

山东大学软件学院 2023 年度项目实训	文档编号	0003	版本	Ver 1.7
	项目名称	工业品缺陷检测系统		
	项目来源	项目实训		

# 工业品缺陷检测系统 需求分析说明书

(内部资料 请勿外传)

编 写:	李岩霖	日 期:	2023/6/26
检 查:	李岩霖	日 期:	2023/6/26
审 核:	李岩霖	日 期:	2023/6/26
批 准:	李岩霖	日 期:	2023/6/26

山东大学软件学院

版权所有 不得复制

文档变更记录

序号	变更(+/-)说明	作者	版本号	日期	批准
1	(+)增加引言和需求分析部分	李岩霖	Ver 1.0	2023/6/26	√
2	(+)增加详细定义部分	李岩霖	Ver 1.1	2023/6/26	√
3	(+)修改需求分析部分	李岩霖	Ver 1.2	2023/6/26	√
4	(+)修改系统功能需求部分	李岩霖	Ver 1.3	2023/6/26	√
5	(+)增加总体设计约束部分	李岩霖	Ver 1.4	2023/6/26	√
6	(+)修改总体设计约束部分	李岩霖	Ver 1.5	2023/6/26	√
7	(+)增加系统质量特性部分	李岩霖	Ver 1.6	2023/6/26	√
8	(+)修改需求分析部分	李岩霖	Ver 1.7	2023/6/26	√

## 目 录

1. 引言 .....	4
1.1 编写目的和范围 .....	4
1.2 项目背景 .....	5
1.3 参考资料 .....	5
2. 需求分析 .....	6
2.1 总体描述 .....	6
2.2 可行性分析 .....	7
2.3 总体需求描述 .....	7
3. 详细定义 .....	8
3.1 需求引发 .....	8
3.1.1 有针对 .....	8
3.1.2 有难度 .....	8
3.1.3 有市场 .....	8
3.2 接口需求 .....	9
3.3 系统功能流程 .....	9
3.3.1 系统功能流程 .....	9
3.4 系统功能需求 .....	10
3.4.1 Web 端用户需求分析 .....	10
3.4.2 微信小程序端用户需求分析 .....	11
3.5 系统非功能需求 .....	11
3.5.1 性能需求 .....	11
4. 总体设计约束 .....	11
4.1 标准符合性 .....	11
4.2 硬件约束 .....	12
5. 系统质量特性 .....	12
5.1 功能性 .....	12
5.2 安全性 .....	12
5.3 精确度 .....	12
5.4 可维护性 .....	13

# 1. 引言

## 1.1 编写目的和范围

制造业的全面智能化发展对工业产品的质量检测提出了新的要求。表面缺陷检测是工业产品质量检测的关键部分。工业品检测是在制造过程中使用各种技术和方法来验证产品质量的过程。它的背景可以追溯到工业革命时期，当时随着生产规模的扩大，制造商们开始面临更多的质量问题和挑战。在现代制造业中，工业品检测发挥着至关重要的作用，对于确保产品质量、提高客户满意度以及保护品牌声誉都起着重要作用。

本项目针对若干张组装后的工业品图片，通过 AI 模型，识别工业品是否有缺陷（缺少螺丝），基于训练好的深度学习模型，建立 web 服务。提供上传图片，同时识别图片中物品是否有缺陷的功能。

