

## 嵌入式软件工程课程项目总结报告

1. 项目名称  
简易机器人

2. 项目概述

### 2.1 项目目标

本项目基于启智 ROS 机器人，开发可操纵机器人进行简单行为的嵌入式系统。其主要功能有：①通过手机 APP 的手动操作，控制机器人行走，②机器人自动扫描周边环境并生成相对应地图，通过手机 APP 选取起始点和终点，机器人自动进行路径规划及导航功能，③机器人对桌面物品的识别，使用机械臂对物品进行夹取。同时要保证机器人在恶劣环境中的可用性，用户使用过程中的安全性，简化使用界面保证产品的易用性，以及控制机器人的电量消耗，保证机器人对于未来更多功能的可拓展性。

用户可以使用开发完成后的产品的机械臂夹取功能完成车间生产线上固定物品的取用，也可结合使用多种功能使产品成为智能家居的一部分，帮助用户完成各项家务活动。

### 2.2 功能性需求：

功能 1：机器人操作员可以通过手机 APP 直接控制机器人。

功能 2：机器人操作员可以通过手机 APP 读取机器人摄像头所拍摄内容。

功能 3：机器人操作员打开机器人附带传感器，使得雷达传感器扫描整个运行空间，生成三维地图，机器人可按照地图进行自动寻路方式运行。

功能 4：机器人操作员可按照机器人生成的三维地图，操纵机器人附带的机械臂进行抓取操作。

### 2.3 非功能性需求：

可靠性：在机器人运行过程中，若出现异常行为，会在软件里记录异常行为发生时的代码运行位置以及次数，通过测试阶段不断多测的测试，使这个频率发生的概率降为最低。

安全性：机器人将拒绝除制定操作设备以外的任意设备给出的指令，采取的办法为设置特定的 URI 进行连接。

资源特性：机器人工作时的电压将会显示在控制面板和手机 APP 上，可以随时查看工作电压，防止电压过高以及过低。

易分析性：程序会纪录机器人的每一次行为轨迹，若发生异常，可以及时读取行为轨迹，确定机器人在何时何处发生异常。

易改变性：开发人员可根据异常轨迹对相应代码进行修改。

易操作性：GUI 界面上可进行机器人操作模式的选择，录入地图，机械臂启等操作均可通过按键完成。

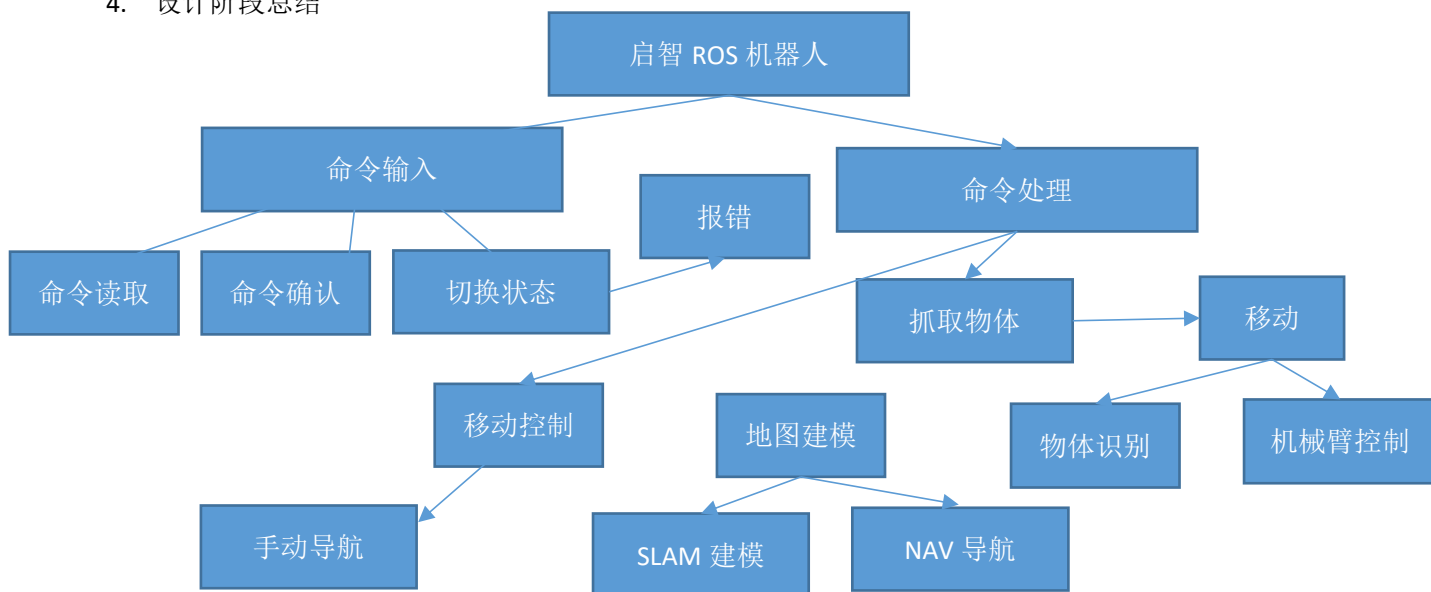
### 2.4 最终完成的功能以及达到的效果：

- 1.通过手机 APP 的操控，控制机器人移动。
- 2.通过手机 APP 读取机器人摄像头视频。
- 3.通过手机 APP 选取起始点和终点，使机器人实现自动导航功能。
