## 程序逻辑

Void队的小车采用了Sony PS2手柄进行控制，由于PS2手柄的通讯协议已被破解，只要引用PS2X\_lib拓展包就可以实现用PS2手柄对小车进行无线操控。手柄左侧的按钮和摇杆都可以用来控制小车运动。而手柄右侧的“O”用来发射炮弹，右侧的摇杆用来调整视角，即炮弹发射方向。代码主要包含Arduino.ino，Definitions.h两个文件，引用了外部拓展包PS2X\_lib。Definitions.h用来定义用到的I/O接口以及小车用到的一些函数，函数主要有goAhead()，turnRight()，goBack()等函数方便主程序调用（图 1）。

PS2X\_lib拓展包是由C++撰写的外部支持文件，手柄从通电与Arduino进行无线连接到响应各种手柄事件都可通过PS2X\_lib包的内置函数直接解决。外部拓展包PS2X\_lib定义了PS2X类，在主程序中将其实例化，并用点操作符访问其内置函数即可。通过调用手柄内置函数，可以实现让小车响应手柄发出的命令。程序提供了两种控制，即按键控制和摇杆控制。摇杆控制通过摇杆传回的X, Y坐标信息判断小车应当前进，后退还是转弯。按键控制模式则通过按钮事件控制小车底座的运动。为了使整体的控制逻辑更加简明，我们采用dataFetch()初始化每一个loop中会使用到的逻辑变量并将其存入结构体RAWDATA中，当进行条件判断时，通过访问实例化结构体ps2data来实现，例如if (ps2data.UP)决定了小车是否前进。由于小车支持摇杆控制底座以及按键控制底座两种模式，故不同条件判断之间存在逻辑优先级，例如小车的一切运动都建立在按下了TRIANGLE按键（代表start），而一旦按下CROSS按键，小车将停止一切行动。在这之下的逻辑才是小车控制的逻辑，例如采纳摇杆数据得到前提是任意一个方位控制按键都未被按下，云台控制的条件则与底座控制处于一个平行的位置（即判断完成底座控制代码之后接着判断云台的运动）。

小车云台使得小车的枪口拥有两轴的自由度，需要Arduino控制电机实现云台的左右上下转动。云台我们采用了两个20KG舵机实现了云台的转动。通过自定义的angle()函数，将右摇杆的坐标数据映射到舵机的机械角度，并利用servo. write()函数输出信号让舵机转动到指定的角度。需要说明的是舵机控制的原理是PWM控制。在一个周期为2ms的PWM波中，其占空比与舵机的机械角度是对应关系，Arduino的Servo.h外部library实现了这一功能的封装。

枪口的发射函数主要分为两个部分，首先是摩擦轮转动，其次是供弹发射。手柄的右侧摇杆负责指定云台的转动方向，而当程序检测到手柄的发射按键被按下时，先驱动摩擦轮转动，再让供弹系统电机转动实现发射。只要长按发射按键，发射就会一直进行，直到见到一个ButtonRealease(PSB\_CIRCLE)的新事件，才让M2006电机（供弹电机）与2312电机（摩擦轮电机）停转。

## 人机工程

小车采用市场上常见的PS2游戏手柄进行操作。PS2手柄方便人握持，支持无线遥控，且功能按键十分简洁，学习成本较低。玩家在操作PS2的时候，通常左侧的按键和摇杆是用来控制移动的，并且两种操作模式可以无缝切换（即不需要额外的按键告诉程序应当采用哪种控制模式，而是按了哪一个就听哪一个的）。我们通过设置了逻辑判断的优先级实现了这个功能。

小车云台的控制也符合人类操作习惯，例如将手柄右侧摇杆向右上角拨动时，云台上的电机可以驱动云台分别向右和向上转动，实现摇杆拨到哪里，云台就转到哪里的功能，符合人类操作习惯。

云台舵机相应速度十分快，使得角度的微调十分困难，所以我们设置了按下SQUARE按键就重置云台机械角度为default，即小车炮管重新指向正前方，避免了重复的角度微调。

小车电源与接地由一块面包板统一管理，使得电路调试更加简单。电源电压升降管理由可调输出的电源芯片统一管理，实现高自由度的外设电路接入。

## 科学设计方法

实验设计：优化小车云台旋转操作体验

概述：舵机出场会设置默认的初始机械角度，在安装完云台后想要驱动这些舵机必须搞清楚电机的机械角度和现实生活中的角度是什么样的对应关系。

解决方法：通过servo. write()函数，选取从0-180，步长为30的输入，纪录舵机转动的实际角度，选取了舵机的default角度为水平100度，竖直方向90度。手柄右侧摇杆映射的水平方向机械角度为75-125，数值方向机械角度为82-98。

实验设计：优化小车的运行速度

概述：由于整车重量随着设计的进行不断增加，原有的地盘电机输出功率逐渐不足，必须采用升压的方式提高底座电机的运行功率。但是由于Arduino的额定电压为7-12V，舵机额定电压为5V，加入采用更高电压的电源统一供电会将其他元器件烧坏。

解决方法：引入LM2596S DC-DC直流可调降压稳压模块。此模块支持高电压的输出，输出电压连续可调，可以较好地满足需求。利用此模块，我们可以将两块锂电池，总电压约18V输出到一块面包板，由面包板将电输给电源芯片，L298N电机控制H桥和M2006电机（供弹系统电机）。而电源模块的输出则用来给舵机，Arduino，摩擦轮供电。

实验设计：优化小车云台在小车前进时的云台抖动问题

概述：实验发现在使用Arduino uno作为中央控制器时，小车前进会使得云台的电机剧烈抖动，推测是输出给电机的PWM信号影响了另外一个控制舵机信号的引脚。而使用Arduino mega板（更高处理速度，更高内存）测试的时候没有这种问题出现。

解决方法：烧写程序进Arduino uno时可以发现内存占用将近50%，而mega板占用仅13%，故猜测小车前进时涉及的两个analogWrite函数可能会导致uno板的“爆栈“问题，从而使得不同pin的输出相互影响。为了印证推测，我们将前进时设计的analogWrite语句删除，取而代之的时持续输出高电压（牺牲了摇杆的调速功能，统一以高速前进），此时云台的抖动不再出现。