本需求分析说明书编写的目的是说明系统的设计考虑，包括程序描述、输入/输出、算法和流程逻辑等，为软件编程和系统维护提供便利和基础。

本项目计划书主要面向本项目开发项目组成员，让项目组成员充分了解到本系统开发项目的需求、功能模块、业务逻辑等，从而完整、有效地开发以及实现系统全部的功能。

本项目计划书的预期读者为：

(1)项目经理：项目经理可以根据该文档了解预期产品的功能，并据此进行系统设计、项目管理，其中包括对系统进行配置管理和数据库文件更新管理，确保迭代版本的兼容性。

(2)系统分析师：系统分析师对系统背景进行调查，对需求进行分析，给出详细的需求文档。

(3)文档研读分析师：文档研读分析师，通过阅读大量的有关工业品检测的论文，搜索有关工业品检测的常用方法，为算法工程师提供思路，辅助算法工程师设计算法，训练模型。

(4)前端开发工程师：前端开发工程师按照系统设计师的设计开发文档进行系统前端的实现，并编写用户使用手册。

(5)后端开发工程师：后端开发工程师按照系统设计师的设计开发文档进行系统的实现，并编写用户使用手册。

(6)算法工程师：算法工程师根据文档研读分析师提供的思路，进行算法的设计和模型

的训练，与文档研读分析师一起进行模型推理加速工作。

(7)测试工程师：测试工程师根据开发工程师的用户使用手册以及本说明编写测试用例，并对软件产品进行功能性测试和非功能性测试。

## 1.2 项目背景

随着工业生产规模的不断扩大和技术进步，工业品的质量要求越来越高。然而，在工业生产过程中，由于人为操作、设备故障或原材料问题等原因，工业品往往会出现一些缺陷。这些缺陷包括但不限于裂痕、变形、颜色不符合标准、表面不光滑等。如果这些工业品没有及时发现并处理，可能会导致产品质量下降、客户投诉增加甚至造成安全隐患。传统的缺陷检测方法通常依赖于人工目视检查，这种方法费时费力且容易出错，也无法满足高效率、高精度的缺陷检测需求。因此，利用计算机视觉和图像处理技术来开展工业品缺陷检测具有重要意义。通过建立智能检测系统，可以实现对工业品进行自动化、快速、准确的检测，大大提高了生产效率和产品质量。基于深度学习和机器学习算法的工业品缺陷检测系统在近年来取得了显著的进展。这些算法可以通过训练模型来学习工业品的正常状态和各种缺陷类型，从而能够自动地对工业品进行分类和检测。通过结合高分辨率图像采集设备、先进的图像处理算法和高性能计算平台，可以实现对工业品缺陷的高效、准确检测，大大提高了生产线的质量控制水平。因此，开展工业品缺陷检测项目具有重要的现实意义和市场需求。通过引入先进的技术手段，可以有效解决工业品缺陷问题，提高产品质量和竞争力，满足市场对高质量工业品的需求。综合使用计算机技术、网络技术，使用 Vue，WTML，JavaScript，Flask，Tensorflow 等技术栈构建一个基于 Web 的 AI 检测服务。

## 1.3 参考资料

资料名称	作者	文件编号、版本
《2023 年-2020 级项目实训实施计划 - 学生版本》	戴鸿君	V3
《2023-暑期项目实训申报通知-Intel-2》	郑艳飞，张建宇	2023 版

## 2. 需求分析

### 2.1 总体描述

随着工业生产规模的不断扩大和技术进步，工业品的质量要求越来越高。然而，在工业生产过程中，由于人为操作、设备故障或原材料问题等原因，工业品往往会出现一些缺陷。这些缺陷包括但不限于裂痕、变形、颜色不符合标准、表面不光滑等。如果这些工业品没有及时发现并处理，可能会导致产品质量下降、客户投诉增加甚至造成安全隐患。传统的缺陷检测方法通常依赖于人工目视检查，这种方法费时费力且容易出错，也无法满足高效率、高精度的缺陷检测需求。因此，利用计算机视觉和图像处理技术来开展工业品缺陷检测具有重要意义。通过建立智能检测系统，可以实现对工业品进行自动化、快速、准确的检测，大大提高了生产效率和产品质量。

基于深度学习和机器学习算法的工业品缺陷检测系统在近年来取得了显著的进展。这些算法可以通过训练模型来学习工业品的正常状态和各种缺陷类型，从而能够自动地对工业品进行分类和检测。通过结合高分辨率图像采集设备、先进的图像处理算法和高性能计算平台，可以实现对工业品缺陷的高效、准确检测，大大提高了生产线的质量控制水平。因此，开展工业品缺陷检测项目具有重要的现实意义和市场需求。通过引入先进的技术手段，可以有效解决工业品缺陷问题，提高产品质量和竞争力，满足市场对高质量工业品的需求。

