

L81的SOC&MCU通讯协议

背景描述

SOC，采用了RK3566，Android 11。主要负责用户应用和复杂的运算工作，例如图像处理、轨迹规划等；

MCU，采用了GD322L23RC。主要负责周边传感器、执行器的数据采集和命令控制的工作，例如接近传感器数据读取、舵机转动等。

SOC和MCU之间采用了全双工串口通讯，为了稳定高效的完成通讯，规定了如下通讯协议。

需求分析

- 1. SOC动作分类
 - a. 数据读取
 - b. 操作指令
 - c. 睡眠唤醒
 - d. 固件升级
- 2. MCU动作分类
 - MCU作为SOC的扩展板，主要接受来自SOC的指令并进行反馈。
- 3. 通讯协议要以简单、稳定、易维护、易扩展为及基础

协议框架

以AT命令为base，设计自己的AT命令

协议描述

发送：AT+CMD， param1， param2， param3,.....， paramn

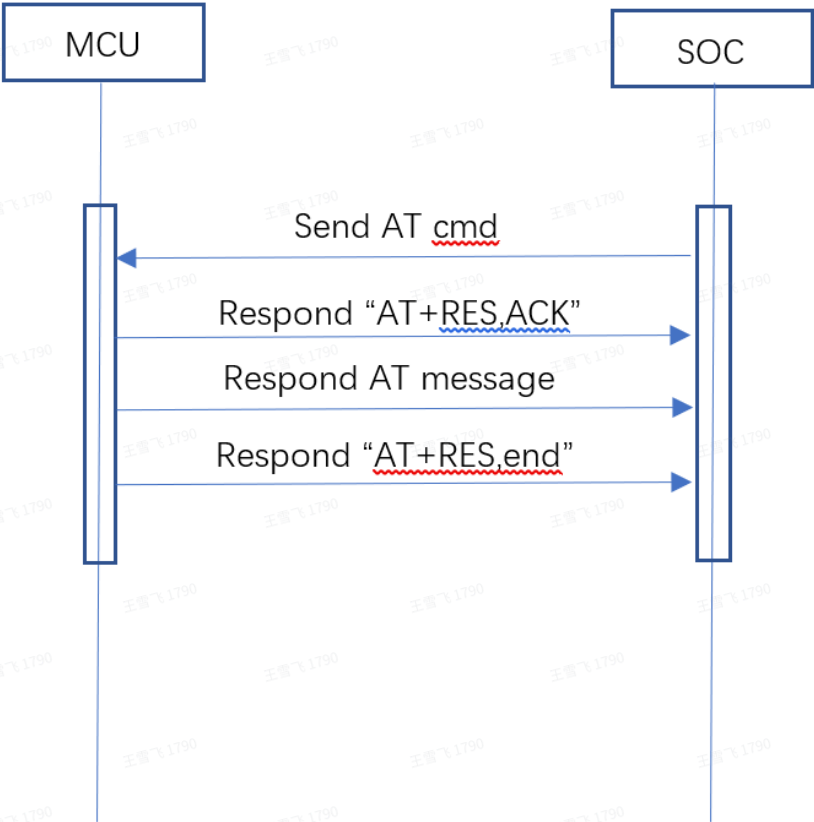
反馈：AT+RES， result1， result2， result3,.....,resultn

ID	AT Command	param	comment

0	AT+MOTORW	[pulse value]	舵机操作
1	AT+MOTORR	-	读取角度ADC值
2	AT+RES	[result1,result2....]	状态反馈

AT命令详细描述参考下面“AT命令列表”

协议详述



1. SOC 发送请求AT命令
2. MCU接收AT命令并进行处理
3. MCU首先发送AT+RES,ACK\r\n，进行应答
4. 其次MCU答复具体的AT请求信息
5. 最后MCU发送AT+RES,end\r\n表示发送完毕

协议规范

1. 命令标准格式

AT+cmd,param1,param2,...,paramN\r\n

说明

- a. 命令全部为英文半角
- b. 命令开头固定以“AT+”开始
- c. 命令最后固定以“\r\n”结束
- d. AT命令中不能有空格

AT命令长度要求

- a. AT命令最大长度小于64个字符
- b. “AT+cmd”最大长度不超过10个字符
- c. "param1,param2,...,paramN\r\n"最大长度不超过54个字符
- d. 单个param长度不超过6个字符
- e. param个数不超过6个参数

