

原创

okgwf

于 2021-09-24 21:04:26 发布

2706

收藏 68

版权

分类专栏:

STM32

四轮车

文章标签:

stm32

STM32

同时被 2 个专栏收录

13 订阅

7 篇文章

订阅专栏

最近一直在做ROS层的开发工作,也经常思考驱动控制板和ROS层如何配合和互相影响,因为以前做过ARM/STM32驱动层的整体开发,所以想从整体系统角度写一些关于驱动控制板的知识,一是对过去工作的温故知新,二是想系统梳理下整个系统框架,避免"只缘身在此山中"的遭遇.

我把这些内容组织成一个系列"四轮车驱动控制",分多个小节来介绍:

1. 八.四轮车驱动开发之一:正/逆向运动学分析
2. 九.四轮车驱动开发之二: 配置PWM驱动直流电机
3. 十.四轮车驱动开发之三: 巧用编码器获取电机转速信息
4. 十一.四轮车驱动开发之四: 理解直流电机PID控制器
5. 十二.四轮车驱动开发之五: 由浅至深理解6轴陀螺仪姿态解算算法

本节将从四轮车运动学方面分析四轮车的正向/逆向运动学方程.鉴于真实的机动车辆的运动学方程更为复杂,简单起见,这里仅局限于四轮车模型车辆做分析.

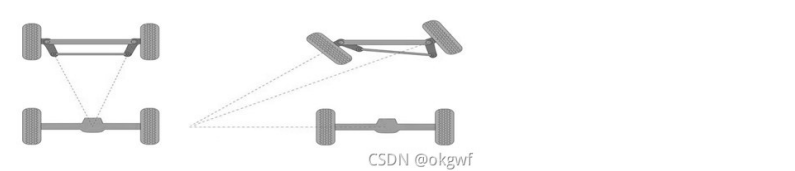
我们知道传统的小型汽车都是四轮结构,总体可分两驱方式和四驱方式,而两驱方式又分为两驱前驱和两驱后驱方式.不同的驱动结构,不同的车辆架构,其运动学分析方程大致相同但又有差异.

以两驱前驱四轮车型为例,直线行驶时,前轮提供前进驱动力,后轮只是被动跟随转动,前后四轮转速相同,不存在轮间差速现象(因路面状况原因除外).车辆左右转弯时,前轮提供转向和动力,并由前驱差速器分配不同转速,转弯过程中前内侧轮转速低于前外侧轮,速度差与转弯角度成比例.此时后轮左右两轮根据转弯角度也会有被动的差速现象,但两个后轮实际转速取决于车辆结构,需要根据运动学方程来计算.有人 would 问既然后轮是被动跟随轮,为什么要计算它的转速? 现在的车辆上都有ESP,ABS等一些安全配置,这些安全配置都依赖于对车轮的期望转速和实际转速的分析,来做出不同的判断和操作,确保车辆安全性,稳定性.当然作为四轮车模型,我们可以不考虑这些.

传统两驱后驱或四驱汽车,后轮使用机械差速器完成差速配比,机械差速器的功能是:无论转弯或者直行,两侧驱动车轮的转速之和始终等于差速器壳转速的2倍(这里转速是角速度),或者说两后轮转速之和始终等于车速的2倍(这里速度是地面位移速度).比如整体车速为V,左侧车轮转速为V-x,右侧车轮转速为V+x.

对于电动四轮车来说,都是使用两个电机直接驱动左右后轮,这就不再需要机械差速,只需要通过电控手段控制驱动电机转速来实现左右轮转速的配比(也就是后面章节将要讲的PID控制器).

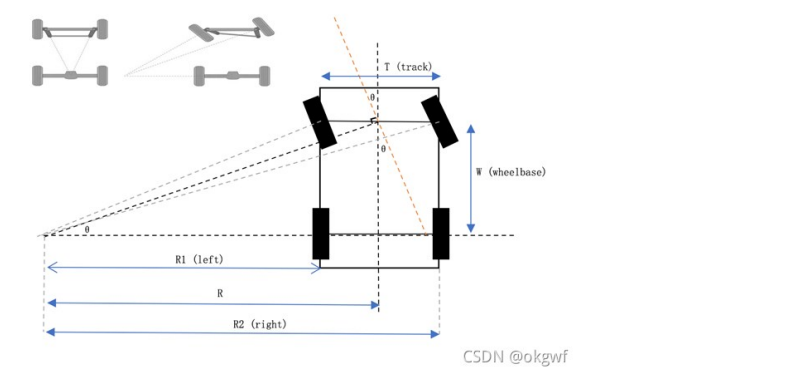
再说说我使用的四轮车的前轮转向系统,前轮采用阿克曼转向系统,由程序提供转向角驱动转向舵机控制阿克曼系统实现转向,原理如下图所示:



一. 逆向运动学分析

逆向运动学分析的目的是提供车身期望的速度v和转向角度θ,计算出左右后轮的速度v1和v2.

