

《新课程导学》

贵州人民出版社有限公司主管、主办

贵州画报期刊传媒集团运营

面向中小学的同步指导类综合期刊

国内统一连续出版物号CN 52-1148/G4

国际标准连续出版物号ISSN 1673-9582



扫码订阅



订阅热线：0851-8484 6870

邮局订阅：上旬刊 66-75 中旬刊 66-76 下旬刊 66-77

地址：贵州省贵阳市观山湖区会展东路SOHO办公区A座贵州出版集团7F

欢迎订阅

新课程导学杂志

XIN KE CHENG DAO XUE ZA ZHI

新课程导学二月（上）

总第580期

XIN KE CHENG DAO XUE

新课程导学

02

2023年
上旬刊 FEBRUARY
总第580期

●中国知网系列数据库 ●中国核心期刊（遴选）数据库 ●万方数据——数字化期刊群 收录期刊



国内统一连续出版物号：CN 52—1148/G4
国际标准连续出版物号：ISSN 1673—9582
RMB 12.00 元

教育前沿 | 遵循教育科技人才一体布局的三个逻辑，强力推动教育高质量发展

名校名师 | 二十一载守一线 谱写教育梦想曲
——记贵州省乡村名师韦毅

学子家道 | 如何在家庭教育中促进孩子健康成长

目录 CONTENTS

教育前沿

遵循教育科技人才一体布局的三个逻辑, 强力推动教育高质量发展邹联克 /01

名校名师

二十一载守一线 谱写教育梦想曲
——记贵州省乡村名师韦毅 05

学子家道

如何在家庭教育中促进孩子健康成长孔海燕 /07

走进贵阳一中

高中生恋爱心理指导: 我想忘记喜欢的那个“她”
.....舒竞瑶 /09

基于 STM32 开发板的地震灾区救援勘探机器人
.....杨 洲 /11

科研论文

新课标下高中地理教科科研热点可视化分析
.....黄辉雨 赵翠薇 李雪莲 /21

聚焦绘本阅读 培养思维品质
——以绘本 Smart winter animals 为例谢雨雪 /25

ESCP 教学模式下培养学生“证据推理与模型认知”的教学实践研究
.....王 平 /29

名师工作室引领乡村教师专业发展路径研究
——基于 SECI 理论以整合技术学科知识发展为例
.....廖 琪 梁金连 /33

浅谈“双减”背景下的作业设计策略
——以初中数学作业设计为例高碧霞 马 万 /37

思维导图在中学物理教学中的应用

——以“运动和力”教学为例潘敏芳 /41

项目化学习视域下小学科学电路单元教学初探
.....章陈斌 /45

基于“新课标+双减”的初中英语作业设计现状体系探究
.....肖瑶瑶 /49

传统文化视域下小学道德与法治教学中感恩教育的渗透策略
.....陈碧青 /53

以多元活动 铸规则意识陈小烨 /56

“读思议写”结合一体的初中英语阅读与写作教学策略探讨
.....韩丹艺 /59

高中思想政治课生活化教学难点问题及对策探析
.....陈佳星 彭均国 /63

让人本光辉照进现实
——陶行知“人本德育”视域下高中语文“跨媒介阅读”时评教学探究
.....王 慧 /67

识字教学的材料选用、德育渗透与实施策略
.....张华旭 /71

高中生学习倦怠及其影响因素研究李思琪 /75

新课标背景下的初中语文名著导读教学实践研究
.....张婷婷 /79

初中语文游记散文中的审美教育探究
——以《壶口瀑布》为例林碧媛 /83

趣味足球, 精彩校园姜春霞 /87

中学语文古诗词中“雁”意象探析及教学研究
.....赵腊梅 何 清 /91

动态分层导学的实践与创新肖雄飞 贺新民 /95

高中生恋爱心理指导： 我想忘记喜欢的那个“她”

文 / 舒竞瑶 编辑 / 王海菱

编者按：

爱神过早闯入高中校园是学校、家长、老师普遍担忧的问题。这里面既有当代高中生身心发育的原因，也受社会纷繁复杂的因素影响，但从高中生自身来看，他们投入青春期恋爱的原因大多是较为单纯的，因此如何引导、保护他们单纯的内心世界，让其不受到伤害，是处理高中生恋爱心理问题的关键。本期走进贵阳一心理教师舒竞瑶的高中生恋爱心理指导自述，了解高中生青春期的爱恋困扰与处理建议。

咨询过程

有一天的晚上，刚好是我值班，一位男孩小陈跑着来到办公室，气喘吁吁地说：“我想找您，舒老师。”我示意他坐下，想让他调整呼吸，喝点水平缓一下心情。就在坐下后几秒钟，他就忍不住捂着嘴，嘟囔了一声“我出去吐一会”，就一个人跑了出去。一分钟不到，小陈回来用纸擦了擦嘴，“我再不来找您说说，我感觉我快不行了！”小陈说道并呐喊到“啊！”小陈用双手抱着头、抓着头发，喊叫过后脸上掠过发泄后一瞬舒心的微笑，但浅浅微笑只持续了一会，他的面容更添惆怅。

从小陈的表情，我感受到他急需解决困扰着他的问题。针对他所呈现的较为焦急的状态，我想先尽量缓解他的自我紧张感，对他的呕吐情况做了简单询问，知道他两周都有夜梦频繁的情况和不由自主的呕吐行为，我判断他处在积压情绪、压抑自我的状态。当下，我知道，我能做的就是尽快收集到有用信息。此时倾听与适当的交谈是我的获得小陈信息的首选方式。我希望让他在叙述中舒缓情绪，再次放松自己。

当他做好准备开始讲述他隐藏在心里的秘密时，是比我预期敞开心扉的时间提前了很多的，这时我知道他来找我就做好了倾诉的准备，我无需过多引导。

小陈说“最近经常反胃，情绪不好，不知道是反胃导致情绪不好，还是情绪不好导致反胃。我甚至不知道为什么心情不好……可能……可能是最近在交友问题上和学习上都有压力吧。”我问道：“最近经历着怎样的事呢？”小陈犹豫片刻说：“我最近喜欢上了一个女孩，

我和她是一个初中的，不在一个班，但我很了解她，非常了解……但是……我觉得现在是我学习的阶段、不断向上的阶段，所以……我很矛盾。”

至此，我发现了小陈的“病根”，同时我也感受到他的无奈与纠结，或许这时的他还不明白“恋爱”是什么，但却已让自己陷入了所谓“感情的漩涡”之中。因此，我告诉小陈，他以一个特别好的角度去看待了这件事，也许这也是他从本心出发，想或者希望以这样的方式对待此事。

找到“病根”，我开始理解小陈，他当下最需要的是一个能陪他说说话的人，因此，我说：“我可以这样说吗？你所描述的‘这个不断向上的阶段’引发呕吐并影响你的心情，导致你匆匆地跑过来找我，想跟我具体聊一聊是吗？”“嗯！哎，其实是个很难受的过程，我感觉已经压抑很久了，快压制不住了。”小陈回复道。

结合当下的情况，我给予小陈充分的共情说道：“嗯嗯。我知道的，压抑情绪是非常难受的过程，就像摇一摇的可口可乐，所有的气累积在瓶口，感觉随时会脱瓶而出。”小陈很是认同，告诉我：“是啊！我感觉我现在太上头了，又一直压抑着这种情感不表达出来……”，我顺势问他：“你喜欢的这个女孩是怎样的一个女孩啊？聊聊你对她的感受吧。”

