采集相机拍摄的图像，传输给 PC
3D 软件加密狗	1	3D 重构及显示

三维视觉技术实验方案

系统工作原理

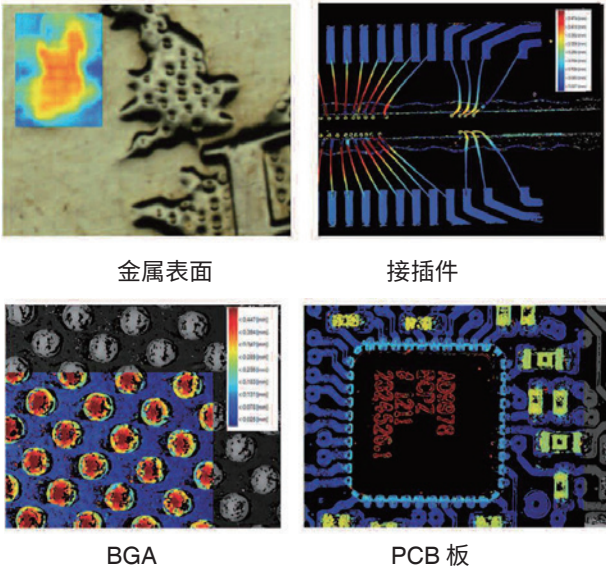


系统中的彩色线阵双目相机是一体式的相机，两个相机用特殊的外壳固定在一起，位置和距离都已经固定和标定好，因此左右两个相机分为一个 Master 和一个 Slave，两个线阵相机通过外部编码器控制同时采图后，通过类似于面阵双目中基于窗口区域特征的方法进行特征匹配和计算视差图，进而进行三维重构。

系统性能规格

项目	标准（可选不同）
平台尺寸	1000×800×400mm
方形托盘尺寸	250mm
支架高度	800mm
运动方式	往复运动
运动速度	0~300mm/s
重复运动精度	0.05mm
控制方式	伺服电机
相机分辨率	30μm/px
视野范围	210mm
像素数	7K
Z 方向分辨率	5μm
高度范围	11.2mm
工作距离	383.3mm
最大速度	630m/s
行频	21.1kHz

3D 效果图



基于视觉的四轴机械手定位吸取系统

机器视觉系统广泛地应用于视觉检测、机器人的视觉引导和自动化装配领域中。基于机器视觉中视觉引导技术，机械手完成特定工作任务的需求越来越多，促使各个高校和研究机构加大、加深研究力度。如今基于视觉引导的机器人运动控制技术愈加的成熟，广泛的应用到汽车装配、材料抓取、无人焊接等行业。本方案就是利用视觉技术引导四轴机器人控制吸嘴抓取物体放置合适的位置。

本系统是将四轴机器人和视觉系统组件安装在光学平台上，光学平台（600mm×600mm×50mm）上放置有被测物。在实验室环境中，通过工业数字相机获取被测物体的位置信息，完成被测物体的二维定位，依据获取的定位信息引导机器人控制四轴机械手上吸取被测物并放置在目的位置。



实验软件平台

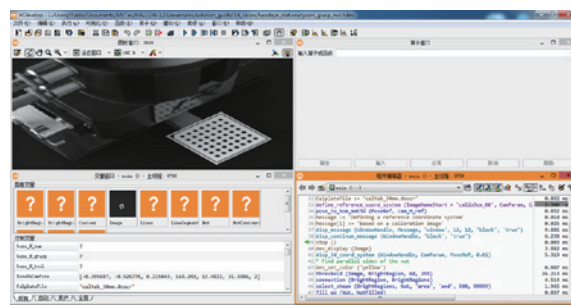
基于视觉的机械手实验系统软件集成了完整的视觉控制、参数修改功能、机械手运动控制功能、HALCON 标定及算法等，提供的实验算法及其扩展功能均可在 HALCON 交互式的编程环境 HDevelop 中实现。学习者可以通过软件控制整个系统中各个组件的功能程序，更加深刻地理解和学习实际项目工程中如何实现各个组件之间的协调功能，以及深入理解机器视觉和机器人之间的手眼标定算法和运动控制功能。

关键核心

- 机器人控制技术（四轴平面型机器人）
- 手眼标定技术
- PC 式视觉定位与检测
- 图像处理技术
- 通讯协议

平台配置

- 数字相机
- 镜头
- 光源
- 气动抓取装置
- 四轴机器人及机器人控制器
- 标定板
- 光学平台
- 图像处理软件 -HALCON
- 工业控制电脑
- Windows 7 运行环境



HALCON 交互式的编程环境 HDevelop



机器人 pick-place 系统主界面

机器人视觉技术实验方案

工作流程

1. 光学平台上配置四轴机器人以及视觉定位系统，平台上放置着任意布置的被吸取物，保证被吸取物放置在机器人和视觉系统工作范围内，以便视觉定位后机械手进行吸取；
2. 进行手眼标定，得到相机图像坐标与机械手基座之间的转换关系；
3. 通过视觉算法，从图像中定位出平台上待吸取物位置；
4. 基于手眼标定的结果，定位出被吸取物相对于机械手基座的平面位姿，并以固有的通信方式告知机械手吸取方案；
5. 控制机械手吸取定位好的被吸取物，放置在确定好的位置完成机械手吸取实验。

系统性能规格

模块	性能	参数
四轴机器人模块	轴数或自由度	四轴
	臂长	LS3-401x: 400 mm
		第一关节 + 第二关节: 225+175 mm
		第三关节 (Z): 150 mm (120 Clean)
	各轴最大速度	LS3-401x (第一关节 + 第二关节): 6,000 mm/s
		第三关节: 1,100 mm/s
		第四关节: 2,600 ° /s
	标准循环时间 (W/2kg 负重)	LS3-401x: 0.45 s
	反复定位精度	第一关节 + 第二关节: ±0.010 mm
		第三关节: ±0.010 mm
		第四关节: ±0.010 °
	最大负载	最大: 3kg, 额定: 1kg
	用户线路	电路: 15 线
		气路: Φ6mm × 2, Φ4mm × 1
机器视觉模块	测量	安装孔径 (mm): 120 × 120 (4-M8) Z 轴直径: 16 mm
	相机参数	1628 (H) × 1236 (V) , CCD
	传输数据接口	千兆网口
	照明方式	环形光源
	软件功能	定位、区分、测量
光学平台	大小	600mm×600mm×50mm
气动吸取装置	气动吸取	单口或多口可选

基于视觉的六轴机械手定位扫描系统

工业机器人在工业生产中能代替人类做某些单调、频繁和重复的长时间作业，在一些危险、恶劣的环境下更是人类的好帮手。而机器视觉的加入则是为机器人安上了“眼睛”，在机器人高度智能化的发展进程中起了不可取代的作用。

