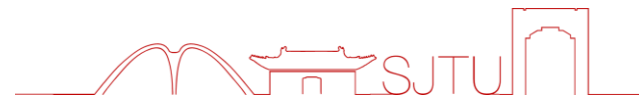




上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

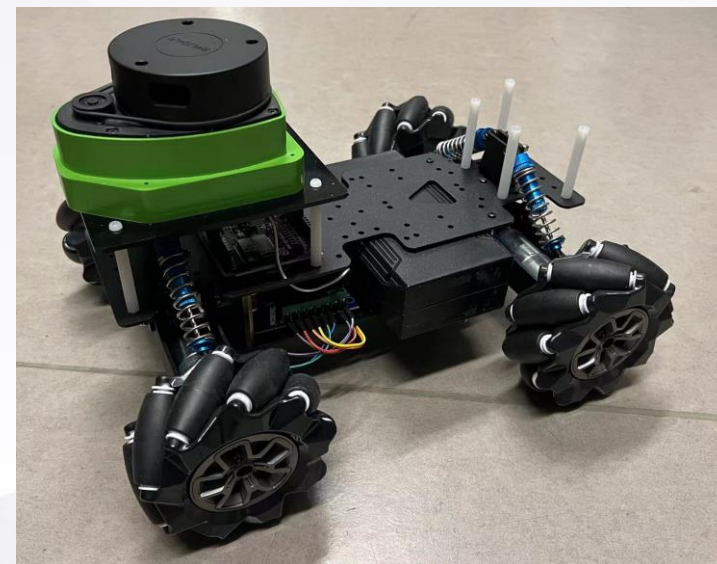
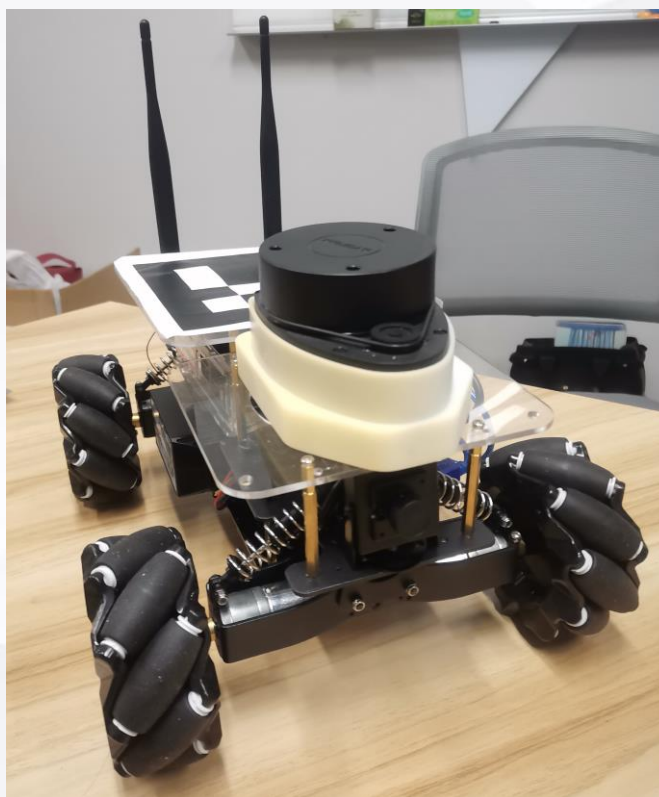
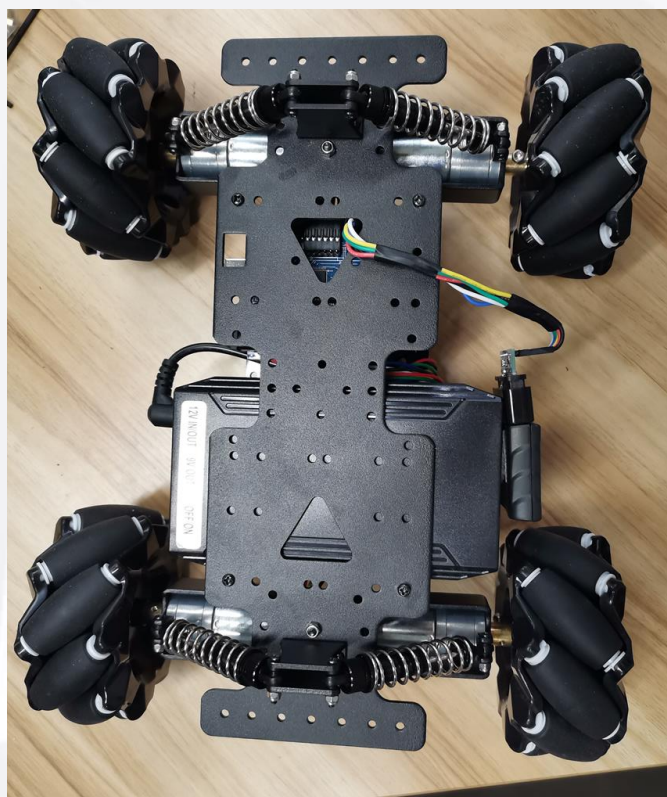


智能车感知与控制实践

—— 饮水思源 · 爱国荣校 ——



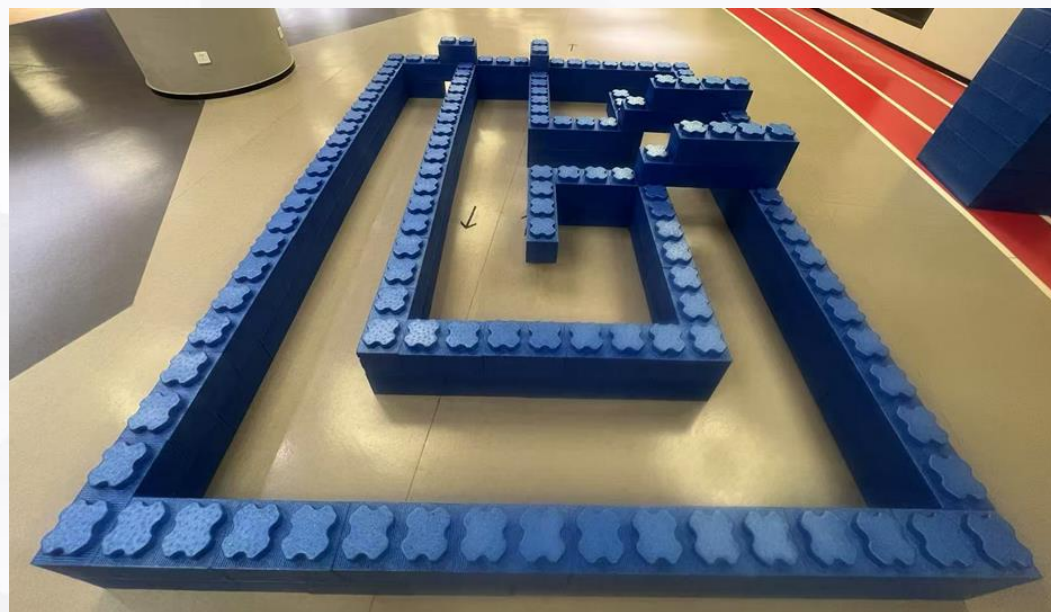
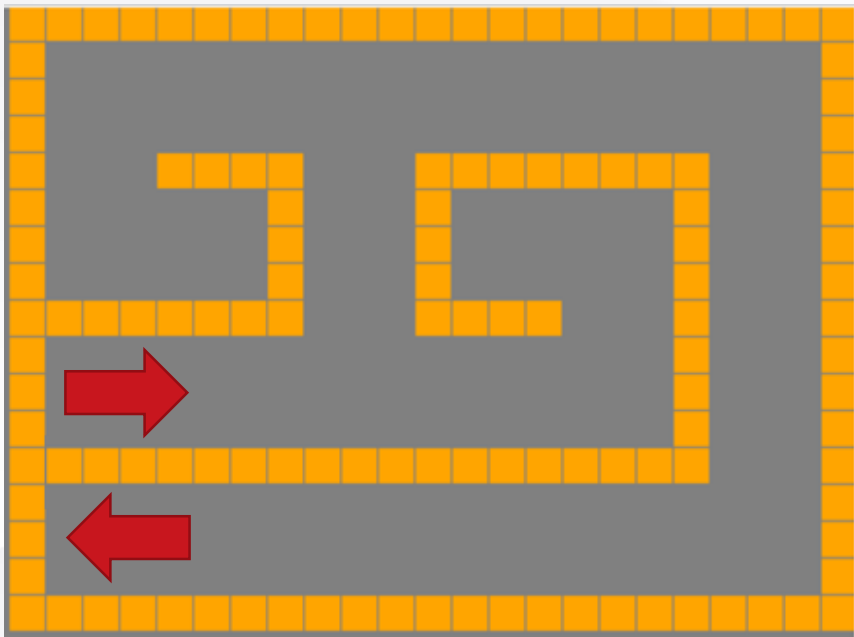
□ 麦轮小车运动控制





□课程任务

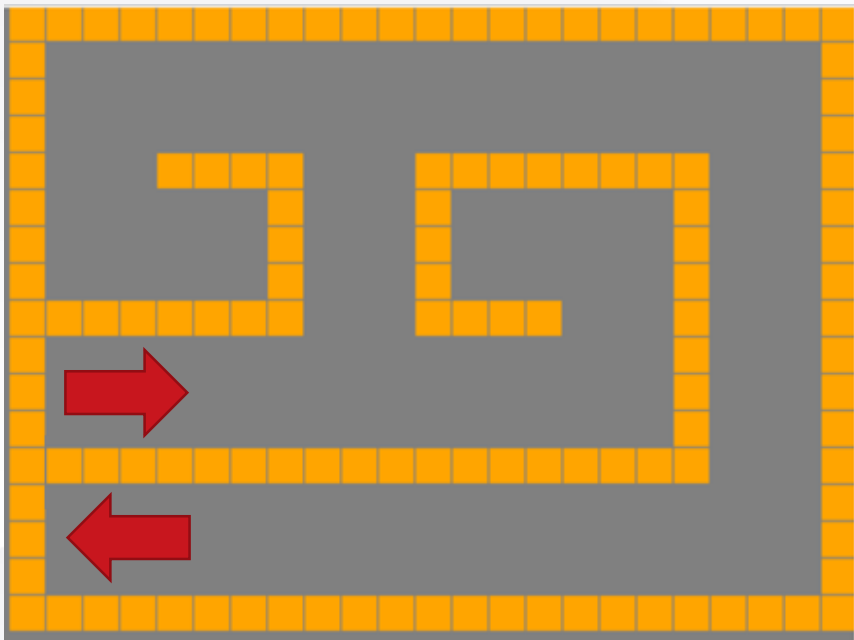
1. 激光雷达走迷宫 (含原地避障)
2. 视觉地图走迷宫 (含路径搜索)