“她是一个热情似火的人，喜欢二次元，学习很努力，她的样子都长在了我喜欢的点上，”小陈害羞地笑着说，“我在较远的地方，都能准确判断出她的声音。见着她，我的心脏有怦怦跳的感觉。”“喜欢一个人是有心脏怦怦跳的感觉，你是如何向她表达你的这种情感的呢？”我问道。他说：“我给她送明信片，送礼物，写信。写的信吧，我感觉我用尽了我所有能表达我内心的词，十几封信，有一些还留在 QQ 日志里。”我轻松幽默说：“是仅自己可见吗？”他笑了，说：“对，仅自己可见。”

在了解小陈的恋爱故事后，我知道了，这位女生后来还是婉拒了他，小陈也似乎知道她有喜欢的男生，也知道她喜欢的男生是谁，还知道这位男生喜欢二次元与他喜欢的女生有共同话题。小陈还告诉我，这位男生在

高中阶段没有恋爱打算。

小陈还向我分享到他的其他困扰：“在我们班，开玩笑是必备的技能，但是我不喜欢乱开玩笑，我总觉得很多东西是不能乱开玩笑的，也不喜欢开玩笑，大家也都知道我不喜欢，所以我经常看着他们在那里闹来闹去，自己倒是很喜欢清静的地方，最近这件事却打破了我的生活。”我听下来总结道：“你以前所处的环境总觉得自己是能控制好的，挺安静舒适的，喜欢她这件事好像让自己的轨道有些偏离，甚至失控是吗？”“您说得对，我现在就想忘记她，不想天天脑海里都是她的画面，想摆脱这种情感，好好专注学习，因为学习对我当下这个阶段很重要。”他说。

越想忘记越是忘不掉，偏偏就是这样一个女孩闯入了小陈的内心，让小陈很多复杂难解的情绪爆棚。现在小陈的情绪好像开启了一路升级模式，悸动的心导致最初的行为冲动（表白，买礼物）——升级到现在压抑不住的爆发——如果再升级会有逃避行为（如一见女孩就转身，什么事也不想做，提不起精神等）

关于表白，小陈说：“我当时就想跟她表白，我想着宁愿做错，也不想错过。”我告诉小陈：“你能够把这样的自己暴露在风险面前，就是一种超级有勇气、超级有力量的表现。你有跟好朋友们聊过这件事吗？他们给你怎样的建议？”“他们让我丑化她，多想想她一些不好的事情，想想她的缺点，她的不好的地方，可是我做不到啊！”他说。

我认为，多想想她的事，这个主意不错。既然不能丑化她，尽情想象也不错，在想象的情景中，将幻想的每一个细节可视化，按照你希望发生的情境去想象，然后花些时间细细品味，不一定要排斥这种看起来不现实的方式，有时候运用好想象也是一种很棒的自我调节。

随之，我带小陈进入想象，“我们现在可以来想象一下，这里有一把椅子，她坐在椅子上，你会说些什么？她会怎么回答你？”想象空椅子，它的意义在于，我们假象的这个人是我没有机会跟他说这些话的人，我把自己心里所有压抑的东西通过想象情境全部吐露出来，然后可以对这个情绪做一个了结。

在我看来，小陈可能会存在很长时间走不出去的情况，会认为爱情就是这样的，或把他人对自己的评价当做我就是这样的人，生活中默默地把这种经验带在自己身上。所以我建议小陈，不要太快给自己或者爱情下结论，当你有更多经验的时候再去总结也不迟。

交谈至此，我向小陈分析道：“其实你内心会介意她拒绝了你，这件事挺打击你的，让你觉得她不认可你，然后你会怀疑自己。”小陈这时也认识到这一问题回答

我说：“是的。”

到这里，抽丝剥茧，小陈情绪问题的深层次原因已经呈现，这时需要特别重视如何处理的问题。基于以上描述，可以发现，双方对于这段友情的定位不同，为了理清自己的情感或者避免破坏这份友情，一方可能存在选择性回避，一方可能有从此疏远的迹象。因此，如何让高中阶段的孩子正确面对自己复杂的情感，是当下急需解决的。毕竟青春恋对一个人的影响甚至接近第二个原生家庭。

基于此，我问道：“她在你心目中是什么样的，是你的白月光模板吗？”小陈表示：“其实也不是。”我接着问道：“如果给她在你心目中的位置打一个分数，0~10分”，小陈说：“8分。”得到这个答案，我告诉小陈：“你现在已经在客观的评价你对她的感受了。没有回避自己内心真实的感受，正在接受自己内心真实的情感。你喜欢这个女孩，真的挺喜欢的，但也有2分是你所不喜欢的。你刚刚也说到，并不想在她不愿意的情况在一起，你不要觉得现在看起来好像她赢着，你输着，再过十年，说不定是她遗憾，你释怀呢。”

“是的，那我现在如何专注学习呢？”小陈释怀后问道，我反问道：“你觉得不专注的原因是什么呢？”小陈觉得他忘记喜欢的那个她，就能专注了，但我告诉小陈：“你心里好像有一个排序，先忘记喜欢的女孩，然后自己就会专注。我们的大脑是沟壑状的，像极了高速路上蜿蜒蜒蜒的通道，如果驾驶车在通道上，有一块大石头挡住了去路，你会怎么办？我会绕开。可是真实情况是，我们总是想停下来先搬开这块石头，就像你想忘记喜欢的女孩，可是忘不掉会增加你的无力感和失望感。大脑认知资源是这么分配的——那个石头在那，可是还有其他通道，我们依然可以绕道通行。你喜欢的这个女孩在那，可是你依然可以专注你想完成的任务，这里其实没有排序的，不是充分必要条件。”

咨询后记

站在科学的认知角度，青春期的爱恋和生理、家庭、社会等多种因素有关，更多是好奇、渴望与异性接触，但是对未来如何组建家庭、如何处理恋爱关系、如何区别友谊和爱情都缺乏认识，青少年们会冲动，会夸大对方的优点，容易陷入情感的漩涡中，并且这种情感通常充满变化，缺乏持久性、稳定性。异性相吸是自然界普遍的规律，人当然也不例外。现在的学生无可避免地深受家庭的影响，如家庭疏离感比较强，造成学生渴望缺失的爱。所以我建议家长和老师们须在观念上进行调整，客观了解发生在学生身上的自然过程，尊重学生，正确引导学生。

站在学生情感需求角度，学生有被认同的需求，因此不断上进。同时，在人生发展不同阶段也有不同的情感需求，虽然在青春期的需求看似“洪水猛兽”，但处理的方式有很多种，不一定要用打压的方式。多数孩子们是既不愿意放弃自己的情感，又不想违背社会的规范的，他们渴求民主、尊重，也渴求指导和帮助。

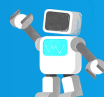
本文作者单位为贵阳市第一中学

基于 STM32 开发板的地震灾区救援勘探机器人

文 / 贵阳市第一中学高三（15）班学生 杨洲

指导老师 / 和琴 段俊松 彭丽丹

编辑 / 王海菱



摘要：我国西部、西南部地区是地震频发区域，新中国成立以来就有多达 15 次较为强烈的地震，造成了巨大的经济损失和人员伤亡。地震灾害的可怕不仅表现在其发生时间短、破坏力强，更因为地震发生区域多为山脉密集区，地质条件复杂，环境因素多样，加之地震灾害对道路和通讯设施的损毁，加大了搜救的难度。

