

# 工业和信息化人才培养工程培训课程标准

工业机器人视觉编程与应用

(试行版)

 EIAEC 工业和信息化部教育与考试中心

工业和信息化部教育与考试中心

二〇二二年十二月

## 说 明

为贯彻落实《关于加强和改进工业和信息化人才队伍建设的实施意见》（工信部人〔2022〕138号），立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，工业和信息化部教育与考试中心依据数字技术、智能制造等行业发展人才实际需要，积极整合行业教育资源优势，组织行业专家、教育专家持续研发《工业和信息化人才培养工程培训课程标准》（以下简称“标准”），用于指导工业和信息化人才培养工程相关培训课程建设，高质量推动工业和信息化人才培养工程发展。

《标准》以客观反映现阶段行业技术发展水平和从业人员能力要求为目标，在充分考虑经济发展、科技进步和产业结构变化的基础上，对课程的等级、模块划分进行定义，对培训内容要求、专业能力要求、知识要求和考核权重进行了详细说明。

《标准》组编遵循了有关技术规程的要求，既保证体例规范，又体现以专业活动为导向、以专业技术技能为核心的特点，模块化的结构使其具有根据技术发展进行调整的灵活性和实用性，符合培训工作的需要。

本《标准》编制工作由工业和信息化部教育与考试中心具体组织实施，参与标准编制单位有深圳市物新智能科技有限公司、武汉筑梦科技有限公司、北京工业职业技术学院、天津中德应用技术大学、武汉职业技术学院等。参与编制人有龚玉涵、汤晓华、胡凯、张春芝、杨清永、何琼、夏光尉、王亚龙、张辉、唐霞等。

本《标准》经工业和信息化部教育与考试中心批准，自颁布之日起施行。

# 工业和信息化人才培养工程

## 培训课程标准

### 1 课程概况

#### 1.1 课程名称

工业机器视觉编程与应用

#### 1.2 课程定义

本主要面向 3C 电子集成行业、汽车制造行业、包装印刷行业、半导体及电子制造行业等行业，从事机器视觉系统的安装、调试、开发、应用、运维等工作，培养基于机器视觉软硬件平台，具备完成模式识别、视觉定位、尺寸测量和外观检测等工作任务的技术技能人员。

#### 1.3 课程技能等级

本课程共设三个等级，分别为：初级、中级、高级。

#### 1.4 课程环境条件

室内、常温。

#### 1.5 课程能力要求

具有较强的学习能力、研究能力；

具有一定的理解、判断和表达能力；

具有一定的分析解决问题的能力 and 沟通能力。

#### 1.6 普通受教育程度

高中毕业（或同等学历）。

#### 1.7 课程培训要求

##### 1.7.1 培训期限

初级课程不少于线上或线下 40 标准学时；中级课程不少于线上或线下 60 标准学时；高级课程不少于线上或线下 80 标准学时，每学时为 45 分钟。

##### 1.7.2 培训教师

承担培训初级、中级理论知识或专业能力培训任务人员，应具有自动化、计算机科学与技术等本科以上学历，机器视觉行业从业经验 1 年以上，具备相关课程培训、教学经验 1-3 年。

承担高级理论知识或专业能力培训任务人员，应具有自动化、计算机科学与技术等本科以上学历，机器视觉行业从业经验或相关课程培训经验 3 年以上，或具有相关职业高级专业技术等级、相关专业高级职称二者之一。

### 1.7.3 培训场所设备

理论知识培训在标准信息化教室或线上平台进行；

专业能力培训在具有机器视觉系统相应软、硬件条件的培训场所进行；

操作技能培训需提供机器视觉系统所需的多种（不少于四种）光源、镜头、相机等材料、设备，具有机器视觉图形化编程软件和二次开发工具等，工位满足 20 人以上同时开展培训与考核。

## 2 基本要求

### 2.1 专业道德

#### 2.1.1 专业道德基本知识

#### 2.1.2 专业守则

- (1) 遵纪守法，爱岗敬业
- (2) 精益求精，勇于创新
- (3) 诚实守信，恪守职责
- (4) 遵守规程，安全操作
- (5) 认真严谨，忠于职守

### 2.2 基础知识

#### 2.2.1 基础理论知识

- (1) 光源的分类、选型及应用
- (2) 镜头的分类、选型及应用
- (3) 相机的分类、选型及应用
- (4) 图像的格式、采集与传输方式

- (5) 图像滤波器的类型及原理
- (6) 图像增强的概念与方法
- (7) 图像形态学处理的概念与方法
- (8) 图像分割的概念与方法
- (9) 图像标定的类型及原理
- (10) 模式识别的方法及原理
- (11) 视觉定位的方法及原理
- (12) 尺寸测量的方法及原理
- (13) 外观检测的方法及原理
- (14) 机器视觉软件通讯设置与界面设计原理
- (15) 机器视觉系统数据存储与分析方法