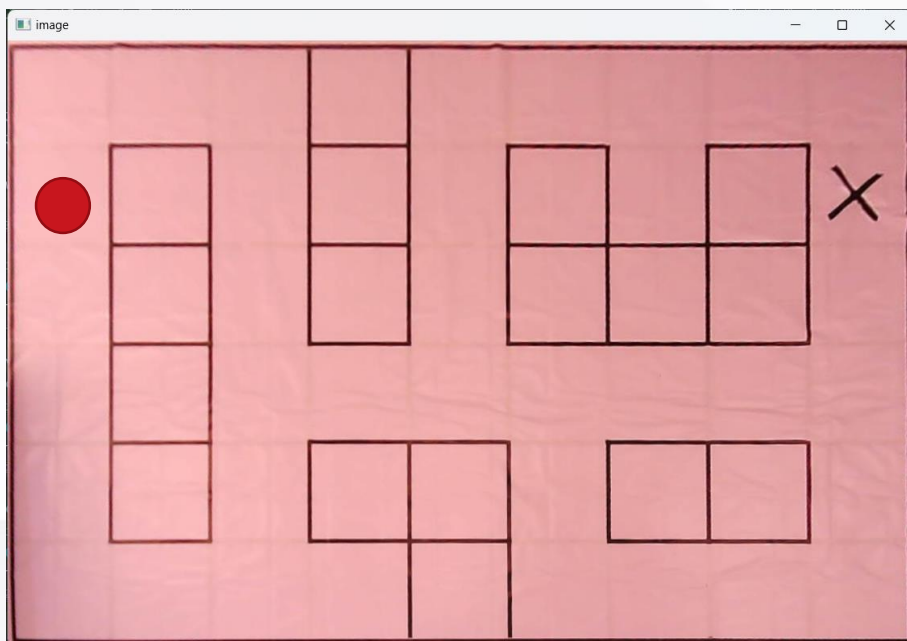
□课程任务

1. 激光雷达走迷宫 (含原地避障)
2. 视觉地图走迷宫 (含路径搜索)



□课程任务

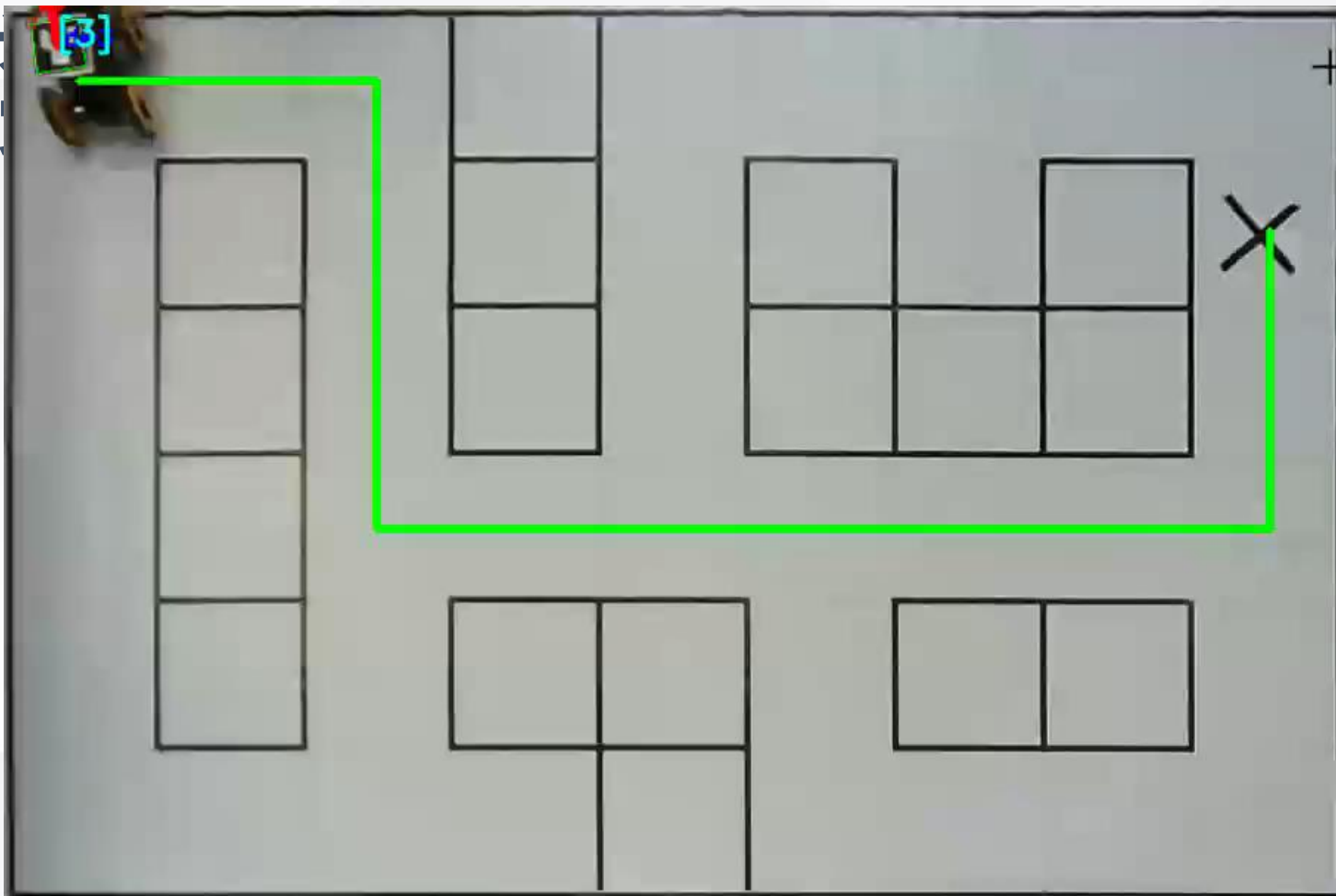
1. 激光雷达走迷宫 (含原地避障)
2. 视觉地图走迷宫 (含路径搜索)