为帮助地面救援人员及时了解灾区地形条件及受困群众的基本情况，贵阳市第一中学高三（15）班的学生杨洲研制了基于 STM32 开发板的地震灾区救援勘探机器人。它能利用无线通讯技术（4G、WiFi 等）对机载计算机进行控制，实现 STM32 开发板对机器人位移及机械臂操控，并且实现远程音频及视频传输。利用边缘化计算机技术对机器人在进入灾区后使用深度相机和雷达所获取的 2D 与 3D 地图数据与人体红外信息进行保存或远程传输，为后续救援人员进入灾区提供数据支持。能够与狭小区域的受困群众取得联系并输送水和食物等生命物资，为救援带来更多的希望。

一、研制背景

1. 地球不平静。地震是一种最难以预测的破坏性最强的天灾，现在最先进的技术也只能预测到地震发生前 1 分钟。

2. 救援难度大。据统计我国 7 级以上地震主要集中在山区，复杂的地理环境不仅给救援人员带来了极大的挑战，还大大延缓了救援进度，也降低了灾区群众生还的希望。

3. 争分夺秒的黄金 72 小时。国家地震局发布的专业数据显示，在地震灾害发生后的 72 小时是救援黄金期。科学统计数据显示，人被埋压在废墟中生命能够坚持的时间为没有氧气可坚持 5~7 分钟；没有水可坚持 5~7 天；没有食物可坚持 15~30 天。



来源：新华网

图 1

地震发生后，人被埋压在废墟之中时，受到不同程度的身体伤害和恐惧、绝望、愤怒等心理创伤的双重打击，免疫力和生存意志会急剧下降。破伤风、气性坏疽等病菌就会乘虚而入，创口感染极易致人死亡。搜救人员的搜救效果也会随着工作时间的增加和体力消耗而逐渐降低，运用人工智能机器人作为救援辅助是提高搜救效率的有效手段。

二、救援机器人结构设计

由于地震灾害发生以后，地质结构遭到破坏，建筑物会不同程度坍塌，形成大量结构不太稳定的废墟。虽然有建筑支撑，能形成一定数量的存活空间，但极易容易发生二次倒塌。救援难度大，且救援人员也会存在生命安全。所以，救援机器人的设计主要考虑以下几个方面：

1. 体积要小巧，能够在逼仄的废墟中穿行。
2. 轮子采用履带式设计，有更好的抓地力和攀爬能力，能应对废墟的复杂地形。
3. 有载物台能输送生命物资。
4. 利用机械手臂能够清理一些建筑碎片，拓展救援空间。
5. 搭载 2D、3D 建图功能，根据不同需求能对灾区环境准确建图。
6. 带视频和语音功能，可实时了解灾区 and 受困群众

情况。利用 4G 通讯协议对采集到的数据、信号进行实时传输。

三、整体设计

该机器人由四个直流电机提供动力，四个电机分别对四个独立履带轮进行控制。机器人搭载一台激光雷达，一台双目深度相机，一个六自由度机械臂。最大伸展长度为 875 mm，向上全伸展为 595 mm，侧方全伸展为 510 mm。

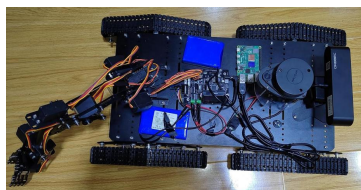


图 2 俯视图

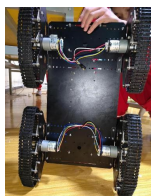


图 3 底盘

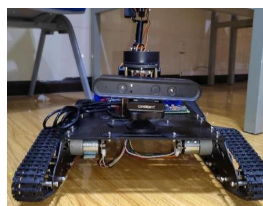


图 4 主视图

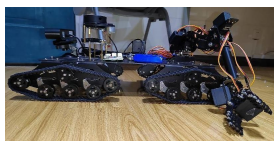


图 5 侧视图

四、功能设计

1. 底盘驱动

【履带轮设计】

因为机器人使用的环境特殊，对移动方式要求极高，所以该机器人移动方式采用四驱履带，利用 solidworks 软件进行 3D 设计后制作出该装置如图 6。



图 6

①处为动力轮，该轮边缘为锯齿状，与履带发生啮合关系，从而起到带动整个履带运动的目的；②处为承重轮，起到支撑履带基本形态的作用，使履带轮保持类三角形形状；③处为缓震弹簧，当机器人从障

碍物上越过时，弹簧发生形变，使下方三个承重轮其中相对应的承重轮以自锁螺帽为圆心做圆周运动，越过障碍后弹簧因为恢复原状态，再次使相对应的承重轮以自锁螺帽为圆心做圆周运动，以达到缓震的目的，提高该机器人的运动通过能力。在使用时需要配备电机驱动器，驱动器主要对电机的电流速度做高精度的控制，在成熟的运动控制领域当中，要想直流有刷电机安全稳定运行，必须要对电机做电流、速度做 PID 双闭环控制。

【PID 算法公式】

$$u(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt} \right)$$

【PID 控制流程】

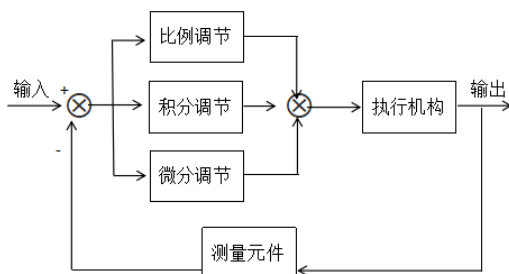


图 7

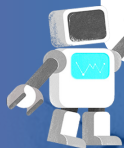
2. 底盘控制程序

【机器人运动速度单位】

机器人运动速度的单位，是 m/s (米 / 秒)，具体的“编码器原始数据”转换成“m/s (米 / 秒)”的计算公式如下：

$$\text{MOTOR_A_Encoder} = \text{Encoder_A_pr} * \text{CONTROL_FREQUENCY} * \text{wheel_perimeter} / \text{Encoder_precision}$$

Encoder_A_pr 是编码器原始数据，CONTROL_FREQUENCY 是控制频率（单位为 Hz），Encoder_precision 是编码器精度（与电机机械结构和编码器芯片有关），wheel_perimeter 是轮子的周长（单位为 m），最终得到的 MOTOR_A.Encoder 就是机器人的实际运动速度（单位为 m/s）。这里只展示 A 电机的编码器数据转换，其余的 B、C、D 电机的编码器计



算转换同理。

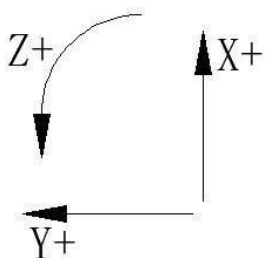


图 8 XYZ 三轴速度正方向标定

【底盘 ROS(串口 3) 控制】

(1) 底盘接收 ROS 数据

底盘控制器上搭载了 CP2102(串口 1) 和 CP2102(串口 3) 两路串口通信接口, 两路串口接收数据处理的程序完全一致, 默认使用 CP2102(串口 3) 和 ROS 端进行串口通信, 以下以串口 3 接收数据为例进行说明。接收数据采用中断接收的方式, 接收的数据包括机器人产品信号、使能控制标志位、机器人三轴目标速度、数据校验位。帧头帧尾默认是固定值。flag_stop 是机器人的使能控制位, 默认发送使能。机器人三轴目标速度用于控制机器人运动。

