

机器视觉在特种设备上的应用现状与发展趋势研究

尹高俊

广州南洋理工职业学院 人工智能学院, 广东 广州 510925

DOI:10.61369/ECE.2025100032

摘 要 : 作为人工智能技术的重要分支, 机器视觉技术以其高精度、高适应性、高效率等特点, 被广泛地运用在社会的各个领域之中, 并且发挥着越来越重要的作用, 同时, 在特种设备行业也表现出巨大的应用潜力。对此, 本文就机器视觉在特种设备上的应用现状与发展趋势进行简要分析, 希望为广大读者提供一些有价值的借鉴和参考。

关 键 词 : 机器视觉; 特种设备; 应用现状; 发展趋势

Research on Application Status and Development Trend of Machine Vision in Special Equipment

Yin Gaojun

School of Artificial Intelligence, Guangzhou Nanyang Polytechnic College, Guangzhou, Guangdong 510925

Abstract : As an important branch of artificial intelligence technology, machine vision technology, with its characteristics of high precision, high adaptability and high efficiency, is widely used in various fields of society and plays an increasingly important role. At the same time, it also shows great application potential in the special equipment industry. In this regard, this paper briefly analyzes the application status and development trend of machine vision in special equipment, hoping to provide some valuable references for the majority of readers.

Keywords : machine vision; special equipment; application status; development trend

引言

特种设备主要是指涉及生命安全、危险系数较高的设备, 如电梯、压力容器、起重机械、客运索道、专用机动车辆等。随着我国工业的飞速发展, 对于特种设备的安全性能、运行效率等方面提出了更高的要求。在以往对特种设备的检测和监测中, 主要以人工监测为主。这种方式不仅效率低下, 危险系数较高, 同时也非常容易受到人为因素的影响, 导致检测结果不准确。而机器视觉技术具备高适应性、高效率以及高精度特点, 能够有效弥补传统人工检测中的缺陷和不足, 提升特种设备检测结果的准确率, 从而为推动我国工业发展奠定坚实基础^[1]。

一、机器视觉技术概述

(一) 定义与原理

机器视觉技术属于人工智能技术里极为关键的一个分支, 它是指借助相关机器来模拟人类视觉功能的一项技术。具体而言, 是运用多种类型的传感器去采集被检测特种设备的图像数据, 再依靠计算机系统对这些图像数据展开分析与处理, 以此达成精准识别、测量、检测以及定位等目标。

机器视觉技术的原理并不复杂, 核心在于利用光学成像设备, 把某一物体的光学图像转变为数字图像。完成这一转换后, 采用各式各样的方法对数字图像进行处理, 从中提取出特征信息。经过对这些信息的分析与识别, 最终给出相应的决策^[2]。

(二) 机器视觉系统的组成

机器视觉系统主要由两部分组成, 即硬件和软件。其中硬件

部分包括光源、镜头图像采集卡等, 重要的功能是将光学图像进行收集和转换, 并将其进行传输。软件部分包括多个模块, 如图像操作与增强模块、图像分割与分析模块、特征识别与机器决策模块等, 主要负责对数字图像进行分析和处理^[3]。

(三) 机器视觉技术的优势分析

与传统人工检测方式相比, 机器视觉技术具有显著的优势。对此, 本文就以下几个方面进行简要分析。

1. 高精度

在传统的人工检测过程中, 检测结果与检测人员的专业素养有着直接的关系。若检测人员具备较高的专业素养, 检测结果相对较为准确, 但也会因为各种因素的影响, 从而产生误差。然而, 运用机器视觉技术则能够借助先进的传感器和科学的图像处理算法, 对待检测物体进行亚像素级别的检测, 极大地提升检测的准确性, 为后续工作的开展奠定坚实基础^[4]。

2. 高效率

传统的人工检测效率较低。而运用机器视觉技术，可以实现自动、连续监测，极大地提升检测效率。传统的检测方式以人工检测为主，检测人员容易受到情绪、疲劳、环境等多种因素的影响，无法长时间、高效率地开展检测工作。而机器视觉技术能够不受人为因素的影响，始终保持稳定、高效的工作状态，能够满足大规模工业生产场景下对特种设备的检测需求^[6]。

3. 高适应性

机器视觉技术具备强大的高适应性特点，能够适应各种恶劣环境，并始终保持良好的工作状态。在特种设备检测过程中，无论是高压、高温、极寒等自然环境，还是油污、粉尘、噪声等工业环境，机器视觉系统都能够始终保持高效的工作状态，稳定运行^[6]。

二、机器视觉在特种设备上的应用现状

(一) 特种设备应用现状

根据国家市场监督管理总局数据统计，截至2024年底，全国特种设备总量达2294.18万台，其中，锅炉数量约为31万台，压力容器约为572万台，电梯约为1153万台，起重机械约为305万台，大型游乐设施约为3万台，客运索道为1168条，如图1。