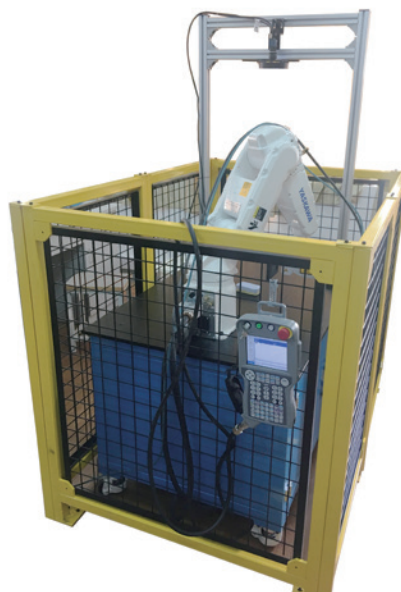
大恒图像机器人实验系统系列的推出迎合了各大高校对相关专业人才的培养，以工业机器人和机器视觉为核心，将机械、气动、运动控制、变频调速、编码器技术、PLC 控制技术进行有机地整合。整个结构由多个模块组成，模拟实际生产线上机器人对不同物料进行快速的检测、拾取。

为了方便实训教学，系统进行了专门的设计，可以进行机器人示教、定位、抓取、装配等训练，可以在此基础上进行产品柔性包装、零件组装、激光焊接、视觉检测、点胶、锁螺丝等实际工业应用项目。

本系统将六轴机器人和视觉系统组件安装在光学平台上，光学平台（600mm×600mm×50mm）上放置有被测物体，被测物大小为 60mm×20mm×17.5mm。在实验室环境中，通过工业数字相机完成被测物体的三维位姿，定位获取被测物体的位置信息，依据获取的定位信息引导机器人控制 Gocator 运行特定的路线，完成对被测物体扫描，最终得出被测物体的三维数据。

工作流程

1. 光学平台上配置六轴机器人以及视觉定位系统，平台上放置着任意布置的被夹取物，保证被夹取物放置在机器人和视觉系统工作范围内，以便视觉定位后机械手进行吸取；
2. 进行手眼标定，得到相机图像坐标与机械手基座之间的转换关系；
3. 通过 3D 视觉匹配算法，从图像中定位出平台上待夹取物 3D 位姿；
4. 基于手眼标定的结果，定位出被测物体相对于机械手基座的 3D 位姿，并以固有的通信方式告知机械手被测物体位置信息；
5. 控制机械手夹取固定的 3D 智能传感器，在固定的扫描位置对被测物体进行三维扫描。

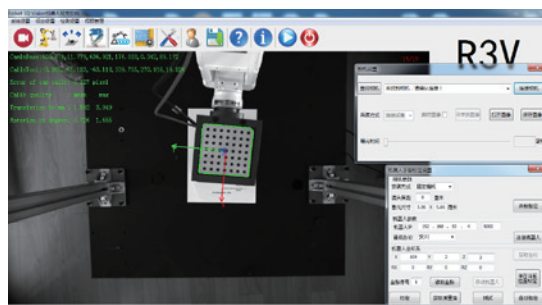


关键核心

- 机器人控制技术 (六轴多关节机器人)
- 图像处理技术
- 手眼标定技术
- 3D 匹配技术
- PC 式视觉定位与检测
- 结构光 3D 测量技术
- 通讯协议

实验软件平台

基于视觉的机械手实验系统软件集成了完整的视觉控制、参数修改功能、机械手运动控制功能、HALCON 标定及算法等，提供的实验算法及其扩展功能均可在 HALCON 交互式的编程环境 HDevelop 中实现。学习者可以通过软件控制整个系统中各个组件的功能程序，更加深刻地理解和学习实际项目工程中如何实现各个组件之间的协调功能，以及深入理解机器视觉和机器人之间的手眼标定算法和运动控制功能。



HALCON 交互式的编程环境 HDevelop

机器人视觉技术实验方案

平台配置

- 数字相机

■ 配套的固定装置

■ 镜头

■ 六轴机器人及机器人控制器

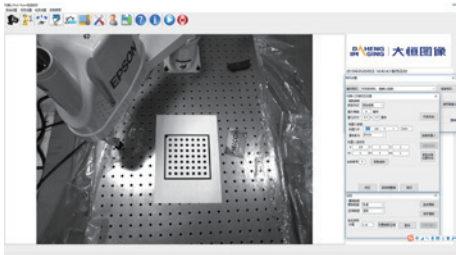
■ 光源

■ 3D 智能传感器
- 标定板

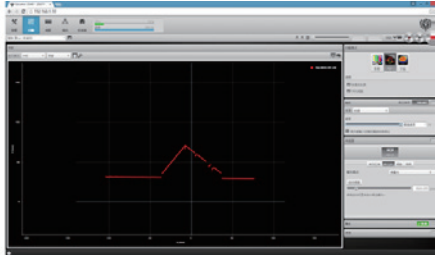
■ 光学平台

■ 图像处理软件 -HALCON
- 工业控制电脑

■ Windows 7 运行环境



机器人 pick-place 系统主界面

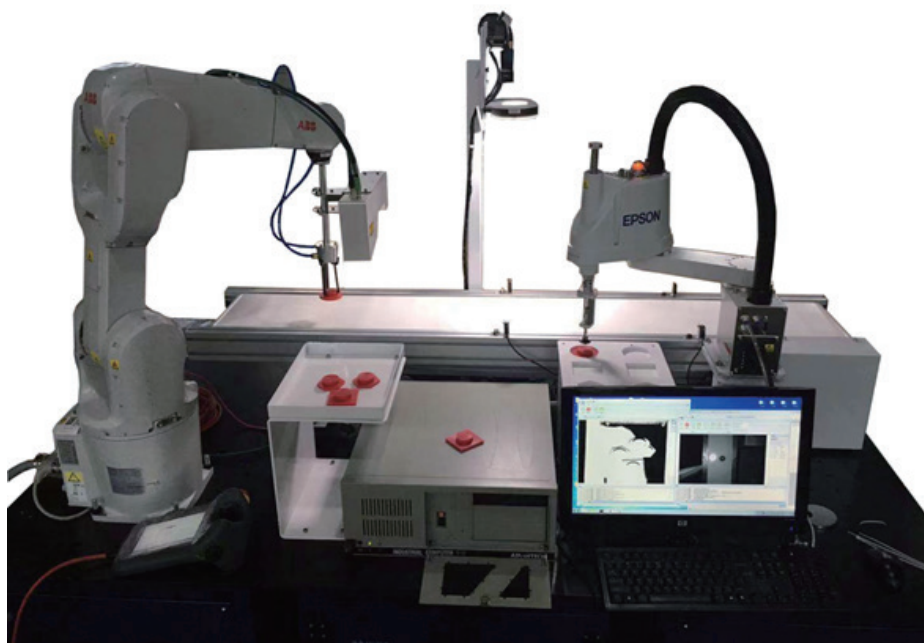


3D 传感器操作软件

系统性能规格

模块	性能	参数	
六轴柔性多关节 机器人模块	轴数或自由度	六轴	
	负载	5Kg	
	垂直可达距离	1193mm	
	水平可达距离	706mm	
	垂直定位精度	±0.02mm	
	动作范围	S 轴	-170° ~+170°
		L 轴	-65° ~+150°
		U 轴	-136° ~+255°
		R 轴	-190° ~+290°
		B 轴	-135° ~+135°
		T 轴	-360° ~+360°
	最大速度	S 轴	376° /s
		L 轴	350° /s
		U 轴	400° /s
		R 轴	450° /s
		B 轴	450° /s
		T 轴	720° /s
	主体重量	27kg	
机器视觉 模块	相机参数	1628 (H) × 1236 (V) , CCD	
	传输数据接口	千兆网口	
	照明方式	环形光源	
	软件功能	定位、区分、测量等	
	二次开发	支持多种开发语言	
3D 扫描模块	每条激光轮廓包括数据点数	2040	
	X 方向分辨率	0.027-0.034mm	
	Z 方向分辨率	1.15μm	
	净工作距离	108mm	
	Z 方向测量范围	40mm	
	视场范围 (FOV)	56-70mm	
	激光安全等级	3R	
	相机尺寸	137.1×90.1×43mm	
	重量	655kg	
	扫描速度	380Hz-25kHz	
	接口	GigE	
	数字 IO	光耦隔离输入 (2x) / 输出 (2x), 激光等级, 触发, 编码器 (RS442)	
光学平台	厚度	1200mm×800mm×500mm	
	围栏尺寸	1500mm×900mm×700mm	