数据内容	帧头 (固定值 0X7D)	预留 位	flag- stop	机器人 X 轴目 标速度		机器人 Y 轴目 标速度		机器人 Z 轴目 标速度		数据校 验位	帧尾 (固 定值 0X7B)
数据类型	Uint8	Uint8	short	short		short		Uint8		Uint8	Uint8
占用字节	1	1	1	2		2		1		1	1
数组号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

表 1 底盘接收 ROS 发送过来的数据

ROS 的控制优先级是最高的, 在任意时候底盘控制器的串口 3 接收到数据, 则强制进入 ROS 模式。设置前 10 秒不接收数据是因为消除机器人上电开机过程中发送过来的无用数据。10 秒的等待期后开始接收数据, 首先要检测数据帧头, 检测到数据帧头后才开始接收数据; 在数据接收完成后, 再验证帧尾的数据校验位是否出错, 数据校验位正确才使用数据。

(2) 底盘向 ROS 发送数据

ROS 和底盘控制器 (运动底盘) 之间通过串口

实现通信, 底盘控制器使用的是串口 3, 波特率是 115200。通信协议包括: 底盘控制器向 ROS 发送数据, ROS 向底盘控制器发送数据。

底盘向 ROS 发送数据使用一个 date_task 的任务按照 20hz 的频率执行。发送的数据包括: 帧头帧尾、机器人使能标志位、机器人 XYZ 三轴速度、IMU 三轴加速度、三轴角速度、电池电压、数据校验位。

数据内容	帧头 (固定值 0X7B)	flag- stop		机器人 X轴速 度		机器人 Y轴速 度		机器人 Z 轴速 度			加速 度计 X 轴 加速 度		加速 度计 y 轴 加速 度	
数据类型	Uint8	Uint8		short		short		short			short		short	
数组号	0	1		2	3	4	5	6	7		8	9	10	11
数据内容	加速度计 z 轴角速度	角速度计 x 轴角速度		角速度计 y 轴角速度		角速度计 z 轴角速度		电池电压			数据校 验位		帧尾 (固 定值 0X7D)	
数据类型	short	short		short		short		short			Uint8		Uint8	
占用字节	2	2		2		2		2			1		1	
数组号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	

表 2 底盘向 ROS 发送的数据

3. 机器人运动学分析

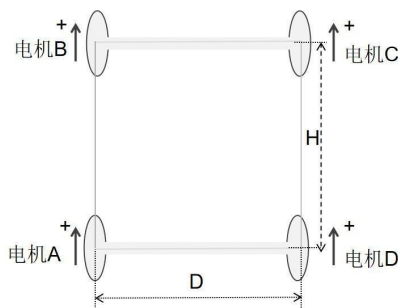
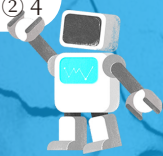


图 9

为简化运动学数学模型, 做下列两点理想化假设:

- ① 轮子不与地面打滑, 同时地面有足够摩擦力; ② 4



个轮子分布在长方形或者正方形的4个角上，轮子之间相互平行。四驱车使用的是橡胶轮。如果将小车的刚体运动线性分解为两个分量，那么只需计算输出底盘在沿 X+ 方向平移，Z+ 方向转动时四个轮子的速度，就可以通过公式的合并，计算出这三种简单运动所合成的“平动+旋转”运动时所需要的四个轮子的转速

其中 V_A 、 V_B 、 V_C 、 V_D 分别为 A、B、C、D 四个轮子的转速，也就是电机的转速； V 为小车沿着 X 轴平移速度，为小车沿 Z 轴的旋转速度； a 为小车轮距 D 的一半 b 为小车轴距 H 的一半。当小车沿着 X 轴平移时：

$$V_A = +V_X \quad V_B = +V_X \quad V_C = +V_X \quad V_D = +V_X$$

当小车绕几何中心自转时：

$$V_A = -\omega(a+b) \quad V_B = -\omega(a+b) \\ V_C = +\omega(a+b) \quad V_D = +\omega(a+b)$$

当小车沿 X 轴平移时的速度为 V_X 时，四个轮子的转速如下：

$$V_A = V_X - \omega(a+b) \quad V_B = V_X - \omega(a+b) \\ V_C = V_X + \omega(a+b) \quad V_D = V_X + \omega(a+b)$$

【C 语言实现】

```
void Drive_Motor(float vx,float vy,float vz)
{
    MotorTarget.A      =
        (vx-vz*(Wheel_spacing+Wheel_axlespacing));
    MotorTarget.B      =
        (vx-vz*(Wheel_spacing+Wheel_axlespacing));
    MotorTarget.C      =
        (vx+vz*(Wheel_spacing+Wheel_axlespacing));
    MotorTarget.D      =
        (vx+vz*(Wheel_spacing+Wheel_axlespacing));
}

(Wheel_axlespacing 为小车(前后)轴距参数,
Wheel_spacing 为小车(左右)轮距参数。)
```

【IMU 姿态传感器】

在机器人上所采用的是 MPU9250，对于原始的加速度和角速度可以通过 IIC 总线读取，然后使用 AHRS 算法对系统的姿态进行融合，可以得到比较高精度的姿态数据。

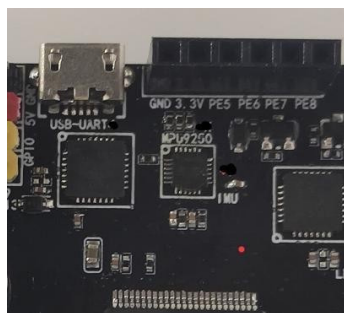


图 10

【AHRS 算法数学表达】

$$\hat{q} = q_1 + q_2i + q_3j + q_4k = [q_1 \quad q_2 \quad q_3 \quad q_4], \\ i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1$$

【机器人电机的控制流程图】

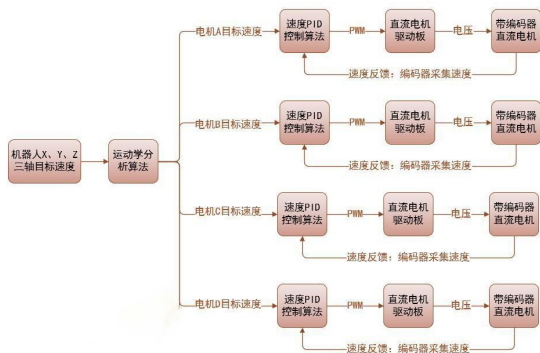


图 11

【机器人底盘程序结构图】

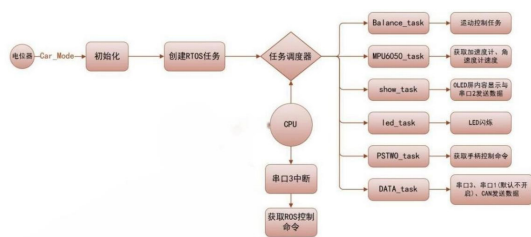
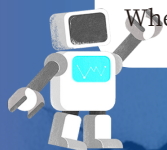


图 12

4. 建图能力

【激光雷达 SLAM 建图——2D 建图】

使用激光雷达进行 SLAM 建图可获得机器人在环境下的二维地图。SLAM 问题被认为算法是真正



意义上实现机器人自主移动的关键。在此项目中运用 SLAM 建图的主要目的为实时获取灾区二维平面地图，其次为实现机器人的自主导航移动。

【基于 Gmapping 算法建图——小空间建图】

Gmapping 是一个基于 2D 激光雷达使用 RBPF (Rao-Blackwellized Particle Filters) 算法完成二维栅格地图构建的 SLAM 算法。使用 Gmapping 进行建图，首先使用 ssh 连接到机器人上，然后运行主节点。