- 4.通过手机 APP 的操控，使机器人通过机械臂抓取桌上的水瓶。

### 3. 需求分析阶段总结

之前的需求分析方面，SRS 文件完成度不够，有些流程图以及 E-R 图没有完整的表示出来。提出的四大功能性需求，在后续的开发编写中，将原先的功能 2 改为了视频提取功能。其他功能性需求与非功能性需求基本都实现了，未发现重大问题。

### 4. 设计阶段总结



修改了当初的系统架构中的一部分，基本完成了相应的功能。

### 5. 迭代 1 阶段总结

产品形态及功能：设计了 GUI 界面，可通过 GUI 选择手动（HOLD）导航功能，机器人可通过接受手机 app 发出的信号进行移动。

任务分配：杨光，阳韵非

代码提交测试：阳韵非负责测试相关函数及功能

问题管理及改进措施：

我们小组在实验室进行操作时，连接的是手机的热点 WLAN，并让机器人机载电脑和手机 app 处于同一 ip 地址下，在线下测试时，手机端可通过触控相应按钮操纵机器人完成前进后退，左转右转等功能。

但在课上现场演示阶段，我们小组却出现了问题，手机与机器人连接没问题，但不能操控机器人行走。课后我们小组更改了操控机器人的手机 app，并重新设计了一个 GUI 界面，测试过程中一切顺利。最终我们小组拍摄了一段视频，发给了助教。

### 6. 迭代 2 阶段总结

产品形态及功能：可通过 GUI 选择进入建图和导航功能。

选择建图（SLAM）功能，GUI 上显示机器人通过雷达扫描建立的地图。选择导航（NAV）功能，GUI 显示建立的地图并供用户选择目的地，选择完毕后，机器人能够规划出一条到目的地的移动路径并最终导航至目的地后停止。

任务分配：单勇，阳韵非

代码提交测试：阳韵非负责测试相关函数及功能

问题管理及改进措施：

在课下阶段，我们已完成了迭代二相关功能代码部分的编写，并测试了建图功能但在测试导航功能时候，出现了机器人无法正常导航的现象。在课上现场演示阶段，我们小组展示了机器人的建图功能而未展示导航功能，我们虚心的听了老师的指导，并讨论出了所存在的问题。并在课下完善了导航功能。

## 7. 迭代 3 阶段总结

产品形态及功能：在 GUI 上添加了一个视频窗口，用户可在 GUI 上选择物体抓取功能。选择抓取（GRAB）功能，GUI 上显示机器人识别到物品并供用户选择需要抓取的物体（我们标号为 0/1）。机器人通过机械臂自动抓取物体并返回初始位置。