基于 2D 和 3D 视觉的联合机械手定位检测系统



功能介绍

该系统包括两个机器人，一个四轴机器人和一个六轴多关节机器人，两个机器人分别放在流水线的两个工位上，通过 3D 视觉检测物品进行定位，然后引导六轴机械手将物料框中的被测物抓取到传送带上，通过传送带将被测物运送到固定位置，再用 2D 视觉进行定位，用四轴机械手吸取物品送到所需位置。

功能列表

序号	描述
1	四轴机器人和六轴多关节机器人系统的原理、使用和调试
2	工业机器人与机器视觉系统综合应用的安装与调试
3	机器视觉系统模板设置、编程与调试
4	机器视觉系统的原理、使用和调试
5	坐标系统和机器视觉坐标系统标定及相互转换
6	通过示教单元手动调试工业机器人
7	通过示教单元设置、修改各控制点坐标
8	通过示教单元编写、修改工业机器人程序
9	工业机器人系统的软件二次开发编程
10	传送带跟踪抓取实验原理、演示和设置

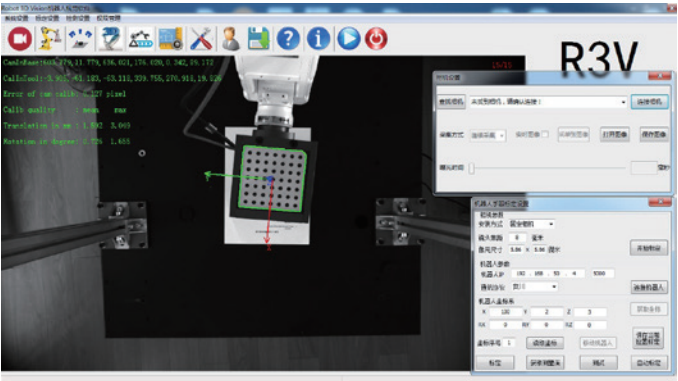
系统特点

1. 系统拥有多个工作单元，功能多，技术先进。学生可以直接体验生产现场的先进技术，同时也可体验到生产现场无法体验的故障诊断、生产执行系统等。
2. 产品采用模块化设计，创新组合，符合未来先进制造流水线的柔性和适应性要求。
3. 汇集了当前及未来先进的机器人技术、现场总线技术、运动控制技术、图像处理和诊断技术等。
4. 直接与实际生产线结合，利于培养实用型、创新型专业技术人才。
5. 开放式的系统设计，学生和老师探究系统技术和理论的同时，可以进行自我设计，提升系统的设计结构和设计要求，同时可以进行先进技术与先进理论的各种尝试。
6. 先进的教育理念，以“用知识、实践知识”为宗旨，采用项目的形式开展教学、科研及技术开发，利于培养创新型、实践型专业技术人才。

机器人视觉技术实验方案

实验软件平台

基于视觉的机械手实验系统软件集成了完整的视觉控制、参数修改功能、机械手运动控制功能、HALCON 标定及算法等，提供的实验算法及其扩展功能均可在 HALCON 交互式的编程环境 HDevelop 中实现。学习者可以通过软件控制整个系统中各个组件的功能程序，更加深刻地理解和学习实际项目工程中如何实现各个组件之间的协调功能，以及深入理解机器视觉和机器人之间的手眼标定算法和运动控制功能。



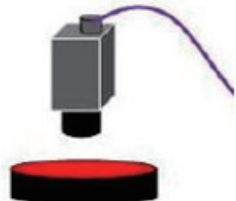
关键模块



机器人



电控



视觉系统

系统组成



电气装置



名称	数量	功能
1	3D 智能传感器相机	1
2	AT 相机 IO 线	1
3	AT 相机数据线	1
4	六轴机械手	1
5	算法软件包	1
6	应用软件	1
7	机械手安装平台	1
8	电气装置	2 套
9	2D 工业相机	1
10	镜头	1
11	环形光源	1
12	四轴机械手	1

基于双目视觉的六轴机械手物料分拣系统

工业 4.0 和中国制造 2025 是近几年非常热门的话题，而且国家也越来越重视这个发展领域，工业机器人结合机器视觉在工业流水线上进行智能化制造的应用在实际工厂生产线上是比较重要的核心技术，药片、胶囊、包装、食品、零件生产加工、汽车零部件加工等行业都是使用皮带的形式进行物品的传送和分拣，将多种机械手、工业相机以及生产线结合起来形成一条自动化制造加工流水线是工业现场的迫切需求，也是工业 4.0 中视觉的核心内容。

而在目前视觉行业主要使用 2D 相机加光源的方式，通过提取平面内信息的位置，然后引导机械手进行抓取定位，在一些汽车零部件和食品包装行业，经常有一些被测物是在物料框中任意杂乱无序的摆放，用普通的方法就无法有效地提取到被测物。

为了解决这些问题，我们使用双目立体视觉方案配合机械手进行检测来解决这些问题。



关键核心

- 六轴机器人控制技术
- 手眼标定技术
- 双目立体视觉技术
- 双目相机与机器人标定技术
- 3D 数据处理技术
- 图像处理技术
- 激光点提取技术

系统配置

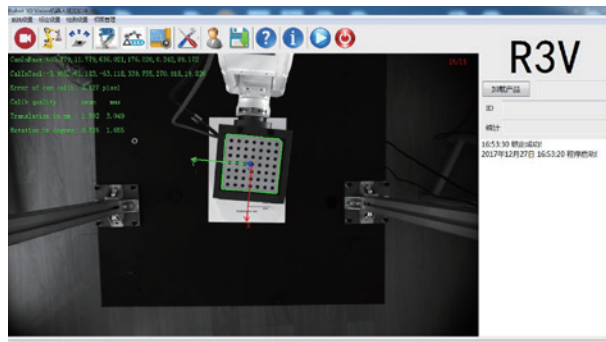
- 配套的实验平台及固定装置
- 六轴机械手及机械手控制器
- 双目立体视觉系统
- HALCON 算法开发软件
- 视觉系统固定装置
- 机器人手抓及气动装置

工作流程

1. 在控制柜上安装和配置六轴机器人，并固定双目立体视觉定位系统，物料框中放置一些被测物，保证被夹取物放置在机器人和视觉系统工作范围内，以便视觉定位后机械手进行定位；
2. 双目立体视觉系统和机械手之间进行手眼标定，得到双目相机坐标与机械手基座之间的转换关系；
3. 双目立体视觉相机通过自身标定后，得到与世界坐标系之间的关系等标定数据，通过算法可以提取物料框中被测物的 3D 数据；
4. 根据上面得到的 3D 数据，用 HALCON 算法实现对数据的处理，提取物体的 3D 信息。
5. 基于手眼标定的结果，定位被测物 3D 信息相对于机械手基座的 3D 位姿，并以固有的通信方式告知机械手被测物体位置信息；
6. 根据处理的结果，用机械手对物料框中的被测物进行分类抓取。

