



IE 1 系列开源机型案例课程



咕咕车机器人

咕咕车是以玄智自研的IE1主控器为核心设计的后驱机器人小车。其转向结构采用由舵 机控制的阿克曼转向,使小车具有更好的操控性,更小的转弯半径、更高的赛道稳定性和更 快的响应速度,从而在竞赛中具有明显的优势。

其搭载的IE1主控器在E1系列的基础上进行了升级,新增了比例行驶与编程等复杂的功能。与主控器配套的软件相搭配能够实现自主编程,为机型设计和自主DIY提供更多可能。



• 机型设计亮点

1.采用阿克曼转向结构

咕咕车的转向方式为阿克曼转向。这种车辆转向系统能够使车辆的车轮以不同的转向角 度转向,从而实现更好的操控性和转弯性能。

由于轮子只有在垂直于旋转轴方向才能滚动,沿着旋转轴方向只能滑动,而滑动摩擦会 造成轮子的磨损,所以理想的运动中期望所有轮子都只有滚动而没有滑动。

从下中可以看出,只有当轮子的旋转轴和轨迹圆在轮子所在点的切线垂直时,才能满足 轮子只有滚动而没有滑动的理想状态。因为内外侧轮子轨迹圆的半径不同,所以就需要内外 侧转向轮倾转的角度也不相同。

阿克曼转向结构运动轨迹

下图是阿克曼转向的梯形结构。梯形两个斜边的延长线要交汇于后轴中点,目的是利用两个摇臂的夹角,在拉杆左右移动时,使摇臂偏角出现差异。

转弯时,内侧轮子的偏角会比外侧大2°~4°,造成两个轮子的轴线由于该偏角差而大致交 汇于后轴的延长线上,因此这四个轮子可近似看成绕着同一个交点做圆周运动。通过阿克曼 转向梯形结构,内外侧转向轮以不同角度进行转向得以实现。底盘中的4个轮子在基本不发 生侧向滑动的情况下能顺畅地转弯。



2.模块化差速器

在汽车中,差速器是一种特殊的齿轮组结构,能根据转弯时左轮、右轮受到地面侧向摩 擦力大小上的差别,自动将发动机输出的转速按照相应的比例分配到左轮、右轮上。

咕咕车的后轮轴上布置了差速器,其主传动齿轮一侧的半封闭结构中设计了4个行星齿轮。这种差速器可以有效地平衡左右两侧轮胎的转速差异,提高机器人在转弯或坑洼路面上的稳定性和通过性。



该差速器由安装在车身上的运动模块通过一级齿轮传动,这种模块化设计使得差速器的 传动更加高效和可靠,同时也增加了整个小车的可维护性和可升级性。可以通过更改运动模 块出轴上的齿轮来实现不同的速比,改变小车的最大行驶速度。

3. 源文件开源

咕咕车的结构设计源文件为开源文件。您 可以通过该文件二次优化小车的机械结构,或 在现有底盘结构的基础上自行设计小车外壳。

通过设计外壳,您可以将个人风格和创意 融入其中;对现有结构进行优化,则可以提升 车辆性能和操控体验。在设计过程中,您可以 发挥想象力,尝试不同的形状、材质和颜色, 并结合美学、工程学和实用性,打造出具有独 一无二的外观和性能的咕咕车。这是一个激发 创造力和技术能力的绝佳机会。



咕咕车底盘



1. 组件准备

拼装咕咕车需要提前打印所有的3D组件,还需额外准备或购买IE1主控器、遥控器和螺 丝、螺丝刀等组装零件。



咕咕车拼装零件清单				
零件规格	数量			
M3×6内六角半圆头螺丝	3			
M2×8内六角杯头自攻螺丝	12			
2.5×3×M2内六角塞打螺丝	6			
M2×6内六角杯头螺丝	3			
MR117ZZ轴承(内7外11厚3)	2			
MR128ZZ轴承(内8外12厚3.5)	2			



主控器、遥控器

2. 拼装步骤



用M2×8内六角杯头自攻螺丝将半轴侧行星 齿固定在半轴上。





将MR128ZZ轴承分别放在差速器盖子和差 速器壳体对应位置。











步骤十九

用2.5×3×M2内六角塞打螺丝将前轮固定在 羊角轴上。





将主控器与电池分别放在底盘对应位置后, 将电池与主控器的电池接口连接、减速电机 与4接口连接、舵机与1接口连接。





整理布线,布线时避免压线。



机身部分安装成功,用M2×8内六角自攻螺 丝将机身与选择的车壳连接即可。

(い) 三) 程序解析



咕咕车的驱动程序采用玄智自研的 XUANZHI Programmer编程软件编写。

该应用程序是为XUANZHI IE 系列 产品量身打造的一款主控器编程软件。 它无需配置环境、并且配置了多种编程 方式,既可使用C语言编程,又可通过 图形化积木编程。其图形化编程模块多 达百余个,可实现机器人运动编程、传 感器配置等相关功能。

