

WTCR 通信协议

一、 协议包基准	2
1.1、通用协议包基准	2
二、 APP 通信协议	2
2.0、指令码总表	2
2.1、心跳	3
2.2、行走轮控制	7
2.3、手动控制	8
2.4、模式切换	9
2.5、自动模式参数设置	10
三、 Lora 通信协议	12
四、 AI 通信协议	13
4.1、作业逻辑	13
4.2、心跳	13
4.3、控制	16
五、 C01 通信协议	19
5.1、通信逻辑	19
5.2、通信协议	19

一. 协议包基准

1.1、通用协议包基准

通用协议包基准				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	包头	0	1	固定为{'
2	数据长度	1 2	2	包含：包头+"数据长度"+数据
3	数据	2+1 ... (2+N)	N	原始数据内 '-' '{' '}' 三个特殊字符进行转义后的数据
4	校验码	"数据长度" "数据长度"+1	2	采用 CRC16，高字节在前对"包头+"数据长度"+数据"进行校验
5	包尾	"数据长度"+2	1	固定为}'

注意：

- 1、设备编号（字符类型）：主控板 ID 为'1'，手机 ID 为'2'，AI 板 ID 为'3'
- 2、转义方法：原始数据内数据出现 '{'、'}'、'-' 这三个字符时，数据替换成 '-' 加原始数据加 1。例如原始数据 data[0]='{'，则打包后 pack[0]='{'，pack[1]=0x00，pack[2]=0x05，pack[3]='-'，pack[4]='{' + 1，pack[5]=0x41，pack[6]=0x04，pack[7]='}'。

示例代码

二. APP 通信协议

遵循"通用协议包基准"。

2.0、指令码总表

指令码总表				
序号	定义	功能码 1	功能码 2	备注
1	心跳	1	0: 手机下发，版本上传 1: 数据上传	
2	手动控制	2	1: 行走轮控制 2: 前滚刷	

```
Commented [SW1]: /* 数据协议打包
*
* @param pack 打包后的数据
* @param data 原始数据
* @param len 原始数据长度
*
* @return 返回打包后的数据长度
*/
uint16_t pack_data(uint8_t *pack, uint8_t *data, uint16_t len) {
    if(pack == NULL || data == NULL) return 0;

    uint16_t index = 0;
    uint16_t crc = 0;

    pack[index++] = '{'; // 包头
    index += 2; // 数据长度（占位 2 个字节）

    // 转义特殊字符
    for (int i = 0; i < len; i++) {
        if (data[i] == '{' || data[i] == '}' || data[i] == '-') {
            // 替换特殊字符
            pack[index++] = '-';
            pack[index++] = data[i] + 1;
        }
        else {
            pack[index++] = data[i];
        }
    }

    // 计算数据长度: 包头 + 数据长度 + 转义后原始数据
    pack[1] = index >> 8;
    pack[2] = index & 0xFF;
    // 计算校验码: 包头 + 数据长度 + 转义后原始数据
    crc = crc16_ccitt(pack, index);

    pack[index++] = crc >> 8;
    pack[index++] = crc & 0xFF;
    pack[index++] = '}'; // 包尾

    return index; // 返回打包后的数据长度
}

/* 数据协议解包
*
* @param data 解包后的数据
* @param pack 需要解包的数据
* @param len 解包的数据长度
*
* @return 返回解包后的数据长度:
* 0 表示参数异常
* -1 表示包长度异常
* -2 表示包头包尾异常
* -3 表示校验失败
*/
int16_t unpack_data(uint8_t *data, uint8_t *pack, uint16_t len) {
    if (data == NULL || pack == NULL) return 0;
```

			3: 后滚刷 4: 水泵 5: IMU_Z 复位	
3	模式切换	3	工作模式	
4	自动控制参数	4	1: 直线速度 2: 转向速度 3: 滚刷速度 4: 水泵速度	
5	C01 心跳	5		

2.1、心跳

2.1.1、手机发送给主控板心跳包（发送间隔 1~2 秒，超时时间 5 秒）

APP 发送心跳包				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	手机 ID: '2'
3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 1
5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	数据	5 .. 4+N	N	

2.1.2、主控板接收到心跳包时返回数据（接收到的包计数等于 1 时）

主控板返回数据				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: '2'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	功能码 1	3	1	固定为 1

5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	设备 ID	5 .. 14	10	示例: "WTCR250301"
7	软件版本	15 .. 24	10	示例: "VF25.04.00"
8	硬件版本	25 .. 34	10	示例: "VH25.03.20"