实验软件平台

基于视觉的机械手实验系统软件集成了完整的视觉控制和参数修改功能、机械手运动控制功能、HALCON 标定及算法等，提供的实验算法及其扩展功能均可在 HALCON 交互式的编程环境 HDevelop 中实现。学习者可以通过软件控制整个系统中各个组件的功能程序，更加深刻地理解和学习实际项目工程中如何实现各个组件之间的协调功能，以及深入理解机器视觉和机器人之间的手眼标定算法和运动控制功能。



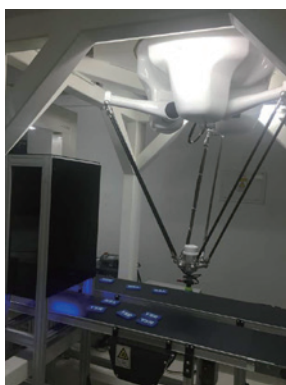
系统性能规格

模块	性能	参数	
六轴柔性多关节机器人模块	运动自由度	六轴	
	安装方式	台面安装	
	最大运动范围	P 点通过 J4/5/6 中心	600mm
	手腕法兰面	665mm	
	最大运动速度	第 1 关节	450° /s
		第 2 关节	450° /s
		第 3 关节	514° /s
		第 4 关节	555° /s
		第 5 关节	555° /s
		第 6 关节	720° /s
	本体重量	27kg	
	重复定位精度	±0.02mm	
	最大运动范围	第 1 关节	±170°
		第 2 关节	-160°~ +65°
		第 3 关节	-51°~ +225°
		第 4 关节	±200°
		第 5 关节	±135°
		第 6 关节	±360°
	负载	最大值	4kg
	原点复位	无需原点	
	用户电路	9 针 (D-Sub 模拟接口)	
	适用适配器	RC700	
机器视觉模块	双目立体视觉相机相机	1628 (H) × 1236 (V) , CCD	
	传输数据接口	USB3.0	
	照明方式	环形光源	
	软件功能	定位、区分、测量等	
	二次开发	支持多种开发语言	
实验平台	尺寸	1200mm×800mm×500mm	
	围栏尺寸	1500mm×900mm×700mm	

多机器人协作教学实验系统

近年来，机器人技术得到了迅猛发展，在各行各业得到广泛的应用，如工业生产、航空航天、医学、深海探索、军事等领域。随着产量和作业环境的不断变化，有些工作仅靠单机器人难以承担，需要通过多台机器人之间协同作业才能够完成。多机器人系统相比于单机器人系统有诸多优点，如多机器人系统适应环境能力强，环境发生变化时能自我调节；多机器人系统具有更好的数据冗余性及鲁棒性；多机器人系统空间分布广，同时具有较好的时间分布性。通过多机器人之间的协同合作，多机器人系统可以可靠地完成单机器人无法完成的复杂任务。

该平台满足自动化类、机电一体化等主要专业，涵盖电子信息、计算机、工业机器人等众多专业领域的专项技术和专业核心技术的教学、科研和实训。



功能介绍

该系统包括两个机器人，一个并联机器人和一个六轴多关节机器人，两个机器人分别放在流水线的两个工位上，通过视觉检测模块对机器人进行引导，模拟实际生产线工作流程，完成抓取摆放等功能。

功能列表

序号	描述
1	并联机器人和六轴多关节机器人系统的原理、使用和调试
2	工业机器人与机器视觉系统综合应用的安装与调试
3	机器视觉系统模板设置、编程与调试
4	机器视觉系统的原理、使用和调试
5	通过示教单元手动调试工业机器人
6	坐标系统和机器视觉坐标系统标定及相互转换
7	通过示教单元手动调试工业机器人
8	通过示教单元设置、修改各控制点坐标
9	通过示教单元编写、修改工业机器人程序
10	工业机器人系统的软件二次开发编程
11	传送带跟踪抓取实验原理、演示和设置

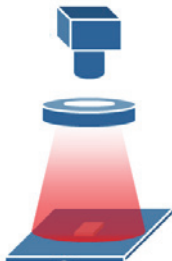
系统特点

- 系统拥有多个工作单元，功能多，技术先进。学生可以直接体验生产现场的先进技术。同时也学到生产现场不具备的故障诊断、生产执行系统等等。
- 产品采用模块化设计，可以创新组合，符合未来先进制造流水线的灵活性和适应性要求。
- 集中了当前以及未来先进的机器人技术、现场总线技术、运动控制技术、图像处理与诊断技术等等。
- 直接与实际生产线结合，利于培养实用型、创新性专业技术人才。
- 开放式系统设计，学生和老师探究系统技术和理论的同时，可以进行自我设计，提升系统的设计结构和设计要求。同时进行先进技术、先进理论的各种尝试。
- 先进的教育理念，以“用知识、实践知识”为宗旨，以项目的形式开展教学、科研及技术开发，利于培养创新性、实践型专业技术人才。

关键模块



机器人



视觉检测系统

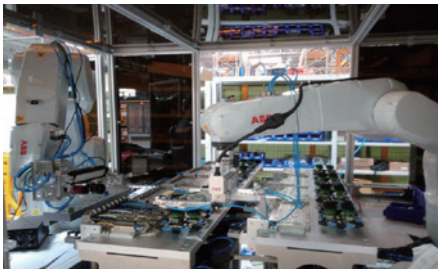


电控装置

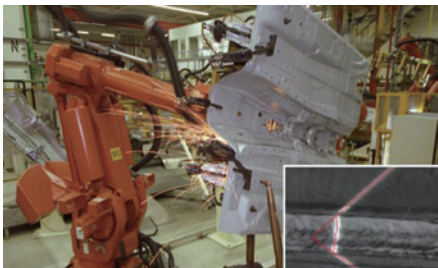


气动装置

应用案例



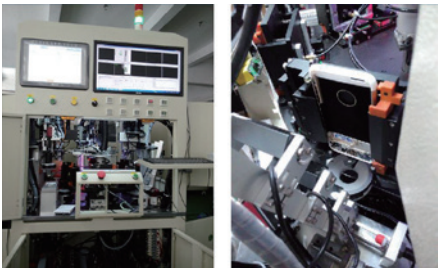
PCB 检测



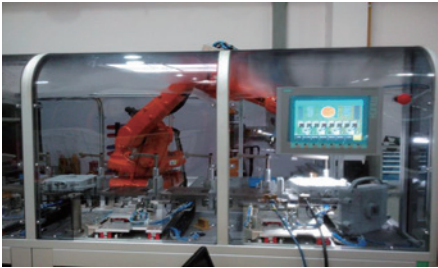
汽车焊接

系统组成

序号	主要组件	数量
1	并联机器人	1
2	六轴多关节机器人	1
3	机器人抓手	2
4	机器人底座	2
5	真空发生器	2
6	传送带	4
7	编码器	1
8	位置传感器	5
9	机械支架	1
10	视觉检测系统	1
11	电气运动系统	1



