

目标检测及抓取型机器人

开发计划

SDP 202

版本号 1.1

分工说明

小组名称	护肝队	
学号	姓名	本文档中主要承担的工作内容
17373505	曹博文	1.3、1.4、2.3、2.4、2.5、6；进行整体排版和组织
17231002	曹玥	1.1、3.1
17373552	莫策	1.2、4；进行审核
17373210	王博文	2.1、3.2
17373128	全庆隆	2.2、5

版本变更历史

版本	提交日期	主要编制人	审核人	版本说明
1.1	3.8	曹博文	莫策	软件开发计划第一版

1. 范围

1.1 项目概述

本项目意在开发一个目标检测及抓取型机器人。

本项目开发平台基于启智 ROS 机器人。启智 ROS 机器人是一款为 ROS 机器人算法开发量身打造的机器人硬件平台，拥有硬件里程计、激光测距雷达、立体视觉相机和语音输入输出阵列等一系列，完美适配 ROS 的 TF、Navigation、Actionlib 和 Pluginlib 子系统，是深入学习 ROS 和高级机器人算法验证开发的理想平台。

本项目目标实现一系列功能性需求，其中包括：实现机器人的主动控制；静态或动态障碍物避障；机器人利用传感器实时建立环境地图；机器人根据地图和自身的位置信息实现动态路径规划及导航控制；检测、识别并定位环境中的特定目标，动态接近目标物；抓取目标物；语音交互；多目标检测。

本项目目标完成的非功能性需求包括：在 5 秒内对于正确的用户需求做出响应；不同权限的用户只可使用相应权限的内容；对于错误的用户需求进行提示并正确处理；若出现错误可在有限时间内恢复；拥有简单的指令格式，易于使用和学习。

此目标检测及抓取型机器人可作为服务机器人应用于服务行业，如餐饮业，酒店服务等方面；亦可作为分拣机器人、搬运机器人应用于物流行业等；也可以作为辅助护理机器人应用于医疗行业等。

1.2 文档概述

本文档是北京航空航天大学计算机学院 2020 年春季学期软件工程（嵌入式方向）课程中护肝队的软件开发计划文档。

本文档适用于基于 Ubuntu16.04 系统的 ROS 机器人操作系统开发，适用的硬件平台是启智 ROS 机器人，编写的软件的用途是在该硬件平台上实现一个具有目标检测和抓取功能的机器人，其功能主要包含机器人的主动控制，静态/动态障碍物避障，路径规划和导航控制，单种/多种目标物的检测、识别和抓取，以及语音交互。该项目的开发小组的组名为护肝队，小组成员有：曹博文、王博文、全庆隆、曹玥、莫策，由曹博文担任组长。受新冠肺炎疫情影响，小组采用云端协作方式完成各项工作。

计划书包括如下内容：项目任务概要、风险管理计划、过程模型、资源计划和进度计划。与本文档相关配套的，还有如下文档：SDD 软件设计说明文档、SRS 软件需求规格说明书文档、STD 软件测试说明文档。本文档初次撰写于 2020 年 3

月 7 日。

本项目的开发计划用于总体上指导开发 ROS 机器人软件项目顺利进行，明确团队成员的工作责任，使团队协作更加高效，并得到通过最终评审的项目产品。本项目开发计划面向项目组的全体成员，项目周期为 3 个月。

1.3 术语和缩略词

缩略词	全称
ROS	Robot Operating System/机器人操作系统
URDF	Unified Robot Description Format/统一机器人描述格式
IMU	Inertial Measurement Unit/惯性测量单元
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping/即时定位与地图构建
TOF 立体相机	Time of Flight/飞行时间技术