2.1.3、主控板接收到心跳包时返回数据（接收到的包计数不等于 1 的心跳包）

主控板返回数据				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: 2
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: 1
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	功能码 1	3	1	固定为 1
5	功能码 2	4	1	固定为 1
6	机器状态	5 6	2	设备状态
7	左轮速度	7 8	2	正数前进，负数后退。 单位: mm/s
8	右轮速度	9 10	2	正数前进，负数后退。 单位: mm/s
9	前滚刷速度	11 12	2	正数向前混动，负数向后滚动。 单位: 0.1rpm
10	后滚刷速度	13 14	2	正数向前混动，负数向后滚动。 单位: 0.1rpm
11	水泵速度	15 16	2	级别-100 到 + 100
12	系统电压	17 18	2	单位: mV
13	系统电流	19 20	2	单位: mA
14	充电电压	21 22	2	单位: mV

15	充电电流	23 24	2	单位: mA
16	左行走轮电流	25 26	2	单位: mA
17	右行走轮电流	27 28	2	单位: mA
18	前滚刷电流	29 30	2	单位: mA
19	后滚刷电流	31 32	2	单位: mA
20	水泵电流	33 34	2	单位: mA
21	舱内进水电压	35 36	2	单位: mV
22	车头入水电压	37 38	2	单位: mV
23	车尾入水电压	39 40	2	单位: mV
24	左前距离	41 42	2	单位: mm
25	左中距离	43 44	2	单位: mm
26	左后距离	45 46	2	单位: mm
27	中前距离	47 48	2	单位: mm
28	中间底部距离	49 50	2	单位: mm
29	中后距离	51 52	2	单位: mm
30	右前距离	53 54	2	单位: mm
31	右中距离	55 56	2	单位: mm
32	右后距离	57 58	2	单位: mm
33	Roll 角度	59 60	2	单位: 0.01°
34	Pitch 角度	61 62	2	单位: 0.01°

35	Yaw 角度	63 64	2	单位: 0.01°
36	X 轴角速度	65 66	2	单位: 0.01°/S
37	Y 轴角速度	67 68	2	单位: 0.01°/S
38	Z 轴角速度	69 70	2	单位: 0.01°/S
39	X 轴加速度	71 72	2	单位: 0.001g
40	Y 轴加速度	73 74	2	单位: 0.001g
41	Z 轴加速度	75 76	2	单位: 0.001g
42	四元数 X	77 78	2	
43	四元数 Y	79 80	2	
44	四元数 Z	81 82	2	
45	四元数 W	83 84	2	

2.1.4、主控板接收到心跳包时 C01 返回数据

主控板返回数据				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: '2'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	功能码 1	3	1	固定为 5
5	功能码 2	4	1	1、状态数据
6	机器状态	5 6	2	设备状态
7	系统电压	7 8	2	单位: mV
8	系统电流	9 10	2	单位: mA

说明:

机器状态							
BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8
异常			距离 s	IMU	水泵	滚刷	
BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
驱动轮		通信模块		充电状态		电源状态	

注:

- BIT 位为 1 表示出现异常。
- 电源状态：2 表示开机，3 表示关机
- 充电状态：0 表示未充电，1 表示低电压，2 表示正在充电，3 表示充满

2.2、行走轮控制

2.2.1、手机发送的行走方向控制

APP 发送行走轮操作				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	手机 ID: '2'
3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 2
5	功能码 2	4	1	固定为 1
6	左轮目标速度	5 6	2	正数前进，负数后退。 单位: mm/s
7	右轮目标速度	7 8	2	正数前进，负数后退。 单位: mm/s

2.2.2、设备收到后返回应答

设备收到后返回应答				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: '2'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	接收到的包计数

4	应答状态	3	1	1：表示确认，其他：暂定
---	------	---	---	--------------

2.3、手动控制

2.3.1、手机发送的手动控制

APP 发送的手动控制				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID：‘1’
2	发送者 ID	1	1	手机 ID：‘2’
3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 2
5	功能码 2	4	1	2：前滚刷 3：后滚刷 4：水泵 5：IMU 复位 6：舵机角度 7：喷头开关 8：结束工作并返回
6	速度	5 6	2	单位： 1：滚刷 rpm，正数正转，负数反转 2：水泵%，正数正转，负数反转 3：舵机角度 0.1 度，正数正转，负数反转 4：喷头开关，1 开 0 关

2.3.2、设备收到后返回应答

设备收到后返回应答				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID：‘2’
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID：‘1’
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	应答状态	3	1	1：表示确认，其他：暂定

2.4.2、设备收到后返回应答

设备收到后返回应答				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: '2'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	应答状态	3	1	1: 表示确认, 其他: 暂定

2.4、模式切换

2.5.1、手机发送的模式切换

手机发送的模式切换				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	手机 ID: '2'
3	包计数	2	1	循环计数, 用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 3
5	功能码 2	4	1	<u>工作模式</u>
6	参数	5	2	自动模式开始: 0、有水清洗模式 1、无水清洗模式 2、无水冲洗模式 其他模式 1: 确认

注:

