

V1.0.0

2024.12

云台

私有协议



©2024 先飞机器人 版权所有

阅读提示 - 符号说明



重要注意事项



操作提示



词汇解释及参考信息

版本历史

| 日期 | 文档版本 | 固件版本 | 协议版本 |
|------------|--------|----------|------|
| 2024.12.13 | V1.0.0 | V3.5 及以上 | V1.0 |

目录

| | |
|-------------------|---|
| 接口配置 | 1 |
| 串口配置 | 1 |
| 上位机发送的数据包结构体 | 2 |
| 云台返回的数据包结构体 | 5 |
| CRC 校验函数 | 7 |
| 附录 1 载机坐标系定义 | 8 |
| 附录 2 相机坐标系定义及旋转顺序 | 9 |

接口配置

串口配置

- 串口电平：TTL
- 数据位：8
- 停止位：1
- 校验位：无
- 通信模式：全双工
- 通信逻辑：应答式。上位机首先发送数据包，云台接收到正确的数据包后会发送返回数据包
- 波特率：115200
- 通信频率： $\geq 50\text{Hz}$ ，频率越高，控制效果越好。通信频率不可过低或停发数据
- 字节序：小端序（CRC 除外）

上位机发送的数据包结构体

```
#pragma pack(1)
typedef struct
{
    uint8_t sync[2]; // 注释 1
    struct
    {
        uint8_t trig:3; // 注释 2
        uint8_t valu:5; // 注释 3
    } cmd;
    struct
    {
        uint8_t t:3;
        int8_t fl_sens:5; // 注释 4
    } aux;
    struct
    {
        uint8_t t:3;
        uint8_t go_zero:1; // 注释 5
        uint8_t wk_mode:2; // 注释 6
        uint8_t op_type:2; // 注释 7
        int16_t op_valu; // 注释 8
    } gbc[3]; // 注释 9
    struct
    {
        uint8_t t:7;
        uint8_t valid:1; // 注释 10
        int16_t angle[3]; // 注释 11
        int16_t accel[3]; // 注释 12
    } uav; // 注释 13
    struct
    {
        uint32_t vert_fov1x:7; // 注释 14
        uint32_t zoom_value:24; // 注释 15
        uint32_t reserved:1; // 注释 16
        float target_angle[2]; // 注释 17
    } cam;
    uint8_t crc[2]; // 注释 18
} Gcu2GbcPkt_t;
#pragma pack()
```

注释 1:协议头 0xA9 0x5B

注释 2:命令触发计数,连续触发相同的命令,需改变计数值

注释 3:命令码,只发送一次,上位机收到云台返回数据包后,需将命令码置为 0
0- 未定义;1- 陀螺仪校准;2- 启动云台;3- 停止云台;4- 手动控制;5- 指点
平移



需等待云台回报温控就绪后,方可校准陀螺仪。校准陀螺仪时需确保云台静止,校准过程将持续数秒。

注释 4:FPV 跟随灵敏度,[-16,15]。仅在 FPV 模式下有效。灵敏度越大,相机随载机姿态变化的响应越快,但消除载机晃动的幅度越小

注释 5:此数据变化触发云台回中

注释 6:工作模式

0- 跟随模式,当载机姿态改变时,相机随载机转动,但可消除一定程度的晃动。跟随模式下云台控制相机的欧拉角 / 欧拉角速度。跟随模式下倾角保护有效;

1- 锁定模式,当载机姿态改变时,相机不随载机转动,锁定当前欧拉角。锁定模式下云台控制相机的欧拉角 / 欧拉角速度。锁定模式下倾角保护有效;

2-FPV 模式,当载机姿态改变时,相机的随载机转动,但可消除一定程度的晃动。FPV 模式下云台控制相机与载机的相对角度。任意一轴设为 FPV 模式时,其余轴会自动设为 FPV 模式。FPV 模式下倾角保护无效



倾角保护:当云台安装平台倾斜超过保护倾角时,云台将触发保护模式并回中,此时云台不可控。保护倾角可在云台调试软件 GimbalConfig 上进行修改。



如将所有活动轴均设为跟随模式,此时云台的效果与 FPV 模式一致,但由于跟随模式存在倾角保护且不可设置跟随灵敏度,导致云台的使用场景受限,因此不建议将云台所有活动轴均设置为跟随模式。