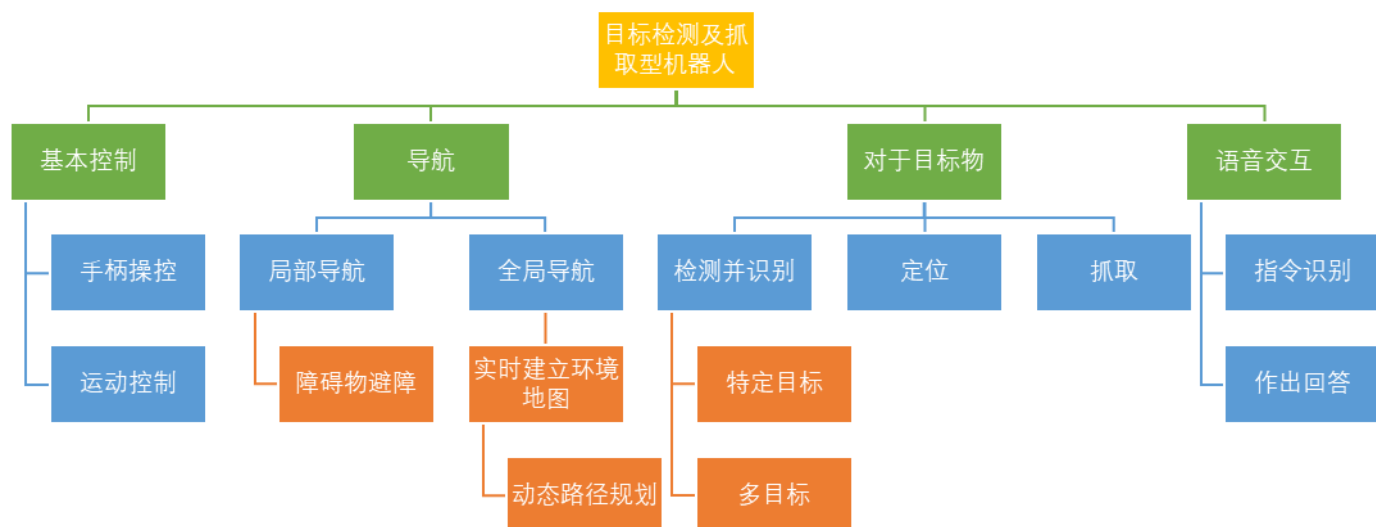
1.4 引用文档

文档格式要求按照我国 GB8567-2006 计算机软件文档编制规范进行。包括以下文件：

软件开发计划 GB8567-2006 (SDP)

2. 项目任务概要

2.1 工作内容



编号	任务名称	依赖
1	机器人的基本控制	
1.1	手柄操控	底盘、主体
1.2	运动控制	底盘、主体
2	导航功能	
2.1	局部导航实现障碍物躲避	1.2、激光雷达
2.2	全局导航	2.1
2.2.1	实时建立环境地图	姿态测量系统
2.2.2	动态路径规划	2.2.1
3	目标物的检测、识别、定位及抓取	
3.1	目标物的检测与识别	TOF 立体相机
3.1.1	特定目标物	
3.1.2	多目标物	3.1.1
3.2	目标物的定位	激光雷达
3.3	目标物的抓取	1.1、2.2、3.1、3.2
4	语音交互	
4.1	指令识别	面阵麦克风
4.2	根据指令做出回答	立体扬声阵列

2.2 主要人员

项目开发团队主要参与人员及分工情况如下:

2.2.1 参与人员

姓名	个人简介
曹博文	熟悉 c, python, java, 主要从事 GAN、对抗攻击相关研究。
王博文	熟悉 c, python, mysql, html, 完成 todo list 应用 (数据库课程设计) 和交通舆情社交事件检测平台。

全庆隆	熟悉 c, python, java, 了解 slam 及目标检测方法。
曹玥	熟悉 c, c++, java, python, 工作时间两年, 开发过小编译器, 小 cpu, 小操作系统, Android 机器人。
莫策	熟悉 c, c++, python, java, 练习时长两年半。

2.2.2 人员分工

工作内容	人员安排
制定开发计划	曹博文, 莫策
需求分析	王博文, 全庆隆
软件设计	全庆隆, 曹博文
软件开发	曹博文, 王博文, 全庆隆, 曹玥, 莫策
测试验收	曹玥, 王博文, 莫策
软件维护	曹博文, 王博文, 全庆隆, 曹玥, 莫策
文档工作	曹博文, 王博文, 全庆隆, 曹玥, 莫策

2.3 产品

2.3.1 程序、数据或设备

项目源代码: 软件开发过程中的全部代码以及注释。

可执行程序: 目标检测及抓取型机器人的可执行程序。

安装程序: 目标检测及抓取型机器人的安装程序。

文件数据: 目标检测及抓取型机器人运行所需的文件数据。

设备: 启智机器人。

2.3.2 文档

SDP-软件开发计划：为软件项目实施方案制定出具体的计划，包括各部分工作的负责人员、开发的进度、所需的硬件及软件资源等。

SDD-软件设计说明：描述各模块的实现方法，包括实现算法、逻辑流程等。

SRS-软件需求规格说明书：对所开发软件的功能、性能、用户界面及运行环境等内容做出详细的说明。给出数据逻辑和数据采集的各项要求，为生成和维护系统数据文件做好准备。

