

# 神经元模块业务和固件功能说明

| 版本     | 说明   | 修订人 | 日期         |
|--------|------|-----|------------|
| V1.0.0 | 文档初建 | 李崇光 | 2016/09/18 |
|        |      |     |            |
|        |      |     |            |

目录

神经元模块业务和固件功能说明.....1

1. 文档说明.....3

2. 神经元模块类型说明.....3

3. 神经元模块通用业务说明.....4

    3.1. 分配 ID.....4

    3.2. 复位模块.....5

    3.3. 查询固件版本.....5

    3.4. 设置波特率.....6

    3.5. 测试命令包.....6

    3.6. 通用响应包.....6

    3.7. 设置是否对命令包进行反馈.....7

    3.8. 设置指示灯的颜色.....7

    3.9. 上位机查找对应模块.....7

4. 神经元各模块业务说明.....8

    4.1. 运动类.....8

        4.1.1. 单电机.....8

        4.1.2. 双电机.....9

    4.2. 传感类.....10

        4.2.1. 温度传感器.....10

        4.2.2. 光强传感器.....11

        4.2.3. 超声波测距传感器.....12

        4.2.4. 巡线传感器.....13

        4.2.5. 颜色传感器.....14

        4.2.6. 加速度和陀螺仪传感器.....15

    4.3. 控制类.....18

        4.3.1. 电位器.....18

        4.3.2. 按键.....19

    4.4. 显示类.....20

        4.4.1. 四位七段数码管.....20

|        |                    |    |
|--------|--------------------|----|
| 4.4.2. | 彩色 rgb 灯 .....     | 20 |
| 4.4.3. | 彩色灯带 .....         | 21 |
| 4.4.4. | 彩色 8*8led 面板 ..... | 22 |
| 4.5.   | 声音类 .....          | 23 |
| 4.5.1. | MP3 模块 .....       | 23 |

## 1. 文档说明

本文档主要用于神经元模块( 不包含智能舵机 )的固件功能说明和每个模块的业务说明。

由于神经元协议属于公司通用协议，此文档不对协议进行具体讲解和说明。

术语解释：

| 序号 | 术语          | 解释  |
|----|-------------|---|
| 1  | 正向归一化       | 离线模式，为了使一个模块能够理解另一个模块的数据，将模块的测量的数据进行归一化，归一化为线性转换，将测量值从测量范围线性映射到归一化范围，测量值最小值映射到归一化最小值，测量值最大值映射到归一化最大值。归一化范围为 0~1023。 |
| 2  | 反向归一化       | 相对于正向归一化，测量值最小值映射到归一化最大值，测量值最大值映射到归一化最小值。   |
| 3  | 离线周期        | 离线包为周期发送，周期为 40 毫秒  |
| 4  | 指示灯指示模块工作正常 | 上电时，指示灯会闪烁，RGB 指示灯蓝色灯闪烁 4 次，闪烁间隔 1 秒，闪烁后，指示灯指示蓝色，表示模块工作正常。  |
| 5  | 命令包         | 上位机发给神经元模块的指令   |
| 6  | 状态包         | 神经元模块发给主机的包   |
| 7  | 返回包         | 神经元模块对命令的响应包，命令反馈包不属于返回包，若命令包注明无返回包，仍可以有命令反馈包。  |

## 2. 神经元模块类型说明

| type |      | sub type  |      | 备注                 |
|------|------|-----------|------|--------------------|
| 通用类  | 0x61 | 设置命令反馈    | 0x01 | 神经元模块通用信令（不包含智能舵机） |
|      |      | 设置指示灯颜色   | 0x02 |                    |
|      |      | 上位机查找对应模块 | 0x03 |                    |

|     |      |              |      |         |
|-----|------|--------------|------|---------|
| 运动类 | 0x62 | 单电机          | 0x01 | 电机等     |
|     |      | 双电机          | 0x02 |         |
| 传感类 | 0x63 | 温度传感器        | 0x01 | 传感器     |
|     |      | 光强传感器        | 0x02 |         |
|     |      | 超声波距离传感器     | 0x03 |         |
|     |      | 巡线传感器        | 0x04 |         |
|     |      | 颜色传感器        | 0x05 |         |
|     |      | 加速度和陀螺仪传感器   | 0x06 |         |
| 控制类 | 0x64 | 电位器          | 0x01 | 动作交互类模块 |
|     |      | 按键           | 0x02 |         |
|     |      | 旋转编码器        | 0x03 |         |
| 显示类 | 0x65 | 四位七段数码管      | 0x01 | 视觉交互模块  |
|     |      | 彩色 rgb 灯     | 0x02 |         |
|     |      | 彩色灯带         | 0x03 |         |
|     |      | 彩色 8*8led 面板 | 0x04 |         |
| 声音类 | 0x66 | MP3 模块       | 0x01 | 声音交互模块等 |
| 其他类 | 0x67 |              |      | 底板等     |