注释 7:控制模式

0- 角度控制(跟随、锁定及 FPV 模式可用),控制相机欧拉角或相机与载机相对角度;

1- 比例角速度控制(跟随及锁定模式可用),控制相机的绝对角速度,但角速度与随相机倍率增大而减小,使得不同倍率下画面移动速度一致;

2- 真实角速度控制(跟随及锁定模式可用),控制相机的绝对角速度,不随相机倍率变化

注释 8:云台控制量

跟随 + 角度控制模式下,相机在载机坐标系下的期望欧拉角 = $op_valu * 0.01(\text{deg})$;

跟随 + 比例角速度控制模式下,相机期望绝对角速度 = $op_valu * 0.1 * \text{倍率系数}(\text{deg/s})$ 。 $op_valu=0$ 时,相机跟随载机转动;

跟随 + 真实角速度控制模式下,相机期望绝对角速度 = $op_valu * 0.1(\text{deg/s})$ 。 $op_valu=0$ 时,相机跟随载机转动;

锁定 + 角度控制模式下,相机在大地坐标系 (NED) 下的期望欧拉角 = $op_valu * 0.01(\text{deg})$;

锁定 + 比例角速度控制模式下,相机期望绝对角速度 = $op_valu * 0.1 * \text{倍率系数}(\text{deg/s})$ 。 $op_valu=0$ 时,相机锁定当前角度;

锁定 + 真实角速度控制模式下,相机期望绝对角速度 = $op_valu * 0.1(\text{deg/s})$ 。 $op_valu=0$ 时,相机锁定当前角度;

FPV+ 角度控制模式下,相机在载机坐标系下的期望欧拉角 = $op_valu * 0.01(\text{deg})$

② 倍率系数:由相机 1x 倍率的垂直视场角 (vert_fov1x) 与相机倍率 (zoom_value) 计算得出,倍率系数 = $\text{arccot}(\text{zoom_value} * \text{cot}(0.5 * \text{vert_fov1x})) / 18$

注释 9:0- 滚转;1- 俯仰;2- 偏航

gbc 结构体内的数据仅在手动控制模式下生效

注释 10:载机惯导数据有效标志

0- 无效;1- 有效

注释 11:载机在大地坐标系 (NED) 下的欧拉角,单位 0.01deg

0- 滚转, [-18000,18000]; 1- 俯仰, [-9000,9000]; 2- 偏航, [-18000,18000]

注释 12:载机加速度,单位 0.01m/s²

0- 北向(北向为正);1- 东向(东向为正);2- 天向(天向为正)

注释 13:uav 结构体为云台所需的载机数据,不提供或提供错误的数据会导致载机机动飞行时,云台的姿态角不准确

注释 14:相机 1x 倍率的垂直视场角,单位 1deg

注释 15:相机倍率,单位 0.001x

注释 16:预留

注释 17: 目标偏移角度, 原点为画面中心, 向右 / 向下为正, 单位 1deg。为指点平移功能的控制量

0- 水平偏移角度; 1- 垂直偏移角度

注释 18: CRC16 校验

云台返回的数据包结构体

```
#pragma pack(1)
typedef struct
{
    uint8_t sync[2]; // 注释 19
    uint8_t fw_ver; // 注释 20
    uint8_t hw_err; // 注释 21
    uint8_t inv_flag; // 注释 22
    uint8_t gbc_stat; // 注释 23
    uint8_t tca_flag; // 注释 24
    uint8_t;
    struct
    {
        uint8_t stat; // 注释 25
        uint8_t valu; // 注释 26
    } cmd;
    int16_t cam_rate[3]; // 注释 27
    int16_t cam_ang[3]; // 注释 28
    int16_t mtr_ang[3]; // 注释 29
    uint8_t crc[2]; // 注释 30
} Gbc2GcuPkt_t;
#pragma pack()
```