图1 2024年特种设备数量分类比例图

2024年，全国共报告特种设备及相关事故132起，死亡人数达114人。按照设备类别进行划分，其中锅炉事故死亡两人，压力容器事故死亡四人；电梯事故死亡二十七人，起重机械事故死亡四十一人，大型游乐设施事故未造成人员死亡，具体数据如图2。

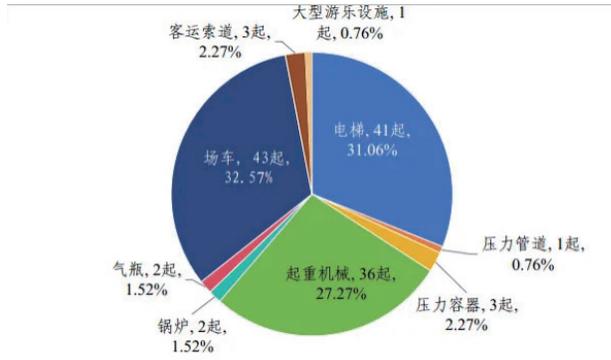


图2 2024年特种设备事故起数及占比情况

(二) 机器视觉在特种设备上的应用

1. 在锅炉检测中的应用

锅炉是特种设备中的重要组成部分，其是否安全运行直接影

响到企业的经济效益和安全生产。对此，在新时期，可以应用机器视觉技术对锅炉进行检测，及时发现锅炉的缺陷和问题，并采取有效措施进行处理，确保其始终保持安全运行状态。例如，可以利用机器视觉技术，对锅炉的烟道、外观以及炉膛等进行检测，能够精准检测出锅炉内部是否存在腐蚀、裂纹等安全隐患，避免安全事故的发生^[7]。

2. 在压力容器检测中的应用

众所周知，压力容器也是特种设备之一，是存储和运输各种气体、液体的关键设备。一旦压力容器存在一些缺陷，极易造成严重安全事故，对工人生命安全以及企业经济效益造成严重影响^[8]。对此，为了确保容器的安全、可靠，可以利用机器视觉技术对其进行检测，及时发现气孔、凹陷、裂纹等问题，并采取行之有效的方式进行处理，避免安全事故的发生。

3. 在电梯检测中的应用

电梯是人们日常工作和生活中接触最多的特种设备之一。其安全运行与乘客的生命财产安全息息相关。对此，为了确保电梯始终保持正常运行状态，可以利用机器视觉技术对其进行检测，以此避免安全事故的发生。例如，可以利用视觉安全技术，对电梯的门系统、导轨、轿厢等部分进行检测，及时发现是否存在异物、裂痕、损坏等隐患，并对电梯进行检修，及时排除安全隐患，确保其安全运行^[9]。

4. 在起重机械检测中应用

起重机械主要是指通过垂直升降运送重物的机械设备，一般常用于施工场地之中。起重机械是否安全运行不仅关系到施工的安全进行，同时也直接影响到工作人员的生命安全。对此，可以利用机器视觉技术对起重机械的钢丝、吊钩、制动器等部位进行检查，可以精准检测出钢丝是否存在过度磨损、断丝等问题，吊钩是否出现变形、裂纹等情况以及制动器相关参数是否正常，从而确保起重机械始终处于安全运行状态^[10]。

5. 在大型游乐设施检测中的应用

随着我国经济实力的不断提升，人们休闲娱乐的需求与日俱增。在此背景下大型游乐场所、设施的数量不断增加，给人们带来快乐的同时，其检测工作不容忽视。一旦大型游乐设施出现故障，必将会造成严重的安全事故。对此，可以利用机器视觉技术对大型游乐设施的轨道、座椅、安全装置等部位进行检测，及时发现其中存在的安全隐患，并及时处理，确保大型游乐设施处于安全状态。

三、机器视觉技术在特种设备上的未来发展趋势

(一) 更高的准确率和鲁棒性

随着人工智能、三维视觉、大模型以及深度学习等先进技术的不断发展，机器视觉技术的故障检测速度以及质量也将会得到进一步的提升。在对特种设备的检测过程中，更高的准确率以及鲁棒性也就意味着能够更加精准地识别设备中的故障和隐患，提升检测的准确性。例如，通过利用更为先进的三维视觉技术，构建更为准确的三维模型，对特种设备的复杂结构进行全面检测，