□课程任务

1. 激
2. 视



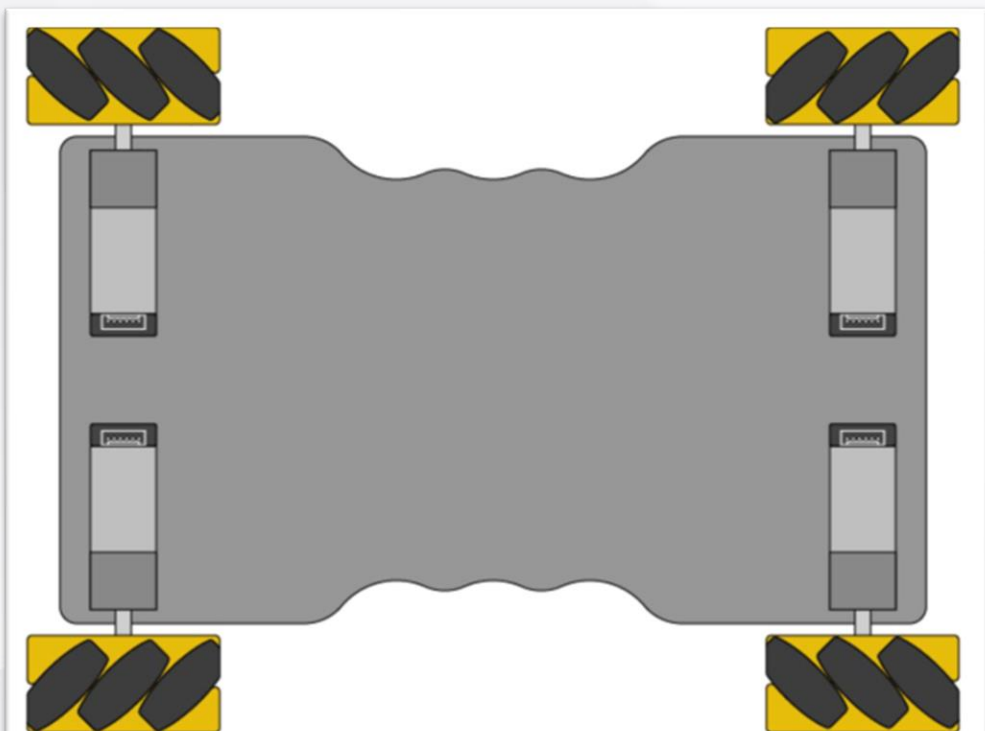


□ 麦轮小车运动控制



激光雷达 感知车辆周围环境

Mecanum wheel 以其横向运动的特性而闻名。
通过适当控制每个车轮的旋转速度，可以实现麦轮小车的全方位运动。

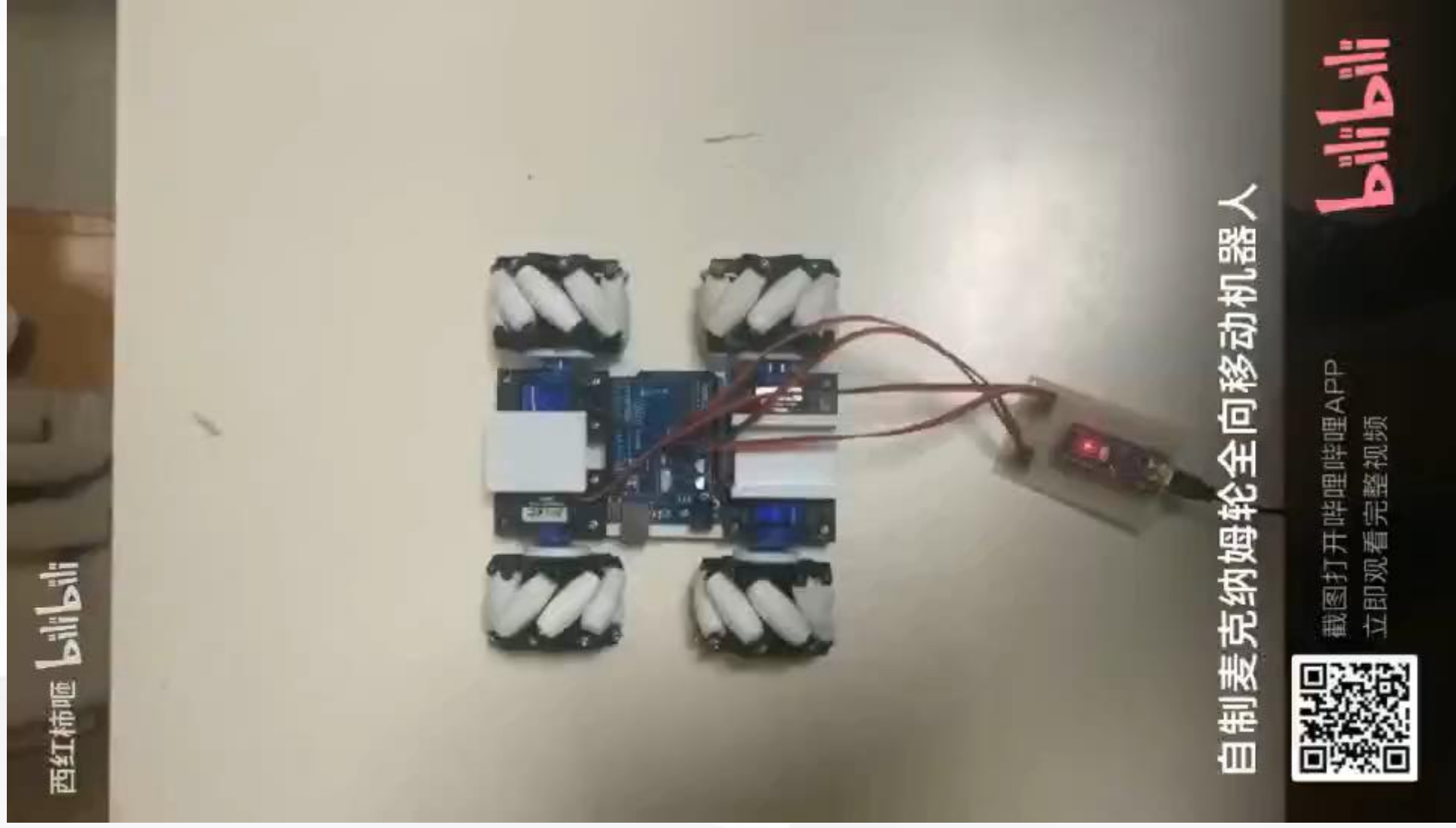




【麦轮小车】



观察 麦轮小车的 运动特点



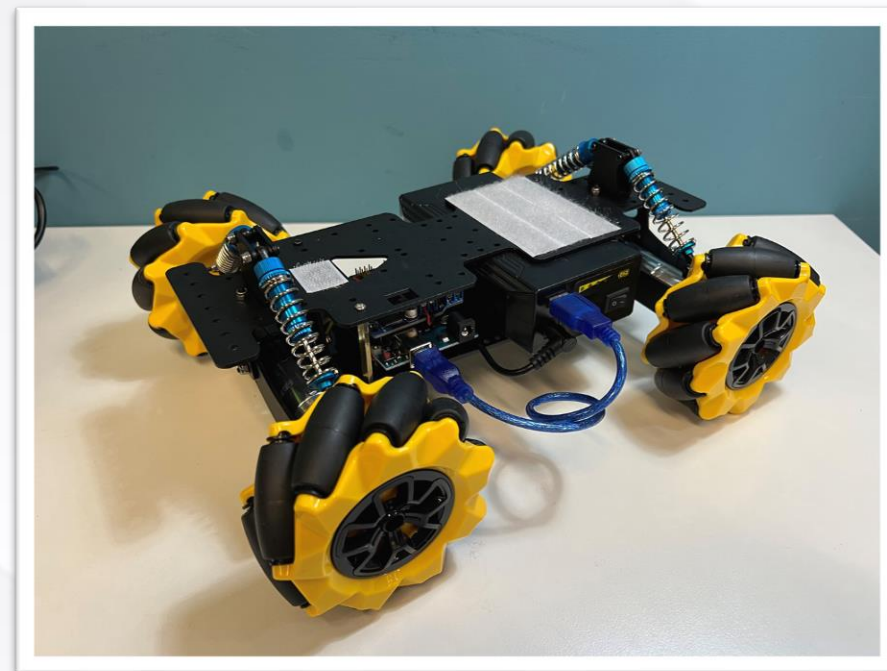
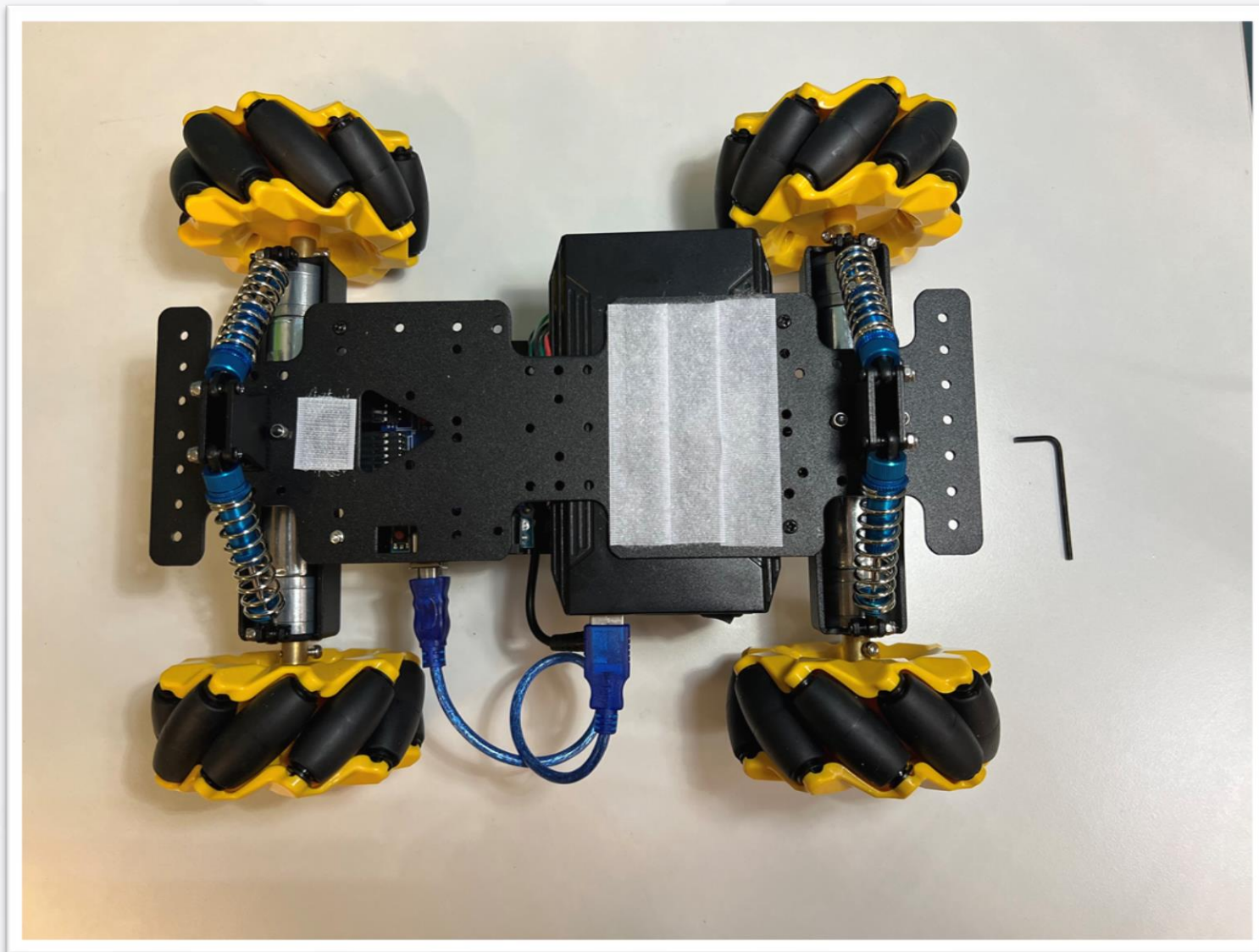