1、设备处于的工作模式:

- 0、待机模式
- 1、软急停模式
- 2、恢复模式
- 3、手动模式
- 4、自动模式开始
- 5、自动模式停止
- 6、自动模式暂停
- 7、自动模式恢复

2.5.2、设备收到后返回应答

设备收到后返回应答				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: '2'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	应答状态	3	1	1: 表示确认, 其他: 暂定

2.5、自动模式参数设置

2.6.1、手机发送的自动模式参数设置

手机发送的自动模式参数设置				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	手机 ID: '2'
3	包计数	2	1	循环计数, 用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 4
5	功能码 2	4	1	0: 获取参数 1: 轮子直线速度 2: 轮子转向速度 3: 滚刷速度 4: 水泵速度 5: 预留距离前方 6: 预留距离后方 7: 预留距离左侧 8: 预留距离右侧 9: 自动作业间隔距离 10: 墙面冲洗角度 11: 墙面冲洗速度 12: 地面冲洗角度
6	速度	5 6	2	单位: 轮子速度 mm/s, 滚刷速度 rpm, 水泵速度%, 距离 mm,

				冲洗角度 0.1°, 冲洗速度 0.01°/s,
--	--	--	--	-----------------------------

2.6.2、设备收到后返回应答

设备收到后返回应答				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	手机 ID: '2'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	功能码 1	3	1	固定为 4
5	功能码 2	4	1	固定为 1
6	直线速度	5 6	2	自动模式前后运动速度
7	转向速度	7 8	2	自动模式转向速度
8	滚刷速度	9 10	2	自动模式滚刷速度
9	水泵速度	11 12	2	自动模式水泵速度

三. Lora 通信协议

phone---gateway---devices

场景：一部手机（或平板）连接一个网关设备，一个网关设备连接多个作业设备。

- 1、 设备开机后处于接收状态，网关开机后也处于接收状态。
- 2、 手机连接网关的 WIFI，输入要控制的设备 ID 号（开机默认读取保存的 ID），在 APP 中选择网关模式。
- 3、 手机发送数据到网关，网关获取设备 ID 号，网关转发给设备，设备收到后，解析是否是自己，然后进行回复。
- 4、 网关收到设备数据，解析 ID，是否是要控制的 ID，是则将数据转发给手机。
- 5、 设备接收到数据判定是网关还是 WIFI 数据，是网关数据则需要按照网关协议包基准进行数据解析与回复。

网关协议包基准				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	设备 ID 号	0-2	3	设备 ID 号后六位转换成 3 个十进制数据 示例：“250301”
2	无网关时的数据			遵循“通用协议包基准”

四. AI 通信协议

遵循“通用协议包基准”。

串口通信：波特率 1MHz，8 位数据位，1 位停止位，无校验。

4.1、作业逻辑

1、手机配置自动作业参数，选择工作模式，点击开始自动作业。

2、开始自动作业后，主控板发送自动作业参数给 AI 板，等待 AI 板返回收到确认。

3、主控板通过心跳将自动作业工作模式发送给 AI 板，AI 板接收到自动作业开始后，对设备进行控制。

4、有水清洗模式：由主控板加超声波进行作业控制。

5、无水清洗模式：由 AI 板加雷达进行作业控制。

~~6、无水冲洗模式：开始自动作业时，由主控板加雷达（AI 板提供四个方向距离与角度）对墙面进行冲洗，主控板完成墙面冲洗后，交由 AI 板进行地面冲洗。~~

6、无水冲洗模式：由 AI 板加雷达控制作业运动，交互发送冲洗动作，冲洗动作分为墙面和地面冲洗。

4.2、心跳

4.1.1、AI 发送给主控板心跳包（发送间隔 1 秒，超时时间 3 秒，最短间隔不小于 50ms）

AI 发送心跳包				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	AI 板 ID: '3'
3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 1
5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	数据	5 .. 4+N	N	

4.1.2、非自动模式，主控板接收到心跳包时返回数据。

主控板返回数据				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	AI 板 ID: '3'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	循环计数, 用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 1
5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	机器状态	5 6	2	出现异常的 BIT 位置 1
7	工作模式	7	1	工作模式
8	左轮速度	8 9	2	正数前进, 负数后退。 单位: mm/s
9	右轮速度	10 11	2	正数前进, 负数后退。 单位: mm/s
10	Roll 角度	12 13	2	单位: 0.01°
11	Pitch 角度	14 15	2	单位: 0.01°
12	Yaw 角度	16 17	2	单位: 0.01°

4.1.3、有水清洗模式, 主控板接收到心跳包时返回数据。

主控板返回数据				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	AI 板 ID: '3'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	循环计数, 用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 1
5	功能码 2	4	1	固定为 1
6	机器状态	5 6	2	出现异常的 BIT 位置 1
7	工作模式	7	1	工作模式