我们假设舵机控制转角为θ, 四轮车期望前进速度为v, 前后轮轴距(wheelbase)为W, 后轮轮距(track)为T, 车辆直线前进或转弯时左侧轮速度为v1,右侧轮速度为v2; 当转向时后轮质心到转向圆心的距离为R,即转向圆弧的半径. 有如下图选择后轮中心为小车质心:



注: 上图角度θ为小车转向角度或舵机转向角度,不等于前面左右轮的实际转向角度.

当四轮车以一定的速度转向时,其在瞬时时刻的转向方向就是其转向圆弧的切线,我们很容易得到:

前轮中心到转向圆弧圆心的直线相对于后轮中心到圆心的直线的夹角就等于期望转向: θ. 如图所示.

根据物理学中角速度的一致性,可知: 后轮中心的角速度 = 左轮角速度 = 右轮角速度

有:

$$\frac{v}{R} = \frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{R_2}$$
$$\tan\theta = \frac{W}{R}$$

进一步:

$$R_1 = R - \frac{1}{2}T \qquad R_2 = R + \frac{1}{2}T$$

进一步可得:

$$v_1 = \frac{v}{R}R_1 = v\left(1 - \frac{T\tan\theta}{2W}\right)$$
$$v_2 = \frac{v}{R}R_2 = v\left(1 + \frac{T\tan\theta}{2W}\right)$$

上面两个公式就是我们最终的逆向运动学方程. 我们只要给小车一个总的期望速度v和转向角度θ,就可以经这两个公式计算出需要分配给左右后轮的实际速度v1和v2. 实现了类似于机械差速一样的功能.

分类专栏	
智能汽车	10篇
四轮车	9篇
多传感器数据融合	12篇
YOLO v5	2篇
深度学习	14篇
PyTorch	5篇
智能驾驶	4篇
车道线检测	3篇
点云处理	2篇
激光雷达	4篇
无损卡尔曼滤波器	2篇
机器视觉	3篇
滤波器	4篇
卡尔曼滤波器	4篇
STM32	7篇

当然这里只是求出期望的速度,具体到控制转速,还需要把期望速度通过PID控制器求出PWM去驱动左右电机转动(这个后面小节会继续介绍)。

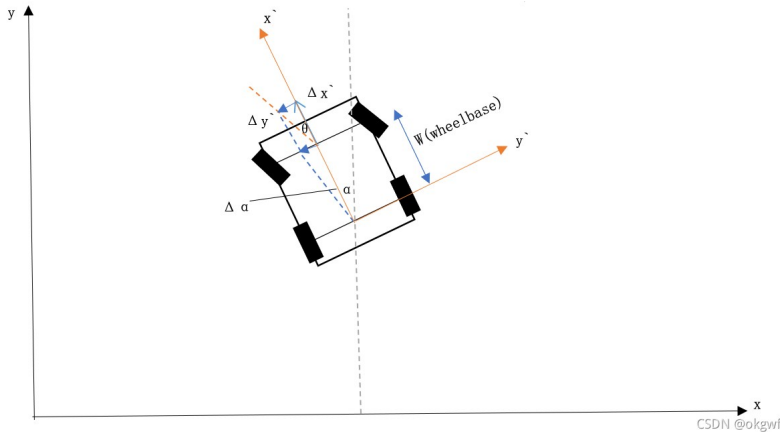
二. 正向运动学分析

上面分析逆向运动学是为了给出转向角度和整体速度,去控制四轮车的运动(直行或转向);而正向运动学分析的目的与逆向运动学大致相反,是根据两个后轮驱动电机的编码器值,求出车辆的实际速度 v 、实际位移 d 及偏航角 α 。

正向运动学分析需要两个坐标系:地图坐标系和载体坐标系。如果逆向运动学是在载体坐标系控制小车移动的过程,那么正向运动学就是在地图坐标系测量小车位姿的过程。最终正向运动学的测量结果就是在X-Y-Z三轴的地图坐标 (x,y,z) 和地图坐标中三轴的欧拉角 $(roll,pitch,yaw)$ (实际只用了偏航角 yaw)。