【麦轮小车】





【麦轮小车】



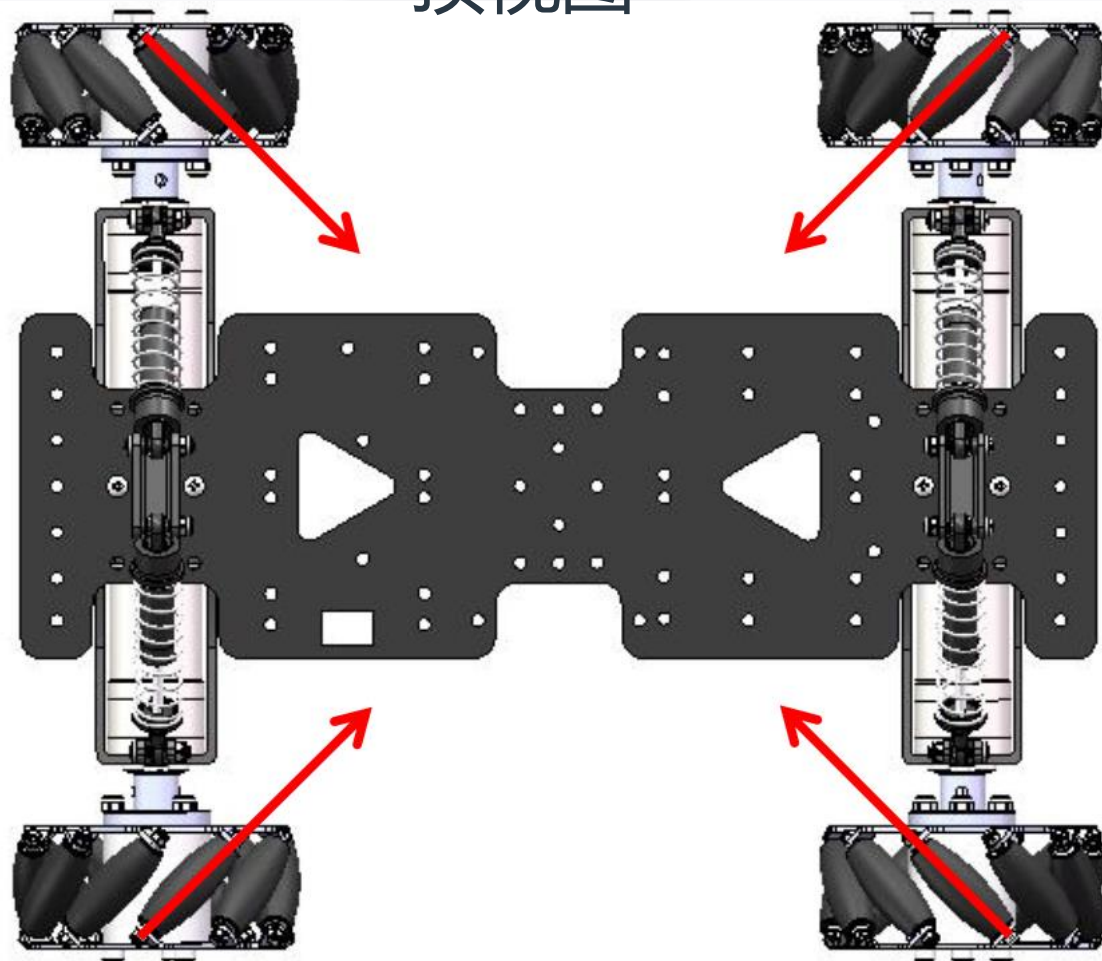


【麦轮小车】

- 固定轮子到电机出轴上，螺丝固定在电机轴的 D 型面上
- 轮子安装方式与图中一致，装错将导致小车无法正常运动



顶视图





通过编程实现麦轮小车的10种运动

1. 向前
2. 向后
3. 向左
4. 向右
5. 左前
6. 右前
7. 左后
8. 右后
9. 原地向左转圈
10. 原地向右转圈

在此基础上调整麦轮四个轮子的驱动参数，使得其能够走直线

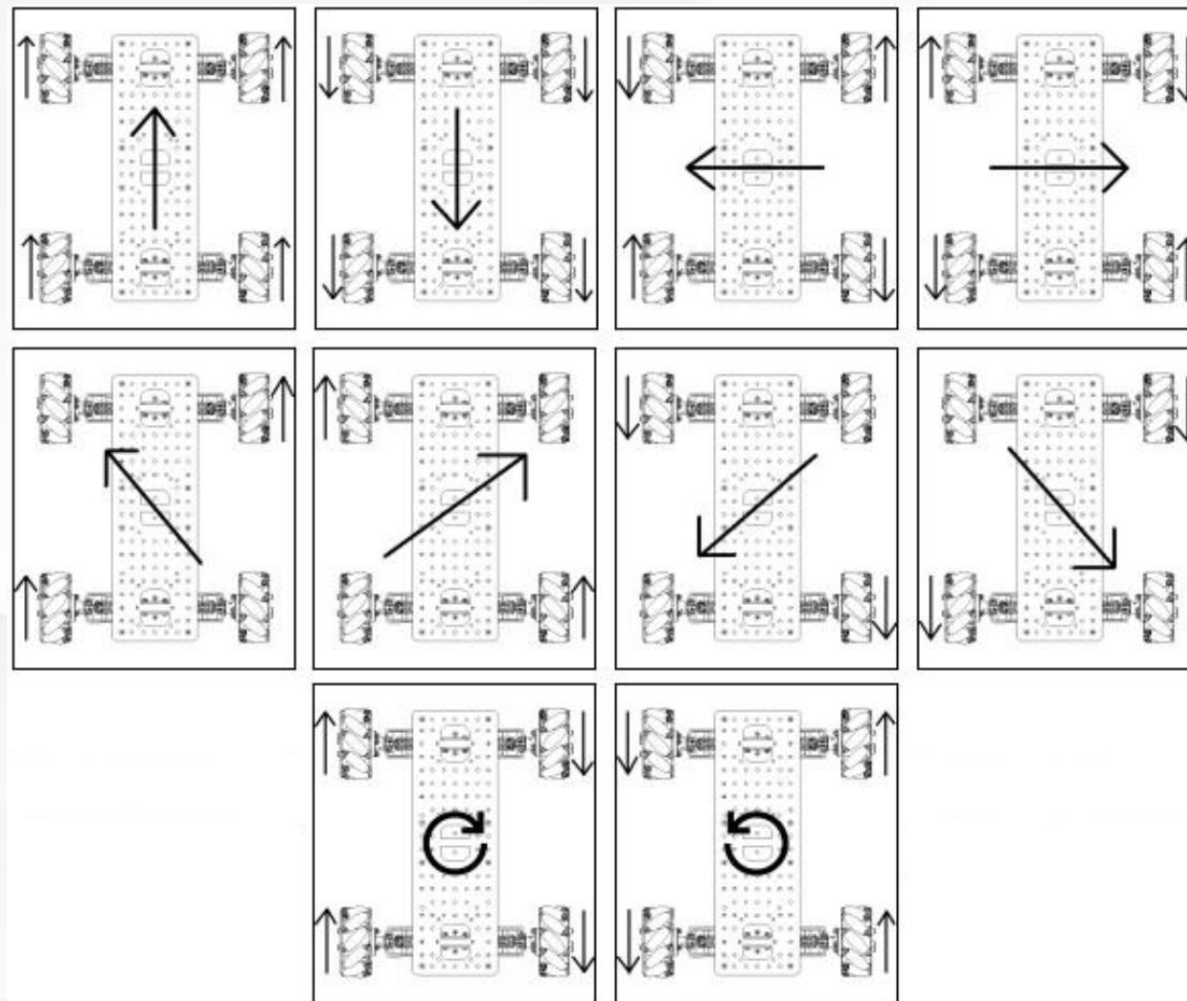




【麦轮小车】

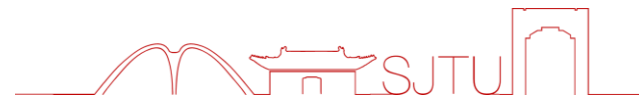


序号	轮1	轮2	轮3	轮4	小车运动
1	前	前	前	前	前
2	后	后	后	后	后
3	后	前	前	后	左
4	前	后	后	前	右
5	0	前	前	0	左前
6	前	0	0	前	右前
7	后	0	0	后	左后
8	0	后	后	0	右后
9	前	后	前	后	向右旋转
10	后	前	后	前	向左旋转





上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



智能车感知与控制实践 激光雷达

饮水思源 · 爱国荣校



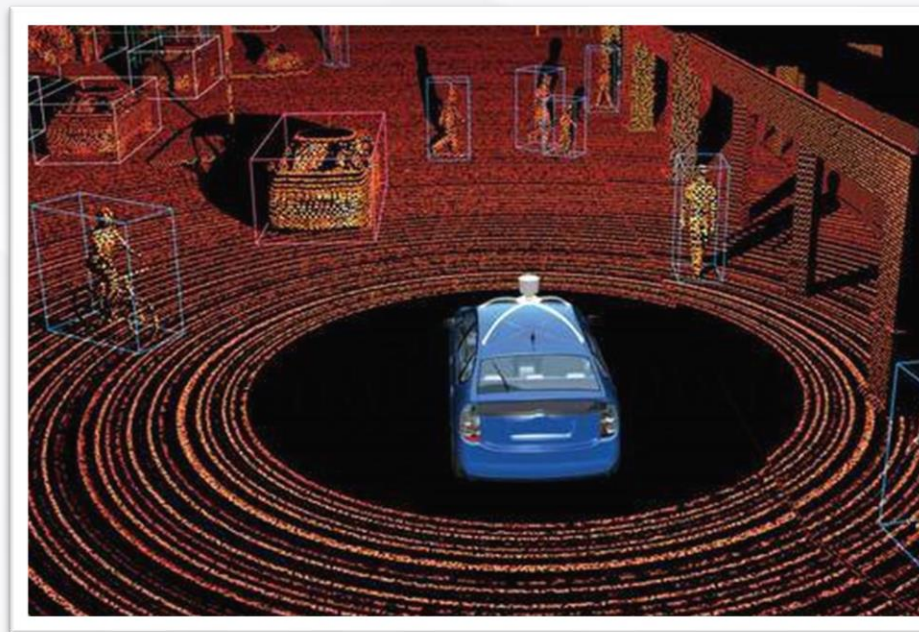


激光雷达

■ 激光雷达 Laser Radar

是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的系统。

工作原理是向目标发射探测信号(激光束),然后将接收到的从目标反射回来的信号(目标回波)与发射信号进行比较,作适当处理后,就可获得目标的有关信息,如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数,从而对汽车、飞机和导弹等目标进行探测、跟踪和识别。





激光雷达分类

按激光波段

- 紫外激光雷达
- 可见激光雷达
- 红外激光雷达

按激光器的工作介质

- 固体激光雷达
- 气体激光雷达
- 半导体激光雷达
- 二极管泵浦固体激光雷达

按激光发射波形

- 脉冲激光雷达
- 连续调制激光雷达

按探测技术

- 直接探测激光雷达
- 相干探测激光雷达

按体制

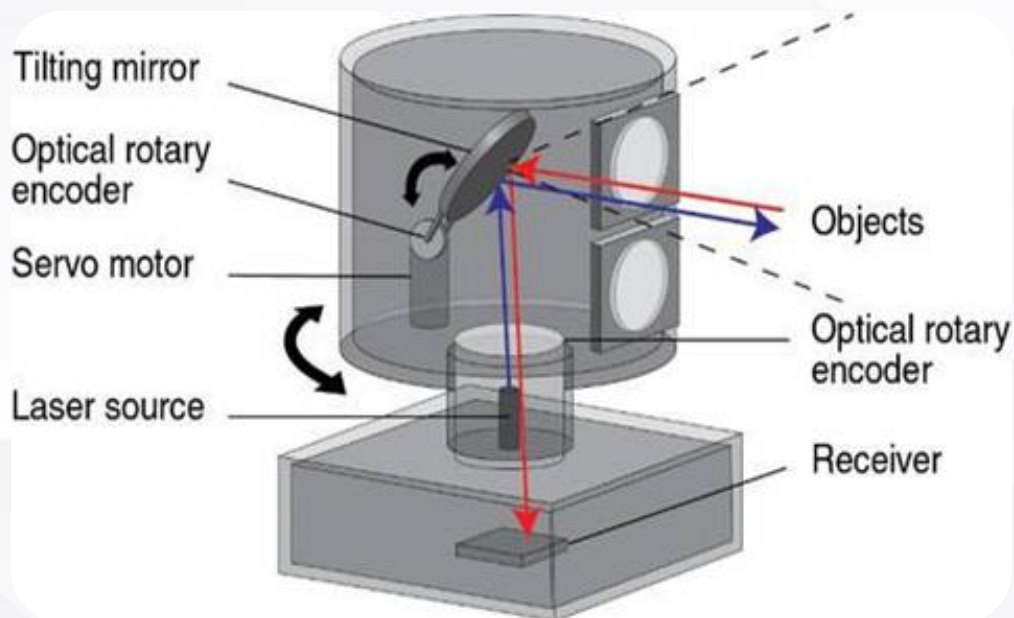
- 多普勒激光雷达
- 合成孔径激光雷达
- 差分吸收激光雷达
- 相控阵激光雷达