### 2.2.2 实操能力知识

- (1) 光源、镜头、相机的选型与安装
- (2) 机器视觉系统的通讯连接与设置
- (3) 光源、镜头、相机的调试与设置
- (4) 机器视觉软件的安装与配置
- (5) 机器视觉软件滤波工具的应用
- (6) 图像增强工具的应用
- (7) 图像形态学处理工具的应用
- (8) 图像分割工具的应用
- (9) 图像标定工具的应用
- (10) 模式识别工具的应用
- (11) 视觉定位工具的应用
- (12) 尺寸测量工具的应用
- (13) 外观检测工具的应用
- (14) 机器视觉软件滤波工具的开发、调试和封装
- (15) 图像增强工具的开发、调试和封装

- (16) 图像形态学处理工具的开发、调试和封装
- (17) 图像分割工具的开发、调试和封装
- (18) 图像标定工具的开发、调试和封装
- (19) 模式识别工具的开发、调试和封装
- (20) 视觉定位工具的开发、调试和封装
- (21) 尺寸测量工具的开发、调试和封装
- (22) 外观检测工具的开发、调试和封装
- (23) 机器视觉软件集成、通讯与界面编程
- (24) 机器视觉系统数据存储与分析

### 3 课程内容要求

本标准对初级、中级、高级各级别的课程要求依次递进，高级别涵盖低级别的要求。

#### 3.1 初级

课程模块	培训内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 工业视觉系统的安装	1.1 机器视觉系统的器件安装	1.1.1 能够读懂机械装配图纸，对机器视觉系统实施硬件安装 1.1.2 了解各种相机镜头接口和配件，能够正确组装镜头 1.1.3 了解各种光源的安装方式，能够正确安装光源组件	1.1.1 基础机械知识
	1.2 机器视觉系统的器件接线	1.2.1 了解相机 IO 设置，正确接入相机电源、触发源及 IO 输出线缆 1.2.2 了解相机各种常见数据接口，能够正确选择数据线缆并连接好端口	1.2.1 电气原理 1.2.2 相机数据传输协议
2. 机器视觉系统软件安装及设置	2.1 机器视觉系统的软件安装配置	2.1.1 正确选择驱动软件版本并安装 2.1.2 在驱动软件中合理配置相机参数	2.1.1 计算机基础知识
	2.2 相机 IO 设置与数据传输	2.2.1 正确设置相机拍照的触发方式 2.2.2 正确设置相机的 IO 输入/输出，实现与光源的同步拍照 2.2.3 正确设置相机参数，实现相机数据传输	2.2.1 相机驱动软件使用方法
3. 视觉成像	3.1 相机及镜头的成像调试	3.1.1 能调节镜头的光圈、聚焦和焦距，实现清晰成像 3.1.2 根据环境及物体特征，调节好相机的	3.1.1 镜头的基础知识

调试		曝光时间, 增益, ROI 等参数	
	3.2 光源调试	3.2.1 能够正确的设置好光源 IO 控制参数 3.2.2 结合工作场景和物体特征, 调节好光源组的打光高度、亮度和角度	3.2.1 光源基础知识
4. 机 器 视 觉 统 成	4.1 图像采集工具设置	4.1.1 能够使用图像处理软件中的采集工具正确采集图像 4.1.2 能够合理设置感兴趣区域, 合理设置检测区域	4.1.1 图像处理软件的采图工具
	4.2 PLC 工具调试	4.2.1 能够正确设置通讯接口, 实现 PLC 对运动轴的控制 4.2.2 能够正确设置拍照位置、抓取位置、分拣位置 4.2.3 能够正确设置运动参数	4.2.1 图像处理软件的 PLC 控制工具
	4.3 标定	4.3.1 能够对 2D 视觉系统进行标定, 包括 XY 标定及手眼标定 4.3.2 能够对 3D 视觉系统进行标定	4.3.1 图像处理软件的图像标定工具
	4.4 识别与测量工具的使用	4.4.1 能够正确使用一维码/二维码/字符识别工具 4.4.2 能够正确使用测量工具, 包括点点距离、点线距离、角度、圆直径等尺寸测量	4.4.1 图像处理软件的识别工具 4.4.2 图像处理软件的侧脸公管局
	4.5 界面显示	4.5.1 能够显示拍摄图像/图像处理结果 4.5.2 界面能够关联数据输出	4.5.1 图像处理软件的界面显示