从而检测出以往难以检测出来的故障。

（二）应用领域更为广泛

随着我国科学技术的飞速发展，机器视觉技术更加成熟，应用领域也愈发广泛。除了对锅炉、压力容器、电梯等特种设备进行检测外，还可以应用在其他特种设备上。例如，可以应用在新型储能设备上。当前，随着清洁能源的不断研究和发展，对于储能设备的安全性、稳定性也有了更高的要求。对此，可以利用机器视觉技术对储能设备的关键部分，如连接部件、散热系统、电池模组等进行实时监测，通过先进的传感器以及图像处理技术，及时发现各种潜在问题，如电池鼓包、连接松动、散热异常等，并向系统发出预警信息，以此确保储能设备的故障能够被及时处理，从而提升其可靠性和稳定性。另外，一些用于高空作业的特种设备，如高空作业平台等，其工作环境复杂，并且具备较高的危险性。对此，为了确保这些特种设备安全、可靠，可以利用视觉技术对高空作业平台的升降结构、支撑部件、操作系统等进行检测，从而及时发现各个部门是否处于正常运行状态。同时，还能够利用该技术对高空作业平台的作业区域进行全天候监控。一旦发现人员、障碍物等进出危险区域后，可以及时发送预警信息，防止安全事故的发生。

（三）高度智能化和自适应

随着人工智能、大模型以及智能算法等技术的飞速发展，未来的机器视觉系统将会更加的智能化和自适应。通过智能算法的不断发展，机器视觉系统能够更好地满足不同的检测环境和不同的检测要求。例如，在一些光线变化显著的环境中，视觉系统能够根据实际情况，自动调整相关参数，如曝光时间、增益等，以此确保采集到的图像数据稳定、可靠。当需要检测不同种类的特

种设备时，机器视觉系统能够根据检测对象的需求，自动调整检测部位、算法以及参数设置等内容，确保能够满足不同类型特种设备的检测需求。

（四）多技术融合与创新

在新时期，随着机器视觉技术与物联网、5G、虚拟现实、虚拟增强等先进技术的不断融合，机器视觉系统的功能更加完善和多样。例如，可以利用5G技术的强大数据传输功能，机器视觉系统能够更加快速的采集图像数据，并实时传送到远程监控中心进行分析和处理，更快速地识别出特种设备的故障点，及时进行维修和处理，从而有效避免安全事故的发生；还可以利用虚拟现实技术的强大功能，创设多种类型的虚拟情境，工作人员能够在此情境中进行实践训练，提升其检测和维修水平，从而更好地开展特种设备检测工作。

（五）标准化与安全性的提升

在新时期，随着机器视觉技术在特种设备领域的广泛应用，相关标准、规范将会更加全面。通过建立健全技术标准和操作规范，能够有效提升机器视觉系统的兼容性和互换性。同时，随着数据加密、访问控制等技术的不断发展，机器视觉技术的安全性也会随之不断提升。

四、结束语

总之，机器视觉技术已经被广泛地运用在特种设备领域，并且取得了显著地成效。在未来，随着其他先进科学技术的不断发展和应用，机器视觉技术功能将会更加多样和强大，在特种设备领域中的作用也会愈发重要。

参考文献

- [1] 汪军, 张瑞, 罗祥志. 基于机器视觉分析技术的大型游乐设施数字化监管应用 [J]. 江苏通信, 2024, 40(03):87-91.
- [2] 刘陆, 赵佳萱, 徐治中. 机电类特种设备质量检验的技术探讨 [J]. 机械工业标准化与质量, 2024, (04):17-20.
- [3] 黄荔生, 王花秀, 鄢峰, 等. 基于机器视觉的大型游乐设施摆角测量 [J]. 特种设备安全技术, 2024, (01):42-44.
- [4] 岑琪, 张志坚, 李俊宁, 等. 基于机器视觉的电梯包覆带检验技术研究 [J]. 中国特种设备安全, 2023, 39(S1):12-15.
- [5] 冯双昌, 陈杰, 欧阳惠卿, 等. 基于机器视觉的自动扶梯异物卡入预警系统研究 [J]. 机械工程师, 2021, (10):93-94.
- [6] 王延军, 陈亚男, 姚志鹏. 基于机器视觉测试高锰酸盐指数的方法研究 [J]. 环境科技, 2022, 35(06):51-54.
- [7] 刘俊. 基于机器视觉和并联机器人抓取的牙刷泡罩吸塑包装系统 [D]. 安徽工业大学, 2022.
- [8] 陈思宇. 基于机器视觉的复杂零件表面质量检测系统设计与实现 [D]. 沈阳理工大学, 2023.
- [9] 张瑾, 许慧荣. 基于机器视觉技术的组合式结构桥梁横梁连接刚度损伤分析 [J]. 科技与创新, 2022, (23):76-79+82.
- [10] 柳国栋. 基于机器视觉的盘铣刀磨损状态检测方法研究 [D]. 西京学院, 2022.