2. 传输格式

基于串口的字符串传输。

类型	内容
传输波特率	115200
一个数据为长度	8
奇偶校验位	NONE
停止位	1
流控	NONE

3. 数据描述

- a. AT命令句柄描述

typedef struct

{

char *name; //AT command name, eg, AT+MOTERR, AT+SENSORW and so on

uint8_t (*ATfunc)(char params[]); // AT command handle function

}ATcmd_handler_type; //this used for registering an AT command in system

b. AT命令数据描述

```
typedef struct{
    char *name;
    char *params;
}ATcmd_type;
```

c. AT命令句柄队列

```
typedef struct ATcmd_handler_list_type
{
    ATcmd_handler_type *ATcmd_handler;
    struct ATcmd_handler_list_type *prev;
    struct ATcmd_handler_list_type *next;
}ATcmd_handler_list_type;
```

4. 接口描述

- a. 记录所有AT命令及对应句柄的列表，AT框架初始化时会自动扫描此数据结构并完成所有AT命令的注册

```
static ATcmd_handler_type ATcmd_handler[] = {
    {"AT+MOTORW", &l81_AT_MOTOR_W_func},
    {"AT+MOTORR", NULL}
};
```

- b. AT框架初始化接口，需要在系统启动的时候调用

```
void ATcmd_init(void);
```

- c. AT框架服务函数，在系统主函数中调用，监控串口是否接收到了有效的AT命令，并自动执行对应的AT命令处理函数

```
void ATcmd_server();
```

AT命令列表

该列表列举了系统支持的AT命令。

序号	命令说明	AT命令	AT命令参数	返回值	描述
0				正常返回值：	参数描述：

	单个舵机控制	AT+MOTORW	motor_num,value_type,value motor_num,value_type,value	AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	motor_num: 1 表示1号舵机 2 表示2号舵机 3 表示3号舵机 4 表示4号舵机 5 表示5号舵机 6 表示6号舵机 value_type: 0 表示angle value 1 表示pulse value Value: angle type, 取值范围: 0~180 pulse type, 取值范围: 500~2500 举例: AT+MOTORW,1,1,500\r\n 向1号舵机写入pulse值500 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT命令正常返回 AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n
1	单个舵机读取	AT+MOTORR	motor_num	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,motor,motor_num,ADC_Value\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述: motor_num: 1 表示1号舵机 2 表示2号舵机 3 表示3号舵机 4 表示4号舵机 5 表示5号舵机 6 表示6号舵机 举例: AT+MOTORR,1\r\n 读取1号舵机角度对应的ADC值 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT命令成功返回, 后面紧跟返回结果 AT+RES,motor,1,2000\r\n 返回1号舵机ADC值2000 AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n

				AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n
2	陀螺仪原始数据操作	AT+AG	sensor_type	<p>参数描述: sensor_type:0 表示 acc 1 表示 gyro 2 表示 acc+gyro</p> <p>正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,sensor_type,x_value,y_value,z_value\r\n AT+RES,accx_value,accy_value,accz_value,gyrox_value,gyroy_value,gyroz_value\r\n AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n</p> <p>举例: AT+AG,0\r\n 读取acc数据 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT命令成功返回,后面紧跟返回结果 AT+RES,acc,0.153234,-0.148446,9.445463\r\n 返回acc x, y, z值 AT+RES,end\r\n 举例: AT+AG,2\r\n 读取acc+gyro数据 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT命令成功返回,后面紧跟返回结果 AT+RES,a+g,0.153234,-0.086194,9.378423,-0.028362,0.008181,-0.001091\r\n AT+RES,end\r\n 返回acc和gyro数据, accx, accy, accz, gyrox, gyroy, gyroz 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n </p>
3	悬崖检测, ADC值	AT+CLIFFR	NULL	<p>参数为空 举例: AT+CLIFFR\r\n 读取悬崖传感器数据 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT命令成功返回,后面紧跟返回结果 AT+RES,273,291,225,230\r\n AT+RES,end\r\n 返回值左前脚悬崖, 左后脚悬崖, 右前脚悬崖, 右后脚悬崖 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 </p>

				AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	AT+RES,end\r\n	
4	悬崖检测，安全，危险判断	AT+CLIFFD	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,safe_status\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例1： AT+CLIFFR\r\n 读取悬崖传感器数据 返回值1： AT+RES,ACK\r\n AT命令成功返回，后面紧跟返回结果 AT+RES,safe\r\n 返回值safe，安全。 AT+RES,end\r\n 举例2： AT+CLIFFR\r\n 读取悬崖传感器数据 返回值2： AT+RES,ACK\r\n AT命令成功返回，后面紧跟返回结果 AT+RES,danger\r\n 返回值danger，危险。 AT+RES,end\r\n 错误返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	
5	读取备份数据地址	AT+LADDR (仅用于工厂)	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK AT+RES,ACCX_ADDR:0x803d000 AT+RES,ACCY_ADDR:0x803d00c AT+RES,ACCZ_ADDR:0x803d018 AT+RES,GYROX_ADDR:0x803d024 AT+RES,GYROY_ADDR:0x803d030 AT+RES,GYROZ_ADDR:0x803d03c AT+RES,TOF_ADDR:0x803d048	参数为空 举例： AT+LADDR\r\n 读取已定义的地址列表 返回值： 参见返回值一列。 错误返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	

				AT+RES,SN_ADDR:0 x803d050 AT+RES,Ver_ADDR:0 x803d060 AT+RES,USER_ADDR _END:0x803d070 AT+RES,end 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	
6	标定数据写	AT+FM CW (仅用于工厂)	addr,data	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述: addr: 必须以0x开头的十六进制作为参数, 可用的地址可以通过AT+FMCDUMP\r\n指令获取。 data: 满足对应地址需求的数据, 长度小于12个byte 举例: AT+FM CW,0x803d000,-1.234595\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT 命令异常返回 AT+RES,end\r\n
7	标定数据读	AT+FM CR (仅用于工厂)	addr	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,data\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述: addr: 必须以0x开头的十六进制作为参数, 可用的地址可以通过AT+FMCDUMP\r\n指令获取。 举例: AT+FM CW,0x803d000\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,-1.234595\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT 命令异常返回

					AT+RES,end\r\n
8	AT+FMCDUMP P (禁用)	NULL	<p>正常返回值：</p> <p>AT+RES,ACK</p> <p>AT+RES,addr:0x803d000, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d004, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d008, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d00c, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d010, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d014, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d018, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d01c, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d020, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d024, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d028, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d02c, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d030, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d034, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d038, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d03c, data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d040, data:0xffffffff</p>	<p>参数为空</p> <p>举例：AT+FMCDUMP\r\n 读取定义地址列表的所有数据</p> <p>返回值：参见返回值 一列。</p> <p>错误返回值：AT+RES,ACK\r\n</p> <p>—————AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回</p> <p>—————AT+RES,end\r\n</p>	

			<p>AT+RES,addr:0x803d044,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d048,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d04c,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d050,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d054,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d058,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,addr:0x803d05c,data:0xffffffff</p> <p>AT+RES,end</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,wrong message\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	
9	<p>AT+VerR</p> <p>对应0x803d060</p>	NULL	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,data\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,wrong message\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数为空</p> <p>举例: AT+VerR\r\n 读取定义地址列表的所有数据</p> <p>返回值: 参见返回值一列</p> <p>错误返回值: AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,no version data\r\n AT 命令异常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>
	<p>AT+SNR</p> <p>对应0x803d050</p>	NULL	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,data\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p>	<p>参数为空</p> <p>举例: AT+SNR\r\n 读取定义地址列表的所有数据</p> <p>返回值: 参见返回值一列</p> <p>错误返回值: AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,no version data\r\n AT 命令异常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>