### 3.2 中级

课程模块	培训内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 机 器 视 觉 成 像 方 案 计 算 与 选 型	1.1 照明方案设计	1.1.1 能够根据物体的表面特性, 结合工作环境, 恰当选择照明光源的种类 1.1.2 能够根据安装条件、光源类型、以及拍照要求, 确定合适形状的光源或光源组合 1.1.3 能够根据现场要求, 灵活设置光源/光源组的频闪/常量控制, 延长光源使用寿命	1.1.1 工业光源知识体系
	1.2 相机选型	1.2.1 能够根据成像的视野范围、精度要求、色彩等因素, 计算相机的分辨率、帧率、快门时间等参数 1.2.2 能够根据被检测物体的运动速度, 确定对应曝光时间/帧率/快门等参数 1.2.3 能够根据传输距离, 以及相机数据带宽, 选择适当的相机接口 1.2.4 能够根据工作环境和检测要求, 结合物体的反射/透射等特性, 合理选择 2D/3D 相机及其组合	1.2.1 工业相机知识体系

	1.3 镜头选型	<p>1.3.1 能够根据工作场景的需要，选择 FA 镜头/远心镜头</p> <p>1.3.2 能够根据视觉范围和工作距离，计算镜头焦距</p> <p>1.3.3 了解镜头调制传递函数 (MTF) 的意义，并根据相机分辨率和镜头分辨率参数做选择和适配</p>	1.3.1 工业镜头知识体系
2. 机器视觉工具的应用	2.1 图像预处理	<p>2.1.1 能够根据图像采集需要，正确使用图像源工具，并合理设置参数</p> <p>2.1.2 能选择合适的视觉工具处理彩色图像，包括图像转换工具、通道分离工具、颜色提取工具等</p> <p>2.1.3 能够根据图像特征，正确选择使用阈值化工具并设置好工具参数</p> <p>2.1.4 能够正确选用滤波工具，去除图像中的噪声</p> <p>2.1.5 能够正确选用形态学工具对图像中待检测区域做改善处理</p> <p>2.1.6 能够正确选用分割区域，将图像中待检测区域与背景分离</p>	2.1.1 图像处理软件的图像预处理工具组
	2.2 视觉算法综合应用 (2D)	<p>2.2.1 能够使用圆卡尺、边缘卡尺、矩形卡尺等图像工具完成测量功能</p> <p>2.2.2 能够使用放射变换、斑点分析、找圆工具、边缘点查找工具、形状匹配、灰度匹配等工具完成定位功能</p> <p>2.2.3 能够灵活使用位移计算、坐标计算、平台对位工具完成图像坐标计算</p> <p>2.2.4 能够使用图像处理、颜色提取、缺陷检测等工具完成瑕疵检测</p>	2.2.1 图像处理软件的测量、识别、定位、检测工具组
	2.3 视觉算法模块应用 (3D)	<p>2.3.1 完成 3D 相机驱动安装，读取 3D 相机，并合理设置参数</p> <p>2.3.2 能够对 3D 相机进行标定</p> <p>2.3.3 能够正确使用 3D 表面拟合、3D 坐标获取、3D 坐标转换等 3D 视觉工具</p> <p>2.3.4 能够正确使用体积测量、高度测量等 3D 测量工具</p>	2.3.1 图像处理软件的 3D 工具组
3. 机器视觉界面显示与数据存储	3.1 界面显示	<p>3.1.1 能够设置多窗口显示模式，并将工具输出图像与显示界面正确关联</p> <p>3.1.2 能够在显示界面中正确显示被检测特征区域</p> <p>3.1.3 能够定义显示数据的字体、颜色、位置</p> <p>3.1.4 能够根据需要显示 3D 相机的伪彩色 3D 图、点云图、灰度图</p>	3.1.1 图像处理软件的界面显示



	3.2 数据存储	3.2.1 能够以表格的形式存储测量数据 3.2.2 能够统计并存储视觉系统检出率、执行效率 3.2.3 能够对检测/测量不合格进行判断,并将缺陷区域图像进行保存	3.2.1 图像处理软件的数据存储工具
--	----------	---	---------------------

