

# 第三届启智杯机器人智能大赛

## 算法赛道《柔性智能制造小样本缺陷检测算法》

### 赛题说明

#### 一、赛题背景

随着现代工业生产的进步，工业智能视觉检测系统在其中的重要性日益凸显，它在企业的质量控制和生产效率提升方面起到了巨大的积极作用。近年来，人们会对产品的功能与质量的要求越来越高，产品更新换代的周期越来越短，产品的复杂程度也随之增高，传统的大批量生产方式受到了挑战。

这种挑战不仅对中小企业形成了威胁，而且也困扰着国有大中型企业。因为，在大批量生产方式中，柔性和生产率是相互矛盾的。众所周知，只有品种单一、批量大、设备专用、工艺稳定、效率高，才能构成规模经济效益；反之，多品种、小批量生产，设备的专用性低，在加工形式相似的情况下，频繁的调整工夹具，工艺稳定难度增大，生产效率势必受到影响。为了同时提高制造工业的柔性和生产效率，使之在保证产品质量的前提下，缩短产品生产周期，降低产品成本，最终使中小批量生产能与大批量生产抗衡，柔性智能制造便应运而生，并引发越来越多的关注。

2024 年 1 月，国家工信部等七部门联合发布了《关于推动未来产业创新发展的实施意见》明确提到“发展智能制造、生物制造、纳米制造、激光制造、循环制造，突破智能控制、智能传感、模拟仿真等关键核心技术，推广柔性制造、共享制造等模式，推动工业互联网、工业元宇宙等发展”，对未来制造方向进行了战略部署。

在工业制造领域，制造产线需要频繁地切换产品型号，每种型号的产品相互之间有相似的部分，也有相互间的区别。缺陷在不同型号的产品上也会存在相似和不同的表现。常规的缺陷检测算法在每次产品换型时，都需要产线停线，以便

收集样本,来定制算法、调整算法参数或者算法模型,以便达到期望的质检性能。整个过程耗时较长,影响生成效率。

为此,如何设计更加智能、通用的算法,以实现快速产品换型的同时,保证良好的算法性能,是柔性智能制造的质检环节的关键。

本次命题以小样本印刷缺陷检测为题。印刷品作为产品包装的一种主要形式,具有外观精美、清洁卫生、成本低廉、使用方便等优点,在众多行业得到了广泛的应用,其特点是材质多样、工艺复杂、质量要求高。印刷品主要涉及三个主要类型:不干胶标签、烟盒包装和塑料薄膜软包装。

其中,不干胶标签主要包括:药品标签、电子产品标签、日化品标签、食品标签;烟盒包装包括:软盒包装和硬盒包装;塑料薄膜软包装主要包括:药品包装、食品包装、日化品包装。

由于印刷工艺等原因,印制产品往往存在印刷不当、错印、漏印等现象,为了更好地完善印刷技术,印刷检测必不可少。从食品、药品等外包装,到窗花、墙纸、瓷砖等建材,再到精密仪表板、电路板、交通标志,无一不是需要使用印刷检测的地方。

随着技术的发展,市场上已经出现了多种以印刷缺陷检测算法为核心的自动化印刷质量检测系统。典型的印刷缺陷检测算法主要包括三大类:

(1)参考校验算法:将被检测图像与标准模型比对,包括图像级的逐点比对,特征级的特征比对。标准模板的获取方式,包括基于设计文件和基于良品统计两类。

(2)无参考校验算法:根据事先定义的产品特征,检测图像中指定区域是否存在违反规则的情况,这些产品特征可以是人为设计的或者通过图像数据学习获得的。

(3)混合式算法:综合运用标准模板比对和基于规则的判决两种方法。然而,实际印刷过程中,印刷品常常存在动态变换的内容(比如批次、生产日期、条形码、二维码等);且会产生各种各样的缺陷,如墨点、异物、文字残缺、漏印、色差、套印不准、脏点、刀丝、拖墨、划伤、溢胶、气泡等,这些缺陷出现的概

率较低，且比较随机；另外，随着用户定制化需求增多，印刷的版面换型的频率也越来越快，就要求检测算法能够在短时间内进行适应。

由于上述印刷缺陷检测算法在产品的使用过程包括“建模/学习”和“检测”两个主要环节。或者依赖于模板、或者依赖于人工设计特征、或者需要随项目采集大量缺陷图像数据，导致传统典型的印刷缺陷检测算法较难应付实际印刷检测需求。