看过我前面关于扩展卡尔曼滤波器`robot_pose_ekf`介绍,应该知道,`robot_pose_ekf`就是融合车轮的里程计(odom)数据 $(x,y,z,roll,pitch,yaw)$ 和IMU(惯性传感器,就是6轴陀螺仪)的数据 $(roll,pitch,yaw)$ 。这里轮式里程计(odom)就是来自正向运动学分析的结果。

如下图:小车在地图坐标系(X-Y-Z)中移动,移动偏航角 (yaw) 为 α ,偏航角瞬时变化为 $\Delta\alpha$,速度为 v ,位移 d 。小车在自身载体坐标系(X'-Y'-Z')中(以后轮中心为质心),按IMU的 x' 轴为前进方向,右侧为IMU的 y' 轴方向,转向角为 θ ,在 x' 方向位移瞬时变化为 $\Delta x'$,在 y' 方向位移瞬时变化为 $\Delta y'$ 。



1.从驱动程序可以获取左右轮驱动电机的编码器值`decode1`和`decode2`,经过计算可以得到左右轮实际速度 $v1$ 和 $v2$,以及左右轮瞬位移 $\Delta d1$ 和 $\Delta d2$,也可以称为瞬时速度: $\Delta v1$ 和 $\Delta v2$ 。

2. 我们知道任何时刻两后轮位移之和始终等于整车位移的2倍,可以推理出任何时刻两后轮位移之和始终等于整车位移的2倍,于是我们可以得到整车前进方向(x' 轴)的瞬位移 $\Delta x'=(\Delta d1+\Delta d2)/2$ 。

3.根据记录的当前偏航角 α ,由已得的整车前进位移 $\Delta x'$,可以计算出小车在地图坐标系中,在 x 轴和 y 轴的累计位移:

$$x = x + \Delta x' \cos \alpha$$

$$y = y + \Delta x' \sin \alpha$$

这里的 xy 就是小车在地图坐标系中的实际坐标位置 $(x,y,z=0)$,以内不考虑垂直方向移动,所以 $z=0$ 。

4. 根据整体前后轮中心速度的一致性,我们的前轮中心在载体坐标系(X'-Y'-Z')中瞬位移也是 $\Delta x'$,我们可以从转向舵机的状态获取相当装向角 θ (因为阿克曼转向机械原理,前左右轮实际转向并不完全等 θ)。我们可以很容易求得整体小车在载体坐标系 y' 轴上的瞬位移: $\Delta y' = \Delta x' \tan \theta$ 。

5.开头介绍,我们的正向运动学分析基于小车后左右轮中心为质心,那么以前轮中心计算的 $\Delta y'$ 必然会引起整个小车在地图坐标系中的偏航角 α 的变化: $\Delta \alpha$ 。

由图可得: $\tan(\Delta \alpha) = \Delta y' / W$ 。当 $\Delta y'$ 足够小时, $\Delta \alpha = \Delta y' / W$ 。

所以有,地图坐标系中,小车的瞬时角速度为: $\Delta \alpha = \Delta y' / W = \Delta x' \tan \theta / W$

进一步可得,整车在地图坐标系(X-Y-Z)中偏航角 (yaw) 为:

$$\alpha = \alpha + \Delta \alpha$$

$$yaw = \alpha$$

到此,我们得到了一个完整的小车位姿信息:

$(x, y, z=0, roll=0, pitch=0, yaw)$

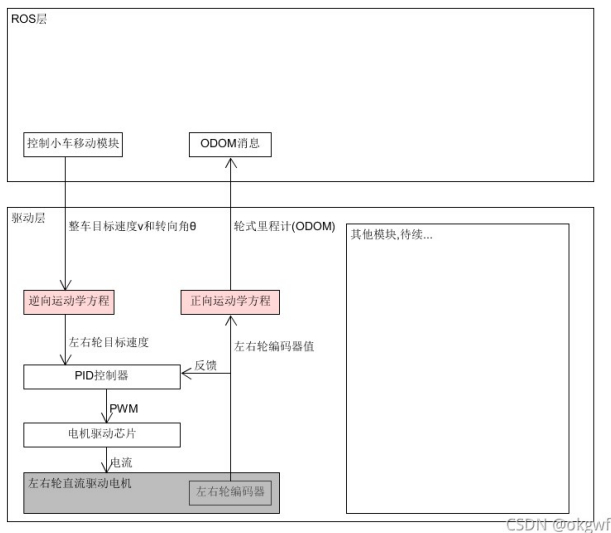
这些信息已经足够小车提供轮式里程计(ODOM)所用,进一步和IMU的数据融合,计算出最优位姿估计。