8	左轮速度	8 9	2	正数前进，负数后退。 单位：mm/s
9	右轮速度	10 11	2	正数前进，负数后退。 单位：mm/s
10	Roll 角度	12 13	2	单位：0.01°
11	Pitch 角度	14 15	2	单位：0.01°
12	Yaw 角度	16 17	2	单位：0.01°
13	左前距离	18 19	2	单位：mm
14	左中距离	20 21	2	单位：mm
15	左后距离	22 23	2	单位：mm
16	中前距离	24 25	2	单位：mm
17	中间底部距离	26 27	2	单位：mm
18	中后距离	28 29	2	单位：mm
19	右前距离	30 31	2	单位：mm
20	右中距离	32 33	2	单位：mm
21	右后距离	34 35	2	单位：mm

4.1.4、无水清洗/冲洗模式，主控板接收到心跳包时返回数据。

主控板返回数据				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	AI 板 ID: '3'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 1
5	功能码 2	4	1	固定为 2

6	机器状态	5 6	2	出现异常的 BIT 位置 1
7	工作模式	7	1	工作模式
8	左轮速度	8 9	2	正数前进，负数后退。 单位：mm/s
9	右轮速度	10 11	2	正数前进，负数后退。 单位：mm/s
10	Roll 角度	12 13	2	单位：0.01°
11	Pitch 角度	14 15	2	单位：0.01°
12	Yaw 角度	16 17	2	单位：0.01°
13	当前冲洗动作	18	1	0: 未进行冲洗 1: 墙面冲洗 2: 地面冲洗 3: 当前冲洗结束

4.3、控制

4.2.1、发送 AI 作业参数。

开启自动模式时，发送作业参数给 AI 板，当 AI 板返回确认后，不再发送作业参数。

发送 AI 作业参数				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	AI 板 ID: '3'
2	发送者 ID	1	1	主控板 ID: '1'
3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 2
5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	机器状态	5 6	2	出现异常的 BIT 位置 1
7	工作模式	7	1	工作模式

8	清洗模式	8	1	0: 有水清洗 1: 无水清洗 2: 无水冲洗
9	前方安全距离	9 10	2	单位: mm
10	后方安全距离	11 12	2	单位: mm
11	左侧安全距离	13 14	2	单位: mm
12	右侧安全距离	15 16	2	单位: mm
13	作业右移距离	17 18	2	单位: mm

4.2.2、接收 AI 作业参数回复。

设备收到后返回应答				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	AI 板 ID: '3'
3	包计数	2	1	接收到的包计数
4	功能码 1	3	1	固定为 2
5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	应答状态	5	1	1: 表示确认, 其他: 暂定

4.2.3、AI 发送自动作业控制（作为心跳包发送，数据返回在心跳包中）。

AI 接收自动作业参数，返回应答后，即可发送自动作业控制。自动模式下，行走轮由 AI 控制。

AI 发送心跳包				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	接收者 ID	0	1	主控板 ID: '1'
2	发送者 ID	1	1	AI 板 ID: '3'

3	包计数	2	1	循环计数，用于判断是否新包
4	功能码 1	3	1	固定为 3
5	功能码 2	4	1	固定为 0
6	左轮目标速度	5 6	2	正数前进，负数后退。 单位：mm/s
7	右轮目标速度	7 8	2	正数前进，负数后退。 单位：mm/s
8	目标冲洗动作	9	1	0：不进行冲洗 1：开始墙面冲洗 2：开始地面冲洗 3：冲洗结束

五. C01 通信协议

5.1、通信逻辑

APP 发送数据给基站，基站判断数据是由 Lora 或 C01 发送，设备接收到数据后，通过接收到的通道进行返回数据。

5.2、通信协议

5.2.1、状态数据上传

使用多字节传输，数据上传由包号进行交替发送。

设备状态数据上传				
序号	定义	占位	字节数	备注
1	包号	0	1	固定：1
2	设备状态	1 2	2	设备状态
3	电压	1	1	实际电压=电压+10V(0.1V)
4	电流	1	1	0.1A

5.2.2、遥控控制

使用遥控模式，发送状态位进行控制。

手动控制							
序号	BIT0 BIT1 BIT2	BIT3	BIT4	BIT5	BIT6	BIT7	
1	0、心跳						
2	1、行走控制	0、停止 1、前进 2、后退 3、左转 4、右转					
3	2、电机控制	1、滚刷 2、水泵 3、IMU 复位 4、舵机角度 5、喷头开关			0、停止 1、启动		
4	3、作业控制	1、软急停模式 2、手动模式			自动模式开始： 0、有水清洗模式		

		3、自动模式开始 4、自动模式停止 5、结束工作并返回			1、无水清洗模式 2、无水冲洗模式 其他模式 1: 确认		
5							
6							