因此，设计出一种通用性好的印刷缺陷检测算法，以适应印刷品检测系统的需求就具有较大的意义。

## 二、命题要求

设计一种印刷缺陷检测算法，在面对仅提供少量正常样本和缺陷样本的新场景时，能够在较短时间(20 分钟)内快速适应，获得良好的缺陷检测性能，且满足效率要求（1 秒以内）；算法输入为一张标签图像，输出为一张缺陷的分割图像（0 表示背景、255 表示缺陷）。具体要求如下：

### （1）面向印刷品类型及场景

以标签印刷为主，标签上包括固定的图案/文本、内容不固定的条形码/二维码和文本。标签上会随机出现多种缺陷（比如墨点、异物、文字残缺、多印、漏印、错印、拖墨、划伤等），且会存在褶皱和光照变化等干扰。

### （2）算法新场景适应能力：

新场景体现为多种标签版面的数据集，每种版型的内容和结构不同。所设计的算法可以对上述新场景的数据集展现良好的适应性。

### （3）检出要求：

本命题暂时仅要求对缺陷进行检出，不要求对缺陷进行分类。缺陷检测性能以目标框级别的 F1 分数进行评价，F1 分数至少 90%。

#### (4) 其他要求：

本命题核心是新场景的适应能力，即算法通用性。因此，**不限制算法形式**（比如模型个数）、**编程语言或硬件配置**。

### 三、命题资料、工具及环境说明

提供命题所需的数据集可在 V 社区“启智杯大赛-学习资料工具包”页面，选择“算法赛道”相关资料，直接下载。

在线评测工具可在 V 社区“启智杯大赛-我要参赛”页面，下滑到最后“性能测评”处，找到工具按钮进行测评。



#### (1) 提供数据集

##### 区域赛数据集：

区域赛阶段提供 10 个标签版面的标签数据集，其中，5 个数据集提供训练集、验证集的图像和标签，用于参赛者的算法开发和验证；另外 5 个数据集仅提供训练集的图像和标签，以及验证集的图像。10 个数据集的所有图像结果皆需要上传。

##### 总决赛数据集：

总决赛阶段，决赛当天提供 5 个标签版面的标签数据集，该 5 个数据集仅提

供训练集的图像和标签，以及验证集的图像。

**数据集具体说明：**

- 1、每个标签数据集包含 100 张正常样本和 100 张缺陷样本；
- 2、标签上包括固定的图案/文本、内容不固定的条形码/二维码和文本。标签上会随机出现多种缺陷（比如墨点、异物、文字残缺、漏印、拖墨、划伤等），且会存在褶皱和光照变化等干扰。样本格式为 BMP 图像，缺陷样本同时提供标注信息，标签格式为 COCO（参考 COCO 提供分割掩膜图和目标框标注信息）；
- 3、数据集下载包内含说明文档，包括数据集的场景信息和图像示例。

## **(2) 提供评测工具**

参赛队伍可在 V 社区“启智杯大赛-学习资料工具包”页面，选择“算法赛道-赛事资料”可找到性能指标的公式说明文件。

在 V 社区“启智杯大赛-我要参赛”页面，下滑到最后‘性能测评’处，点击在线评测按钮，进行成果物性能测试。可通过在线评测工具获取评测结果。

## **(3) 编译/硬件环境说明**

**区域赛阶段：**

- 1、算法设计开发环境不做任何限制，参赛选手依据自身情况选择；
- 2、建议采用 Pytorch1.13 构建 AI 算法，cuda 11.7；

**总决赛阶段：**

- 1、为方便算法评测部署的公平和效率，算法测试环境将统一采用组委会提供的服务器，预留决赛半天进行环境调试；
- 2、设备规格：服务器 Intel(R) Xeon(R) Gold 6348 CPU @ 2.60GHz，GPU RTX3090；
- 3、软件环境：默认采用 Pytorch1.13 构建 AI 算法；cuda 11.7；Ubuntu 20.04；

## 四、成果物提交要求

### （1）成果物说明

#### 区域赛：

1、成果物内容：算法训练和测试的源代码、算法模型、算法测试 Demo 程序、数据集自测结果（即[第三点](#)中提及的 5 个数据集的验证集上的结果）、算法报告文档和算法测试报告文档；