在发达国家，工业生产通常采用先进的技术和设备，并注重产品质量和安全性。这些国家拥有先进的制造技术和严格的质量管理体系，对于工业品的缺陷检测有较高的要求和标准。首先，发达国家具备先进的计算机视觉和图像处理技术。这些国家在人工智能、深度学习等领域积累了丰富的研究与应用经验，可以利用这些技术来开发高效、准确的工业品缺陷检测系统。同时，发达国家在硬件设备方面也更具优势，拥有高分辨率的图像采集设备和强大的计算平台，为工业品缺陷检测提供了良好的条件。其次，发达国家拥有完善的法律法规和质量标准体系。这些国家对于工业品的质量要求非常严格，对于潜在的缺陷问题采取零容忍的态度。因此，在发达国家中，工业品缺陷检测的可行性较高，制造商通常会积极采用先进的检测技术来确保产品质量，并通过符合标准的产品提升市场竞争力。

因此，借助高速发展的人工智能和深度学习技术和计算机视觉和图像处理技术来进行工业品缺陷检测是必要的，因此本项目预计构建的综合使用计算机技术、网络技术，使用 Vue，

WTML, JavaScript, Flask, Tensorflow 等技术栈构建一个基于 Web 的 AI 检测服务是必要可行的。

## 2.2 可行性分析

由于传统工业品检测操作过程复杂,而且人工检测费时费力,而且由于不同员工的标准不同,会造成很多诸多繁杂的问题。而且工业品行业竞争激烈。这种竞争,一方面表现在发展客户的市场开拓上,产品抢占市场的速度起到决定性因素;另一方面也存在于产品的质量,而产品质量的把关,缺陷的检测显得尤为重要,一旦缺陷产品流入市场,一定会产生比较恶劣的影响,轻则影响公司信誉,造成市场流失;重则因为一个零件的缺陷造成巨大的财力损失或者对人的生命造成威胁等不可弥补的后果。

因此,工业品缺陷检测系统从工业品零件生产的实际需求出发,使用计算机技术、网络技术,使用 Vue, WTML, JavaScript, Flask, Tensorflow 等技术栈构建一个基于 Web 的 AI 检测服务,清晰的业务流程使操作人员能够按照流程清晰的进行实际的操作,保证工业品缺陷检测运作有序而高效地进行。

## 2.3 总体需求描述

工业品检测系统是针对具体的一个工业品组装生产线设计的,主要实现以下目标:

- (1)操作简单方便、界面简洁美观。
- (2)网站整体结构和操作流程合理流畅,实现人性化设计。
- (3)可以在平衡精度和速度的前提下,尽可能识别正确大部分图片。
- (4)在识别出合格与不合格情况下,给出不合格的原因(缺少一螺丝,缺少对角两螺丝,缺少临边两螺丝,缺少三螺丝,缺少四螺丝),以及由于拍摄角度而造成的零件不完整(缺角)
- (5)系统最大限度地实现易操作性、易维护性。
- (6)系统运行稳定、安全可靠。

项目对时间进度的要求苛刻,建议在系统架构设计时尽量熟悉系统开发过程的目的和特点,使得架构具有一定的适应性和灵活性,可以先完成核心架构和基本功能,满足进度要求,后期再进行必要的改进和完善。

## 3. 详细定义

### 3.1 需求引发

本次项目实训选题为《利用深度学习，实现工业品组装缺陷检测》。在确定选题之前，团队成员针对选题展开过激烈讨论，由于是模拟软件工程开发全过程类，因此需要开发出规模相对较大、功能较为复杂的系统，而我们又期望将我们的专业方向——人工智能结合进系统，选择《利用深度学习，实现工业品组装缺陷检测》的原因有如下几方面：

#### 3.1.1 有针对

(1)希望每个职业的员工在整个开发流程中都有其任务要完成，包括但不限于编程，撰写文档，讨论等。

(2)希望在项目的开发过程中能够体现小组合作的重要性

(3)希望项目的开发过程不是一蹴而就的，是分步骤的，是分任务的，是分阶段地去完成，去迭代，得到稳定版本。

(4)希望项目的最低要求为“麻雀虽小，五脏俱全”，项目目标是在“五脏俱全”的基础上，争取做到“麻雀变大”

