

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CAMETA

团 体 标 准

T/CAMETA XXXX—XXXX

视觉检测装备技术要求

Specification for Performance Evaluation of Visual Detection Algorithms

（征求意见稿）

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

中国机电一体化技术应用协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 视觉检测装备 1

 3.2 视觉检测算法 1

 3.3 评价指标 1

4 缩略语 1

5 基本要求 1

 5.1 信息安全性 1

 5.2 数据质量 2

6 算法性能要求 2

 6.1 概述 2

 6.2 感知指标 2

 6.3 数据处理指标 2

 6.4 算法精度指标 2

 6.5 诊断维护 3

7 测评流程 3

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。

本文件由机械工业仪器仪表综合技术经济研究所提出。

本文件由中国机电一体化技术应用协会归口。

本文件起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、北京机械工业自动化研究所有限公司、北京哈工汇宇科技有限公司、中国航发北京航空材料研究院、中关村机器人产业创新发展有限公司、比亚迪汽车工业有限公司

本文件主要起草人：杜孟新、吴达远、田佳营、方毅芳、刘涛、白华、徐松岩、郑真、牟宏磊、孙振江、白红印

视觉检测装备技术要求

1 范围

本标准规定了视觉检测算法的测评指标、测评流程，描述了测评方法。
本标准适用于视觉检测装备中集成的智能检测算法的性能测试。

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。

T/CAMS180-2023 智能检测装备通用技术要求
GB/T 43555-2023 智能服务 预测性维护 算法测评方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 视觉检测装备

基于光学成像、图像处理及人工智能技术，对产品、材料或结构形成的影像进行检测的设备，主要包括目标识别、缺陷检测、尺寸测量、位置定位等功能类型。其功能满足T/CAMS180-2023中相关要求。

3.2 视觉检测算法

基于统计方法、机器学习、深度学习等图像数据分析技术，对图像或视频数据进行识别、定位、测量或分类的技术方法，主要包检测、分类、分割、测量等功能模型。

- a) 检测模型：用于识别图像中目标物体存在性及位置的算法模型，输出目标类别和边界框。
- b) 分割模型：将图像中目标物体以像素级精度标记的算法模型，输出目标类别及像素掩码。
- c) 分类模型：判断图像或目标物体所属类别的算法模型，输出类别标签及置信度。
- d) 测量模型：通过对比图像中被测物体与标准标定物，实现对物体尺寸的非接触式检测。

3.3 评价指标

包括定量公式或定性准则，对视觉检测算法的性能、功能参数进行评价。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

RMSE:均方根误差 (RootMeanSquared Error)
 R^2 : 确定系数 (Coefficient of Determination)
ACC: 准确度 (Accuracy)
S: 灵敏度 (Sensitivity)
REP: 重复度 (Repeatability)

5 基本要求

5.1 信息安全性

视觉检测算法应满足基本的信息安全性要求，包括数据加密、权限管理、系统安全等要求。

- a) 数据加密：指的是确保数据在传输和存储过程中的安全性，防止数据泄露和篡改。

- b) 权限管理：指的是严格的用户权限管理，确保只有授权用户才能访问和操作设备。
- c) 系统安全：指的是具备保护系统免受网络攻击的工具。

5.2 数据质量

指的是数据传输过程中，数据的完整性、准确性、及时性和可靠性。

- a) 完整性：指的是数据在传输过程中没有被损坏或丢失。
- b) 准确性：指的是数据在传输过程中保持其原始值的能力。
- c) 及时性：指的是数据在规定时间内被传输和处理的能力。
- d) 可靠性：指的是数据在传输过程中不受干扰并成功到达接收方的能力。

6 算法性能要求

6.1 概述

对于视觉检测算法性能测评需求，本文件从数据感知、数据处理、算法精度、诊断维护等方面进行测评指标要求。

测评指标包括定量性能指标与定性功能指标。

6.2 感知指标

6.2.1 图像分辨率

指的是图像检测算法能兼容处理的图像分辨率，以确保图像细节的清晰度。

6.2.2 图像格式

指的是图像检测算法能兼容处理的图像文件格式，以确保数据能正常加载。

6.3 数据处理指标

6.3.1 图像预处理

指的是算法可以进行去噪、增强、校正、滤波等预处理功能，从而得到完整的、结构化的、可分析的图像数据。

6.3.2 处理实时性

指的是图像处理算法在最短的时间内处理输入的图像数据，并输出处理结果的能力。具体计算公式如下：

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{响应时间}_i$$

6.4 算法精度指标

6.4.1 预测准确度

指视觉检测算法对一批预测任务的准确度，本文件采用确定系数描述算法预测准确度。算法的预测准确度指标具体计算方法如下。

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{预测值}_i - \text{真实平均值})^2}{\sum_{i=1}^n (\text{真实值}_i - \text{真实平均值})^2}$$

