无人送货小车项目方案

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 学校 |  | 山东大学 |
| 主要成员 |  | 程大海 侯礼志 谷浩翔 任家畅 |
| 指导老师 |  | 周斌 |

## 1 概述

无人驾驶是当前国际上的热点问题，本项目是对无人驾驶落地与应用场景探索的有益尝试。我们的最终目标是实现校园范围内低速、小范围的L5级无人送货小车。本方案从实际应用场景的需求出发，主要考虑硬件和软件两个大的方面。硬件篇主要分析整个小车的硬件结构，对电池、电机、传感器、控制器以及其他关键部件选型和参数给出参考，软件篇主要对目标检测、SLAM构建、数据融合、决策的各种算法给出分析，根据我们的实际需求选择较为合适的方法。

## 2 需求分析

在当前阶段我们以山东大学青岛校区作为实际的应用场景，以从凤凰居S1西门到整个青岛校区西门之间的货物运送作为当前主要任务，假设往返一次的路程记为s，在实际测量后应当给出其具体数值。我们认为同学们点外卖的高峰时间为上午11:00至2:00以及晚上6:00至9:00，每天配送的外卖记为N份。从安全角度出发，我们的小车速度不能超过15km/h，粗略换算为4m/s否则可能会有撞伤行人的危险，实际运行时速度记为v。为了进一步明确问题，我们假设我们的小车一次最多只能运送n份外卖，这当然可以根据实际情况更改，实际上每次运送外卖总份数是控制成本的一个主要因素。每份外卖重量记为m，小车自重记为M。

## 3 电池选型与参数

### 3.1 锂电池与铅酸电池比较

铅酸电池（VRLA），是一种电极主要由铅及其氧化物制成，电解液是硫酸溶液的蓄电池。铅酸电池放电状态下，正极主要成分为二氧化铅，负极主要成分为铅；充电状态下，正负极的主要成分均为硫酸铅。一个单格铅酸电池标称电压通常不高，实际应用中一般是多个单格铅酸电池直接串联组成能直接使用的电池。锂电池是一类由锂金属或锂合金为负极材料、使用非水电解质溶液的电池。

铅酸电池的主要优势在于价格便宜，“抗击打”能力强，易于维护。一般48V20Ah铅酸电池价格在400元左右，而同等参数的锂电池价格往往超过1000元。而锂电池的主要优势在于体积和重量小于铅酸电池，仍以48V20Ah电池为例，铅酸电池为4个12V电池串联组成，总重量在25kg左右，外形尺寸(mm)为180\*77\*170\*4，而锂电池为重量在6kg左右，外形尺寸(mm)为280\*80\*160，总体积仅为铅酸电池的三分之一左右。耐用性同样是锂电池占优，铅酸电池一般深充深放电300次以内,有记忆,寿命在两年左右。并且铅酸电池内有液体，消耗一段时间后，如果发现电池发烫或者充电时间变短，就需要补充液体，锂电池耐用性较强，消耗慢，充放超过500次，并且无记忆，一般寿命在4—5年。从环保方面考虑，铅酸电池在生产过程中常常会产生污染，锂电池在回收环节处理妥善则环境污染很小。下面的表格是对上述的比较的总结。

表格 1 铅酸电池与锂电池比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电池类型 | 铅酸电池 | 锂电池 |
| 体积 | 较大 | 同等情况下使铅酸电池的三分之一 |
| 重量 | 15-30kg左右 | 一般不超过10kg |
| 耐用性 | 有记忆，深充放电300次以内 | 无记忆，深充放电超过500次 |
| 价格(元) | 300-1000 | 900-2000 |
| 维护难度 | 较易维护 | 不易维护 |
| 环保 | 不环保 | 回收阶段妥善处理则很少污染 |

铅酸电池主要优势在于其易维护性。如果以5年为一个使用周期，铅酸电池和锂电池实际成本差不多，但是铅酸电池充放电有记忆，在使用过程中效率下降比较明显。锂电池主要优势在于其体积和重量以及耐用性。我们的小车主要用于货物运送，对重量相对敏感，因此应优先考虑锂电池。实际上，目前很多家用电动车制造时选择锂电池代替铅酸电池也是一种潮流，随着技术的不断发展以及人们对环保的不断重视，锂电池的应用也会更加广泛。

### 3.2 电池参数计算

在之前的讨论中，我们已经把基本的条件作了明确。要计算电池的容量，我们需要考虑的主要因素是载重和路程。实际上，影响电池容量的因素有很多，还包括温度、速度等等，但它们不是主要的影响，并且也不易计算，在这里只考虑主要的载重和路程因素。在小车行驶过程中，消耗的能量主要来自于阻力做功，得到的能量主要来自电池，则电池能量至少应等于阻力做功，据此可计算电池的参数。