在 Linux 终端输入：

```
ssh xxx@xxx.xx.xx
roscore
```

再在机器人上启动机器人

```
roslaunch turtlebot3_bringup turtlebot3_robot.launch
```

运行 turtlebot3_slam.launch 启动文件，运行后，将运行 robot_state_publisher 节点和 slam_gmapping。

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=xxx
```

```
$ roslaunch turtlebot3_slam turtlebot3_slam.launch
```

运行可视化工具 RViz

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=
```

```
$ rosruncv rviz -d `rospack find turtlebot3_slam`/rviz/turtlebot3_slam
```

发出的 /scan 和 /tf 话题存储在名为 scan_data 的 bag 文件中

```
rosbag record -O scan_data /scan /tf
```

允许用户手动遥控机器人并执行 SLAM 操作

```
roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch
```

最后实现建图。

安装 hector_slam

在 Linux 终端输入：

```
cd ~/catkin_ws/src
git clone https://github.com/tu-darmstadt-ros-pkg/hector_slam
cd ~/catkin_ws
catkin_make
```

修改 tutorial.launch 文件

```
cd ~/catkin_ws/src/hector_slam/hector_slam_launch/launch
gedit tutorial.launch
```

将原来的文件改为如下（将 <param name="/use_sim_time" value="false"/> 中的 true 改为 false，并且添加了两个 tf 变换坐标。）：

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<launch>
```

```
<arg name="geotiff_map_file_path" default="$(find hector_geotiff)/maps"/>
```

```
<param name="/use_sim_time" value="false"/>
```

```
<node pkg="rviz" type="rviz" name="rviz"
  args="-d $(find hector_slam_launch)/rviz_cfg/mapping_demo.rviz"/>
```

```
<include file="$(find hector_mapping)/launch/mapping_default.launch"/>
```

```
<include file="$(find hector_geotiff)/launch/geotiff_mapper.launch"/>
```

```
<arg name="trajectory_source_frame_name" value="scannatcher_frame"/>
```

```
<arg name="map_file_path" value="$(arg geotiff_map_file_path)"/>
```

```
</include>
```

```
<node pkg="tf" type="static_transform_publisher" name="map_to_odom" args="0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 /odom /base_link 10"/>
```

```
<node pkg="tf" type="static_transform_publisher" name="base_frame_laser" args="0 0 0 0 0
0 /base_link /laser 10"/>
```

```
</launch>
```

修改 mapping_default.launch 文件

```
cd ~/catkin_ws/src/hector_slam/hector_mapping/launch
gedit mapping_default.launch
```

修改内容如下：

```
<arg name="base_frame" default="base_link"/>
```

```
<arg name="odom_frame" default="base_link"/>
```

修改 rslidar 中的 frame_id

#源码位置