图示为开发者通过XUANZHIProgrammer软件为咕咕车进行图形化编程

100

100

那么

度

度

1. 咕咕车程序相关模块释义

(1) 机器人模块

当IE 1主控器启动	该模块为IE1主控器的主体编程模块,表示当IE1 主控器启动后,运行连接在该模块下的程序。调出机 器人模块需要在XUANZHI Programmer软件的主界面 点击"拓展"按钮,选择"IE1竞技机器人主控器"。返回 主界面后,即可出现与主控器相关的系列编程模块。
读取遥控器通道 8▼	该模块为与IE1主控器相匹配的R2遥控器编程模块,表示遥控器的某一通道输出的数值。R2遥控器共有8个通道可供设置,充分满足自定义需求。
驱动 1▼ 电机以 100 速度旋转	该模块为电机设置模块,表示驱动与主控器某接 口连接的电机按照预设数值输出速度。IE 1主控器共设 置4个驱动接口,可以连接运动模块和舵机。
设置舵机 1▼ 为 0 度	该模块为舵机设置模块,表示驱动与主控器某接 口连接的舵机按照预设的数值输出转动角度。IE 1主控 器的4个输出接口中,均可以连接舵机。



(2) 控制模块



该模块表示重复执行模块内所 有的程序。

如果	那么	
否则		

该模块为条件判断模块,表示如果 达到<触发条件>,则执行其中的程 序,没有达到则执行"否则"中的语句。

(3) 运算符

1 + 1	加运算	1 * 1	乘运算
1 - 1	减运算	1 = 1	等于判断
1 > 50	大于判断	1 < 50	小于判断
或	逻辑或运算,任意潇 否则返回假	满足两个条件中的一个 条	€件则返回真,
5	逻辑或运算,两个条件均满足则返回真,否则返回假		

(4) 变量

变量模块允许用户自定义和命名变量,以存储各种类型的数据,如数字、文本、布尔值 等。用户可以为变量指定初始值,并根据需要更新变量的值。图示为编程者添加的"舵机中 点"变量、"车轮右转角度"变量、"车轮左转角度"变量及配套编程模块。

舵机中点	车轮右转角度	车轮左转角度
将 舵机中点 ▼ 设为 45	将 车轮右转角度 ▼ 设为 0	将 车轮左转角度 ▼ 设为 0
将 舵机中点 ▼ 增加 1	将 车轮右转角度 ▼ 增加 1	将 车轮左转角度 ▼ 增加 1

2.咕咕车程序逻辑解析

(1) 设置舵机中点



该条程序意在将舵机调整至中间位置,便于小车直线行进。由于舵机的行程为0°~90°, 所以45°是舵机的中位。

(2) 设置车轮可转角度

将	车轮右转角度 🔻	设为	38
将	车轮左转角度 🔻	设为	38

该条程序意在设置轮胎可转角度,使轮胎行驶时自由转向,不与车身的其他物理结构相 互干涉。经过测试,车轮右转和左转时与中位的偏角均为7°时不与车身发生结构干涉,而舵 机的中位为45°,因此编程者将车轮左转和右转的角度均设为38°。您也可自主调整角度参 数,从而增大或减小咕咕车的转弯角度。

(3) 微调舵机

该系列程序意在微调舵机的控制角度从而使前轮对准正前方。

由于每个小车拼装后车轮的状态均不相同,因此在行驶前需要通过通道5和通道8调整车 轮方向。每操作一次,舵机中点增加1°(-1°),重复操作直到车轮摆正。为了使车轮的摆动 角度更便于观察,因此每次操作后增加了1秒的等待时间。

E1系列开源机型-咕咕车

如果 读取遥控器通道 8▼ = -100 那	
重复执行 1 次	
将 舵机中点 ▼ 増加 1	
设置舵机 1 ▼ 为 舵机中点 度	
等待 1 秒	
如果 读取遥控器通道 5▼ = -100 那	
重复执行 1 次	
将 舵机中点 ▼ 增加 -1	
设置舵机 1 ▼ 为 舵机中点 度	
等待 1 秒	dicited and a second se

小贴土

为什么通过遥控器通道8和通道5微调舵机的角度?可以设置其他通道吗?

开发者为遥控器各通道与摇杆按键的对应关系定义了一种默认模式,即:左摇杆上下推为通道1,右摇杆左右推为通道2,右摇杆上下推为通道3,左摇杆左右推为通道4; 肩键SA为通道5,SB为通道6,SC为通道7,SD为通道8。

其中, 摇杆对应的1~4通道的取值范围为[-100,100]之间的整数值, 通常用于控制 行驶机构的行驶速度。按键SA和SD对应的通道5和通道8只有两种数值, 初始值为100, 按下按键后, 数值为-100, 相当于一对相反的命令, 通常用于设置武器的启动和停止。 按键SB和SC为三档按键, 对应的通道6和通道7有3种数值, 初始值为0, 向两侧拨动按 键后数值分别变为-100和100, 可根据具体需求进行编程。

