



中华人民共和国国家标准

GB/T 40659—2021

智能制造 机器视觉在线检测系统 通用要求

Intelligent manufacturing—Online detection system based on machine vision—
General requirements

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 机器视觉在线检测系统架构	2
5.1 整体架构	2
5.2 输入模块	2
5.3 处理模块	3
5.4 输出模块	3
6 系统功能要求	3
6.1 远程控制	3
6.2 操作模式	3
6.3 系统配置	4
6.4 系统自诊断	4
6.5 远程维护	4
6.6 互联互通	4
7 系统性能要求	4
7.1 设备性能	4
7.2 过程性能	5
7.3 制造管理性能	5
7.4 检测性能	5

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、西安交通大学、研祥智能科技股份有限公司、英飞凌科技(无锡)有限公司、深圳中科飞测科技有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、深圳赛西信息技术有限公司、青岛海尔工业智能研究院有限公司、无锡物联网产业研究院、安徽巨一自动化装备有限公司、深圳市海能达通信有限公司。

本文件主要起草人：韦莎、张欣、程雨航、胡琳、张晖、吴锋、牟轩沁、冯耕中、庞观士、曹翊、陈鲁、杨乐、陈志漫、何智勇、郑旭东、石恒、吴明娟、王淑旺、屠庆松、汪波、车固勇、沈祖勇。

智能制造 机器视觉在线检测系统 通用要求

1 范围

本文件规定了机器视觉在线检测系统的架构、功能要求、性能要求等。

本文件适用于指导企业、高校、科研院所等相关机构开展机器视觉在线检测系统的研发与应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 33863.8—2017 OPC 统一架构 第8部分:数据访问

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机器视觉在线检测系统 **online detection system based on machine vision**

利用机器视觉技术实现车间生产线实时检测和判别的系统。

3.2

逃逸率 **escape rate**

机器视觉在线检测系统未检测出的不合格品数量占该检测批次总数量的百分比。

3.3

误报率 **false alarm rate**

被机器视觉在线检测系统判定为不合格品的合格品数量占该检测批次总合格品数量的百分比。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CNN:卷积神经网络(Convolutional Neural Networks)

DMS:数据管理系统(Database Management System)

MES:制造执行系统(Manufacturing Execution System)

OPC UA:用于过程控制的 OLE 统一架构(OLE for Process Control Unified Architecture)

SPC:统计过程控制(Statistical Process Control)

WLAN:无线局域网(Wireless Local Area Networks)