### 3.3 高级

课程模块	培训内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 机器视觉照明模组设计、测试和优化	1.1 照明及成像系统设计	1.1.1 了解不同光源的特性,并根据项目需要选择发光源,并设计照明方式 1.1.2 了解工业相机芯片的特性,根据相机芯片的曝光时间、快门时间、增益、动态范围、量子效率等参数进行光源的功率计算	1.1.1 工业光源知识体系
	1.2 照明系统测试和优化	1.2.1 能够测试光源照明系统的均匀性,并能够分析影响均匀性的原因 1.2.2 能够通过测试了解光源的成像差异,优化光源选型 1.2.3 能够维护复杂光源模组,分析故障原因,判断故障来源,并能够更换已损器件,保证系统功能正常	1.2.1 工业光源知识体系
2. 机器成像模组的设计和合	2.1 成像光路的设计	2.1.1 能够根据工作现场灵活选用光学组件,包括反射镜、偏光镜、滤光镜等光学器件 2.1.2 了解图像分辨率与畸变算法,并根据图像结果进行成像系统优化	2.1.1 工业镜头知识体系
	2.2 多相机成像组合	2.2.1 根据项目的需要,选择多个2D相机,构建多波段/多角度/多视场的多维成像阵列 2.2.2 了解3D相机的类型与原理,根据项目需要合理选择3D相机,或者2D相机与3D相机的多种结合	2.2.1 工业相机知识体系
3. HALCON 与 OpenCV 的图像算法开发、调试与封装	3.1 软件安装与环境配置	3.1.1 能够配置好 HALCON 与 OpenCV 的编程环境,完成 HALCON 与 OpenCV 开发环境的搭建	3.1.1 计算机知识体系
	3.2 图像预处理工具的开发、调试与封装	3.2.1 能够开发和调试图像预处理工具,根据项目需要,选择不同滤波器工具进行开发、调试与封装 3.2.2 能够开发、调试和封装形态学处理工具,比如膨胀与腐蚀、开运算与闭运算、区域填充、边界提取等 3.2.3 能够开发、调试和封装图像增强算法工具 3.2.4 能够开发、调试和封装图像分割工具	3.2.1 图像预处理算法开发
	3.3 常用工具	3.3.1 能够开发、调试和封装图像标定工具	3.3.1 识别、定位、测量、

	的开发、调试与封装	3.3.2 能够开发、调试和封装识别工具 3.3.3 能够开发、调试和封装定位工具 3.3.4 能够开发、调试和封装测量工具 3.3.5 能够开发、调试和封装检测工具	检测算法开发
4 交互界面的设计和调试	交互界面的设计和调试	4.1.1 能够集成交互界面,并显示图像/图像处理结果 4.1.2 能够根据用户使用需要,设置图像处理参数调节模块 4.1.3 能够保存图像,统计图像处理数据结果并生成报表	3.4.1 界面显示算法开发;
5. 数据存储与分析	数据存储与分析	5.1.1 能够完成测量/检测结果数据存储,并根据生产规范与质量要求,生成数据统计与分析报表 5.1.2 能够利用深度学习算法,对检测出的瑕疵进行分类与统计,生成分析报表 5.1.3 能够利用云服务器进行数据的存储与归类,并按照生产周期/产品类型生成分析报表	3.5.1 数据分析算法开发 3.5.2 深度学习算法应用;

#### 4 考核权重表

##### 4.1 理论知识权重表

课程模块		级别	初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
基本要求	职业道德		10	10	10
	基础知识		20	15	10
理论知识要求	光源的分类、选型及应用		15	—	—
	镜头的分类、选型及应用		15	—	—
	相机的分类、选型及应用		10	—	—
	图像的格式、采集与传输方式		—	15	—
	图像滤波器的类型及原理		—	20	—
	图像增强的概念与方法		—	—	15
	图像形态学处理的概念与方法		—	—	15
	图像分割的概念与方法		—	10	—
	图像标定的类型及原理		10	—	—
	模式识别的方法及原理		—	15	—
	视觉定位的方法及原理		—	15	—
	尺寸测量的方法及原理		20	—	—
	外观检测的方法及原理		—	—	15
机器视觉软件通讯设置与界面设计原理		—	—	15	
机器视觉系统数据存储与分析方法		—	—	20	
合计			100	100	100

#### 4.2 实操能力权重表

课程模块		级别		
		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
实操能力要求	光源、镜头、相机的选型与安装	15	5	—
	机器视觉系统的通讯连接与设置	15	5	—
	光源、镜头、相机的调试与设置	15	5	—
	机器视觉软件的安装与配置	15	5	—
	机器视觉软件滤波工具的应用	—	5	—
	图像增强工具的应用	—	5	—
	图像形态学处理工具的应用	—	5	—
	图像分割工具的应用	—	10	—
	图像标定工具的应用	15	10	—
	模式识别工具的应用	10	10	5
	视觉定位工具的应用	—	10	5
	尺寸测量工具的应用	15	10	5
	外观检测工具的应用	—	15	5
	机器视觉软件滤波工具的开发、调试和封装	—	—	5
	图像增强工具的开发、调试和封装	—	—	5
	图像形态学处理工具的开发、调试和封装	—	—	5
	图像分割工具的开发、调试和封装	—	—	5
	图像标定工具的开发、调试和封装	—	—	10
	模式识别工具的开发、调试和封装	—	—	10
	视觉定位工具的开发、调试和封装	—	—	10
尺寸测量工具的开发、调试和封装	—	—	10	
外观检测工具的开发、调试和封装	—	—	10	
机器视觉软件集成、通讯与界面编程	—	—	5	
机器视觉系统数据存储与分析	—	—	5	
合计		100	100	100