由于咕咕车的前轮角度只需要微调,每次调整的角度不宜过大,所以通过按键SA和 SD微调角度更准确和易于掌控。 (4) 驱动转向

如果 读取遥控器通道 2▼ > 0 那么	
设置舵机 1▼ 为 舵机中点 + 读取遥控器通道 2▼ ± 车轮右转角度 - 舵机中点 / 10	度
否则	
设置舵机 1▼ 为 舵机中点 + 读取遥控器通道 2▼ ± 车轮左转角度 - 舵机中点 / 10) 度

该系列程序意在控制舵机进行阿克曼转向。

如果通道2的数值>0,那么舵机臂按照"舵机中点+【通道2的数值×(车轮右转角度-舵 机中点)/100】"的数值调整角度,控制小车右转相应的角度;否则,舵机臂按照"舵机中点 +【通道2的数值×(车轮左转角度-舵机中点)/100】"的数值调整角度,控制小车左转至相 应角度。

小贴土

咕咕车驱动转向的计算思路是怎样的?

设置驱动转向语句时主要考虑3方面:

首先,需要明确轮胎可转角度,防止轮胎与小车其他结构发生干涉。本例中已明确 车轮可转角度均为38°,右转和左转时与舵机中位的偏角均为7°。

其次,需要逆推舵机需要旋转的范围。由于舵机中位为45°,因此舵机向右最大旋转 至45°-7°=38°,向左最大旋转至45°+7°=52°,因此舵机的实际旋转范围为38°~52°。



最后,需要将舵机的角度范围与遥控器的数值进行百分比转换。我们知道,轮胎通 过舵机臂控制其转动角度,而舵机臂的转动由遥控器的摇杆控制。由于右摇杆所在的通 道2行程范围为-100~100,而舵机的行程范围为0°~90°,因此需要将通道2输出的数值 转换成舵机旋转的角度。

本例中的该条语句"通道2的数值×(车轮旋转角度-舵机中点)/100"就承担了数值 转换的功能。当通道2分别取"100"和"-100"时,该条语句运算结果分别为"100×(38-45)/100=-7"和"-100×(38-45)/100=7",将摇杆的行程分别转换成舵机臂右转 7°和左转7°,此时分别对应舵机旋转至38°和52°。

(5) 驱动行驶

如果	读取遥控器通道 1▼ < -5 或	读取遥控器通道 1▼ > 5 那么
驱动	4▼ 电机以 读取遥控器通道 1▼ 速度旋转	
否则		
驱动 4	4▼ 电机以 0 速度旋转	

该系列程序意在控制行驶电机的启停及以特定的输出速度进退。

若遥控器通道1的数值 > 5或 < -5,则4号接口的行驶电机以通道1输出的速度旋转;若遥 控器通道1输出的数值在[-5,5]之间,则驱动行驶电机停止。

小贴土

为什么驱动电机停止的数值要设置为[-5, 5]的区间值,而不设置为0?

遥控器在使用一段时间后,可能会出现摇杆中值发生偏移的情况,因此输出的数值 会产生误差。另外,操作手在操控摇杆回归中位时,操控动作可能会有精准度的偏差。 基于这两点影响因素,设置了5到-5为停止区间,这样更容易驱动电机停止。

· 四操作与调试

咕咕车安装完毕后,需要将以上程序烧录至IE 1主控器中,并对小车的运行进行调试。

1. 操作方式

主控器与遥控器开机对频完毕后,进入可操作状态。

行驶前需先通过遥控器的SA键和SD键将咕咕车的车轮调正。每按下一次SA键(SD 键),车轮方向会进行微调,重复操作直到车轮摆正。

行驶机构的操作方式如下:

左摇杆	右摇杆	行驶状态	左摇杆	右摇杆	行驶状态
上推	无操作	前进	上推	左推	左前方转弯
下推	无操作	后退	上推	右推	右前方转弯
无操作	左推	左转	下推	左推	左后方转弯
无操作	右推	右转	下推	右推	右后方转弯



2. 咕咕车调试常见问题

(1) 运动模块不工作

若电机不转动,首先检查主控器和遥控器的电池存储的电量是否过低;若电池电量正常,可检查连接电机的驱动接口与程序设置的接口是否一致;若接口连接一致,可检查电机 排线与接口连接是否松动。

(2)运动方向错误

若机器人不按预期方向移动,可以检查程序中遥控器的通道设置是否有误;若通道设置 无误,检查遥控器摇杆是否正确校准,摇杆偏差对机器人运动的速度和方向都有影响,因此 需要定期校准摇杆。

(3) 小车转弯角度异常

若小车转弯角度异常,可对安装和调试过程进行检查。安装舵机臂之前,需要为舵机调零位,确定舵机的0度和90度的位置;舵机调试时,主控器的程序需要对舵机进行调整,以 确保它们在正确的行程和方向上工作。



IE1系列开源机型案例课程