STD-软件测试说明：为如何组织测试制定实施计划。计划包括测试的内容、进度、条件、人员、测试用例的选取原则等。

STR-软件测试报告：在测试工作完成之后，提交测试计划执行情况的说明，对测试结果加以分析，并提出测试的结论意见。

2.4 运行与开发环境

2.4.1 运行环境

硬件环境：启智 ROS 机器人（详情如下表）、机械臂。

名称	数量	参数
开发环境	1	ROS
主控器	1	Intel I3 处理器、4G 内存、128GSSD、触摸屏、键盘
激光雷达	1	360° 无死角、最大距离 8 米
视觉传感器	1	Kinect 2
伺服电机模块	3	20W 伺服电机、内置驱动
轮子	3	3 个全向轮
电池	1	24V3.5AH 锂离子动力电池

软件环境：

ROS: kinetic 版本 ROS 系统，基于 Ubuntu 16.04。

软件包：启智机器人的源码包 wpb_home_bringup、wpb_home_behaviors、wpb_home_tutorials 、 wpbh_local_planner ， 和 xfyun_waterplus 、 waterplus_map_tools 等启智机器人扩展软件包。软件功能包括：URDF 模型描述、电机码盘里程计、IMU 姿态传感、三维立体视觉、SLAM 环境建图、自主定位导航、动态目标跟随、物品检测、人脸检测、传感器融合、语音识别。

2.4.2 开发环境

硬件环境：

PC 机

处理器：intel(R) Core(TM) i5-7400 CPU @ 3.00GHz 3.00GHz

内存(RAM)：8.00GB

系统类型：64 位操作系统，基于 x64 的处理器

软件环境：

操作系统：Ubuntu 16.04

IDE：RoboWare Studio

2.5 项目期限

起始时间：2020 年 3 月 6 日。

结束时间：2020 年 6 月初。

3. 风险管理

风险	发生的可能性	后果	风险管理策略
成员技术水平不足	中等	较大	利用微信等平台进行学习资料共享以及问题讨论。组内定期开展学习活动，提高技术水平。
人员变动或因各种情况导致的人员缺失	较低	中等	在各个子任务之间设置缓冲期，可在缓冲期内进行任务重新分配和调整，将缺失人员的任务分配给其他人员。
由于学期后期课业压	较高	中等	尽量将较重的任务前期完成。并且

力大, 成员时间紧张			在各个子任务之间设置缓冲期, 提前安排各项任务, 留出调整余地。
由于疫情影响, “云沟通” 导致沟通不畅	较高	较小	使用更加合理的方法进行沟通, 通过 teambiton 发布任务, 并随时通过微信电话等方式实时沟通。
需求不明确	较低	较大	在前期计划中, 组内对于需求进行充分讨论, 将不明确的点通过讨论、查询资料和请教老师提前解决。
后续需求调整	中等	中等	在各个子任务之间设置缓冲期, 若需求发生调整, 则利用缓冲时间对于工作安排进行调整。
总开发时长超过预期	低	严重	互相督促提醒, 按计划完成开发任务
各任务时间分配不均	高	较小	随着过程对计划不断进行调整
人员分配工作量不均	中	较小	及时反馈, 灵活调整
程序与硬件不适配	低	严重	严格按照开发手册进行环境配置
硬件性能与预期不符	低	严重	事先对 ROS 机器人有较为全面的了解

4. 过程模型

本项目采用迭代-增量式的使用寿命模型。首先实现基础、底层的功能, 在此之上逐步递进迭代, 增加功能, 最终完成项目的整体开发。

我们将项目的迭代开发分为以下四个迭代版本:

版本 1: 完成机器人的主动控制的编码。此时机器人应能在人工控制下完成相应活动, 并具有利用自身传感器进行静态、动态障碍物避障的功能; 此后, 完成版本 2 的需求分析和概要设计。预计时间为 1.5 周。

版本 2: 在版本 1 的基础上, 添加导航和路径规划的功能, 实现机器人的自主运行。机器人可以利用传感器完成环境地图的建立, 并能根据地图和自身的位置信息实现动态路径规划及导航控制; 此后, 完成版本 3 的需求分析和概要设计。预计时间为 1.5 周。