			AT+RES,wrong message\r\nAT+RES,end\r\n		
	双耳灯控制	AT+LEDOn	color 正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,red(green/blue) on\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述 color: 1: 红色-red 2: 绿色-green 3: 蓝色-blue 4: 橙色-orange 5: 白色-white 6: 黄色-yellow 7: 紫色-purple 8: 青色-cyan 9: 黑色-black 举例：AT+LEDOn,1\r\n 红灯亮 返回值：参见返回值一列 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,no version data\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	
	双耳灯关	AT+LEDOff	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,off\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+BATR\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,off\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	
		AT+BATR	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n	参数为空 举例：AT+BATR\r\n	

			<p>AT+RES,voltage\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,wrong message\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,4100\r\n //4100表示电压值</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值: AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>
	AT+Lid	NULL	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,id\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,wrong message\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数为空</p> <p>举例: AT+Lid\r\n</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,0x12\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值: AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,didn't get device id\r\n</p> <p>AT命令异常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>
	AT+Pid	NULL	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,id\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,wrong message\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数为空</p> <p>举例: AT+Pid\r\n</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,0xd3\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值: AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,didn't get device id\r\n</p> <p>AT命令异常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>
	AT+Tid	NULL	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,id\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p>	<p>参数为空</p> <p>举例: AT+Tid\r\n</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,0xa9610b00\r\n</p>

				AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,didn't get device id\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n
		AT+Did	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,id\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例: AT+Did\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,0xd8\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,didn't get device id\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n
		AT+AGID		正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,id\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例: AT+AGID\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,0x05\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,didn't get device id\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n
	舵机腿和脚的动作操作	AT+MOVE	move _cmd, move _step, speed	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述: move_cmd: 1 表示向前走 (默认参数: step=n,speed=3) 2 表示向后走 (默认参数: step=n,speed=3) 3 表示左转 (默认参数: step=n,speed=3) 4 表示右转 (默认参数: step=n,speed=3) 5 表示螃蟹步 左走 (默认参数: step=n,speed=3) 6 表示螃蟹步 右走 (默认参数: step=n,speed=3) 7 表示左抖腿 (默认参数: step=1,delay=2)

8表示右抖腿 (默认参数: step=1,delay=2)

9 表示左抖脚 (默认参数: step=2,delay=3)

10 表示右抖脚 (默认参数: step=2,delay=3)

11表示左翘脚 (默认参数: step=1,delay=1)

12 表示右翘脚 (默认参数: step=1,delay=1)

13 表示左倾身 (默认参数: step=1,delay=6)

14 表示右倾身 (默认参数: step=1,delay=6)

15 表示左跺脚 (默认参数: step=1,delay=3)

16 表示右跺脚 (默认参数: step=1,delay=3)

17 表示身体上下摆动 (默认参数:
step=1,delay=1)

18 表示身体左右摆动 (默认参数:
step=1,delay=1)

19 表示左右摇头 (默认参数: step=2,delay=1)

20 表示稍息 (默认参数: step=1,delay=1)

21 表示原地左转 (默认参数: step=1
($\approx 20^\circ$),delay=3)

22 表示原地右转 (默认参数: step=1
($\approx 20^\circ$),delay=3)

23 表示双抖脚 (默认参数: step=3,delay=1)

24 表示微抖 (默认参数: step=1,delay=3)

25 表示微左转 (默认参数: step=1
($\approx 5^\circ$),delay=3)

26 表示微右转 (默认参数: step=1
($\approx 5^\circ$),delay=3)

27 表示摇摆 (默认参数: step=1,speed=3)

28 表示摇头 (默认参数: step = 1, speed = 3)

29 表示随机动作29 (默认参数: step = 1, speed
= 3)

30 表示随机动作30 (默认参数: step = 1, speed
= 3)

31 表示随机动作31 (默认参数: step = 1, speed
= 3)

32 表示随机动作32 (默认参数: step = 1, speed
= 3)

33 表示随机动作33 (默认参数: 最小次数3,
speed = 3)

34 表示微转脚 (默认参数: 最小次数3,
speed = 3)

35 表示随机动作35 (默认参数: step = 1, speed
= 3)

36 表示随机动作36 （默认参数：step = 1, speed = 3)

37 表示随机动作37 （默认参数：step = 1, speed = 3)

38 表示抖左脚小 （默认参数：step = 1, speed = 3)