如果想获取更多信息,比如整体车身在载体坐标系 x' 轴方向的瞬速度: $v' = \Delta x'$

车身的瞬时偏航角速度: $\alpha' = \Delta \alpha$ 。

$(x, y, z=0, roll=0, pitch=0, yaw, v', \alpha')$

三. 从ROS系统和驱动控制板整体,看运动学分析方程在整个系统中位置:





okgwf

码龄19年

暂无认证

33

2万+

19万+

5万+

原创

周排名

总排名

访问

等级

384

228

201

160

967

积分

粉丝

获赞

评论

收藏

私信

关注

搜博文文章

- 热门文章
- 一. 卡尔曼滤波器开发实践之一: 五大公式详解

4077
- 二十. 在ROS系统上实现基于PyTorch YOLO v5的实时物体检测

3453
- 四. 卡尔曼滤波器(EKF)开发实践之四: ROS系统位姿估计包robot_pose_ekf详解

3060
- 二十三. 基于Soft NMS方法对物体检测网络YOLO v5进行性能改进

3041
- 十二. 四轮车驱动开发之五: 由浅至深理解6轴陀螺仪姿态解算算法 <上>

2891

- 最新评论
- 三十五. 智能驾驶之基于PolarNet的点云...

qq_21001471: 请问下楼主推理耗时多少啊? 用禾赛激光
- 二十三. 基于Soft NMS方法对物体检测网...

ffibox123: 没必要一轮一轮用, 直接训练完成再用一次就行
- 二十. 在ROS系统上实现基于PyTorch YO...

夏昌炜: 我想问一下让ros支持python3是什么意思
- 二十五. 智能驾驶之基于点云分割和聚类...

qq_54475363: 您好, 可以方便分享一下您的代码参考吗, 感谢! 我的邮箱107825@...
- 二十三. 基于Soft NMS方法对物体检测网...

BABABSBC: 还有就是问一下 在遮挡行人的检测中, 你的阈值是设的多少啊, 目前碰...

您愿意向朋友推荐“博客详情页”吗?

强烈不推荐

不推荐

一般般

推荐

强烈推荐

- 最新文章
- 三十六. 智能驾驶之基于Structure-aware超快速车道线检测及ROS系统实践
- 三十五. 智能驾驶之基于PolarNet的点云语义分割及ROS系统实践
- 三十四. 智能驾驶之多传感器融合技术: F-PointNet融合方法
- 2022年 17篇