#### 3.1.2 有难度

(1)完整的工业品缺陷检测系统，包含了从图片上传，到模型推理，展示结果的全过程；在每个阶段都有很多的可选择方案，但是如何选择最优的方案组合，需要多组实验尝试。

(2)工业品生产线流水速度较快，因此，数据的预处理和模型的推理如何做到实时，是一个有难度、值得挑战的地方。

#### 3.1.3 有市场

工业品缺陷检测是一个拥有广阔市场潜力的方向。以下是一些支持这个观点的理由：1. 市场需求：在全球范围内，各个行业对于工业品质量的要求越来越高。消费者对产品质量和安全性的关注度不断增加，制造商也意识到保持良好声誉和竞争力的重要性。因此，工业品缺陷检测成为满足市场需求并提升产品质量的关键环节。2. 自动化和效率提升：传统的人



工目视检查方法无法满足大规模生产的要求，且耗时费力且容易出错。而引入计算机视觉和图像处理技术可以实现自动化的缺陷检测，提高检测效率和准确性，从而降低成本并提升生产线的效率。

3. 技术发展和创新：随着深度学习、机器学习和计算机视觉等技术的迅速发展，工业品缺陷检测领域已经取得了显著进展。先进的算法和硬件设备的应用使得工业品缺陷检测更加可行和准确，吸引了越来越多的制造商和企业投资和采用。

4. 市场规模扩大：随着工业生产规模的不断扩大和全球化的推进，工业品缺陷检测市场潜力巨大。从汽车制造到电子行业，从食品加工到纺织业，都需要对工业品进行缺陷检测。同时，发展中国家也逐渐提高对工业品质量和安全性的要求，为工业品缺陷检测提供了新的市场机会。综上所述，工业品缺陷检测是一个具有市场潜力的方向。随着技术的不断进步和市场需求的不断增长，该领域将持续受到制造商和企业的关注和投资，为提升产品质量和市场竞争能力提供重要支持。

基于此，工业品缺陷检测管理系统具有一定的市场竞争力。

## 3.2 接口需求

邮箱 SMTP：系统发送检测结果到用户邮箱

## 3.3 系统功能流程

### 3.3.1 系统功能流程

根据企业导师的要求，系统分为 Web 端和微信小程序端。两部分的设计思路如下：

Web 端需要提供：单张图片上传，后端提供检测服务，前端显示检测结果，推理时间以及置信度；多张图片以压缩包形式上传，然后提示用户输入邮箱，后端将检测结果，推理时间以及置信度以邮件的形式发送至邮箱。

微信小程序端需要提供：单张图片上传，后端提供检测服务，前端显示检测结果，推理时间以及置信度；单张图片手机拍照上传，后端提供检测服务，前端显示检测结果，推理时间以及置信度。