手机装配



自动检测平台

基于 DeepLearning 的药片缺陷检测分类系统

深度学习（可以通过人工神经网络等架构完成）通过处理数据和创建用于决策的模式模仿人类大脑的工作方式。HALCON 17.12 Progress 是 MVTec 公司推出的最新 HALCON 版本，增添了用于图像数据分类的深度学习（Deep Learning）。深度学习是 HALCON 17.12 Progress 的最大亮点，用户可以使用 CNNs（卷积神经网络）来训练自己的分类器，在训练 CNN 之后，用户可以在 HALCON 软件中使用神经网络对新的数据进行分类。

深度学习流程：



该系统首先利用采集好的不同种类缺陷的药片图像，并利用 CNN 进行深度学习训练分类器，然后通过加载已训练好的分类器模型实现对药片缺陷的实时准确在线分类检测。

系统组成

序号	主要组件	数量
1	实验平台	1
2	光源	1
3	面阵相机	1
4	镜头	1
5	光电传感器	1
6	被测样品	1
7	系统演示软件	1
8	HALCON 图像处理软件	1

系统性能规格

项目	参数
光源	100mm 方形白光
实验平台尺寸	循环皮带传输平台
相机接口	USB3.0
相机传感器	CCD
镜头焦距	16mm
检测视场	200mm
被测物大小	可定制

工作流程

首先，读取 HALCON 提供的预训练 DL 分类器，根据提供的大量分类好的样品图片，预处理为大小均一的预训练图片，设置训练需要的参数，进行重新训练，我们会获得新的 DL 分类器。之后，对新的分类器进行评估，评估合格之后，可以利用新的分类器对新的图片进行分类工作。



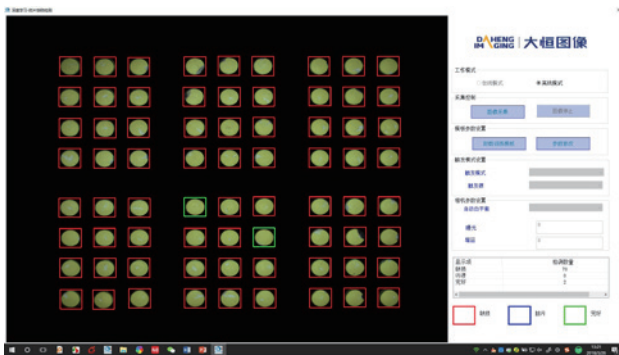
高级视觉算法应用系统方案

系统特点

- 实现对单个药片的精准分割
- 实现对不同缺陷药片的实时精确分类
- 训练简易、自动特征学习
- 识别效率较高

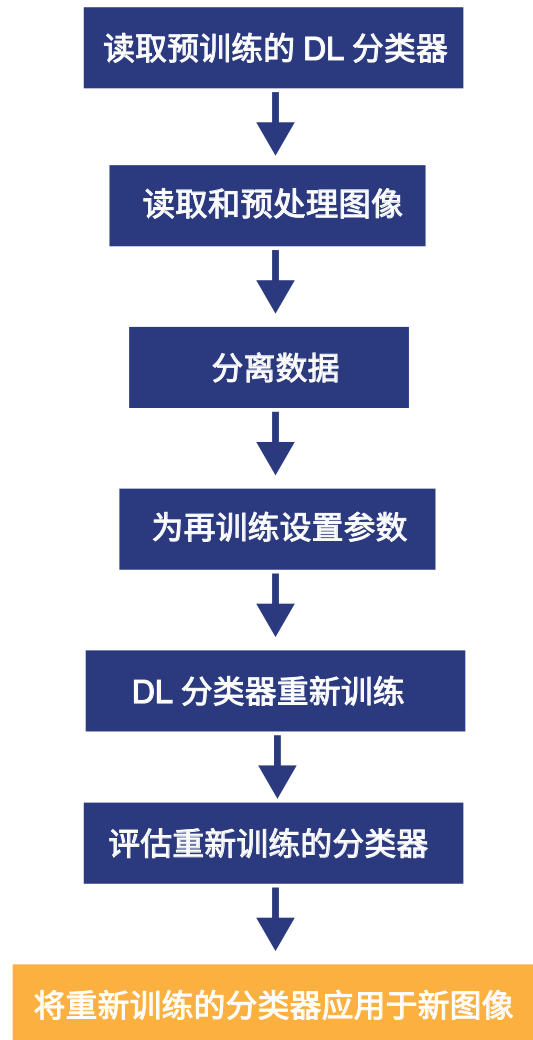
软件平台

实验软件基于 HALCON 图像处理平台开发，并基于 MFC 框架开发了界面程序。



基于 MFC 的应用程序界面

工作流程



主要应用领域

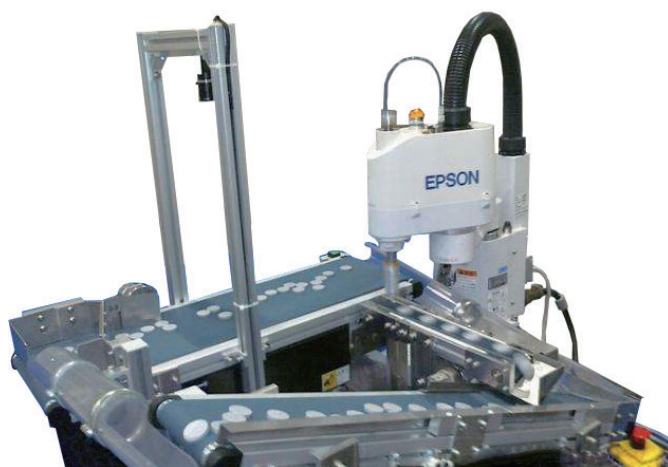
在工业应用领域中，CNNs 可用于缺陷分类（如：电路板、太阳能电池片表面缺陷等），或者对象分类（如：从单个图像中识别水果的类型）等。

深度学习还可以应用在图片识别、语音识别、情感识别、智能翻译等生活领域，还可应用在医疗行业（如肿瘤检测、药物发现等）、农业以及金融行业股价预测等。

基于深度学习的四轴机械手缺陷分拣系统

机器视觉系统广泛地应用于视觉检测、机器人的视觉引导和自动化装配等领域。基于机器视觉的视觉引导技术，现今对机械手完成特定工作任务的需求越来越多，促使各个高校和研究机构加大、加深研究力度。现今基于视觉引导的机器人运动控制技术愈加成熟、广泛地应用到汽车装配、材料抓取、无人焊接等行业。而深度学习进行缺陷检测的算法是目前国际上比较前沿和比较先进的算法，本方案就是将四轴机器人控制吸取与先进的深度学习算法结合起来利用手眼标定算法进行分拣和吸取缺陷物体。

本系统是将四轴机器人和视觉系统组件安装在光学平台上，在光学平台（1400mm×600mm×500mm）上放置一个封闭的传送带，在实验室环境中，通过深度学习算法获取到缺陷物体的位置信息，完成被测物体的二维定位，依据获取的定位信息引导机器人控制四轴机械手的吸嘴吸取被测物并放置于物料盘中。