注释 19:协议头 0xB5 0x9A

注释 20:固件版本号

注释 21:硬件故障,需返厂检修

注释 22:吊装 / 立装标志

0- 吊装;1- 立装

注释 23:云台状态

0- 未定义;1- 初始化中;2- 云台停止;3- 云台保护;4- 手动控制;5- 指点平移

注释 24:温控就绪标志

0- 未就绪;1- 已就绪



温控就绪后,方可校准陀螺仪。

注释 25:命令执行状态

0- 执行中;1- 执行成功;2- 执行失败

注释 26:命令码回报

注释 27:相机在相机坐标系下的绝对角速度,单位 0.1deg/s

0- 俯仰;1- 滚转;2- 偏航

注释 28:相机在大地坐标系 (NED) 下的欧拉角,单位 0.01deg

0- 滚转;1: 俯仰;2: 偏航

注释 29: 相机在载机坐标系下的欧拉角,单位 0.01deg。此数据由电机编码器角度解算得出,不依赖载机惯导数据

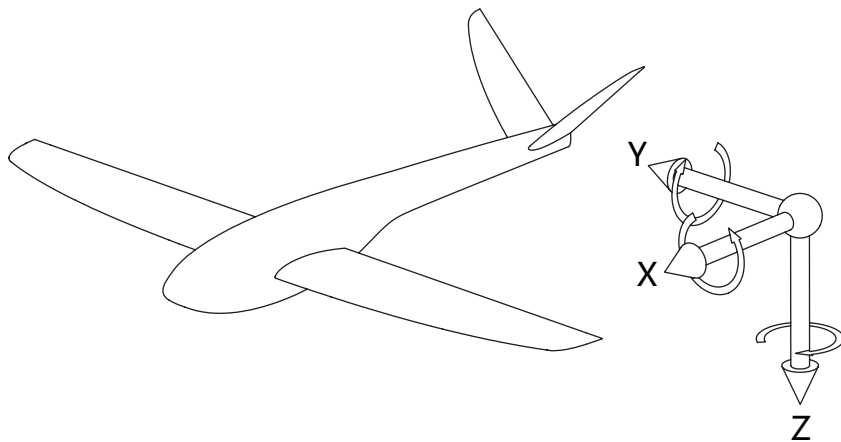
0- 俯仰;1- 滚转;2- 偏航

注释 30: CRC16 校验

CRC 校验函数

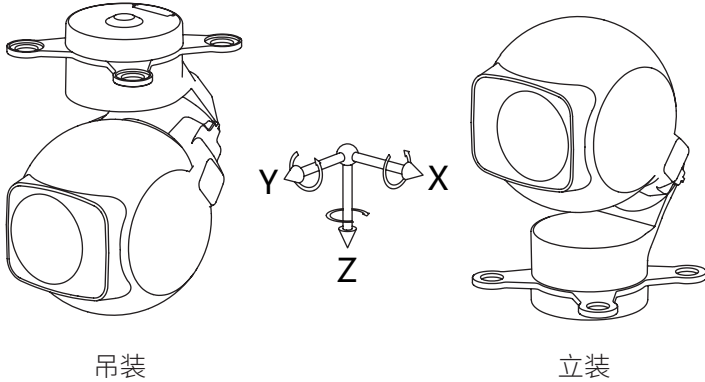
```
uint16_t CalculateCrc16(uint8_t *ptr,uint8_t len)
{
    uint16_t crc;
    uint8_t da;
    uint16_t crc_ta[16]={
        0x0000,0x1021,0x2042,0x3063,0x4084,0x50a5,0x60c6,0x70e7,
        0x8108,0x9129,0xa14a,0xb16b,0xc18c,0xd1ad,0xe1ce,0xf1ef,
    };
    crc=0;
    while(len--!=0)
    {
        da=crc>>12;
        crc<<=4;
        crc^=crc_ta[da^(*ptr>>4)];
        da=crc>>12;
        crc<<=4;
        crc^=crc_ta[da^(*ptr&0x0F)];
        ptr++;
    }
    return(crc);
}
```

附录 1 载机坐标系定义




附录 2 相机坐标系定义及旋转顺序

1. 坐标系定义：



吊装

立装

 云台控制接口需指向载机 X 轴负方向，减震平台需与载机 XOY 平面平行，云台安装时请尽量靠近载机质心

2. 旋转顺序： $Z \rightarrow Y \rightarrow X$

3. 角度转换：

定义：

CamPhi: 相机绝对滚转角

CamThe: 相机绝对俯仰角

CamPsi: 相机绝对偏航角

AngleX: 相机 X 轴绝对角度

AngleY: 相机 Y 轴绝对角度

AngleZ: 相机 Z 轴绝对角度

以上参数经过如下变换：

AngleZ += 90;

WARP (AngleZ , 360);

CamPhi = +AngleY;

CamThe = -AngleX;

CamPsi = +AngleZ;