2、成果物在区域赛截止前，限制每周只能提交 1 次；

3、格式要求：算法设计报告文档和算法测试报告文档采用.docx 格式；

4、文档内容要求：算法报告文档需要包含算法设计原理、测试结果、性能分析（包括整体分析、数据集分析和个别图像分析）以及后续改进方向；

#### 总决赛：

1、成果物内容：区域赛阶段最终所提交的算法训练和测试的源代码、算法模型、算法测试 Demo 程序、算法报告文档和算法测试报告文档、区域赛和总决赛的数据集的自测结果、总决赛答辩 PPT；

（注意：若晋级总决赛，决赛现场将使用区域赛阶段最终所提交的成果物包括算法训练源代码、模型等）


2、格式要求：算法设计报告文档和算法测试报告文档采用.docx 格式；

3、总决赛成果物在决赛当天提供，仅提供最终有效结果；

### （2）成果物打包及命名要求

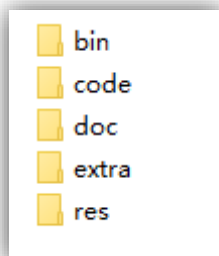
1、打包文件夹内的成果物命名规范：成果物命名需要包含“文档类型（如测试文档、说明报告等）、成果物名称（如物料检测模块、源码工程）、版本号”等信息。

2、打包文件夹统一命名要求：

 团队名称+XX大学+0911 (提交日期)

3、打包采用.rar 或者.zip 格式；

4、成果物目录如下：



其中，bin 目录下放置算法测试 Demo；code 目录下放置算法源代码；doc 目录下放置文档；res 目录下存放验证集结果（需要按照数据集去分子目录存放，结果的文件名为输入图像名\_rst.bmp，比如测试图像为 xxx.bmp，则结果文件名为 xxx\_rst.bmp）；extra 目录存放第三方依赖库；

5、打包的注意事项：

（1）区域赛成果物：在区域赛截止日期前，限制每周只能提交 1 次，每次必须提交验证集结果；区域赛截止前会在每周六统一导出验证集结果，在下周一更新性能评价结果；其余成果物（例如报告文档、测试报告）必须在区域赛截止前提交 1 次；

（2）总决赛成果物在决赛当天提供，仅提供最终有效结果；

## 五、评分细则

### （1）区域赛评分细则

评审类别	评审标准	总分值
算法性能	<p>按照性能指标的进行排名。</p> <p>① 缺陷检测算法性能（F1 Score），性能越高越好，按照得分排序进行打分，每差一个名次，分数减 3 分；</p> <p>② 单张图像运行耗时要求在 1s 以内；耗时每超 1s，</p>	30/排序

	则扣除 10 分（比如耗时 2s 减 10 分，耗时 3s 减 20 分，其余情况按照比例进行减分）； ③ 如有造假（比如成果物无法复现），成绩无效；	
算法创新性	判断依据：算法设计报告和测试报告 ① 评价算法是否具备新场景的适应能力； ② 需要能够规避常规典型的印刷缺陷检测算法不足； ③ 算法要具有创新程度；	20
功能性	成果物可复现可稳定运行，可得该项基础分 40 分； ① 成果物对课题功能需求覆盖的完整性、准确性。分值：0-10 分； ② 算法可复现，推理代码能够长时间（至少 2 小时以上）运行稳定。分值：0-30 分； ③ 成果物提交完整度，设计报告和测试报告详细、完整。分值 0-10 分；	50
总分		100

## （2）总决赛评分细则

评审类别	评审标准	总分值
算法性能	① 时间把控：在 20 分钟以内完成一个数据集的成果物提交； ② 算法性能：新数据集的缺陷检测算法性能（F1 Score），性能越高越好； ③ 运行耗时：单张图像运行耗时要求在 1s 以内，耗时每超 1s，则扣除 10 分（比如耗时 2s 减 10 分，耗时 3s 减 20 分，其余情况按照比例进行减分）； 相同性能下，时间越短越好； ④ 如有造假，成绩无效；	70
现场答辩表现	① 答辩 PPT 内容全面、设计美观、逻辑清晰。分值：0-10 分； ② 现场表达条理清晰、内容突出、语言流畅。分值：0-10 分； ③ 评委现场提问对答准确且合理。分值：0-10 分；	30



总分	100
----	-----

海康机器人