Web 端服务流程图如下：

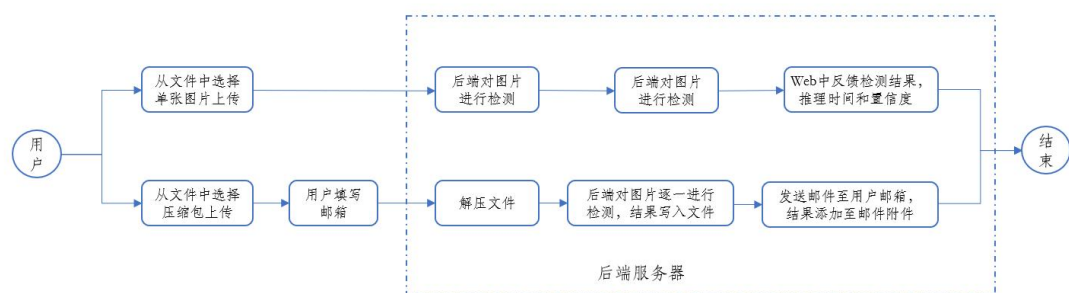


图 1 Web 端服务流程图

微信小程序端服务流程图如下：

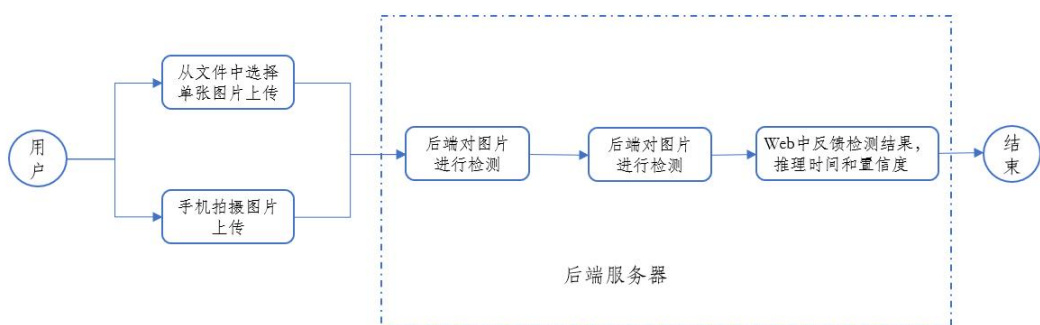


图 2 微信小程序端服务流程图

## 3.4 系统功能需求

### 3.4.1 Web 端用户需求分析

#### 1. 单图片检测功能

(1)单图片上传：用户通过点击图片上传按钮，调用本地文件上传界面，用户选择待检测的图片，上传成功后，即时反馈检测结果，推理用时和置信度。

#### 2. 多图片批量检测功能

(1)文件上传：用户通过点击文件上传按钮，调用本地文件上传界面，用户选择待检测图片组成的 zip 包。

(2)填写邮箱：用户上传完压缩包后，界面显示填写邮箱界面，用户输入邮箱，后端将检测结果发送至用户的邮箱。

### 3.4.2 微信小程序端用户需求分析

#### 1. 首页

(1)展示界面：用户无需微信授权即可进入，授权之后可以通过展示界面进入检测界面。

#### 2. 检测服务

(1)上传图片：用户选择手机相册中的图片，传输给后端进行检测，上传成功后，即时反馈检测结果，推理用时和置信度。

(2)拍照上传图片：用户拍照上传图片，传输给后端进行检测，上传成功后，即时反馈检测结果，推理用时和置信度。

## 3.5 系统非功能需求

### 3.5.1 性能需求

#### 基本需求

(1)适应性：界面设计简单，易于用户操作，相关配置不高，灵活性强。

(2)流畅性：运行流畅，在网络正常的条件下，系统运行无明显卡顿。

#### 其他具体性能的要求

(1)单张图片检测所用的推理用时必须低于 1 秒。

(2)局域网内，只考虑单一用户的情况。

## 4. 总体设计约束

### 4.1 标准符合性

本系统的开发在源代码上符合 Python 编程规范，SpringBoot 开发规范以及 Vue 开发规

范。Python 版本为 Python3.8.16，具体三方库版本详细定义在用户手册中。

能够适配市场上大多数型号的计算机和手机，支持绝大多数浏览器（IE 浏览器除外）。

## 4.2 硬件约束

能够适配市场上大多数型号的计算机和手机，支持绝大多数浏览器（IE 浏览器除外）。

# 5. 系统质量特性

## 5.1 功能性

动态适应屏幕：不同电脑屏幕的分辨率都不一样，系统充分适应了各种型号的浏览器具有有的分辨率。

网络连接：使用系统需要联网才能获取相关信息。

## 5.2 安全性

隐私：微信小程序上传图片，以加密后的命名数据保存。

输入合法检测：理论上，系统应该对用户的所有输入均进行合法性检查，包括邮箱格式合法性检查、上传文件后缀名检查等。

## 5.3 精确度

本系统是为工业品检测系统是针对具体的一个工业品组装生产线设计的。既然是工业品检测，首先重要的是检测精度，检测推理时间等。在如今的产业互联网时代，产业融合是大势所趋，人工智能和传统工业品检测流程更加紧密，不仅要距离用户近，也要距离产业近。

工业品缺陷检测最大的痛点在首尾两端。本系统开发的主要原因之一，也是为了工业品检测两端的时间花费。不仅要服务专业化，更要服务一体化和智慧化。

基于上述原因，本系统要求对推理速度和模型进度进行严格限制。精度预计要求不低于 90%，推理时间不超过 1 秒。

## 5.4 可维护性

在开发程序的时候应该遵循编程规范，并且对预见的异常进行处理。对于不能处理的运行时错误，应该能够做到捕获错误、记录错误、上传错误，使得开发人员能够根据异常对软件进行及时的维护。