按功能用途

- 激光测距雷达
- 激光测速雷达
- 激光测角和跟踪雷达
- 激光成像雷达
- 大气探测激光雷达
- 生物激光雷达

激光雷达工作原理

激光雷达是一种光学遥感技术，通过测量反射光的运行时间而确定目标的距离。然后根据距离及激光发射的角度，通过简单的几何变化推导出物体的位置信息。



□ 激光发射器

发射出波长为600-1000nm的激光射线

□ 扫描与光学部件

收集反射点距离与该点发生的时间和水平角度

□ 感光部件

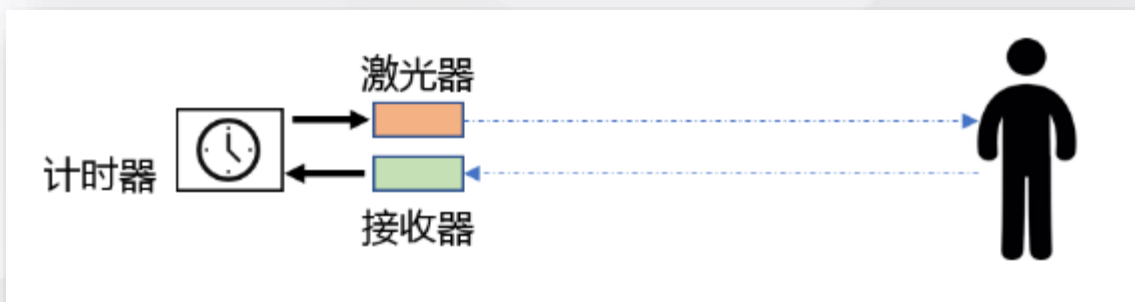
检测返回光的强度



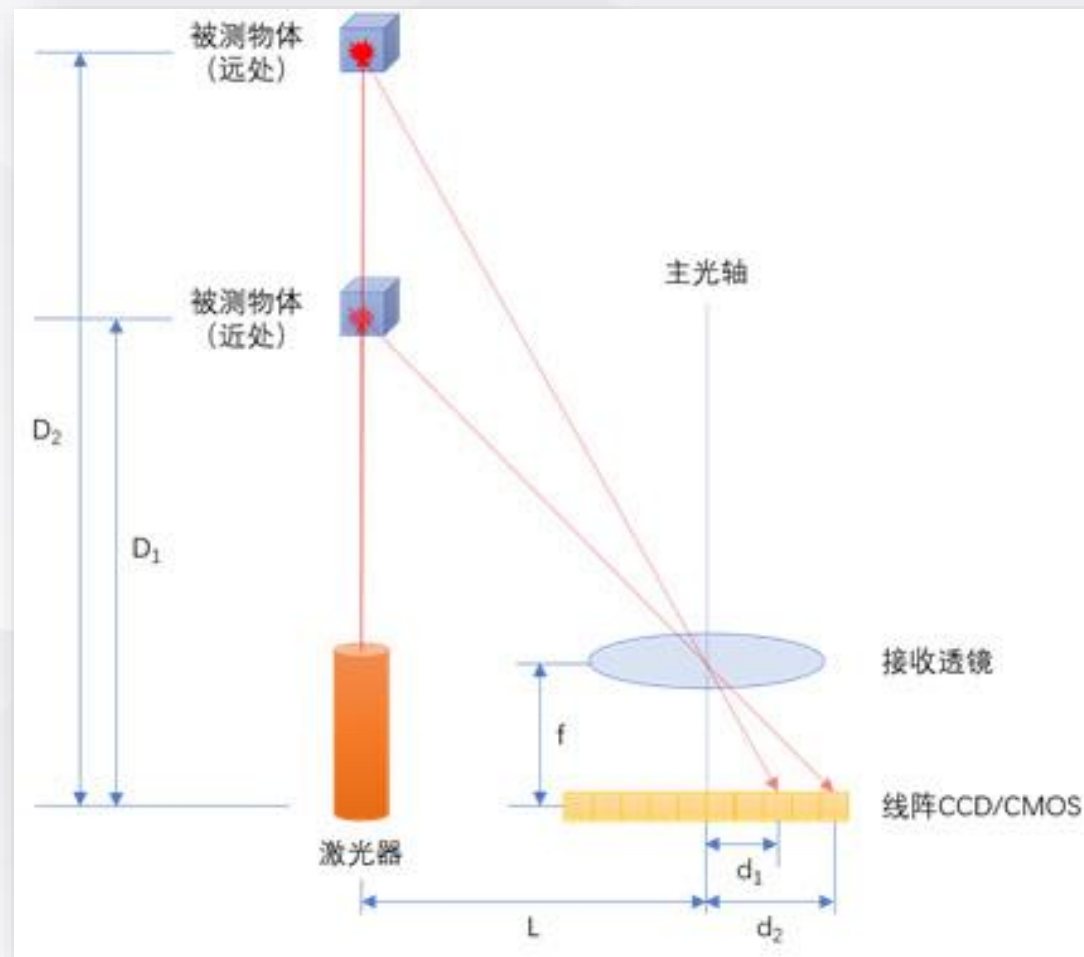
Hello hello小伙伴们大家好呀

激光雷达工作原理

激光雷达以一定的角速度匀速转动，每旋转一周，收集到的所有反射点坐标的集合就形成了点云。



TOF测距

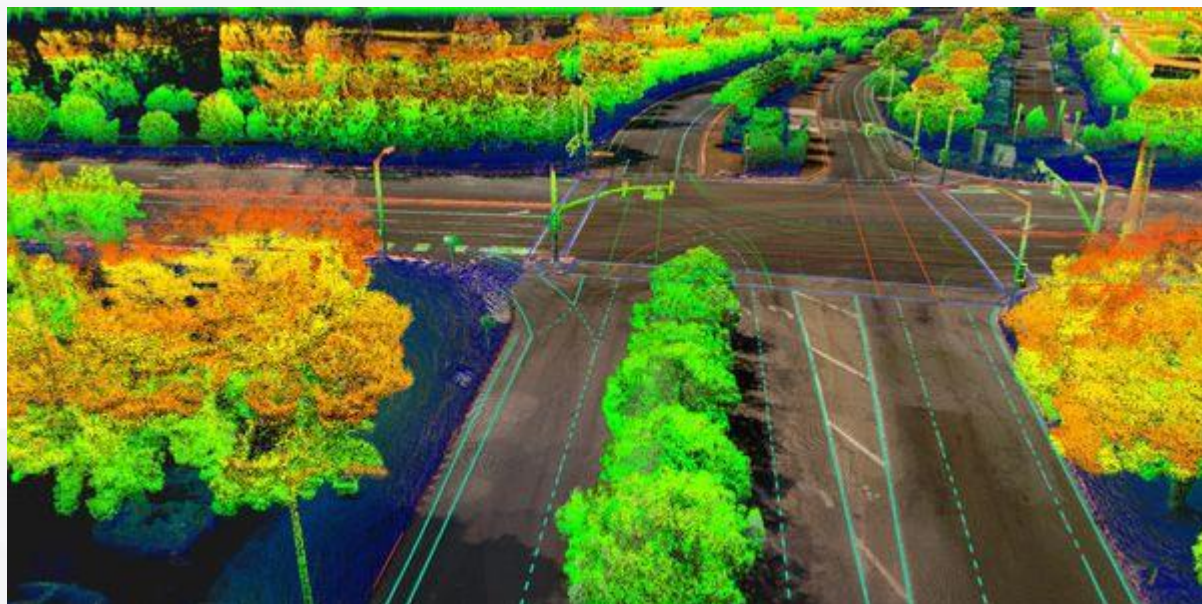


三角测距



激光雷达应用 – 高精地图

安装了激光雷达的地图采集车在想要绘制高清地图的路线上多次反复行驶并收集点云数据。对于标准地图，后期还需人工标注，过滤一些点云图中的无用信息，例如由路上行驶的汽车和行人反射所形成的点，然后对多次收集到的点云进行对齐拼接形成最终的高清地图。





激光雷达应用 – 基于点云的定位

如果有了精准的 GPS，就知道了当前的位置，还需要定位吗？

- 无人车的环境：复杂的动态环境
- 大城市中各种高大建筑物的阻拦，GPS 多路径反射明显
- GPS 定位信息很容易产生几十厘米甚至几米的误差
- 高速行驶的汽车，很有可能导致交通事故

必须要有GPS以外的手段增强
无人车的定位精度！



基于点云的定位

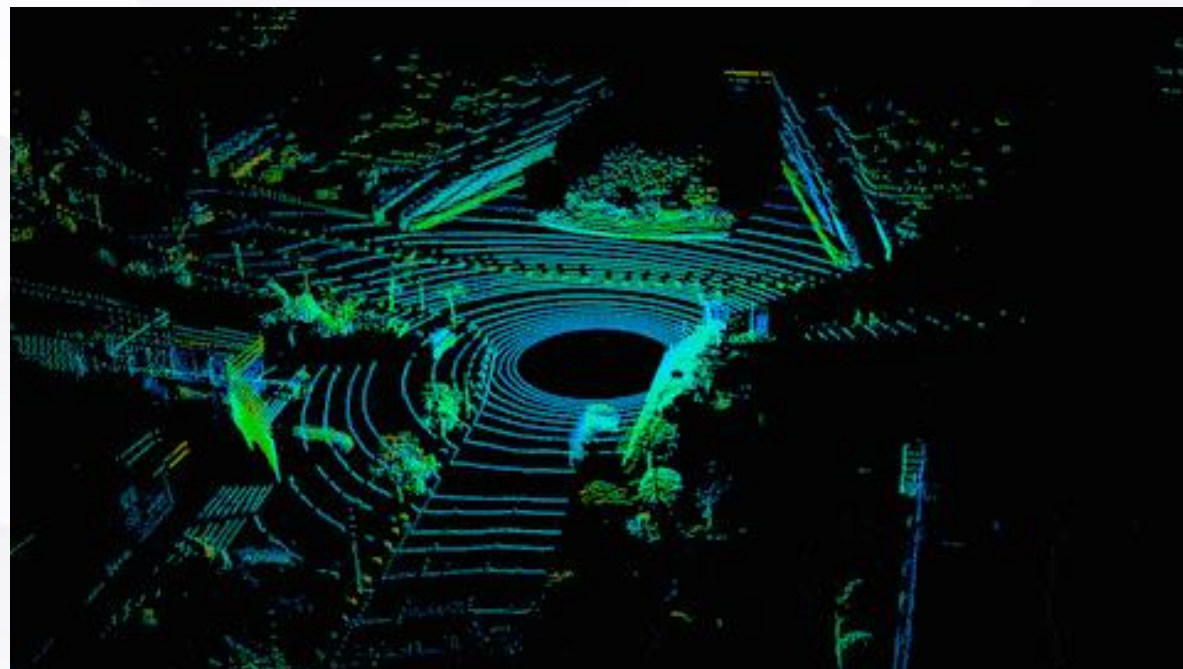


激光雷达应用 – 障碍物检测

借助激光雷达本身的特性可以对反射障碍物的远近、高低，甚至是表面形状有较准确的估计，从而大大提高障碍物检测的准确度。而且在算法的复杂度上低于基于摄像头的视觉算法，因此更能满足无人车的实时性需求。



