附件

**陕西省教育厅成果申报项目公示内容信息简介**

1. **项目名称**：面向产线的小尺寸不规则零件机器视觉高精度测量关键技术与应用
2. **完成单位**：陕西国际商贸学院
3. **完成人**：张喜民；周水生；王希娟；袁战军；张金博；赵腾飞；

**4. 项目简介**：本项目所属科学技术领域为计算机图像处理和测试计量仪器领域。

尺寸检测是自动化生产过程中不可或缺的一环，基于机器视觉的精密测量技术可实现非接触性、快速和连续高精度零件测量，既能避免测量过程中的人为误差，又能有效保证生产制造的自动化。目前，基于机器视觉的零件测量技术的国内外研究主要针对于规则形状物体，对于非规则形状物体的研究较少，且现有成果的尺寸测量误差大于0.03mm，测量精度较低。

项目以产线小尺寸不规则零件尺寸检测为背景，对机器视觉零件测量的图像配准、边缘检测、目标直线提取等环节中影响精度的若干关键技术问题展开研究；项目通过提出改进算法、优化算法实现、采用先进硬件，实现零件尺寸测量误差小于0.01mm以上和提升零件检测自动化程度的目标。项目研究为高精度机器视觉尺寸测量技术的发展提供新的思路、理论依据和实现方法，研究成果已应用工业自动化零件生产线，提高了零件检测质量和效率，节省了人力，增加了企业效益。

基于机器视觉的零件尺寸测量过程包括图像采集、图像增强、图像配准、边缘检测、目标提取、相机标定和计算测量环节。项目重点研究图像配准、目标提取和计算测量环节影响精度的因素，分别提出改进算法并实现算法，同时研制了“小尺寸不规则零件机器视觉高精度测量系统”样机，项目完成的主要科学技术内容如下：

1. **图像配准技术**

产线批量采集零件图像的过程中，由于传送带的震动及其他因素的影响，零件往往会发生偏移或旋转的情况，为方便后续测量，需要通过采集到的待检测图像与标准摆放位置图像的精致配准。项目针对传统SIFT匹配算法完全忽略不同特征点之间的几何关联，只注重特征描述子间的局部优化，对于灰度变化比较平滑的零件图在寻找匹配特征点对时产生较多误匹配，鲁棒性较差的情况，研究约束SIFT特征匹配的图像配准算法：先采用基于边界拓扑分析的图像跟踪方法进行轮廓提取，再由轮廓所得粗略几何信息进行特征点粗匹配，最后利用RANSAC方法精确匹配，提高图像配准精度。

1. **图像边缘检测技术**

针对传统SURF算法在平滑度较好区域边缘特征点匹配不足和误匹配的问题，研究改进边缘特征提取与匹配算法：先对零件图像进行边缘检测，再对处理后的图像边缘进行形态学处理，最后通过膨胀运算和开运算，获得图像边缘区域信息并提取特征点，进而获得特征明显的边缘点对，达到提高匹配正确率和降低运算量的目标。

1. **图像边缘直线提取技术**

针对现有Hough变换算法提取直线时，参数空间中峰值点被次峰值点环绕包围、易造成误检或漏检的情况，研究基于投票约束的Hough变换直线检测算法：通过设计Hough空间投票权重分配机制来抑制伪峰的产生，提高直线检测精准度。

1. **研制高精度机器视觉测量系统样机**

测量系统样机由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件系统主要完成图像采集、传输、控制与计算，包括工业相机、镜头、光源、精密测量支架以及计算硬件。工业相机以及镜头的选择、不同类型的光源以及照明的方式选取和计算硬件的配置都对测量系统的精确度和系统的整体性能有重要影响。软件系统主要完成控制采集图像、图像预处理和尺寸测量功能。项目对样机系统硬件资源的需求、设备选用原则进行研究，提出一套合理的硬件设计方案、并搭建样机系统，确保硬件资源完全支撑软件系统获取高质量的图像、实时完成图像处理，并达到要求的测量精度。

本项目工作累计发表了国内外学术期刊论文6篇，其中SCI收录2篇、EI收录2篇， CSCD收录2篇。论文引用合计56次。已获授权国际发明专利1项，实用新型专利1项。

本项目成果为高精度机器视觉尺寸测量技术的发展提供新的思路和参考，开发的零件高精度尺寸测量技术在“咸阳博元机电科技有限公司”进行了实施试用，样机系统对生产的喷管零件进行高精度外观尺寸测量和检验，零件测量检验时间有原先平均人工5分钟/每件，缩短到小于人工10秒钟/每件，检测效率提高了30倍，测量误差小于0.01mm，完全满足该零件检验误差小于0.05mm的要求。为该公司节省了大量人力成本，赢得了客户良好信誉。

**5. 主要知识产权产权**：

1. A Image Processing and Analytical Device,国际发明专利(2022/07033),授权时间: 2022年10月26日.
2. 一种机器视觉类矩形小插件精密尺度测量系统实用新型专利(ZL202221149912.1), 授权时间: 2022年08月26日.
3. **代表性论文**

**1.** Chen, YX;Zhou, Shuisheng;Zhang,Ximin. Improved fuzzy c-means clustering by varying the fuzziness parameter. Pattern Recognition Letters,2022年157卷60-67页（SCI）.

2. 张喜民;余奇颖;张金博;付安英. 基于机器视觉的手机尾插件精密测量方法研究.仪器仪表学报,2019年40卷48-54 (EI、CSCD).

3. An, Zhiyong;Chen, Geng;Zhang, Ximin;Wang, Zhuhai;Xie, Qingsong;Zhang, Bin. Learning the model update with local trusted templates for visual tracking. IET Image Processing,2023年17卷544-557 (SCI)

4. 张喜民;詹海生;余奇颖. 几何特征约束的SIFT特征匹配改进算法.计量学报,2023年44卷1182-1187 (CSCD)

5. 张喜民;詹海生;余奇颖. 基于投票约束的Hough变换直线检测算法.电子设计工程,2023年31卷89-93

6. Tengfei Zhao; Ximin Zhang; Jinbo. Research on an improved SURF matching algorithm for door handle images.2022 IEEE 10th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC),2022年10卷2357-2360页 (EI ).

1. **项目获奖**

1. 首届全国工业和信息化技术技能大赛,陕西省二等奖，陕西省工业与信息化厅。