### 3. 神经元模块通用业务说明

#### 3.1. 分配 ID

| 命令包    |           |        |                                   |        |        |
|--------|-----------|--------|-----------------------------------|--------|--------|
| 起始位    | 模块 ID     | 服务 ID  | 信息内容                              | 校验位    | 停止位    |
| 1 byte | 1 byte    | 1 byte | 1 byte                            | 1 byte | 1 byte |
| 0xf0   | 0xff      | 0x10   | 0x00                              | 0x0f   | 0xf7   |
|        | 0xff 代表广播 |        | 主机发出的为 00，经过一级模块加 1，模块收到后，将该字段加 1 | 和校验    |        |

|        |          |                       |            |              |        |        |
|--------|----------|-----------------------|------------|--------------|--------|--------|
|        |          |                       | 作为本级 ID。   |              |        |        |
| 返回包    |          |                       |            |              |        |        |
| 起始位    | 设备 ID    | 服务 ID                 | 信息内容       |              | 校验位    | 停止位    |
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte                | 1 byte     | 1 byte       | 1 byte | 1 byte |
| 0xf0   | xx       | 0x10                  | xx         | xx           | xx     | 0xf7   |
|        | 主机分配的 ID | 分配设备 ID 的服务 ID 是 0x10 | 返回模块的服务 ID | 返回模块的次级服务 ID | 和校验    |        |

### 3.2. 复位模块

|        |            |                   |      |        |        |
|--------|------------|-------------------|------|--------|--------|
| 命令包    |            |                   |      |        |        |
| 起始位    | 模块 ID      | 服务 ID             | 信息内容 | 校验位    | 停止位    |
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte            | 无    | 1 byte | 1 byte |
| 0xf0   | xx         | 0x11              | 信息内容 | xx     | 0xf7   |
|        | 要复位的模块的 ID | 复位命令的服务 ID 是 0x11 | 无    | 校验     |        |
| 返回包    |            |                   |      |        |        |
| 无      |            |                   |      |        |        |

### 3.3. 查询固件版本

| 命令包    |              |                    |          |             |       |        |        |
|--------|--------------|--------------------|----------|-------------|-------|--------|--------|
| 起始位    | 模块 ID        | 服务 ID              | 信息内容     |             |       | 校验位    | 停止位    |
| 1 byte | 1 byte       | 1 byte             | 无        |             |       | 1 byte | 1 byte |
| 0xf0   | xx           | 0x12               | 无        |             |       | xx     | 0xf7   |
|        | 要查询的模块的设备 ID | 查询版本号的服务 ID 是 0x12 | 无信息内容    |             |       | 和校验    |        |
| 返回包    |              |                    |          |             |       |        |        |
| 起始位    | 模块 ID        | 服务 ID              | 信息内容     |             |       | 校验位    | 停止位    |
| 1 byte | 1 byte       | 1 byte             | 1 byte   | 1byte       | SHORT | 1 byte | 1 byte |
| 0xf0   | xx           | 0x12               | 0x15     | 0x01        | xx    | xx     | 0xf7   |
|        | 返回模块自身的设备 ID | 查询版本号的服务 ID 是 0x12 | 代表是神经元模块 | 代表固件支持神经元协议 | 固件版本号 |        |        |

3.4. 设置波特率

| 命令包   |              |                    |   |       |       |
|-------|--------------|--------------------|---|-------|-------|
| 起始位   | 模块 ID        | 服务 ID              | 信息内容  | 校验位   | 停止位   |
| 1byte | 1byte        | 1byte              | 1byte   | 1byte | 1byte |
| 0xf0  | xx           | 0x13               | xx  | xx    | 0xf7  |
|       | 要设置的模块的设备 ID | 设置波特率的服务 ID 是 0x13 | 0/1/2<br>0x00: 9600<br>0x01: 115200<br>0x02: 921600 | 和校验   |       |
| 返回包   |              |                    |   |       |       |
| 无     |              |                    |   |       |       |