5 机器视觉在线检测系统架构

5.1 整体架构

机器视觉在线检测系统的整体架构如图 1 所示。

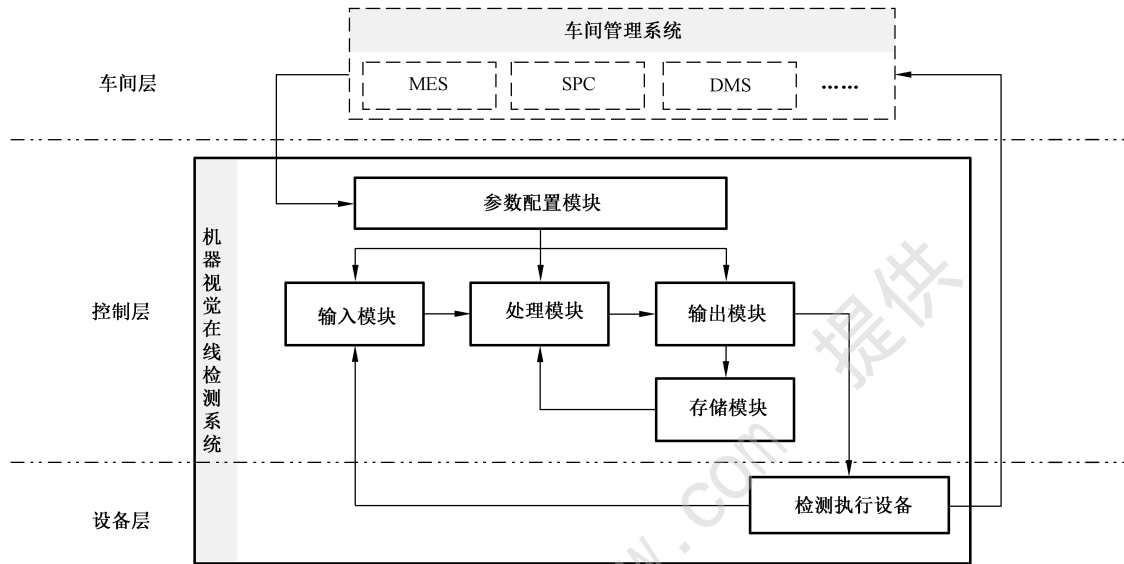


图 1 机器视觉在线检测系统整体架构

在生产系统层级中，机器视觉在线检测系统涉及设备层、控制层和车间层：

- 设备层主要涉及接收相关控制命令并反馈机器视觉在线检测信息的各类检测执行设备等；
- 控制层主要涉及机器视觉在线检测系统的参数配置模块、输入模块、处理模块、输出模块和存储模块等；
- 车间层主要涉及与 MES、SPC、DMS 等车间管理系统。

在车间的信息流中，机器视觉在线检测系统的实现流程为：

- 参数配置模块接收车间管理系统中的各项检测要求，并将相应参数配置输入输入模块、处理模块和输出模块中；
- 输入模块从检测执行设备中获取被检测对象的图像信息，将其转化为一组可被计算机处理的图像数据；
- 处理模块接收图像数据，通过机器学习方法对图像数据进行检测处理，输出判别结果；
- 输出模块按照特定形式和接口要求将判别结果及检测相关信息分别传输至检测执行设备和存储模块；
- 存储模块将判别结果和相关信息数据统一存储在本地或云端数据库中，满足检测数据管理、查询等需求，同时为处理模块提供样本数据（包括样本图像和对应判别结果）；
- 检测执行设备根据判别结果执行检测任务，并反馈执行信息给车间管理系统，形成信息流闭环。

5.2 输入模块

机器视觉在线检测系统的输入模块主要包括成像系统和图像采集卡两个部分：

- 成像系统用于将被检测对象转换为图像信号,通常由照明光源、镜头和工业摄像机等组成;
- 图像采集卡用于将图像信号采集到电脑中,以数据文件的形式保存在硬盘上。

输入模块在采集被检测对象图像数据时应包括如下要求。

- 环境要求:包括温度、湿度、清洁等级、照明等。
- 检测要求:包括工作距离、生产线节拍时间、检测对象变化(尺寸、颜色、反射、粗糙度等)、机器视觉在线检测系统前工位状态等。
- 采集要求:包括图像的质量(分辨率、对比度、透视、畸变等)和数量。

5.3 处理模块

机器视觉在线检测系统的处理模块宜采用机器学习方法实现图像检测处理,主要包括图像预处理、模型训练和检测判别三个主要步骤。

- a) 图像预处理:对采集的被检测对象图像以及存储模块中样本图像进行初步处理,优化和改善对检测有影响的图像质量指标,图像预处理中的优化和改善算法包括数字化、几何变换、归一化、平滑、修复和增强等。
- b) 模型训练:将完成图像预处理的样本图像和对应判别结果标签组成训练样本集,输入到 CNN 等机器学习模型中进行参数训练,生成检测数学模型。
- c) 检测判别:将完成图像预处理的检测对象图像输入到训练好的检测数学模型中进行判别,输出判别结果。

处理模块在进行图像检测处理时应满足以下要求:

- 处理速度应满足生产系统节拍要求,并与资源消耗和检测效果相适应;
- 处理过程应满足硬件负载,并与图像采集、输入、输出的资源占用相适应;
- 处理结果应满足用户设定的逃逸率和误报率限值的要求。

5.4 输出模块

输出模块将处理模块输出的判别结果通过外部系统接口传输给其他系统进行数据交互和共享,传输的方式包括有线传输(串行接口、以太网、现场总线等)和无线传输(WLAN、蓝牙、4G、5G等)。

输出模块应满足以下要求。

- 输出数据:输出数据的格式应满足与车间管理系统和检测设备相适应的编码和存储要求。
- 输出形式:输出形式应满足输出显示设备和相关生产管理系统接口的要求。
- 输出文件:输出文件宜包含文件设置相关信息、设备相关信息、样品相关信息、检测相关信息、结果相关信息(尺寸、位置、分类等)、报告相关信息等。