39 表示抖右脚小 （默认参数：step = 1, speed = 3)

40 表示随机动作40 （默认参数：step = 1, speed = 3)

41 表示随机动作41 （默认参数：step = 1, speed = 3)

42 表示随机动作42 （默认参数：step = 1, speed = 3)

43 表示小摇头 （默认参数：step = 1, speed = 3)

44 表示左躲避 （默认参数：step = 1, speed = 3)

45 表示右躲避 （默认参数：step = 1, speed = 3)

46 表示小左躲避 （默认参数：step = 1, speed = 3)

47 表示小右躲避 （默认参数：step = 1, speed = 3)

48 表示双脚外侧抖动-快速 （默认参数：step = 1, 速度固定)

49 表示双脚快抖 （默认参数：step = 1, 速度固定)

50 表示前后扭 （默认参数：step = 1, speed = 3)

51 表示小抖左脚 （默认参数：step = 1, speed = 3)

52 表示小抖右脚 （默认参数：step = 1, speed = 3)

53 表示左脚外翻 （默认参数：step = 1, speed = 3)

54 表示右脚外翻 （默认参数：step = 1, speed = 3)

55 表示左转-3度 （默认参数：step = 1, speed = 3)

56 表示右转-3度 （默认参数：step = 1, speed = 3)

57 表示右脚微转 （默认参数：step = 1, speed = 3)

58 表示右大躲避 (默认参数: step = 1, 速度固定)

59 表示搓脚-前中后搓 (默认参数: step = 1, speed = 3)

60 表示搓脚-前后搓 (默认参数: step = 1, speed = 3)

61 表示悬空动作-抬腿 (默认参数: step = 1, 速度固定)

62 表示抬腿抖脚 (默认参数: step = 1, 速度固定)

63 表示前进动作2 (默认参数: step = 1, speed = 3)

64 表示后退动作2 (默认参数: step = 1, speed = 3)

65 表示左转脚快速 (默认参数: 最小次数3, 速度固定)

66 表示右转脚快速 (默认参数: 最小次数3, 速度固定)

67 表示快速抖脚 (默认参数: step = 1, 速度固定)

68 表示快速外抖脚 (默认参数: step = 1, 速度固定)

69 表示上桩步法2 (默认参数: step = 1, speed = 1)

70 表示上桩步法3 (默认参数: step = 1, speed = 1)

71 表示桩上转身1 (默认参数: step = 1, speed = 2)

72 表示桩上转身2 (默认参数: step = 1, speed = 2)

73 表示桩上转身3 (默认参数: step = 1, speed = 2)

74 表示桩上转身4 (默认参数: step = 1, speed = 2)

75 表示桩上转身5 (默认参数: step = 1, speed = 2)

76 表示点头 (默认参数: step = 1, speed = 3)

77 表示yeah (默认参数: step = 1, speed = 3)

78 表示快速的扭动 (默认参数: step = 1, speed = 1)

79 表示身体摇晃 (默认参数: step = 1, speed = 1)

80 表示舞蹈扭动 (默认参数: step=2,speed=6)

					<p>move_step: 1 表示动作指令连续执行次数</p> <p>speed: 1 表示动作连续间的时间间隔 单位100ms</p> <p>举例：</p> <p>AT+MOVEW,1,10,2\r\n 向前走10步，速度间隔200ms</p> <p>返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n AT命令正常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>动作完成后返回：</p> <p>AT+MOVEW,cmd,step\r\n</p> <p>错误返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>
	舵机双耳的动作操作	AT+EARW	ear_cmd,ear_step,speed,angle	<p>正常返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,wrong message\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数描述：</p> <p>ear_cmd:</p> <p>1 双耳左转 90</p> <p>2 双耳右转 90</p> <p>3 双耳左转 90 (默认参数：step=3,delay=60)</p> <p>ear_step: 1 表示动作指令连续执行次数1次</p> <p>speed: 1 表示动作连续间的时间间隔 单位1ms</p> <p>angle:30 表示动作幅度单位° (0°~90°，>90° 默认90°；不传此参数 幅度默认90°)</p> <p>举例：</p> <p>AT+EARW,3,3,60,30\r\n 双耳左右转3次，速度60ms,幅度30°</p> <p>AT+EAR,3,3\r\n 双耳左右转3次完成。</p> <p>返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n AT命令正常返回</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>动作完成后返回：</p> <p>AT+EAR,cmd,step\r\n</p> <p>错误返回值：</p>

				AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	3
	AT+Mread	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,pulse\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Mread\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,1500\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	3
	AT+Mset	pulse	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Mset,1500\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	3
	AT+Munlock	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Munlock\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n	3
	AT+Msavem	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Msavem\r\n 返回值：	3

			异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令 异常返回 AT+RES,end\r\n	
	AT+Msavel	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Msavel\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令 异常返回 AT+RES,end\r\n	
	AT+Msaveh	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Msaveh\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令 异常返回 AT+RES,end\r\n	
	AT+Mreset	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+Mreset\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,err message\r\n AT命令 异常返回 AT+RES,end\r\n	

MCU RTC 时间 配置	AT+RTCw	year, month ,date, hour, min,sec	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述: year: 年 month: 月 date: 日 hour: 时 (24小时制) min: 分 sec: 秒 举例: AT+RTCw,12,12,12,12,12,12\r\n 设置MCU-RTC时间 (十进制表示) 12年12月12日12时12分12秒 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n
MCU RTC 时间 读取	AT+RTCr	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,rtc: 00/01/01 00:00:00\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例: AT+RTCr\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,rtc: 00/01/01 00:00:00\r\n 整体格式说明: "AT+RES,rtc:(空格)00/01/01(空格)00:00:00\r\n"; 日期部分: 00/01/01 --00年01月01日; 时间部分: 00:00:00 --00时00分00秒; AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT命令异常返回 AT+RES,end\r\n
MCU 软复位/ 重启	AT+Reset	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n	参数为空 举例: AT+Reset\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n

			AT+RES,end\r\n	错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n
陀螺仪校准定标	AT+AGCal	ACCX_d,ACCY_d,ACCZ_d,,GYROX_d,GYROY_d,,GYROZ_d	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误, 返回可能是异常返回值1或者异常返回值2 异常返回值1: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command doesn't hava params\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值2: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command is failed\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述: ACCX_d: 角速度x轴 ACCY_d: 角速度y轴 ACCZ_d: 角速度z轴 GYROX_d: 加速度x轴 GYROY_d: 加速度y轴 GYROZ_d: 加速度z轴 举例: AT+AGCal,1,12,102,112,12,121\r\n
发送此命令后等待android关机后MCU关机。此时间假设为10s	AT+PowerOff	NULL	NULL	参数为空 举例: AT+PowerOff\r\n 返回值: NULL 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n
标定-解锁	AT+MCalp	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值:	参数为空 举例: AT+MCalp\r\n 返回值:

				AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n
	标定 0 位-9 0°	AT+MCalm	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例: AT+MCalm\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n
	保留 (标 定 0°~9 0°)	AT+MCall	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例: AT+MCall\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n
	保留 (标 定 90°~ 180°)	AT+MCalh	NULL	正常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例: AT+MCalh\r\n 返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n 错误返回值: AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n\r\n AT+RES,end\r\n

陀螺仪算法-设置	AT+FiAGW	cmd	<p>正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong param num\r\n AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数描述：</p> <p>0：启动陀螺仪欧拉角计算</p> <p>1：停止陀螺仪欧拉角计算，初始化q0~q4,初始化卡尔曼滤波变量</p> <p>2：强制重新计算陀螺仪加速度(xyz)和角度的(xyz)误差均值</p> <p>3：停止陀螺仪读取任务（欧拉角算法，跌倒检测，摇晃检测）都停止，谨慎处理；</p> <p>举例： AT+FiAGW,0\r\n 启动陀螺仪算法 AT+FiAGW,1\r\n 停止陀螺仪算法 AT+FiAGW,2\r\n 初始化算法中的q值</p> <p>返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong param num\r\n AT+RES,end\r\n</p>
陀螺仪算法-读取	AT+FiAGR	NULL	<p>正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong,gyro avg not ready\r\n AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数为空</p> <p>举例： AT+FiAGR\r\n</p> <p>返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n AT+RES,yaw ,90.01\r\n</p> <p>格式整体说明：yaw ，水平旋转角度（精度小数点后两位）</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong,gyro avg not ready\r\n AT+RES,end\r\n</p>
对桩红外收-启动	AT+IRstart	NULL	<p>正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,IR start already\r\n AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值： AT+RES,ACK\r\n</p>	<p>参数为空</p> <p>举例： AT+IRstart\r\n</p> <p>返回值：</p> <p>AT+RES,ACK\r\n //AT+RES,IR_DATA:R 81 1 fe AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值： AT+RES,ACK\r\n</p>

				AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	
	对桩 红外 收-关 闭	AT+IRs top	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,IR stop\r\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,IR stop already\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+IRstart\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,IR stop\r\n 格式整体说明：收到指令关闭接收，关闭持续 上报 AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,IR stop already\r\n AT+RES,end\r\n	
	激光 测距 +修 正-读 取	AT+Tof R	NULL	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,valuer\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,This command hava no params\r\n AT+RES,end\r\n	参数为空 举例：AT+TofR\r\n 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,100\r\n 格式整体说明：100：返回实际测距值 = 实际 测试值 + 修正值 单位mm AT+RES,end\r\n 错误返回值：AT+RES,ACK\r\n AT+RES,ERR,tof broken\r\n AT+RES,end\r\n	
	激光 测距 原值- 读取	AT+Tof CalR	cmd	正常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,valuer\n AT+RES,end\r\n 异常返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong message\r\n AT+RES,end\r\n	参数描述： cmd = 1：启动tof原始值均值计算 cmd = 2：获取tof原始值均值 举例： AT+TofCalR,1\r\n //启动tof原始值均值计算 返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,end\r\n	

				<p>AT+TofCalR,2\r\n //获取tof原始值均值</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,100\r\n //格式整体说明: 100: 实际测试值 (均值) 单位mm</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,not ready\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	
激光测距修正值-写	AT+TofCal	value	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,This command hava no params\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数描述:</p> <p>value:有符号修正值</p> <p>举例: AT+TofCal,10\r\n</p> <p>说明:修正值10mm,修正读取=真实值+修正值</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>错误返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,This command hava no params\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	
激光测试主动上报设置	AT+TofSet	onOff, value	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,This command hava no params\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数描述:</p> <p>onOff:0 关闭主动上报, 1 开启主动上报</p> <p>注意: 开启主动上报后不允许被动读取;</p> <p>value:上报时间间隔, 单位ms, 范围100ms~10000ms;</p> <p>举例:</p> <p>AT+TofSet,1,500\r\n</p> <p>说明:开启tof主动上报, 周期500ms</p> <p>AT+TofSet,0,500\r\n</p> <p>说明:关闭tof主动上报</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	

				<p>错误返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,This command hava no params\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	
温湿度-读	AT+THR	cmd	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,value\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,wrong param num\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数描述:</p> <p>cmd:0--读取设备ID</p> <p>举例:</p> <p>AT+THR,0\r\n //读温湿度ID</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK</p> <p>AT+RES,0x20F0 //设备ID</p> <p>AT+RES,end</p> <p>错误返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,0X000\r\n //ID错误</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	
地磁-读	AT+QMCRCR	cmd	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,value\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,wrong param num\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	<p>参数描述:</p> <p>cmd:0--读取设备ID</p> <p>举例:</p> <p>AT+QMCRCR,0\r\n //读取地磁ID</p> <p>返回值:</p> <p>AT+RES,ACK</p> <p>AT+RES,0x80 //设备ID</p> <p>AT+RES,end</p> <p>错误返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,ERR,didn't get device id\r\n //ID错误</p> <p>AT+RES,end\r\n</p>	
功能开关控制	AT+FunCtrl	fun,status	<p>正常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,end\r\n</p> <p>异常返回值:</p> <p>AT+RES,ACK\r\n</p> <p>AT+RES,Err,wrong param num\r\n</p>	<p>参数描述:</p> <p>fun:</p> <p>1--环境光任务</p> <p>2--触摸任务（暂不支持）</p> <p>3--腿和脚舵机电源</p>	