值 什么值得买





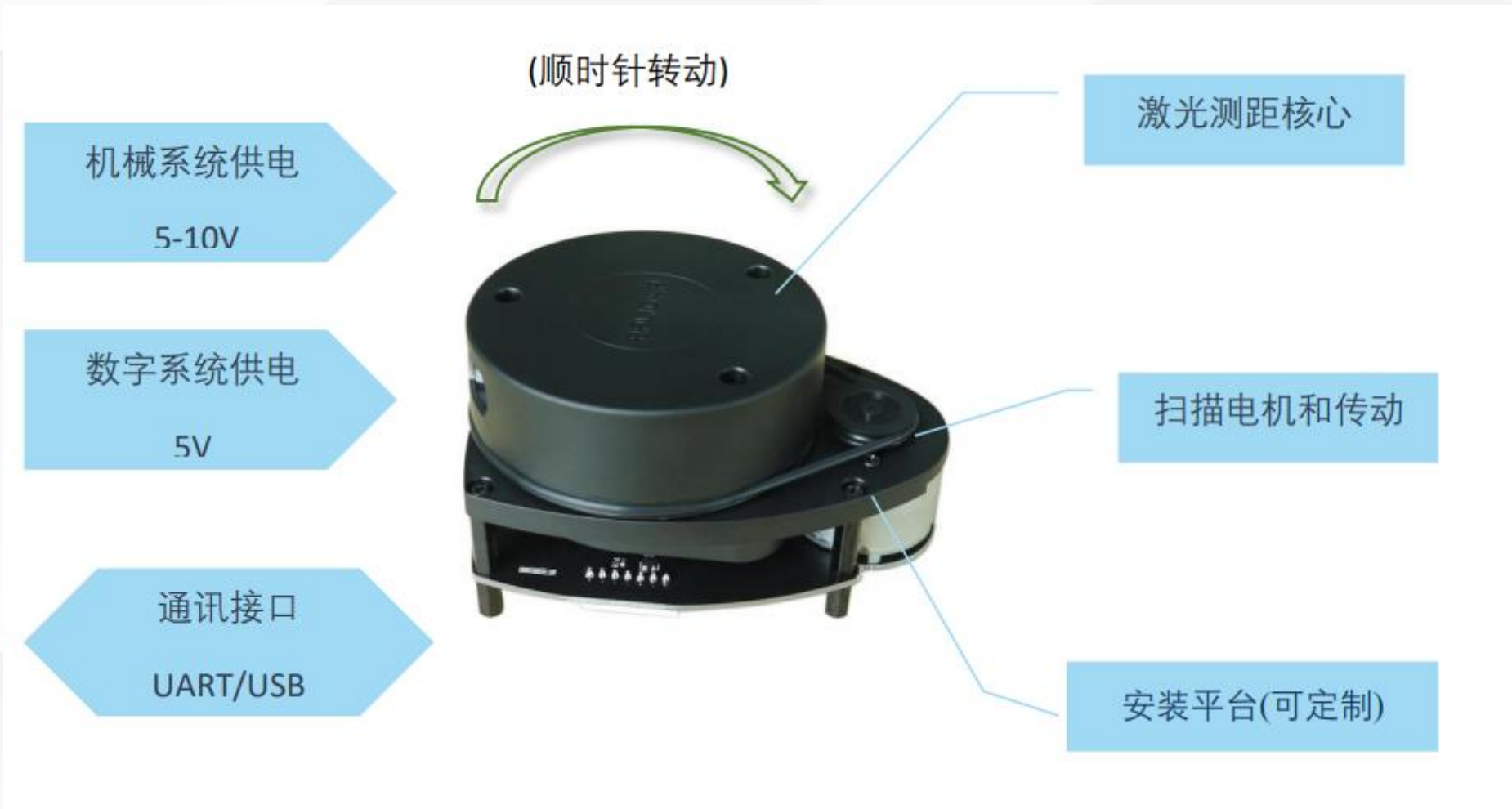
Rplidar A1

- 二维平面12m探测范围
- 360度全方位测距，生成点云地图
- 三角测距系统，低成本
- 适用于室内环境和无日光直接照射的室外环境
- 扫描频率5.5Hz





Rplidar A1 – 系统构成





Rplidar A1 – 工作原理

激光三角测距技术

+

高速视觉采集处理机构

发射调制的红外激光



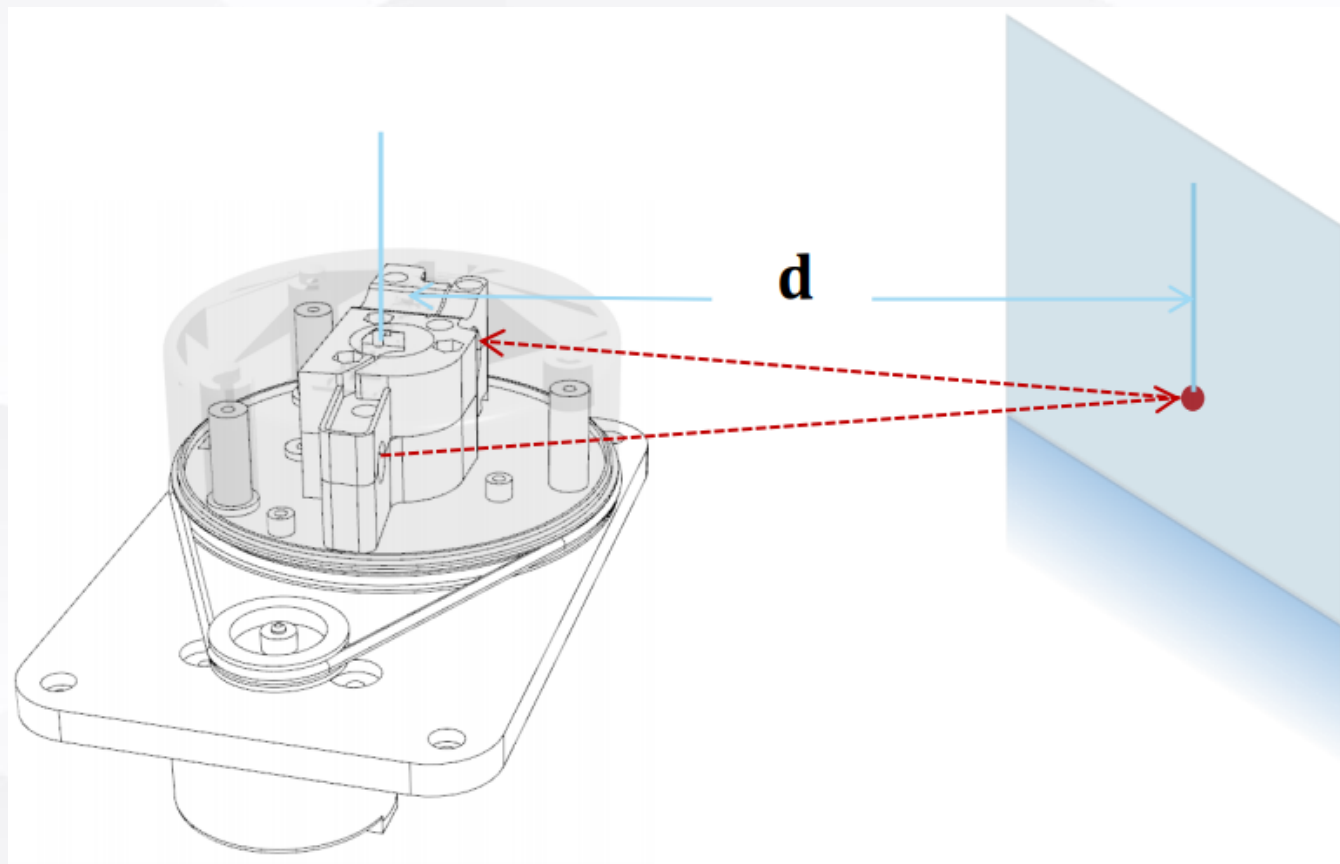
照射目标物体后反射



视觉采集系统接收反射光



DSP实时解算出距离值和夹角信息



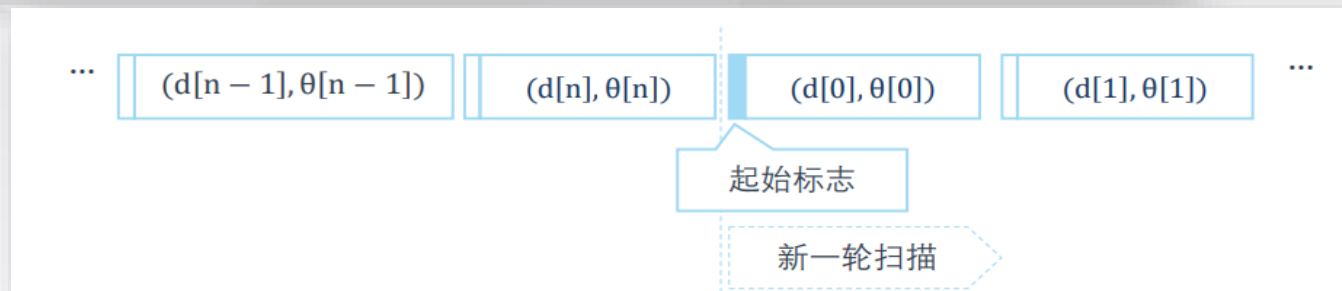


Rplidar A1 – 输出数据

Rplidar A1 采样点的数据信息

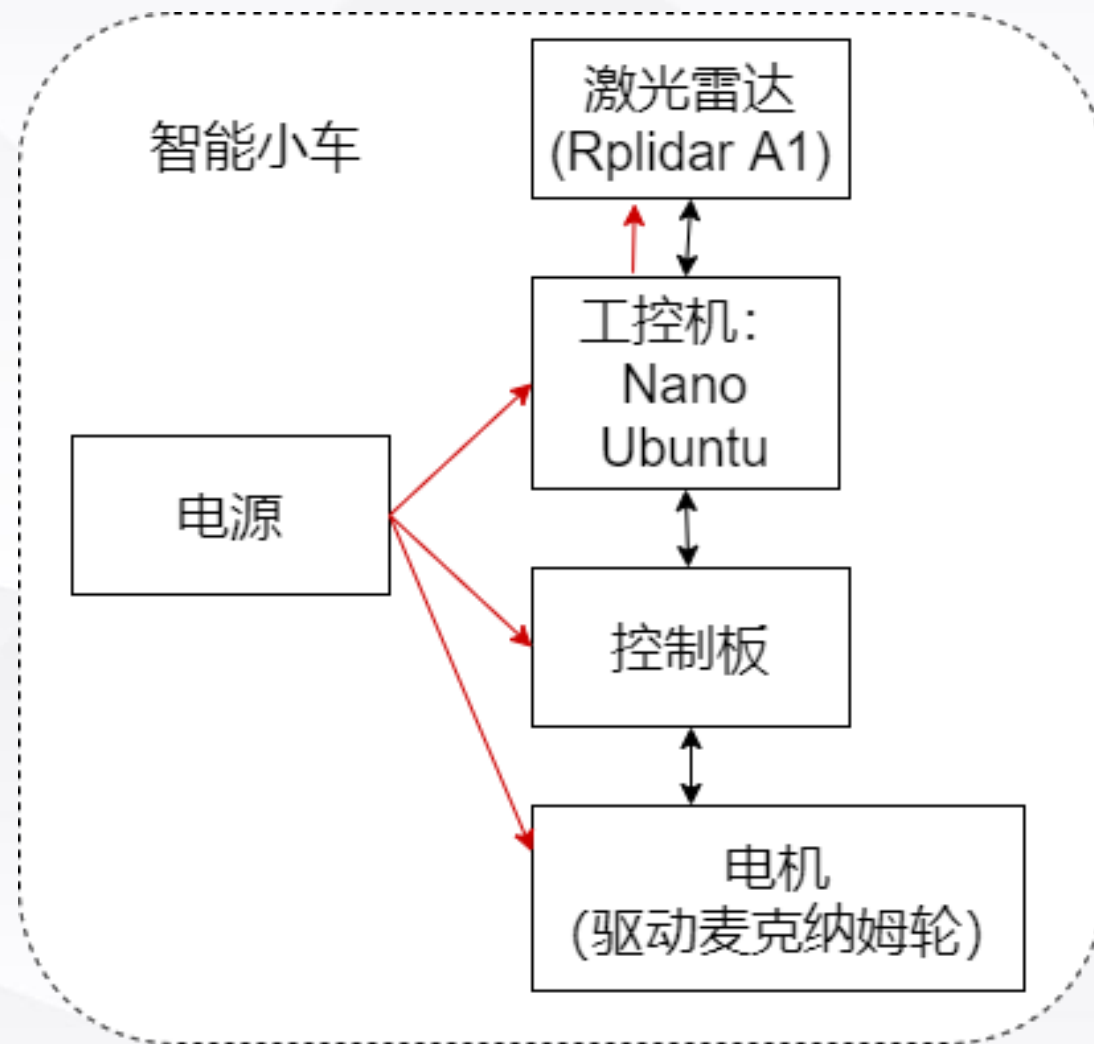
数据类型	单位	描述
距离值	毫米	RPLIDAR 距离当前采样点之间的实际距离
夹角	度	当前采样点相对于 RPLIDAR 自身朝向的夹角
信号强度	级	当前采样点的信号强度
起始信号	(布尔值)	表示当前采集点是否属于一次新的扫描

Rplidar A1 采样点的数据帧



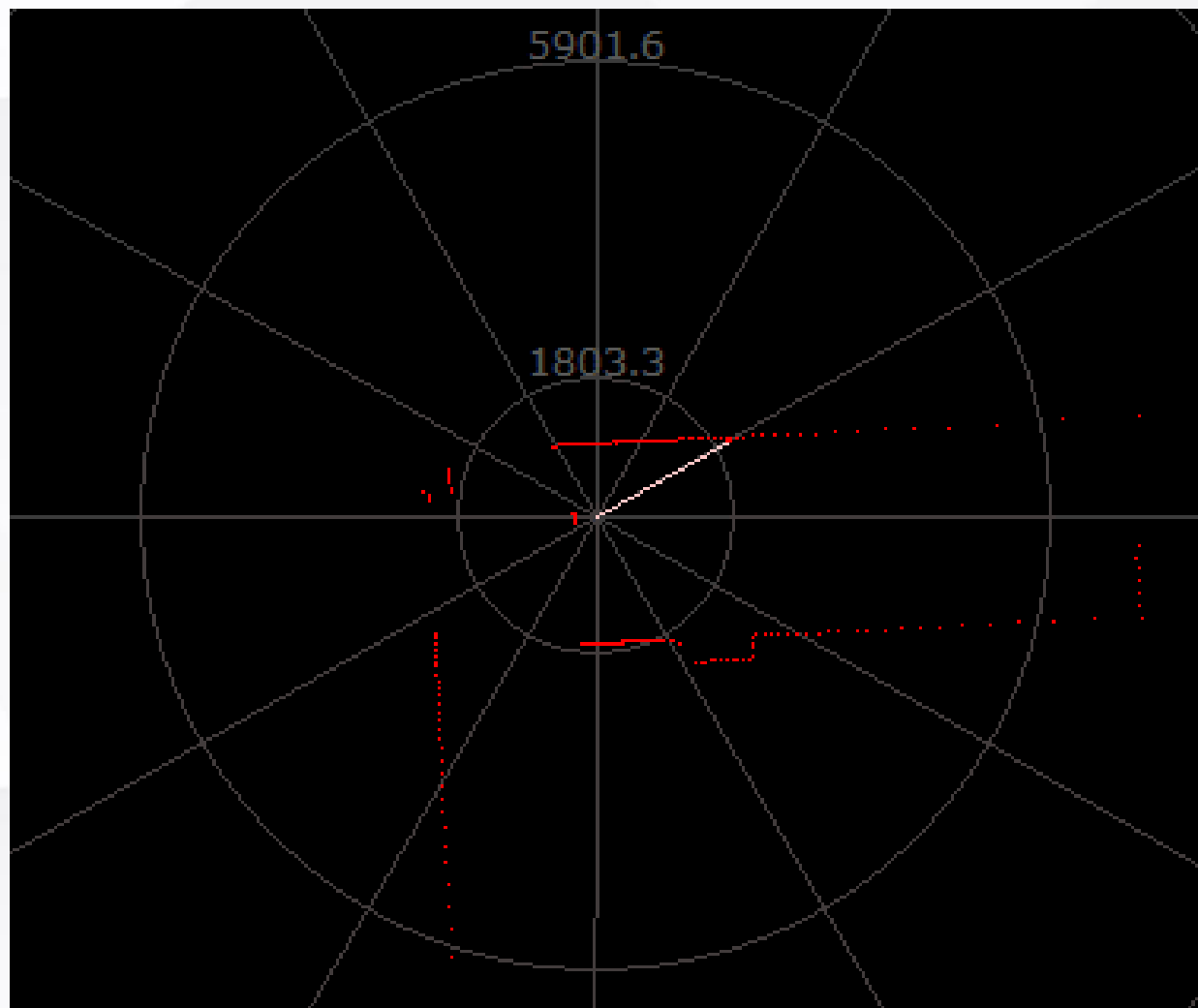


激光雷达 - 实践





激光雷达 - 实践





激光雷达数据 1.上传程序 RPLIDAR_DATA.ino 2. 打开Arduino IDE 串口监视器

```
angle: 103.17 -> distance: 0.00 mm
angle: 104.42 -> distance: 0.00 mm
angle: 98.97 -> distance: 1100.75 mm
angle: 100.19 -> distance: 1096.25 mm
angle: 101.83 -> distance: 0.00 mm
angle: 103.06 -> distance: 846.25 mm
angle: 104.39 -> distance: 837.00 mm
angle: 105.67 -> distance: 834.50 mm
angle: 106.97 -> distance: 821.00 mm
angle: 108.12 -> distance: 802.25 mm
angle: 109.34 -> distance: 806.75 mm
angle: 110.52 -> distance: 811.75 mm
angle: 111.83 -> distance: 794.25 mm
angle: 113.02 -> distance: 0.00 mm
angle: 120.53 -> distance: 0.00 mm
angle: 121.77 -> distance: 0.00 mm
angle: 116.70 -> distance: 823.25 mm
angle: 118.02 -> distance: 819.50 mm
angle: 119.19 -> distance: 826.00 mm
angle: 120.59 -> distance: 0.00 mm
angle: 121.81 -> distance: 800.75 mm
angle: 129.20 -> distance: 0.00 mm
angle: 130.45 -> distance: 0.00 mm
angle: 131.70 -> distance: 0.00 mm
```

```
angle: 120.53 -> distance: 0.00 mm
angle: 121.77 -> distance: 0.00 mm