6 系统功能要求

6.1 远程控制

机器视觉在线检测系统应实现以下功能的远程控制。

- 开始:执行系统启动。
- 停止:在必要时执行系统停止。
- 自动/手动:切换系统自动和手动模式。
- 关机:关闭系统。

6.2 操作模式

机器视觉在线检测系统应具备通过命令、设置菜单或操作按钮更改操作模式的功能。机器视觉在

线检测系统应至少支持以下四种操作模式。

- 单机操作模式:使用内置程序、控制菜单或按钮控制,根据需要更改系统操作参数,系统可独立执行所有操作。在此模式下,其他系统或控制器不可控制机器视觉在线检测过程。
- 在线操作模式:机器视觉在线检测系统应支持在线远程控制。在此模式下,其他系统可远程监控和维护机器视觉在线检测系统。
- 协作操作模式:若机器视觉在线检测系统的检查周期大于生产线周期,则应将机器视觉在线检测系统设置为协作模式。在此模式下,每个机器视觉在线检测系统只完成部分检测任务。
- 校准操作模式:用于机器视觉在线检测系统的标定过程。在此模式下,机器视觉在线检测系统应参考已知模式进行校准,确保所有系统设置参数和判别结果一致。

6.3 系统配置

机器视觉在线检测系统应提供配置管理菜单或编程工具,供用户按照各类用途配置系统功能或更改系统性能。以下情况应重新配置机器视觉在线检测系统。

- 计划新建生产线时,应评估机器视觉在线检测系统的检测周期与生产周期的匹配度。
- 计划新产品时,应更改检验项目、模式识别标定、识别算法和质量控制标准。
- 计划设置新的质量控制标准时,应提供调整质量控制参数的方法。

6.4 系统自诊断

机器视觉在线检测系统应具备系统自诊断的功能。自诊断方法可包括。

- 开机诊断:通电后,使用特定的应用程序执行全面运行诊断。开机诊断应自动提示错误代码或错误消息,以便进行故障定位。只有当全部开机诊断项目都正常通过后,系统才能进入正常运行准备状态。
- 实时诊断:系统正常工作时,运行内部诊断程序,对系统本身及外部输入/输出设备进行自动测试、检查,并显示有关信息和故障。实时诊断一般会在系统工作时反复进行。

6.5 远程维护

机器视觉在线检测系统应具备远程维护的功能,包括如下功能要求。

- 应支持远程基于实时和历史系统故障数据的实时系统状态监测、故障警报和故障预测。
- 应具备远程系统更新功能。

6.6 互联互通

机器视觉在线检测系统应直接或间接与其他现场设备、控制系统、车间管理系统等进行通信,应适配两种以上的工业以太网接口,所有接口数据格式和接口方式应符合国家或者行业内相关接口标准要求。宜支持 OPC UA,其数据访问的实现应符合 GB/T 33863.8—2017。

7 系统性能要求

7.1 设备性能

机器视觉在线检测系统的设备性能要求主要包括。

- 能够输入信号并输出处理结果。
- 外观应满足设备要求,应无瑕疵、无活动、无断裂、无机械损坏,且相关铭牌标识应清晰。
- 应符合设备安全性和信息安全性的要求,避免诱发危险。
- 应具备可靠性:衡量标准可包括平均故障间隔时间、平均修复时间、可用性和使用寿命。

——应具备可维护性：在特定条件下经指定程序和资源执行系统修复后，可维持或恢复到指定功能。

7.2 过程性能

机器视觉在线检测系统的过程性能要求一般包括。

- 精度：系统检测到的被检测对象特征值的邻近度应满足用户要求。
- 速度：系统对与输入对象相关的输入信号的反应速度应满足用户要求。
- 稳定性：系统可在检测各阶段和工作环境中对静态或动态的产品进行稳定的图像采集和图像处理分析，包括成像稳定性和软件稳定性。
- 灵活性：系统应适应外部需求的变化。
- 学习能力：当被检测对象发生异常变化时，系统可自行学习并检测出异常情况。

7.3 制造管理性能

机器视觉在线检测系统的制造管理性能要求主要包括。

- 质量保证：硬件与软件的开发、制造、集成等活动应严格符合质量保证体系的要求和程序。
- 维护支持：系统生命周期的所有阶段都应有维护系统支持，以确保其满足指定的工作质量。
- 兼容性：应满足内部兼容性和外部兼容性的要求。
- 物理特性：应考虑物理特性造成的约束，包括质量、体积、散热等因素。

7.4 检测性能

机器视觉在线检测系统执行检测任务的性能要求主要包括。

- 准确性：使用规定方法在指定时间检测一定数量产品样本的正确率应满足企业生产现场逃逸率、误报率等目标要求。
 - 一致性：多次重复执行相同的检测任务，判别结果应一致。
 - 实时性：系统应满足用户在循环时间内完成的检查任务，通常要求检测速度应比信号采集间隔速度快。
-