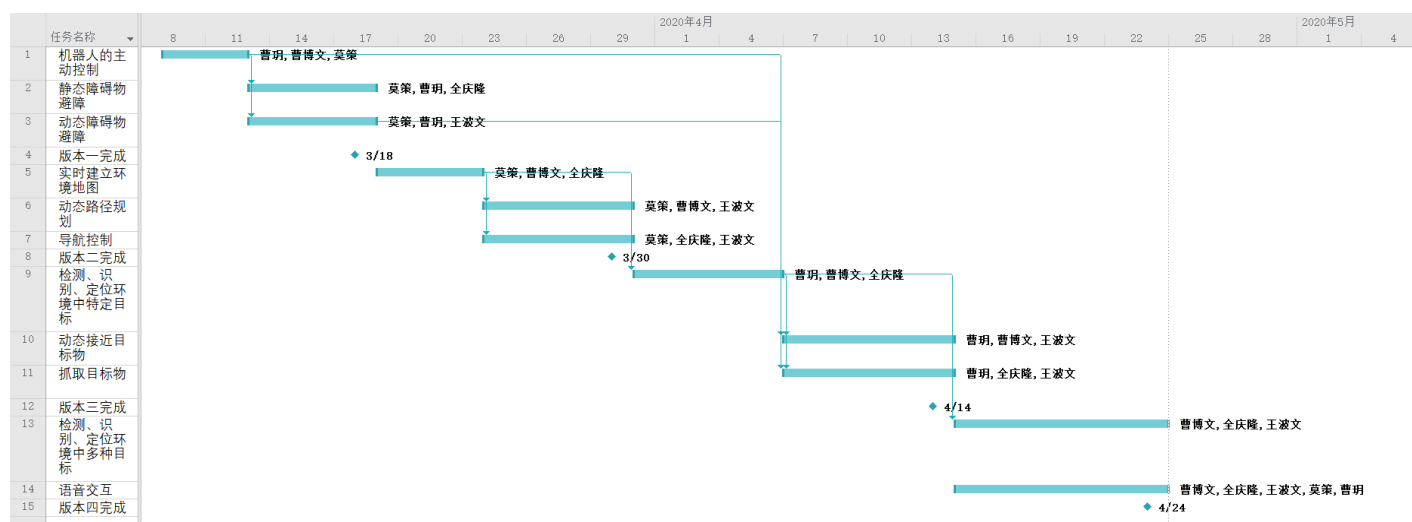
版本 3: 在版本 2 的基础上, 添加目标物的检测、识别、定位和抓取功能。机器人能利用摄像头等多种传感器, 检测和识别出单种、多种目标物, 并能利用激光雷达对目标物定位; 在完成检测和定位工作后, 机器人能动态地接近目标, 完成对目标物的抓取。此后, 完成版本 4 的需求分析和概要设计。预计时间为 2.5 周。

版本 4: 在版本 3 的基础上, 添加语音交互功能。机器人能识别出语音指令, 并根据语音指令做出相应回答或动作, 完成人机交互。预计时间为 1.5 周。

5. 资源计划

名称	描述	数量	单位
启智 ROS 机器人	主控机+各类传感器+运动底座+机械臂	1	台
Ubuntu Xenial 操作系统	项目开发所需操作系统	5	套
ROS kinetic	项目开发所需配套 ROS 版本	5	套
面阵麦克风	识别语音交互的指令	1	个
立体扬声阵列	对语音交互指令做出回应	1	个
测试场地	用于测试机器人室内导航功能	若干	个
测试物	用于测试机器人目标检测及抓取功能	若干	个

6. 进度计划



任务编号	任务名称	开始时间	完成时间	前置任务	人员安排
1	机器人的主动控制	2020/3/9	2020/3/12	/	莫策、曹玥、曹博文
2	静态障碍物避障	2020/3/13	2020/3/18	1	莫策、曹玥、全庆隆
3	动态障碍物避障	2020/3/13	2020/3/18	1	莫策、曹玥、王博文
4	版本一完成	2020/3/18	2020/3/18	/	/
5	实时建立环境地图	2020/3/19	2020/3/23	/	莫策、曹博文、全庆隆
6	动态路径规划	2020/3/24	2020/3/30	5	莫策、曹博文、王博文
7	导航控制	2020/3/24	2020/3/30	5	莫策、全庆隆、王博文
8	版本二完成	2020/3/30	2020/3/30	/	/
9	检测、识别、定位 环境中特定目标	2020/3/31	2020/4/6	5	曹玥、曹博文、全庆隆
10	动态接近目标物	2020/4/7	2020/4/14	3, 9	曹玥、曹博文、王博文
11	抓取目标物	2020/4/7	2020/4/14	1, 9	曹玥、全庆隆、王博文
12	版本三完成	2020/4/14	2020/4/14	/	/
13	检测、识别、定位 环境中多种目标	2020/4/15	2020/4/24	9	曹博文、全庆隆、王博文
14	语音交互	2020/4/15	2020/4/24	/	曹博文、全庆隆、王博文、 莫策、曹玥
15	版本四完成	2020/4/24	2020/4/24	/	/