angle: 116.70 -> distance: 823.25 mm
angle: 118.02 -> distance: 819.50 mm
angle: 119.19 -> distance: 826.00 mm
angle: 120.59 -> distance: 0.00 mm
angle: 121.81 -> distance: 800.75 mm
angle: 129.20 -> distance: 0.00 mm
angle: 130.45 -> distance: 0.00 mm
angle: 131.70 -> distance: 0.00 mm
angle: 126.38 -> distance: 0.00 mm
angle: 127.64 -> distance: 0.00 mm
angle: 135.42 -> distance: 0.00 mm
angle: 136.66 -> distance: 0.00 mm
angle: 137.91 -> distance: 0.00 mm
angle: 139.12 -> distance: 0.00 mm
angle: 133.64 -> distance: 0.00 mm
angle: 459.59 -> distance: 3970.75 mm
angle: 124.08 -> distance: 2119.25 mm
angle: 67.45 -> distance: 773.25 mm
angle: 68.73 -> distance: 780.50 mm
angle: 70.03 -> distance: 788.25 mm
angle: 71.16 -> distance: 797.50 mm
```

```
angle: 29.02 -> distance: 111.75 mm
angle: 30.23 -> distance: 774.25 mm
angle: 31.50 -> distance: 777.75 mm
angle: 32.72 -> distance: 0.00 mm
angle: 4.55 -> distance: 0.00 mm
angle: 359.64 -> distance: 0.00 mm
angle: 0.86 -> distance: 803.75 mm
angle: 2.12 -> distance: 797.75 mm
angle: 3.39 -> distance: 792.75 mm
angle: 4.59 -> distance: 787.50 mm
angle: 5.94 -> distance: 782.75 mm
angle: 7.25 -> distance: 778.75 mm
angle: 8.41 -> distance: 775.00 mm
angle: 9.78 -> distance: 772.25 mm
angle: 11.00 -> distance: 769.25 mm
angle: 12.27 -> distance: 767.00 mm
angle: 13.50 -> distance: 764.75 mm
angle: 14.75 -> distance: 762.75 mm
angle: 16.00 -> distance: 762.25 mm
angle: 17.33 -> distance: 761.25 mm
angle: 18.45 -> distance: 759.75 mm
angle: 19.81 -> distance: 759.75 mm
angle: 21.03 -> distance: 760.25 mm
angle: 22.27 -> distance: 760.50 mm
angle: 23.58 -> distance: 761.75 mm
```