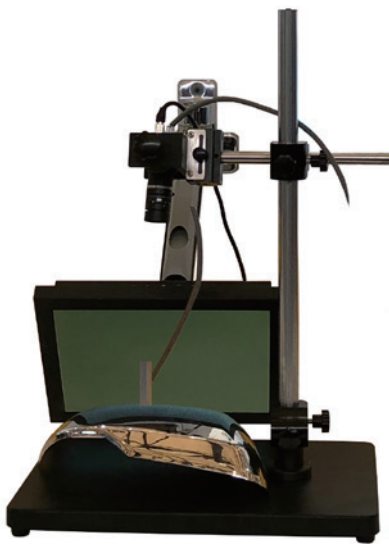
模块	性能	参数
四轴机器人模块	轴数或自由度	四轴
	臂长	LS3-401x: 400 mm 第一关节 + 第二关节: 225+175 mm 第三关节 (Z): 150 mm (120 Clean)
	各轴最大速度	LS3-401x (第一关节 + 第二关节): 6,000 mm/s 第三关节: 1,100 mm/s 第四关节: 2,600 °/s
	标准循环时间 (W/2kg 负重)	LS3-401x: 0.45 s
	反复定位精度	第一关节 + 第二关节: ±0.010 mm 第三关节: ±0.010 mm 第四关节: ±0.010 °
	最大负载	最大: 3kg, 额定: 1kg
	用户线路	电路: 15 线 气路: Φ6mm × 2, Φ4mm × 1
	测量	安装孔径 (mm): 120 × 120 (4-M8) Z 轴直径: 16 mm
机器视觉模块	相机参数	1628 (H) × 1236 (V), CCD
	传输数据接口	千兆网口
	照明方式	环形光源
	软件功能	深度学习, 手眼标定, 匹配定位
	二次开发	支持 C++, C#, VB 等开发语言
光学平台	大小	1200mm×600mm×500mm
气动吸取装置	气动吸取	单口或多口可选

高级视觉算法应用系统方案

基于偏折法的镜面物体缺陷检测系统

利用机器视觉技术代替人工来完成物体表面缺陷的检测,是近年来一种新兴的非接触式无损检测方法,融合了光源照明、光学成像、信息传输和图像处理等众多技术,可以大大提高工业产品生产效率、质量和检测精度,进而实现产品生产和检测的自动化和智能化。然而,高反射率或者镜面反射的物体表面缺陷由于其对光照的反射特性,极易引起表面眩光并反射周围物体的像,造成观测相机捕捉的图像亮度局部饱和,进而导致物体表面细节特征被隐没在周围复杂的环境中,无法完成表面缺陷的正常检测。

为了解决带有镜面反射的物体表面上例如凹陷和划痕检测所带来的挑战,最新版本的 HALCON 17.12 提供了基于偏折法原理的视觉检测方法供用户使用。该方法利用镜面反射原理,通过观测已知图案在目标物体表面上的镜像图像及其变形来实现,很好的解决了镜面反射物体表面缺陷检测难的问题。



系统组成

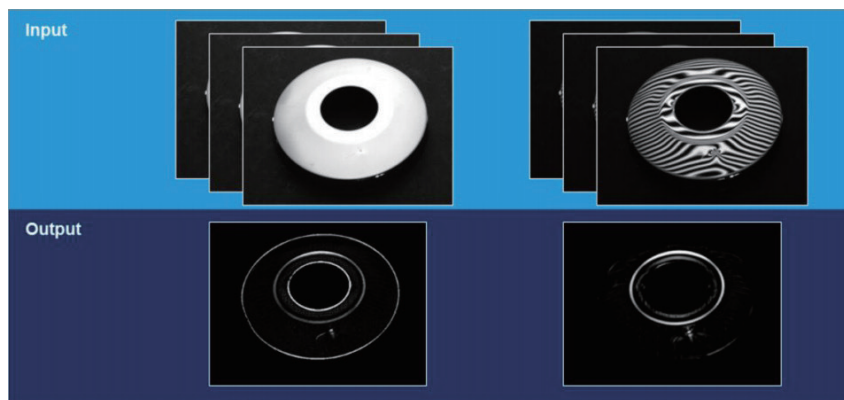
序号	主要组件	数量
1	偏折法实验平台	1
2	显示器	1
3	面阵相机	1
4	镜头	1
5	偏振片	1
6	被测样品	1
7	系统演示软件	1
8	HALCON 图像处理软件	1

系统性能规格

项目	参数
显示器大小	11"
实验平台尺寸	260×380×500mm
相机接口	USB3.0
相机传感器	CMOS
镜头焦距	50mm
检测视场	100mm
被测物大小	可定制

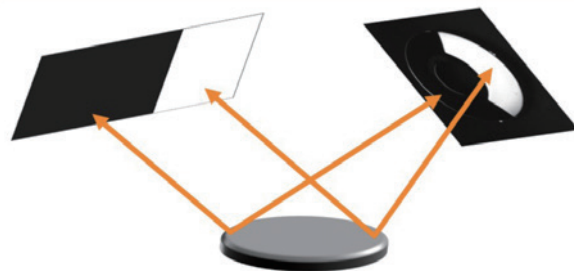
核心算法模型

在本系统的实现中，偏折法是完成镜面反射物体表面缺陷检测的核心算法，是 HALCON 17.12 提供的最新功能之一。其中，显示器用于投影特定图案到物体表面，然后相机捕捉到由物体表面反射的特定图案，最后用 HALCON 提供的算法模型来找到物体表面的缺陷。

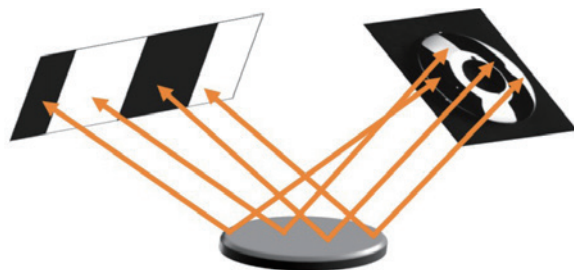


以一个具有局部镜面反射的金属物体为例，其表面有少许划痕和大一点的凹陷，如上图所示，通过对一系列由物体表面反射的特定图案进行成像，进而能够计算出明显缺陷的图像，其具体的实现过程如下：

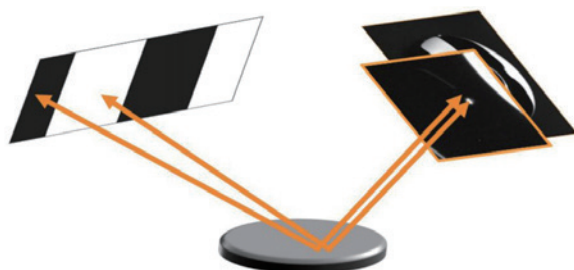
首先，一个空间分辨率很低的图像被映射，通过反射，偏折法能够粗略地将局部反射对应到特定图案的行 / 列。



