

# AI3705-2024 工业互联网大作业

## 工业控制代码生成应用工具设计与开发

工业控制代码自动构造中对于从需求到代码转换的确定性要求至关重要。自动代码生成中需求提取与建模能帮助软件开发团队理解客户需求，明确项目目标，避免后期修改和重构，提高代码质量。通过深入了解用户需求，可以更准确地设计和实现功能，确保最终交付的产品符合用户期望，同时降低开发成本，提升生产制造效率。

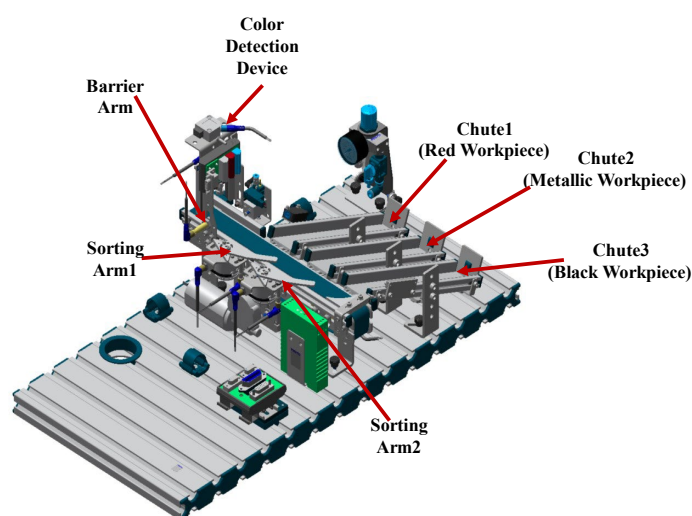


图 1 分拣系统示意图

已知目前有一工件分拣系统，其需求为：将工件根据颜色分类分拣到三个相应滑槽中。传送带前端安装有一颜色传感装置，工件由传送带前端被传送至检测位，被阻挡臂阻挡并判断其颜色（黑色、红色或金属色）。根据工件颜色，相应电磁分拣臂伸出，传送带将工件分选到不同的滑槽中。另外，传送带前端、中部、末端、滑槽顶端均安装有反射式光电传感器，可用于检测工件所在位置及滑槽是否满载。系统具体工艺流程信息见附录。现需对这一系统相应需求完成需求分析与提取及代码生成工作。

本次大作业主要分为两大任务：

### 任务 1 需求分析与提取

分析需求文档，将系统整体流程按照工艺流程，按不同的预先定义好的模块类型，将基于自然语言的需求文档，提取组装成结构化文本，类似于 Scratch 编程模式。完成此任务需为系统定义不同组件类型。

**举例：**为系统定义组件类型 **Object**、**Status**，可以将步骤 **Step 1**: “The workpiece is detected at the front of the conveyor belt.” 提取为如图 1 所示的结构化文本，其中蓝色模块代表 **Object**，黄色模块代表 **Status**。

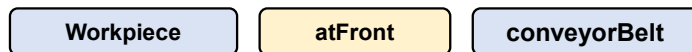


图 2 结构化需求文本示例

自然语言处理部分可借助**开源大模型（例如，Llama）**对需求文档中工艺步骤根据所定义组件类型，进行**提取与组装**，组装后的结构化需求可自行设计展示效果。要求完整展示系统流程，为任务二代码生成提供完整需求模型。

## 任务 2 代码生成

基于结构化需求模型，将其转换为可执行的代码文件。

例如，可将所定义组件及其状态转换成对应的变量并赋值，**设计相应函数完成系统功能**。

以 **Step1** 为例，代码可根据相应规则转换为图 3 所示形式（仅举例，具体内容可自行设计，编程语言不限）。

```
class workpiece:
    ...{}
class conveyor:
    ...{}
def check_workpiece_at_front(workpiece, conveyor, state):
    ...if state == "AtFront":
    ...    ...# 判断工件是否在传送带前端
    ...    ...if workpiece.position == conveyor.front_position:
    ...    ...    ...return True
    ...    ...return False

if __name__ == "__main__":
    ...workpieceAtFront = check_workpiece_at_front(workpiece, conveyor, "AtFront")
```

图 3 代码设计展示

## 任务 3 运行结果可视化

设计一个 Web 界面来显示生成代码的执行结果，验证所有功能是否满足。

## 评分规则

**基本要求：**设计一款基于 Web 的工业 APP 应用，完成**任务 1、任务 2 和任务 3**，实现：输入需求文档，输出需求分析结果及整个系统的代码。所生成系统代码为模拟流程代码，可自定义代码逻辑来实现所需的流程模拟，例如，为系统设计**状态机**，根据代码运行流程，实现系统状态变化。最终效果可呈现为，将不同颜色的工件作为输入，所生成代码可输出正确的分类滑槽，通过 Web 界面显示。

**附加分：**使用 IEC 61131-3 ST 语言或者 IEC 61499 完成代码生成。

**要求：**2-3 人一组，一组展示五分钟，每人完成一份报告，与代码一同提交

# 附录:

## 分拣系统需求文档:

### Functionality:

The finished product sorting unit distributes workpieces into three chutes. Workpieces placed at the front end of the conveyor belt are detected by a fork-shaped light barrier. The barrier arm stops the workpiece, and its colors are judged. The sensor on the color detection module determines the material and color of the workpiece (black, red, or metallic). The workpieces are sorted into different chutes by electromagnetic sorting arms. A retroreflective photoelectric sensor is installed at the full load position of the chute.

### Start Conditions:

- Workpieces are located at the front end of the conveyor belt.

### Initial Position:

- The conveyor belt is stopped.
- The barrier arm is extended.
- The sorting arm 1 is retracted.
- The sorting arm 2 is retracted.
- Three chutes are not full.

### Steps:

1. The workpiece is at the front of the conveyor belt.
2. The conveyor belt starts to move and transfer the workpiece to the barrier arm.
3. Color/material detection by the detection module.

**Case 1: Detected as black workpieces**, they are stored in chute 3.

4. Retract the barrier arm.
5. Sort black workpieces.

**Case 2: Detected as metallic workpieces**, they are stored in chute 2.

4. Extend the sorting arm 2.
5. Retract the barrier arm.
6. Sort metallic workpieces.
7. Retract the sorting arm 2.

**Case 3: Detected as red workpieces**, they are stored in chute 1.

4. Extend the sorting arm 1.
5. Retract the barrier arm.
6. Sort the red workpieces.
7. Retract the sorting arm 1.

8. Stop the conveyor belt.
9. Extend the barrier arm.