6.4.2 精确度

指具备视觉检测算法对检测对象检查结果的精确性，包括分类、复原、压缩等任务。算法处理的精确度具体计算方法如下。

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + FN}{TP + TN + FP + FN}$$

其中,

True Positives (TP): 算法正确预测为正样本的数量。

True Negatives (TN): 算法正确预测为负样本的数量。

False Positives (FP): 算法错误预测为正样本的数量。

False Negatives (FN): 算法错误预测为负样本的数量。

6.4.3 预测偏差

指的是在数据采集过程中,采集到的测量值或实际值之间的符合程度,本文件采用均方根误差描述算法预测的精度偏差。具体计算公式如下:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{预测值}_i - \text{实际值}_i)^2}$$

6.4.4 灵敏度

指的是视觉检测算法对输入信号变化的敏感程度和反应能力。具体计算公式如下:

$$S = \frac{TP}{TP + FP}$$

其中:

TP (True Positives): 真正阳性,表示正确检测出的目标数。

FN (False Negatives): 假阴性,表示未检测出的真实目标数。

6.4.5 重复性

指的是在相同条件下,视觉检测算法重复进行数据采集时所得到的数据结果的一致性和稳定性。具体计算公式如下:

$$REP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

6.5 诊断维护

6.5.1 自诊断

视觉检测算法应具备以下自诊断的功能,自诊断方法可包括。

a) 启动诊断

指的是算法软件运行后,系统能够处理访问异常、数据传输异常等情况,并进入自检状态。

b) 实时诊断

指的是确保算法软件能够在需要时迅速检测和响应故障或异常。

6.5.2 远程维护

指的是用户可以通过远程控制视觉检测算法的运行状态查看、任务进度监测、故障报警和预测、算法更新等功能。

7 测评流程

视觉检测算法测评流程应包括测试准备阶段、算法测评阶段、算法调试阶段。

a) 测试准备阶段

测试准备阶段包括客户申请、测评类型选择、样本数据库是否支持判断等活动。基于客户提出的测评申请,首先确定测评类型,其次判断数据库是否支持测试,如支持则进入抽样环节,如不支持则需要客户提供样本数据(简称数据)并更新数据库。

b) 算法测评阶段

算法测试阶段包括抽样、模型准备、测试环境搭建、算法测试、算法评价等活动。经过抽样后的模型进行训练等准备,就绪后基于算法是否可公开而搭建测试环境,环境搭建应选用接口调用或算法直接部署等方式。

c) 算法调试阶段

算法调试 包括是否调试判断、算法调试、出具测评报告等活动。测评结果如不理想,允许进行算法调试和更新,重新进行测评,调试次数不超过2次,达到客户满意度则输出测评报告。

具体测评流程应满足GB/T43555-2023要求的算法测评流程。

团体标准《视觉检测装备技术要求》

编制说明

1. 工作简况

根据中国机电一体化技术应用协会《关于准予<工业机器人传感器性能可靠性技术要求>等9项团体标准立项的通知》（中机电标协[2025]5号），团体标准《视觉检测装备技术要求》已正式立项，立项编号为TB-L-2025004。归口单位中国机电一体化技术应用协会（以下简称“机电一体化协会”），标准牵头起草单位为机械工业仪器仪表综合技术经济研究所。

1.1 任务来源

本标准是工业和信息化部高质量专项“面向智能检测装备领域的试验检测及创新成果产业化公共服务”（以下简称“智能检测装备平台”）项目研究成果。视觉检测装备是利用光学和图像处理技术，对物体进行自动化检测和分析的设备。它通常包括摄像头、光源、图像处理软件以及相关的机械系统。视觉检测装备广泛应用于制造、质量控制、自动化生产线等领域。通过制定统一的技术要求，可以确保视觉检测装备在设计、制造和使用过程中的一致性，降低技术差异，提高行业整体水平。