接下来，在每次迭代中，双倍增加映射图案的空间分辨率，这种映射关系逐渐地细致化。最后，根据最小的条纹宽度，每一个像素都能映射到局部图案的行 / 列。

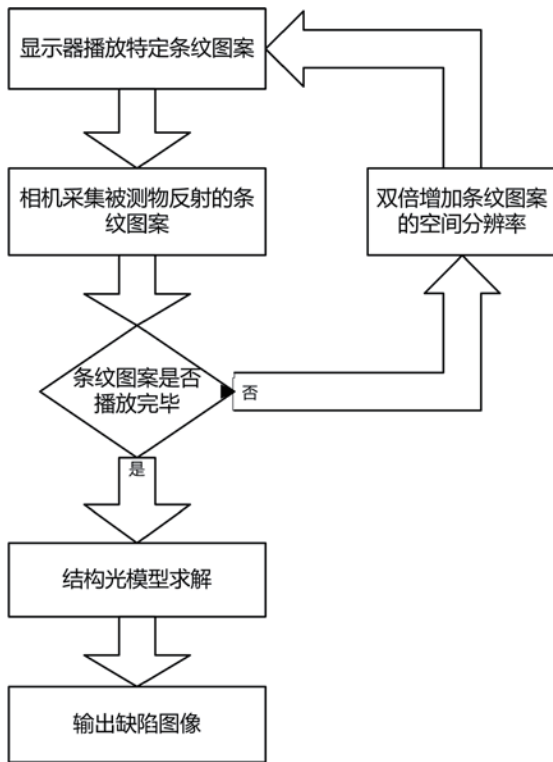


划痕或者凹陷在局部上会以不同的角度来反射光，偏折法也能够定位出图案内部对应的面积区域。也就是说，在相机图像中较近的局部距离在图案图像中会映射到较远的距离。



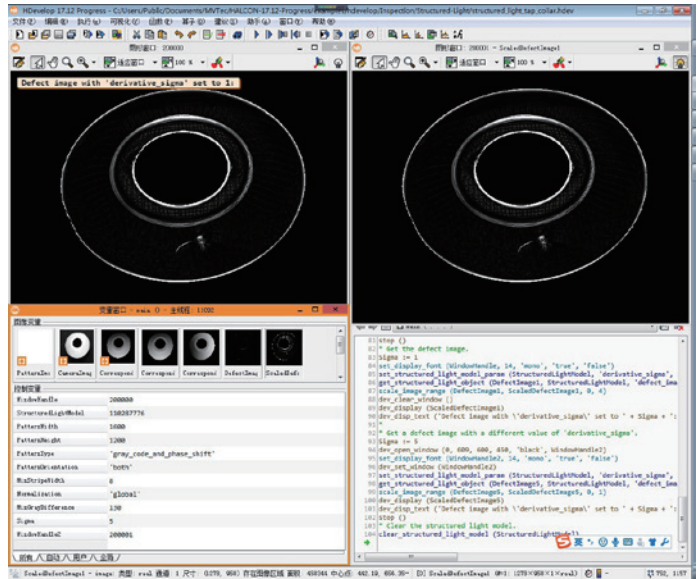
高级视觉算法应用系统方案

工作流程



软件实现平台

实验系统包含的所有功能均可在 HALCON 交互式的编程环境—HDevelop 中实现，且提供 HALCON 实现源代码。同时，还提供了一款系统功能演示软件，用户可以在此软件平台上完成利用偏折法实现镜面反射物体表面缺陷检测的全过程。

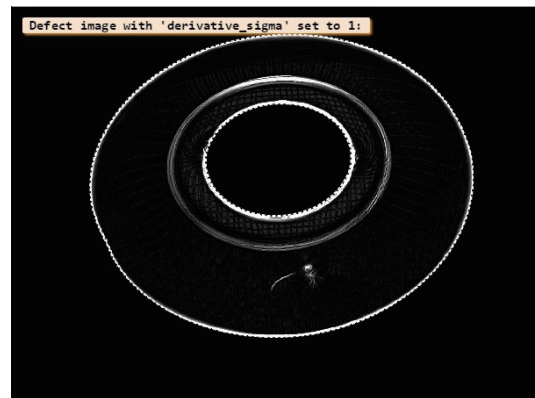


HALCON 交互式编程开发环境 HDevelop

实验效果图



带有划痕和凹陷的金属被测物



检测出来的缺陷图像

(高亮部分代表缺陷所在的位置)

应用领域

偏折法可以应用于高亮金属的凹陷和划痕检测，以及玻璃的瑕疵检测等。

翻拍台

平台特点

- 适用于面阵相机静态拍图实验
- 支持各种型号面阵相机
- 支持各种型号光源
- 金属材质 (底板可吸附磁座)



规格参数

型号	DH-POL-FP380	DH-POL-FP500
立柱高度	500mm	600mm
底板尺寸	380mm×260mm	500mm×400mm
调整方式	手动	手动
微调台调整范围	-20mm~+20mm	-20mm~+20mm
材质	金属	金属

便携式翻拍台

平台特点

- 适用于面阵相机静态拍图实验
- 支持多种光源：多角度环形光、穹顶光、同轴光等
- 相机、光源位置多角度可调
- 自重轻，小巧便携
- 金属材质



型号	DH-SPOL-FP200-L
立柱高度	500mm
底板尺寸	300mm×400mm
调整方式	手动
微调台调整范围	-20mm~+20mm
材质	金属材质

平移运动实验平台

平台特点

- 适用于线阵、面相机的拍图实验
- 支持多种型号面阵、线阵相机
- 支持多种型号光源
- 相机、光源位置六个方向可调
- 提供旋转编码器
- 提供 24V、12V、5V 直流电源
- 平移运动速度可调

规格参数

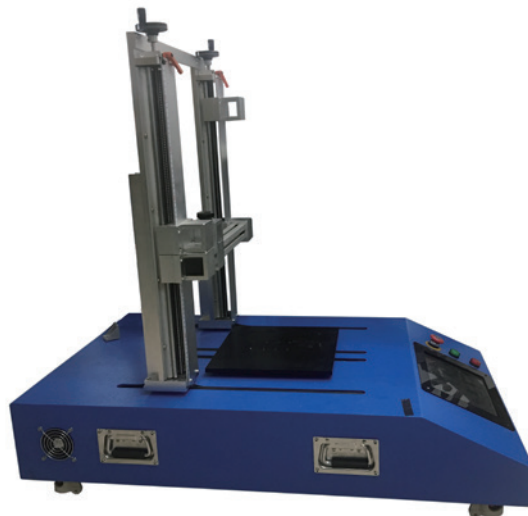
型号	DH-POL-PY300
台面尺寸	600×400×200 mm
方形托盘尺寸	300×250 mm
支架高度	700 mm
平台材料	金属
运动方式	往复运动
运动范围	300 mm
运动速度	0~200 mm/s
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2000 脉冲 / 转)
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	30 kg
整机外形	600×400×980 mm
定制 / 选配	支架高度可定制



数控平移台

平台特点

- 适用于高精度线阵系统采集图像实验
- 适用于高精度 3D 结构光测量实验
- 适用于高精度线阵双目 3D 检测实验
- 触摸屏方式控制平台运动速度和开关
- 支持多种型号的 2D、3D 相机和线阵相机
- 支持多种面光源和线光源
- 相机、光源六个方向位置可调
- 提供高精度差分编码器
- 平移精度可至 0.01mm



规格参数

型号	DH-POL-PY300-SK
台面尺寸	900×600×200mm
方形托盘尺寸	300×300mm
支架高度	760mm
平台材料	金属
驱动方式	丝杠电机
运动方式	往复可调
运动范围	300mm
运动速度	0 ~ 200mm
重复运动精度	0.05mm
跳动	0.05mm
触发传感器	内置差分编码器
中心最大负载	10Kg
工作温度	-5 ~ 60°C
平台自重	40kg
整体外形	110×103×60mm
定制 / 选配	支架高度可定制