```
cd ~/catkin_ws/src/ros_rslidar/rslidar_driver/src
```

```
gedit rsdriver.cpp
```

#重新编译 rslidar_ros

```
cd ~/catkin_ws/src
```

```
catkin_make
```

创建 slam.launch 文件

```
cd ~/catkin_ws/src/ros_rslidar/rslidar_pointcloud/launch
```

```
gedit slam.launch
```

在创建的空文本中输入如下：

```
<launch>

<include file="$(find rslidar_pointcloud)/launch/rs_lidar_16.launch" />

<include file="$(find pointcloud_to_laserscan)/launch/point_to_scan.launch" />

<include file="$(find hector_slam_launch)/launch/tutorial.launch" />

</launch>
```

这里因为第一行和第二行的命令都启动了 rviz，所以需要第一个 launch 文件中的 rviz 注释：

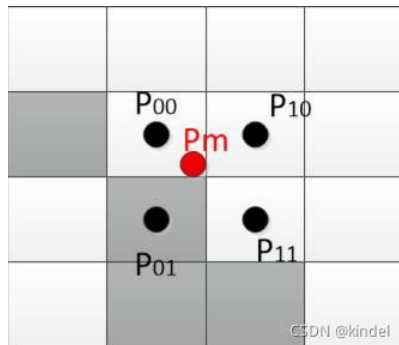
```
cd ~/catkin_ws/src/ros_rslidar/rslidar_pointcloud/launch
gedit rs_lidar_16.launch
<!-- (node name="rviz" pkg="rviz" type="rviz" args="-d $(find
rslidar_pointcloud)/rviz_cfg/rslidar.rviz" /> -->
启动 slam.launch 文件：
roslaunch rslidar_pointcloud slam.launch
```

【Hector 算法原理】

Hector 相比 Gmapping 来说对激光雷达频率要求高，鲁棒性低。要使用在灾区救援这样地面不平坦的情况下，所以无需也不能使用里程计。

Hector 建图过程分为定位和建图定位：定位的数学目的就是求解 $\xi=(robotx,roboty,theta)$ 的三个数值。再这里运用双线性插值算法。

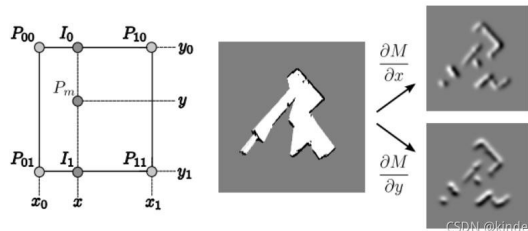
根据图 12，随机取一点为 P_m ，在现实点很难准确地取到某一个栅格中，所以为了增大数据的容错率，再取几个离 P_m 最近的几个栅格点： $P_{00}, P_{10}, P_{01}, P_{11}$ 利用四点的占用率来估算 P_m 的占用率 $M(P_m)$ 。



来源：CSDN@kindel

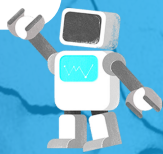
图 13

求解 X 轴的权重分配：



来源：CSDN@kindel

图 14



$$M(I_0) = \frac{x_1 - x}{x_1 - x_0} * M(P_{00}) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} * M(P_{10})$$

$$M(I_1) = \frac{x_1 - x}{x_1 - x_0} * M(P_{01}) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} * M(P_{11})$$

$$M(P_m) = \frac{y_1 - y}{y_1 - y_0} * M(I_0) + \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} * M(I_1)$$

再求解 Y 轴的权重分配:

联立可得

$$M(P_m) = \frac{y_1 - y}{y_1 - y_0} \left(\frac{x_1 - x}{x_1 - x_0} * M(P_{00}) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} * \right.$$

$$\left. M(P_{10}) \right) + \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} \left(\frac{x_1 - x}{x_1 - x_0} * M(P_{01}) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} * M(P_{11}) \right)$$

于是可知坐标是邻接的:

$$\mathbf{x}^0 + \mathbf{I} = \mathbf{x}^1, \lambda^0 + \mathbf{I} = \lambda^1$$

化简得到:

$$M(P_m) = (y_1 - y)((x_1 - x) * M(P_{00}) + (x - x_0) * M(P_{10})) + (y - y_0)((x_1 - x) * M(P_{01}) + (x - x_0) * M(P_{11}))$$

通过化简可知分母全为 1。

因为 P_m 为关于 ξ 的一个函数, 所以表示:

$$S(\xi) = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{mx} \\ P_{my} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} robot_x \\ robot_y \end{pmatrix}$$

当雷达扫描到障碍物时占用率为 1 所以目的显然就是要让 $M(S(\xi))$ 无限趋于 1。并且求解 ξ 的最优解即

$$\xi^* \text{ 表示: } \xi^* = \operatorname{argmin} \sum_i^n [1 - M(S(\xi)_i)]^2$$

$$\text{即为: } \sum_i^n [1 - M(S(\xi)_i)]^2 \rightarrow 0$$

因为是在高维度空间内求解所以不再使用求导迭代对最小二乘法进行求解, 而是运用高斯牛顿法。

根据高斯牛顿法再对式子进行泰勒展开:

$$\xi^* = \operatorname{argmin} \sum_i^n [1 - M(S(\xi + \Delta\xi)_i)]^2$$

$$= \operatorname{argmin} \sum_i^n [1 - M(S(\xi)_i)]$$

$$\sum_i^n (-2\nabla M(S(\xi)_i) \frac{\partial S(\xi)_i}{\partial \xi} [1 - M(S(\xi)_i) - \nabla M(S(\xi)_i) \frac{\partial S(\xi)_i}{\partial \xi} \Delta\xi]) = 0$$

在这里我们用 $\Delta\xi$ 来表示变化量, 并对 $\Delta\xi$ 进行求导令其导数为 0:

$$\text{令: } f(\xi) = 1 - M(S(\xi)), J(\xi) = \nabla M(S(\xi)) \frac{\partial S(\xi)}{\partial \xi}$$

累加, 并带入化简得到:

$$J(\xi)^T J(\xi) \Delta\xi = -J(\xi) f(\xi)$$

$$f(\xi) = 1 - M(S(\xi)), J(\xi) = \nabla M(S(\xi)) \frac{\partial S(\xi)}{\partial \xi}$$

可知只要求出以下结果即可完成计算:

$$\begin{aligned} \text{由: } M(P_m) &= (y_1 - y)((x_1 - x) * M(P_{00}) + \\ & (x - x_0) * M(P_{10})) + (y - y_0)((x_1 - x) * M(P_{01}) \\ & (x - x_0) * M(P_{11})) \end{aligned}$$

推导得到:

$$\frac{\partial M}{\partial x} = (y_1 - y)(-M(P_{00}) + M(P_{10})) + (y - y_0)(-M(P_{01}) + M(P_{11}))$$

$$\frac{\partial M}{\partial y} = -((x_1 - x) * M(P_{00}) + (x - x_0) * M(P_{10})) +$$

$$((x_1 - x) * M(P_{01}) + (x - x_0) * M(P_{11}))$$

计算, 由:

$$S(\xi) = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{mx} \\ P_{my} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} robot_x \\ robot_y \end{pmatrix}$$

推得到:

$$\frac{\partial S(\xi)}{\partial \xi} = \begin{pmatrix} \frac{\partial S(\xi)}{\partial robot_x}, \frac{\partial S(\xi)}{\partial robot_y}, \frac{\partial S(\xi)}{\partial \theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -\sin\theta P_{mx} - \cos\theta P_{my} \\ 0 & 1 & \cos\theta P_{mx} - \sin\theta P_{my} \end{pmatrix}$$

再通过 $J(\xi)^T J(\xi) \Delta\xi = -J(\xi) f(\xi)$ 计算得到

$\Delta\xi$, 从而得到机器人最新定位: $\xi^+ = \xi^- + \Delta\xi$, x 完成定位。

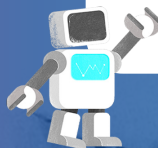
【环境建图】

- ①获取某一帧的雷达数据 laserpoints。
- ②与此时地图数据进行计算来获取定位 ξ 。
- ③将位姿数据与阈值进行对比, 若大于位移变化或者角度变化其中一者大于阈值则进行地图更新。
- ④通过位姿数据 ξ 来校正 laserpoints 的位置。
- ⑤从 laserpoints 中取一 laserpoint 进行循环计算。

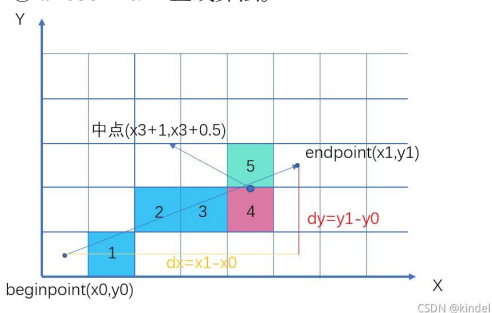
以机器人当前坐标为算法起点, 以 laserpoint 坐标为终点, 并用 bresenham 算法对起点到终点激光经过的坐标进行确定。再利用构建栅格地图算法对占用率进行更新:

$$S^+ = S^- + \log free \text{ 或者 } S^+ = S^- + \log occu$$

⑥现在可以通过地图的占用率来判断是否被占用, 在 Hector 中阈值是 0 若 >0 表示被占用, <0 表示空闲。在多次迭代更新后地图的占用率越来越准确从而导致定位的准确。



⑦ bresenham 直线算法。



来源: CSDN@kindel

图 15

通常在第一象限中, 一种直线的斜率大于 1, 一种直线的斜率小于 1。而如图的直线斜率小 1, 已知起点 (x_0, y_0) 也就是机器人坐标, 终点 (x_1, y_1) 也就是 laserpoint 坐标。

通过两点式建立直线方程: $\frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0}$ 化为:

$$(y_1 - y_0)(x - x_0) - (x_1 - x_0)(y - y_0) = 0$$

令 $dy=(y_1 - y_0), dx=(x_1 - x_0)$, 于是得: $f(x,y)=\Delta y(x - x_0) - \Delta x(y - y_0)=0$, 现在得到了公式, 于是进行循环迭代:

先确定 $f(x_0+1, y_0+0.5)=f(x_0, y_0)+\Delta y - 0.5\Delta x > 0$ 还是 < 0 ; $x_1=x_0+1$; 若大于 0, 则 $y_1=y_0$, 若 < 0 , 则 $y_1=y_0+1$; 接着计算 $f(x_1+1, y_1+0.5)$ 就可以完成迭代实现建图。

【深度相机建图】

在这里我使用了深度相机来实现 3D 地图的建构。对于在灾区中通过深度相机进行对灾区环境进行 3D 建模对救援任务来说至关重要, 通过深度相机客户可得到机器人的视觉信息。该深度相机上搭载了红外感应器, 可在机器人运行过程中收集幸存者的红外信息。

使用深度相机进行建图:

① 下载功能包在