建立团体标准《视觉检测装备技术要求》能够确保视觉检测装备的性能和可靠性，以及各类装备在性能和效果上的一致性。通过对视觉检测装备的基本要求、信息感知、控制优化、诊断维护、互联互通、交互协同6个部分进行标准规范要求，以达到对行业行为进行规范的目的，提高行业的整体水平并为标准使用者带来实质性的利益和竞争优势。

1.2 起草过程

1) 起草人员及分工

本标准机械工业仪器仪表综合技术经济研究所为负责起草单位，本文件起草工作组由以下单位和人员组成：

- 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所：刘涛、方毅芳、杜孟新、吴达远、田佳营

- 北京机械工业自动化研究所有限公司：白华
- 北京哈工汇宇科技有限公司：徐松岩
- 中国航发北京航空材料研究院：郑真
- 中关村机器人产业创新发展有限公司：牟宏磊、孙振江
- 比亚迪汽车工业有限公司：白红印

2) 主要起草过程

2024 年 12 月，机械工业仪器仪表综合技术经济研究所依托“智能检测装备平台”项目，联合项目参与单位组成标准编写工作组，开展视觉检测算法性能的测试方法研究，形成《视觉检测装备技术要求》标准草案。

2025 年 1 月至 3 月，标准编写组内部召开多次标准研讨会，开展算法测试验证，并对标准文本进行修改完善，并申请标准立项。

2025 年 5 月 14 日，结合标准工作组讨论意见，编制完成《视觉检测装备技术要求》标准征求意见稿，递交中国机电一体化技术应用协会秘书处，并于 5 月 16 日召开标准征求意见专家会。

2. 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本文件严格按照 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》给出的规则编制。紧密结合工程任务实践，注重标准的科学性、适用性和可操作性。

本文件的编制原则主要包括：

（1）全面性原则：考虑该标准的适用范围，规定了视觉检测装备智能算法性能的技术要求和测评方法，适用于制造领域应用光学成像检测装备的设计、制造、优化与评估等活动。

（2）适用性：标准适用于工业生产过程中，采用光学成像识别产品的加工缺陷或对产品分类的检测装备，易于被其他的标准或文件所引用。

（3）可操作原则：标准内容给出视觉检测装备算法性能测试方法的具体描述，使标准具有较好的可操作性。

2.2 文件主要内容

本标准通过充分调研视觉检测装备的现有技术情况以及要求，提取视觉检测装备的安全性、环境适应性、数据采集、图像处理、可靠性、稳定性、自诊断、远程维护、通信协议、通信接口、通信数据质量、模块化设计、用户交互界面、协同工作等主要技术内容，旨在为视觉检测技术提供统一的技术规范，以确保在不同工业环境中视觉检测装备的有效性和可操作性。

本文件的正文结构为：

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 缩略语
- (5) 技术要求
- (6) 算法性能要求
- (7) 测评流程

3. 主要试验（或验证）情况分析

本标准规定了视觉检测装备算法性能技术要求、评价方法和评价流程，参编单位覆盖视觉检测装备“产学研用”等方面，在视觉检测装备算法的开发和应用上具有丰富的经验和较为成熟的技术基础，能够支撑本标准的制修订工作，不需要进行额外的试验验证。

4. 标准涉及专利情况

本标准不涉及专利。

5. 预期达到的社会效益

本项目定义了视觉检测装备算法性能的技术要求、评价方法和评价流程，可以指导视觉检测装备算法设计、优化及能力评价，对于提升我国制造业高质量发展具有重要意义。

6. 采用国际标准情况

本标准为自主制定，没有采用国际标准。

7. 标准协调性说明

本标准与现行法律、法规、强制性标准等无冲突。

8. 重大分歧意见的处理

本标准制定过程中，无重大分歧意见。

9. 标准性质的说明

9.1 适用范围

本标准规定了视觉检测算法的测评对象、测评流程、测评指标，描述了测试方法。

本标准适用于视觉检测装备中集成的智能检测算法的性能测试。

9.2 标准属性

建议作为推荐性团体标准执行。

10. 贯彻标准的要求和措施建议

无

11. 废止现行相关标准的建议

无。

12. 其他应予说明的事项

无。

《视觉检测算法性能评价规范》起草工作组

2025 年 5 月 17 日