旋转运动实验平台

平台特点

- 适用于面阵相机的在线拍图实验
- 支持多种型号的面阵相机
- 支持多种型号的光源
- 相机、光源位置六个方向可调
- 提供触发源
- 提供 24V、12V、5V 直流电源
- 托盘转速可调

规格参数

型号	DH-POL-ZT250
台面尺寸	600×400×200 mm
圆形托盘尺寸	ø 250 mm
支架高度	700 mm
平台材料	金属
运动方式	旋转运动
运动速度	0~270 r/min
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	光电传感器
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	30 kg
整机外形	600×400×980 mm
定制 / 选配	支架高度可定制



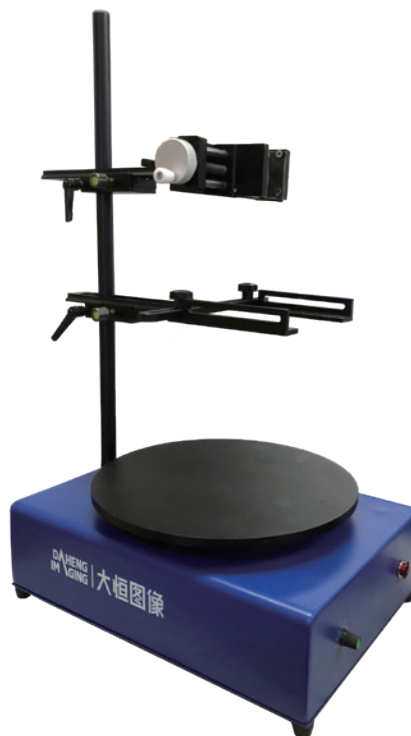
轻便型旋转实验平台

平台特点

- 适用于面阵相机动态拍图实验
- 支持多种光源：多角度环形光、穹顶光、同轴光等
- 相机、光源位置多角度可调
- 自重轻，结构小巧，便于搬运
- 提供霍尔开关信号输出
- 旋转运动托盘转速可调

规格参数

型号	DH-SPOL-ZT300-L
台面尺寸	390×280×100 mm
圆形托盘尺寸	∅ 300 mm
支架高度	560 mm
平台材料	金属
运动方式	旋转运动
运动速度	0~120 r/min
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	霍尔开关传感器
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	15 kg
整机外形	400×300×700 mm
定制 / 选配	立柱高度可定制



滚筒实验平台

平台特点

- 适用于线阵相机在线拍图实验
- 支持多种型号线阵相机
- 支持多种型号线光源
- 相机、光源位置六个方向可调
- 内置旋转编码器
- 提供 24V、12V、5V 直流电源
- 滚筒转速可调

规格参数

型号	DH-POL-GT150
台面尺寸	600×400×200 mm
滚筒直径	150 mm
滚筒长度	300 mm
支架高度	900 mm
平台材料	金属
运动方式	圆周运动
运动速度	0~500 r/min
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2000 脉冲 / 转)
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	35 kg
整机外形	600×400×980 mm
定制 / 选配	支架高度可定制



高速滚筒实验平台

平台特点

- 适用于线阵相机在线拍图实验
- 支持多种线型光源
- 相机、光源位置 6 个方向可调
- 提供旋转编码器精确控制输出
- 提供 24V、12V、5V 直流电源
- 高速滚筒旋转运动转速可调
- 最高转速可达 1000r/min，最大线速度可达 10m/s



规格参数

型号	DH-SPOL-GT100
台面尺寸	600×390×200 mm
滚筒直径	150 mm
滚筒长度	300 mm
支架高度	740 mm
平台材料	金属
运动方式	圆周运动
运动速度	0~1000 r/min
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2500 脉冲 / 转)
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	35kg
整体外形	600×390×940 mm
定制 / 选配	支架高度可定制

双侧打光滚轴实验平台

平台特点

- 适用于线阵相机在线拍图实验
- 支持多种线型光源
- 相机、光源位置 6 个方向可调
- 提供旋转编码器精确控制输出
- 提供 24V、12V、5V 直流电源
- 高速滚筒旋转运动转速可调
- 特别适用于透明被测物体、需要打背光的和双侧打光的情景
- 两个位置控制光电开关

规格参数

型号	DH-SPOL-UD400
台面尺寸	600×460×300 mm
滚轴直径	20mm
滚轴长度	300 mm
滚轴数量	20 根
相机支架高度	740 mm
光源支架高度	400mm
平台材料	金属
运动方式	往复运动
运动速度	0~200 r/min
重复运动精度	±0.1mm
跳动	±0.1mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2500 脉冲 / 转)
中心最大负载	10 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	45 kg
整机外形	600×460×1040 mm
定制 / 选配	支架高度可定制



传动带实验平台

平台特点

- 适用于面阵和线阵相机在线拍图实验
- 模拟工业现场高速的皮带传送，速度到 10m/s 以上
- 支持线性和条形光照明
- 相机、光源位置 6 个方向可调
- 提供高精度差分编码器控制输出
- 提供 24V、12V、5V 直流电源输出
- 高速皮带转速可调节



规格参数

型号	DH-SPOL-CS400
台面尺寸	600×900×600 mm
皮带宽度	400 mm
传送带长度	900 mm
相机支架高度	700 mm
光源支架高度	400 mm
平台材料	金属
运动方式	循环运动
运动速度	1.2 m/s
重复运动精度	±0.05mm
跳动	±0.05mm
触发传感器	内置旋转编码器 (2500 脉冲 / 转)
中心最大负载	3 kg
工作温度	-5~60 °C
平台自重	45 kg
整机外形	600×900×1340 mm
定制 / 选配	支架高度可定制

双目立体实验平台

平台特点

- 适用于 2 个面阵相机静态拍图实验
- 相机位置可多角度可调
- 金属材质



规格参数

型号	R2204
支架高度	720mm~1540mm
基线距离	200mm~450mm
平台材料	金属
工作温度	-5~60 °C
平台自重	6kg
定制 / 选配	横梁长度 (基线距离) 可定制

大家风范·恒久品质

中国大恒(集团)有限公司北京图像视觉技术分公司 www.daheng-imaging.com

北京总部

地址: 北京市海淀区苏州街3号大恒科技大厦北座12层
邮编: 100080
电话: 010-82828878
传真: 010-82563343
邮箱: sales@daheng-imaging.com

深圳办事处

地址: 深圳市南山区高新科技园高新南一道德赛科技大厦1601室
邮编: 518040
电话: 0755-83479565
传真: 0755-82044020
邮箱: shenzhen@daheng-imaging.com

成都办事处

地址: 成都市锦江区二环路东五段华润广场B座1509
邮编: 610021
电话: 028-63167707
传真: 028-63167707
邮箱: chengdu@daheng-imaging.com

上海办事处

地址: 上海市普陀区怒江北路598号红星世贸大厦1808室
邮编: 200333
电话: 021-52363091
传真: 021-52363092
邮箱: shanghai@daheng-imaging.com

武汉办事处

地址: 武汉市洪山区关山大道111号光谷时代广场A座2009-2010室
邮编: 430079
电话: 027-87223690
传真: 027-87223690
邮箱: wuhan@daheng-imaging.com

西安办事处

地址: 西安市高新区唐延路35号旺座现代城F座1601室
邮编: 710065
电话: 029-84501012
传真: 029-89588451
邮箱: xian@daheng-imaging.com