任务分配：阳韵非、王贺正、高则晗

代码提交测试：阳韵非、高则晗负责测试相关函数及功能

问题管理及改进措施：

首先，我们给 GUI 界面加了一个视频窗口，可以查看机器人摄像头的内容，添加完我们发现画面有很高的延迟，差不多 4~5s，阳韵非和高则晗在网上搜索关于缩小网络延迟等相关的内容，将延迟控制在了 1s 左右。

在抓取功能测试阶段，由于相关参数的设定没有计算好而出现了问题，比如机器人距桌子前方多少米没有计算好长度，使得在机械臂展开阶段，机械臂会碰到桌子，造成损伤。在经过课下很多次的调整参数的试验中，最终解决了这个问题。

## 8. 测试总结

### 8.1 测试角度：

从重要函数的函数是否正确运行的角度进行测试，测试用例共有 17 个，5 个进行重要函数的单元测试，4 个进行功能模块的测试，6 个进行非功能需求的测试，2 个进行异常综合测试。

### 8.2 需求覆盖和设计单位：

需求覆盖：覆盖所有的功能需求和非功能需求，覆盖本组编写的重要函数，对于 android 自动生成的代码和机器人例程中的原有代码不进行测试。

设计单位：单元测试以函数为单位设计，功能测试和非功能测试以单个的功能和非功能需求为单位。

### 8.3 具体测试用例概述

测试用例标识：T203A01

对应的需求：使用 APP 手柄操作机器人

测试效果：对对应 APP 的六个按键，前进，后退，左移，右移，左转，右转 6 个按键分别进行点触和长按的测试，每个按键点触 10 次，长按 5 秒。在进行操作键位的点触操作时，

机器人在短暂按照指定方向行动后就停止(比如对前进键进行点触时机器人进行短暂时间的前进行动然后停止)，在进行长按操作时机器人在按下时持续按照按键指定方向行动，松开按键后机器人停止行动。

发现问题：无。

测试用例标识：T203A02

对应的需求：使用 APP 读取机器人摄像头

测试效果：通过对应 APP 的六个按键，前进，后退，左移，右移，左转，右转控制移动，获取摄像头数据。摄像头画面随机器人移动而变化，视频正确显示机器人摄像头所能获取的图像。

发现问题：视频画面延时超过 1s。

测试用例标识：T203A03

对应的需求：机器人根据地图上标记的起始点和终点进行移动

测试效果：机器人将行动后获取的地图传给 APP，用户通过对应 APP 的输入起始点和终点。机器人从起始点走到终点且中途不撞到障碍物。

发现问题：无。

4.

测试用例标识：T203A04

对应的需求：机器人使用机械臂抓取物体

测试效果：通过对应 APP 的视频找到物品后启动抓取模块完成物品抓取。机器人成功抓取物品。

发现问题：无。

5.

测试用例标识：T203B01

对应的需求：系统可靠性

测试效果：通过对应 APP 输入任意指令，APP 对应上有 9 个按键，6 个操作方向键，以及三个功能启动键，对操作方向键进行 20 次点触，对功能启动键进行十次功能启动。机器人对输入的所有指令完成正确的响应。

发现问题：无。

6.

测试用例标识：T203B02

对应的需求：系统安全性

测试效果：一部手机通过正确 URI 连接输入指令，其他手机连接错误 URI 通过对应 APP 输入任意指令。机器人只对正确的 URI 发出指令进行响应。

发现问题：无。

7.

测试用例标识：T203B03

对应的需求：系统资源特性

测试效果：在机器人电量不足时通过 APP 输入移动指令。机器人不对指令进行响应。

发现问题：无。

8.

测试用例标识：T203B04

对应的需求：系统易分析性

测试效果：在通过 APP 输入各种指令。具体指令在平板电脑上显示出来。

发现问题：无。

9.