			AT+RES,end\r\n	4--耳朵灯（只支持关） 5--悬崖和悬空检测任务 6--陀螺仪数据采集与欧拉角算法任务 status: 0--关闭 1--开启 举例： AT+FunCtr,5,0\r\n //悬崖和悬空检测任务 返回值： AT+RES,ACK AT+RES,end 错误返回值： AT+RES,ACK\r\n AT+RES,Err,wrong value %d, status is[0,1]\r\n // 状态值错误 AT+RES,end\r\n	

MCU主动上报指令

序号	命令说明	AT命令	AT命令参数	描述
1	环境光上报，200ms周期上报	AT+INT	light,light_value	实例：AT+INT,light,50\r\n light:传感器名； 50：环境光值 0~65535；
2	人感上报，200ms周期上报	AT+INT	person,person_flag	实例：AT+INT,person,1\r\n person:传感器名； 1: 0-无人 1-有人；
3	触摸上报，中断触发	AT+INT	touch,touch_state	实例： 1， 单击 AT+INT,touch,1\r\n

				2, 双击 AT+INT,touch,2\r\n 3, 长按 AT+INT,touch,3\r\n	
4	悬崖主动上报, 悬崖触发	AT+INT	cliff,danger_flag	实例: //悬崖危险 danger_flag=1 AT+INT,cliff,1\r\n //悬崖危险解除 danger_flag = 0 AT+INT,cliff,0\r\n	
5	悬空主动上报	AT+INT	suspend,suspend_flag	实例: //悬空状态 suspend_flag=1 AT+INT,suspend,1\r\n //非悬空状态 suspend_flag= 0 AT+INT,suspend,0\r\n	
6	摇晃主动上报	AT+INT	waggle,waggle_flag	实例: //摇晃 waggle_flag=1 AT+INT,waggle,1\r\n	
7	跌倒检测, 主动上报	AT+INT	down,down_flag	实例: //站立 down_flag = 0 AT+INT,down,0\r\n //倒立 down_flag = 1 AT+INT,down,1\r\n //躺倒 down_flag = 2 AT+INT,down,2\r\n //爬到 down_flag = 3 AT+INT,down,3\r\n //左侧躺 down_flag = 4 AT+INT,down,4\r\n //右侧躺 down_flag = 5 AT+INT,down,5\r\n	
8	tof距离检测,开启后主动上报	AT+INT	tof,dis	实例: //tof距离 350mm	

				AT+INT,tof,350\r\n
9	头顶触摸,开启后主动上报	AT+INT	AW,val1,val2,va l3	实例: //感受到有触摸后,返回传感器电容差值 AT+INT,AW,154407,170873,175818\r\n

AT命令添加说明

1. 添加步骤

- a. 对应的名模块实现AT命令处理函数
- b. 在L81_AT.c中, 在下面结构添加对应的AT命令和新增的处理函数

```
static ATcmd_handler_type ATcmd_handler[] = {  
    {"AT+MOTORW", &l81_AT_MOTOR_W_func},  
    {"AT+MOTORR", &l81_AT_MOTOR_R_func},  
    {NULL, NULL}  
};
```

2. 举例说明

新添加AT+test命令

- a. 在test模块中实现AT+test命令对应的处理函数uint8_t AT_test_handler(char params[]);
注意添加的处理函数必须满足函数指针对应的如下格式。

```
uint8_t (*ATfunc)(char params[]);
```

模板:

```
uint8_t l81_AT_test_handler(char params[])  
{  
    char param[PARAM_MAX_NUM][PER_PARAM_MAX_LEN] = {'\0'};  
    uint8_t param_num = 0;  
    ATcmd_split_params(params, param, &param_num);  
    .....  
    return 1u;  
}
```

```
ATcmd_split_params(params, param, &param_num);
```

b. 添加AT+test和其对应的处理函数到ATcmd_handler结构中，如下

```
static ATcmd_handler_type ATcmd_handler[] = {  
    {"AT+MOTORW", &l81_AT_MOTOR_W_func},  
    {"AT+MOTORR", NULL},  
    {"AT+test", &AT_test_handler }  
};
```