本节课任务：

基于：激光雷达&麦轮小车底盘控制

目标：通过编程实现麦轮小车躲避向它靠近的物体。





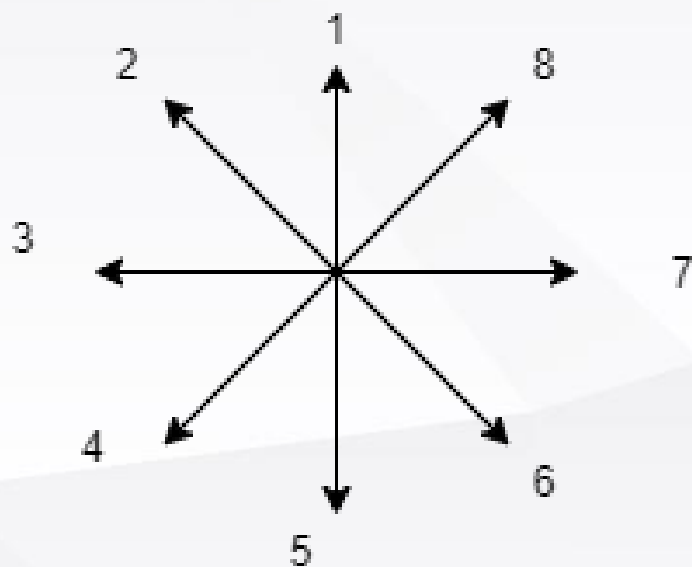
本节课任务：

基于：激光雷达&麦轮小车
底盘控制

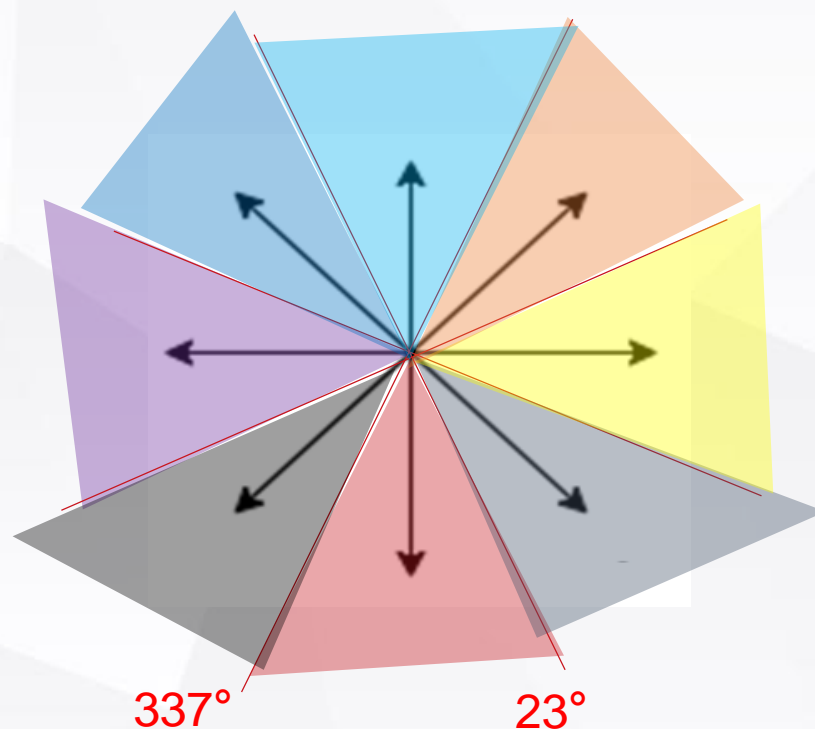
目标：通过编程实现麦轮
小车躲避向它靠近的物体。

激光雷达每旋转一圈，就会生成由360个点组成的点云，
每个点记录了障碍物极坐标的位置信息，相邻的两个点与
原点的连线夹角 1°

激光雷达存在探测距离死区：无法探测0.05m内的障碍物

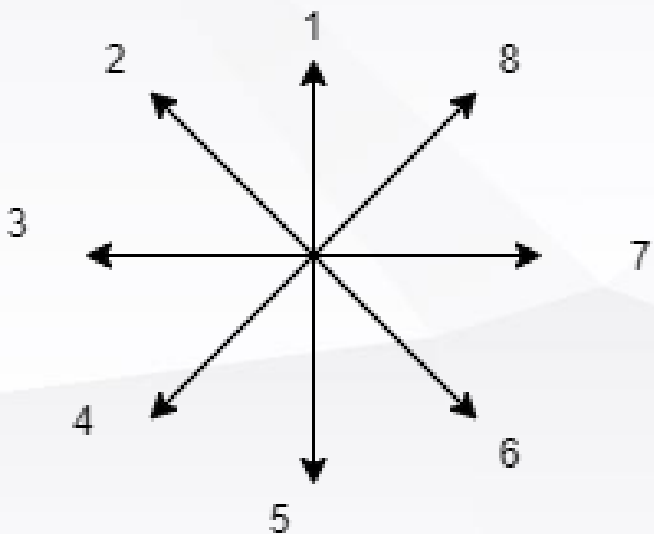


将激光雷达的
探测区域按照
角度分为8份

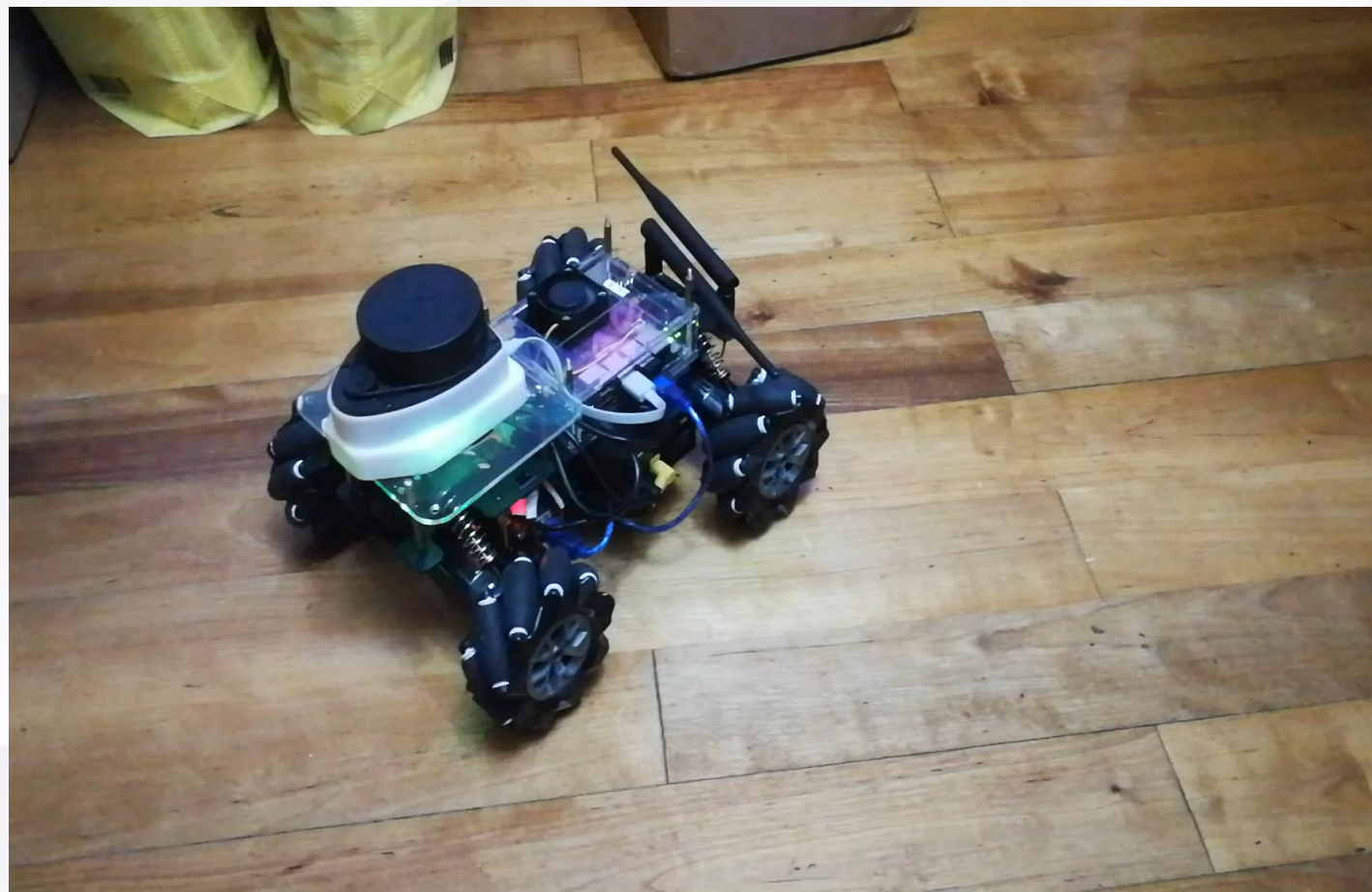




利用激光雷达，检测周围的障碍物相对于的距离和方向，当有障碍物在附近时，小车沿着反方向运动躲避障碍物；当小车附近没有障碍物时，小车静止。

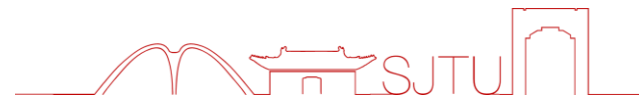


小车的八个运动方向





上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



激光雷达

—— 饮水思源 · 爱国荣校 ——