若小车自重为M，每份外卖重为m，共n份外卖，因此总重量表达式为。若每天共需运送N份外卖，小车每次最多只能运送n份外卖，因此小车共需走个往返，单次往返路程为s，则总路程为。小车行驶主要是克服阻力做功，阻力包括摩擦力与空气阻力。若动摩擦系数记为μ，则摩擦力可表示为μ(M+mn)g。空气阻力的计算较为复杂，其计算公式为

其中C为阻力系数，通常为实验值，现代汽车的阻力系数通常为0.28~0.4，在这里我们可记C为0.4，ρ为空气密度，一般干燥的空气密度约为1.3g/L,S为迎风面积，v为小车行驶速度与风速的相对速度。这样，总的阻力做功就可以表示为：

## 4 控制器与控制模式

### 4.1 介绍

软件使用飞控程序Ardupilot控制，输出信号转变为控制信号，由于滤波等已经写好，所以得到指令后可以直接执行。

### 4.2 控制器方案

### 4.2.1 GPS导航的long-term路径规划

Ardupilot是广泛使用在四轴无人机等无人飞行器上的控制装置，使用IMU， 罗盘，GPS等多个传感器进行自我姿态和位置信息的解算， 也是无人机器人的鼻祖。ArduRover系统是以飞行控制器作为上位机，对符合硬件要求的Vehicle进行控制的一种操作方式。

由与校园中情景相对固定，路面开阔，所以采用GPS导航相较于测绘地图等精确内建地图的方案可以降低成本，相较于使用转速计进行路程计算没有累积误差，可以提高准确度。

GPS本身的精度可以达到两米左右，但是在行进过程中，由于使用了卡尔曼滤波，可以使车速较好地维持在0.2m/s。由飞行控制器本身的自带系统Ardupilot进行的是使用负反馈的两级闭环控制，由目标速度、当前速度、当前位置、起始位置与终点位置的方向，先后进行侧向速度和纵向速度的解算，然后通过油门控制加速度，舵机控制转向。

单纯由GPS导航系统，可以通过搜集较多的数据点（注意采样的频率）制定固定的路线（需要进行实验和证据的支持），在关键点制定由规则决定的决策。由此生成的固定线路可以满足划分专用车道和固定路线的要求。

### 4.2.2 引入人工智能进行short-term路径规划

在由GPS导航和SLAM帮助下，RoverGo系统将建立起内置的长路径规划，但是对于路径的变动和行人、车辆无法做出反应。此时，我们选择使用Nvidia Tx2作为上位机，将飞控系统引为下位机和控制器，接收上层的规划指令，作出加速度和转向速度的解算，输出控制信号给舵机和电机。

**中断形式：**长短路径规划的结合方式采用类似中断执行的方式，在未出现特殊情况或者不需要更改既定路线时，将采用GPS解算的速度和预设的目标点连成的折线行进。由于在无操作阶段或者切换模式时，小车将处于无动力的减速状态，在紧急情况下如果满足车速过快，指令输出较慢等情形，会使情况难以预计，所以采用中断执行的方式，进行优先级高的操作时，可以不等待当前任务运行完，强制进行优先级较高的操作。

上下级协同工作的流程为：

1.) 由内建地图完成初步的路径规划

2.) （待补充）

表格2 优先级列表（新增Cooperate Mode）

|  |  |
| --- | --- |
| 操作指令 | 优先级 |
| 刹车 | 0 |
| 减速、警报 | 1 |
| 转向 | 2 |
| 巡航 | 3 |

## 7 数据融合

### 7.1 介绍

数据融合能够使不同传感器之间的数据相互校准，使决策系统能够综合利用数据进行决策，实现1+1＞2的效果。（数据融合是后期终点工作，暂未深入考虑）

### 7.2 数据融合的方案分类

三种常用的数据融合方案：

数据级融合需要考虑雷达与摄像头数据的融合，能够在一张图上反映出目标大小，远近和位置的变化。

特征级融合：需要首先对各传感器进行相对独立的分析，然后结合目标概率（可能性）的大小进行判断，对所处的状态进行估计等

决策级融合：由各传感器的结果独立作出反应结果，然后进行逻辑运算，得到最终决策。

## 8 训练数据的采集

### 8.1 训练方法：强化学习

### （待补充）

### 8.2 公交车数据采集方法

### 为了完成强化训练，需要进行必要的数据采集

### **当前的路况（司机的输入信息）：**通过调整放置摄像头的位置，使摄像头能够采集到司机能够获得的路况信息

### **汽车当前的行驶状态：**速度，加速度等物理量

### **司机作出的决策指令：**测量的两种方式分别为使直接型和间接型，通过视频得到决策的结果或者直接从方向盘转动角度，油门或者刹车的控制来得到决策信息。

### **周边信息：**例如红绿灯，车前后的车距，路牌处人员的分布和车辆的影响等会影响到司机决策的因素需要kaolv

### **地图信息（主要在于路线信息）：**由于是固定的路线，因此路线信息相比较易于获得和进行处理（使用现有的卫星或者街道地图）