2021年 16篇

Webots学习笔记(二)--创建四轮小车模型_Exploer_的博客	11-5
四轮小车模型 本文将创建如下一个四轮小车模型 模型建立 (一)新建模型 创建新的项目后,增加地板作为大地 在本文建立的四轮底盘中,共有一个车体(body)... obj等格式这里就略过,这里说一下导入URDF模型.摘录:URDF(Universal Robot Description Format)——通用机器人描述格式,它是ROS等里边使用的一种...	11-14
V-rep运动学仿真笔记(二)——固定四轮小车,URDF模型导入_abcvincent的...	11-14
四轮定位与后轮差速	05-04
四轮定位与后轮差速.docx	
三种常见的移动底盘运动学模型分析 最新发布	qq_52785580的博客 1472
对四轮差速小车、麦克纳姆轮小车以及两轮差速小车运动学模型的学习总结。	
开源自主导航小车MickX4(一)-ROS底盘硬件_熊猫飞天的博客	11-16
在ROS的自主导航框架中,运动控制系统主要负责小车底盘的精准速度控制并向工控机提供底盘传感器接口,这一部分被封装成了ROS的标准接口。小车底...	
汽车运动学模型_Micozzc_lyy的博客_汽车运动学模型	11-9
1. 汽车运动学模型 1. 运动学模型 在后轴处,即(x _r ,y _r)(x _r ,y _r)处,速度为v _r =x _r 'cos(φ)+y _r 'sin(φ)v _r = dot{x} _r _cos(varphi)+dot{...	
路径规划算法(四)-基于阿克曼模型和差速模型小车的模型预测控制(MPC)	weixin_44504228的博客 4450
四轮车动力学模型 汽车状态 states: x, y,	
ROS Gazebo仿真-阿克曼(Ackermann) 四轮小车模型	chanchanchan的博客 8511
Gazebo仿真——阿克曼(Ackermann) 四轮小车模型1. 仿真描述2. Gazebo简介2.1 Gazebo的典型用途2.2 Gazebo的主要特点3. ros_control4. 配置物理...	
自动驾驶(五)-车辆运动学模型_一实相印的博客	10-30
最后在惯性坐标系XY下,可得车辆运动学模型: 此模型中有三个输入: 滑移角β 为: 2. 四轮模型(阿克曼转向) 四轮模型和自行车模型最大不同就是前轮左右...	
ROS URDF模型-阿克曼(Ackermann) 四轮小车模型	chanchanchan的博客 4756
URDF模型——阿克曼(Ackermann) 四轮小车模型1. 模型描述2. URDF文件3.link元素4.link属性详解5.joint元素6.joint属性详解7. Rviz可视化7.1创建launch...	
ROS小车实践记录(九)	Brushysss的博客 234
小车代码ROS小车运动学正逆解代码讲解 ROS小车运动学正逆解代码讲解 我们打开Huanyu_usart.c文件 运动学通常分为正解和逆解 正解(上传): 用...	
移动机器人差速轮运动学模型-(左右轮速度和线速度角速度的相互转换)	二进制制君 8557
做机器人底层程序的时候,经常用到轨迹推算(Odometry),无论是定位导航还是普通的方向控制。轨迹推算中除了对机器人位姿进行估计,另一个很理...	
【四轮定位】四轮定位设定的一些准则	CrazyRabbit的博客 150
四轮定位设定的一些参考	
四轮轮运动算法解析	qq_44164303的博客 8646
文章目录 四轮运动算法解析一、目标二、两个前轮两个前提变量设定几何关系物理关系三、四个前轮两个前提变量设定几何关系物理关系四、总结 四轮底...	
曲臂式高空作业车正、逆运动学问题求解(2010年)	05-29
曲臂高空作业车末端执行器位置和姿态的确定.由各关节角协调控制.各关节角依据串联机器人正、逆运动学求解方法.D-H参数来确定.正、逆运动学求解...	
二自由度车辆动力学模型_汽车二自由度运动学模型.matlab	09-10
二自由度车辆动力学模型。内容非常实用,对建模讲的非常深刻	
基于四轮汽车和差速小车的模型预测控制.docx	05-19
基于四轮汽车和差速小车的模型预测控制	
Matlab仿真混合动力汽车Simulink模型四轮驱动混合动力车辆仿真模型源代码下载	05-15
Matlab仿真混合动力汽车Simulink模型四轮驱动的混合动力车辆仿真模型源代码下载 Matlab仿真混合动力汽车Simulink模型四轮驱动的混合动力车辆仿真...	
移动机器人运动模型(两轮、四轮、麦克纳姆轮和概率运动)	qq_46067306的博客 1932
运动机器人通常可以采用轮式和足式进行移动,通过电机驱动轮子移动机器人即轮式机器人,通过仿生式的多足关节移动机器人即多足机器人。由于多足...	
四轮全向轮运动方程	kxhlp的专栏 1万+
从零开始搭建四轮全向底盘	qq_41858571的博客 3545
从零开始搭建四轮全向底盘 机械狗不需要梦想 想搭底盘就自己动手谁便画了一个,自己选电机,自己选轮子,联轴器,车架。电机选用的是步进电机(...	
关于差速移动机器人的运动学模型推导	wallewa96的博客 9778
在机器人的运动中,经常会涉及到航向推算。下面这篇博客写的挺好的。 https://blog.csdn.net/heyijia0327/article/details/44983551 在学习机器人运动模...	
逆运动学求解 热门推荐	Vic_Hao的博客 1万+
解析法(Analytical Solution) 顾名思义是用代数或几何方法直接求解。通常随着自由度上升,求解解析的难度也越来越大,对于冗余机械臂还需要从几...	
“相关推荐”对你有帮助?	
<div><div></div><div>非常没帮助</div></div> <div><div></div><div>没帮助</div></div> <div><div></div><div>一般</div></div> <div><div></div><div>有帮助</div></div> <div><div></div><div>非常有帮助</div></div>	
©2022 CSDN 皮肤主题: 1024 设计师: 我叫白小胖 返回首页	