```

在终端输入
cd ~/catkin_ws/src
git clone https://github.com/orbbec/zos_astra_camera
(1 创建 astra udev 规则
rosed astra_camera
./scripts/create_udev_rules
(2 在工作区下编译 astra_camera
cd ~/catkin_ws
catkin_make --pkg astra_camera
(3 筛选器启用
catkin_make --pkg astra_camera -DFILTER=OFF
(4 运行 astra_camera
打开新终端并输入:
roscore
回到原终端:
使用 Astra 和 Astra Stereo S (w/ UVC):
roslaunch astra_camera astra.launch
roslaunch astra_camera stereo_s.launch
运行可视化工具 RViz
rviz

```

终端输入。

②在订阅节点后即可进行建图, 如图 14。

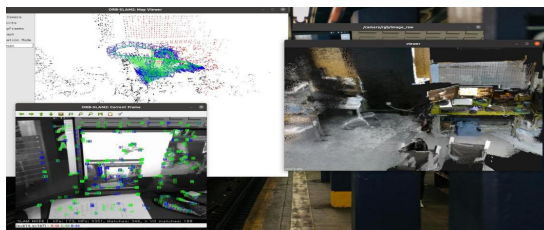


图 16

5. 机械臂

【机械臂结构设计】

在制作之前利 solidworks 软件设计了两种机械臂 (如图 15), 以下两个机械臂分别为六自由度机械臂与四自由度机械臂。

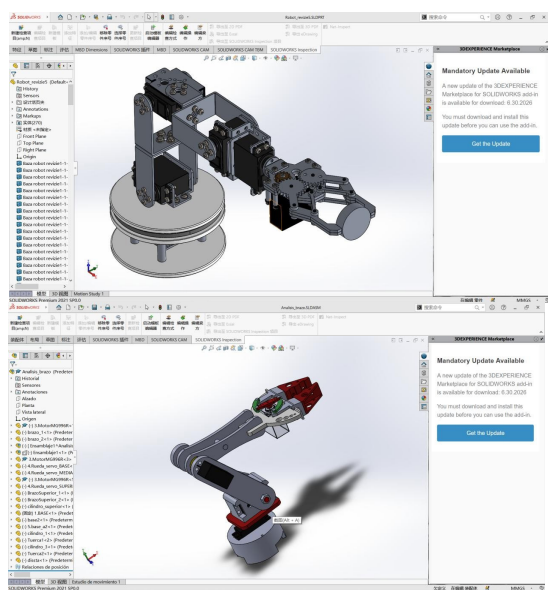
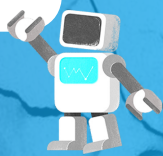


图 17

四自由度机械臂活动范围局限, 位姿和姿态局限。而六自由度机械臂与人体手臂结构近似, 且市面多数机械臂为六自由度, 为机械臂常用的设计。

【机械臂机械结构特点】

硬度高, 光滑度适中。主体支架为黑色硬铝合金,



表面做喷砂氧化处理。

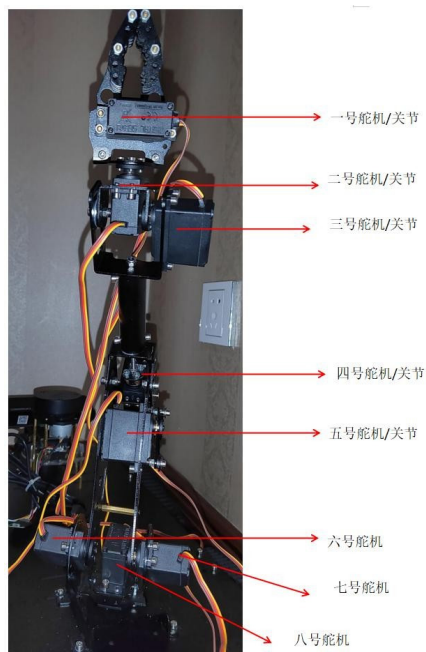


图 18 机械臂整体图

机械臂整体向上全伸展 475 mm，向前全伸展 390 mm。一共八舵机，六自由度。

【运动学分析】

因为该机械臂为七自由度机械臂所以该机械臂 D-H 坐标参数如下。

关节序号	$\alpha_{i-1} / \text{rad}$	a_{i-1} / m	θ_i / rad	d_i / m
1	0	0	θ_1	d_1
2	$-\pi/2$	0	θ_2	0
3	$\pi/2$	0	θ_3	d_3
4	$\pi/2$	a_4	θ_4	0
5	$-\pi/2$	a_5	θ_5	d_5
6	$\pi/2$	0	θ_6	0
7	$\pi/2$	a_7	θ_7	d_f

根据坐标系变换的链式法则，坐标系 $\{i-1\}$ 到坐标系 $\{i\}$ 的变换矩阵可表达为如下。

$${}^{i-1}T_i = Rot_{x_{i-1}}(\alpha_{i-1}) Trans_{x_{i-1}}(a_{i-1}) Rot_{z_i}(\theta_i) Trans_{z_i}(d_i)$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ \sin\theta_i \cos\alpha_{i-1} & \cos\theta_i \cos\alpha_{i-1} & -\sin\alpha_{i-1} & d_i \sin\alpha_{i-1} \\ \sin\theta_i \sin\alpha_{i-1} & \cos\theta_i \sin\alpha_{i-1} & \cos\alpha_{i-1} & d_i \cos\alpha_{i-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

将该机械臂 D-H 坐标参数代入可得

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & -\sin\theta_1 & 0 & 0 \\ \sin\theta_1 & \cos\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, {}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin\theta_2 & -\cos\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} \cos\theta_3 & -\sin\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -d_3 \\ \sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, {}^3T_4 = \begin{bmatrix} \cos\theta_4 & -\sin\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \sin\theta_4 & \cos\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^4T_5 = \begin{bmatrix} \cos\theta_5 & -\sin\theta_5 & 0 & a_5 \\ 0 & 0 & 1 & d_5 \\ -\sin\theta_5 & -\cos\theta_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, {}^5T_6 = \begin{bmatrix} \cos\theta_6 & -\sin\theta_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \sin\theta_6 & \cos\theta_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^6T_f = \begin{bmatrix} \cos\theta_7 & -\sin\theta_7 & 0 & a_7 \\ 0 & 0 & -1 & -d_f \\ \sin\theta_7 & \cos\theta_7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^0T_f = {}^0T_1 \times {}^1T_2 \times {}^2T_3 \times {}^3T_4 \times {}^4T_5 \times {}^5T_6 \times {}^6T_f$$

$$= \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

因此可得到末端在世界坐标系的位姿矩阵为式中 n , o , a 为姿态描述; p 为位置描述。上式为机械臂正运动方程, 给定各关节的角度可唯一确定末端位姿。

【机载摄像头】

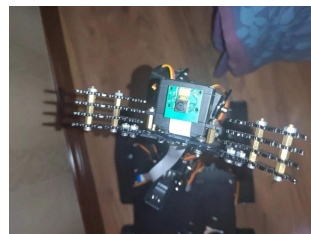


图 19

安装在机械臂顶部, 与上位机 (树莓派 4B) 连接, 上位机通过 4G 通讯技术与用户计算机进行视频实时传输, 达到监视机械臂运动状态监视的目的。

【树莓派交互控制 TIMER】

PWM 输出的频率由时钟 APB2 决定, 由时钟框图可知此处的 APB2 频率为 16 MHz; PWM 波频率计算公式为 $W = APB2 / (PSC + 1)(ARR + 1)$, 其中 PSC 为分频系数, ARR 为自动重装载值。

由于 PWM 波高电平时间需控制在 0.5 ~ 2.5 ms



内, 所以各 PWM 通道的比较值 (pulse) 必须控制在 200 ~ 1000 之内; $(8000 \times 0.5 / 20 = 200)$ $(8000 \times 2.5 / 20 = 1000)$ 当舵机旋转角度为 90° 时, pulse 值应为 600。由于机械臂中的一个舵机用于控制机械爪, 其为 90° 舵机, 所以在配置控制该舵机的 PWM 通道时, 比较值范围仅能为 200 ~ 600, 中间值为 400。

【串口设置】

使用 USART_2 用作串口通讯, 其 Tx 与 Rx 分别对应为 PA2、PA3。串口的配置如图 18。使用异步通信模式, 波特率等参数需与上位机相匹配。PA2 与 PA3 均设置为复用推挽输出, 上拉。

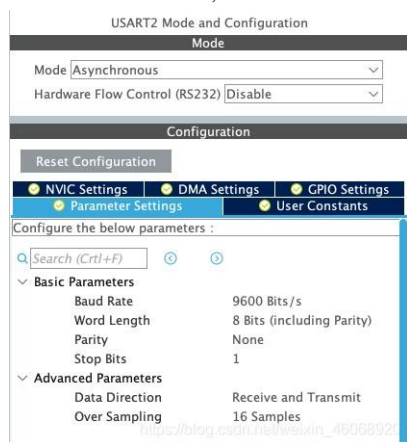


图 20

五、通讯协议设计

上位机每次发送 16 位的数据 (2 个 uint8_t 类型, 串口只能发送字符), 舵机编号为 0 ~ 5, 发送 pulse 值为 $(2001000) - 200$, 将舵机编号数值乘以 1000 加上 pulse 值减去 200 得到一个 uint16_t 类型的数值; 再将其转换为十六进制进行显示并转换为二进制进行传输。例如, 对 3 号舵机进行操作, 角度为 45° 。

数据处理:

$3 \times 1000 + (45^\circ / 180^\circ) \times 800 = 3200$; 3200 转换为十六进制为 C80。STM32 进行逆向操作得到原数据。

【无线通讯数据传输】

①客户端与树莓派通讯。客户端与树莓派的通信是建立在串口上的全双工通信, 一个支持 Mavlink 协议的客户端是必要的, 树莓派将收到的来自串口的数据在局域网里转发出去, 不做处理。可以认为树莓派在此的作用是一个透传服务器, 因此地面端与客户端之间的连接屏蔽了中间层, 他们之间不关心中间经历的过程。

②串口通讯。Raspbian-Lite 系统自带了 CP2102 驱动, 设备被识别为 ttyUSB0。WiringPi 库为我们提供了串行通讯的封装, 串口和 USB 并没有区别, 只需要在初始函数中指定设备名称 (/dev/ttyUSB0)。