测试用例标识：T203B05

对应的需求：系统易改变性

测试效果：在不连接 URI 的情况下直接从机器人启动模块，在 APP 端点击各种按键。机器人模块运行正确，手机 APP 按键可以正确触碰。

发现问题：无。

10.

测试用例标识：T203B06

对应的需求：系统易操作性

测试效果：由体验用户通过 APP 进行各种操作。机器人正确响应 APP 指令，用户在说明文档的帮助下流畅使用产品。

发现问题：无。

11.

测试用例标识：T203B07

对应的需求：异常操作综合测试 1

测试效果：对手机 APP 无按键的地方进行点触。

发现问题：无。

12.

测试用例标识：T203B08

对应的需求：异常操作综合测试 2

测试效果：安卓手机，启智机器人，机器人端 Ubuntu14.04，ROS 环境，手机端产品 APP 对三个模块按键进行快速连续点击，分别测试连续 3，4，5 次。奇数次点击为打开，偶数次点击为关闭。

发现问题：快速点击时可能会无法预料开启还是关闭。

13.

测试用例标识：T203C01

对应的需求：关键函数测试 perform\_calibration

测试效果：运行该 APP，进行 100 次点触。APP 显示点触的坐标。

发现问题：无。

14.

测试用例标识: T203C02

对应的需求: 关键函数测试 `add_last_origin`

测试效果: 在指定文件名中添加 10 条形如"[0.0, 0.0, 0.0]"的正确指令, 在指定文件名中添加 10 条异常指令。正确指令被读取到 YAML 节点中, 错误指令导致进程停止运行。

发现问题: 无。

15.

测试用例标识: T203C03

对应的需求: 关键函数测试 `ButtonClickListener`

测试效果: 对 APP 的 10 个按键进行 100 次点触, 打印数字 1-10.

发现问题: 无。

16.

测试用例标识: T203C04

对应的需求: 关键函数测试 `WebViewActivity`

测试效果: 打开 APP。APP 打开百度主页。

发现问题: 无。

17.

测试用例标识: T203C05

对应的需求: 关键函数测试 `ProcCloudCB`

测试效果: 运行该函数。RVIZ 界面生成检测物体的点云。

发现问题: 无。

## 9. 团队协同总结

分工模式:

小组成员共五人。

前期文档编写分工: 将每一个文档的其中 1-2 个部分平均分配给组员, 组员负责编写相关内容, 最终由组长负责总体文档的修改与提交。

中后期功能实现: 本组需要实现三个大功能, 每个功能都跟 GUI 和测试挂钩, 所以我们小组将 GUI 及测试部分的任务分配给阳韵非。第一个功能负责人为杨光, 第二个功能负责人为单勇, 第三个功能相较前两个功能有些复杂, 所以负责人为王贺正和高则晗。最终所有代码的整合与提交以及机器人的具体操作由高则晗完成。

评价: 每个人各司其职, 完成各自的任务, 成员之间有问题能互帮互助。可能在某些功能任务的分配上有些不妥, 没有考虑到实际工作量, 造成小组进度缓慢。

## 10. 感受与建议

感受: 经过为期四个月的软件工程的学习与开发, 我们小组有自身的优点以及需要改进的不足之处。刚开始的时候, 课程不算紧张, 团队成员不太熟悉, 造成小组进度滞缓, 相关功能没有完整的呈现, 但在后面的开发中, 我们慢慢意识到软工的团队协作与项目管理的重要性, 一个项目的完成不单单仅仅靠个人, 更应该靠团队的合理的分工合作, 没有很好的管理, 就犹如一盘散沙, 不能物尽其用。

- 建议：
1. 希望助教可以有更多时间到实验室与同学们交流分享解决部分问题。
  2. 希望老师可以在选择项目方面提供更多方案与建议, 比如自选方案可以给出往届同学的项目题目。
  3. 希望一个软件工程课程, 上午和下午选课人数能平均一下。