```
mkdir serialTest/新建一个目录
cd serialTest/进入该目录
nano serialTest.cpp/创建一个工程
在工程下复制以下代码:

#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>
#include <wiringSerial.h>

int main()
{
    int fd;
    int cmd;
    int len;

    fd = serialOpen("/dev/ttyUSB0", 921600);

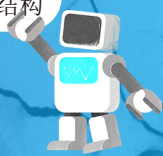
    if (wiringPiSetup() == -1){
        printf("setup wiringPi failed \n");
        return 1;
    }else{
        printf("setup wiringPi succeed \n");
    }
    while(1){
        if(len = serialDataAvail(fd) != -1){
            cmd = serialGetChar(fd);
            printf("writet cmd:");
            printf("%d\n", len);
        }
    }
    //serialClose(fd);
    return 0;
}
```

ctrl+o 回车保存, ctrl+x 退出文本编辑器。在命令行使用 gcc 编译代码, 在编译代码的时候需要加入 -lwiringPi 参数以链接库 gcc serialTest.cpp -lwiringPi。

```
pi@raspberrypi:~/serialTest $ ./a.out
setup wiringPi succeed !
FE      1
1C      1
7A      1
1       1
1       1
1       1
1E      1
```

可以看到每行打印一个接收到的字符, 和单次接收到的字符数。

③数据打包。数据包在网络中传输时, 可能存在丢包和乱序的问题, 因此需要把单个完整的 Mavlink 消息打包在一起。一个完整的 Mavlink 数据包结构



如下:

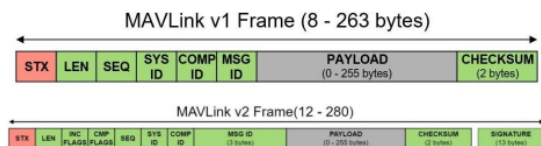


图 21

MAVlink 有两个版本, 为了实现最大化兼容, 我们将对两个标志字节分别识别。MAVlink v1 与 v2 的标志字分别分 0xFE、0xFD。在内存中最后的校验位被提前发送了, 因此在接收到 STX 前会接收到两个字节的校验码, 为了不丢失数据, 我们需要保存这两个数据。另一个识别完整包的数据时 LEN 字节, 他保存了 PAYLOAD 的字节数, 因此我们得以知道完整的数据包长度。

用一个四个成员的 uint8_t 数组 t[4] 做数据包打包参考:



图 22 初始化数组

①按 0, 1, 2 的顺序接收三个字节的数保存存在数组 t[] 中。

②判断 t[2] 是否为 0xFE 或 0xFD, 如果不是则平移数据。

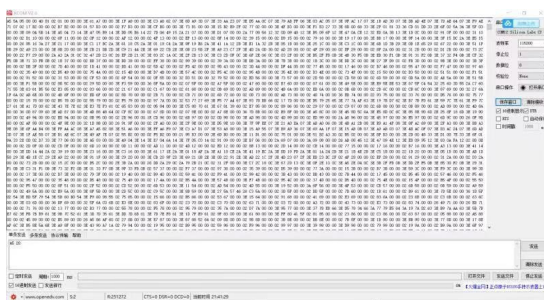
③填充 LEN 字节。

④置空数组。

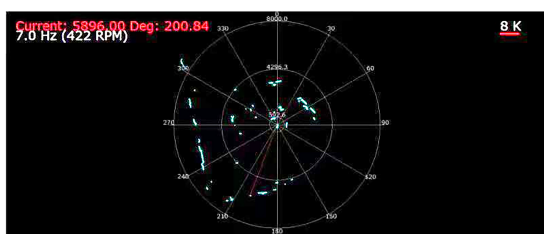
而后根据 LEN 即可知道剩下的字节数, 现将 t[] 数组的数据存入缓存中, 再调用 for 循环, 根据 MAVlink v1 或 v2 接收相应的剩余字节数至缓存中。MAVlink 两个版本的前 4 字节定义都相同, 所以上述方法可以通用, 但是剩下的头文件不相同, 需要分开处理。

六、功能实测

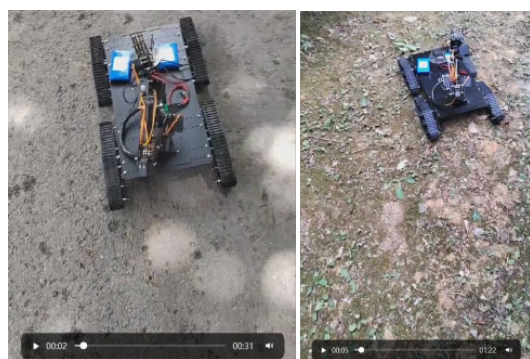
【雷达扫描数据返回】



【摄像头数据返回正常】



【爬行功能测试正常】



七、总结与反思

机械工程的不断发展和信息技术的不断进步, 能够设计出更多应用到不同领域的智能机器人, 特别是在抢险救灾、应急救援等方面, 它们能够代替人进行物资运输, 能够给更多的人带去生的希望。这也是我研发这一款机器人的初衷, 希望人工智能机器人能够代替我们的眼睛、耳朵去灾区救援人员看不到的空间和角落, 听受困群众的求救, 传送实时的数据信息, 以便救援人员做出准确判断, 并输送简单的生命物资, 给被困人员带去生的希望, 等待救援人员的到来。