3.5. 测试命令包

| 命令包(通讯测试 ) |                      |                         |                      |       |       |       |       |       |       |
|------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 起始位        | 模 块 ID               | 服 务 ID                  | 信息内容                 |       |       |       |       | 校验位   | 停止位   |
| 1byte      | 1byte                | 1byte                   | 1byte                | 1byte | 1byte | 1byte | 1byte | 1byte | 1byte |
| 0xf0       | xx                   | 0x14                    | 0x01                 | 0x02  | 0x03  | 0x04  | 0x05  | xx    | 0xf7  |
|            | 要 测 试 的 模 块 的 设 备 ID | 通 讯 测 试 的 服 务 ID 是 0x14 |                      |       |       |       |       | 和校验   |       |
| 返回包        |                      |                         |                      |       |       |       |       |       |       |
| 起始位        | 模块 ID                | 服务 ID                   | 信息内容                 |       |       |       |       | 校验位   | 停止位   |
| 1byte      | 1byte                | 1byte                   | 1byte                |       |       |       |       | 1byte | 1byte |
| 0xf0       | xx                   | 0x15                    | 0x0f/0x13            |       |       |       |       | xx    | 0xf7  |
|            |                      |                         | 0x0f:数据包正确，0x13 数据错误 |       |       |       |       | 和校验   |       |

3.6. 通用响应包

| 状态包（收到主机命令包后的反馈，可选项，可设置是否反馈） |        |          |                               |       |       |
|------------------------------|--------|----------|-------------------------------|-------|-------|
| 起始位                          | 模块 ID  | 服务 ID    | 信息内容                          | 校验位   | 停止位   |
| 1byte                        | 1byte  | 1byte    | 1byte                         | 1byte | 1byte |
| 0xf0                         | xx     | 0x15     | xx                            | xx    | 0xf7  |
|                              | 模块自身的设 | 通用响应包的服务 | 返回码定义:<br>0x0f: 命令执行成功/命令正确接收 |       |       |

|  |      |    |  |  |  |
|--|------|----|--|--|--|
|  | 备 ID | ID | 0x10: 通讯信道忙<br>0x11: 执行错误<br>0x12: 错误的服务类型<br>0x13: 错误的数 |  |  |
|--|------|----|--|--|--|

### 3.7. 设置是否对命令包进行反馈

| 命令包   |              |           |          |                               |       |       |
|-------|--------------|-----------|----------|-------------------------------|-------|-------|
| 起始位   | 模块 ID        | type      | sub type | data                          | 校验位   | 停止位   |
| 1byte | 1byte        | 1byte     | 1byte    | 1byte                         | 1byte | 1byte |
| 0xf0  | xx           | 0x61      | 0x01     | xx                            | xx    | 0xf7  |
|       | 要设置的模块的设备 ID | 神经元模块通用命令 | 设置包反馈    | 0/1<br>0x00:禁用反馈<br>0x01:使能反馈 | 和校验   |       |
| 返回包   |              |           |          |                               |       |       |
| 无     |              |           |          |                               |       |       |

### 3.8. 设置指示灯的颜色

| 命令包（若模块无指示灯，则不支持该命令） |              |           |          |                       |                         |                        |       |       |
|----------------------|--------------|-----------|----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------|-------|
| 起始位                  | 模块 ID        | 服务 ID     |          |                       |                         |                        | 校验位   | 停止位   |
| 1byte                | 1byte        | 1byte     | 1byte    | SHORT                 | SHORT                   | SHORT                  | 1byte | 1byte |
| 0xf0                 | xx           | 0x61      | 0x02     | xx                    | xx                      | xx                     | xx    | 0xf7  |
|                      | 要设置的模块的设备 ID | 神经元模块通用命令 | 设置指示灯的颜色 | 0~255<br>Red<br>value | 0~255<br>Green<br>value | 0~255<br>Blue<br>value | 和校验   |       |
| 返回包                  |              |           |          |                       |                         |                        |       |       |
| 无                    |              |           |          |                       |                         |                        |       |       |

### 3.9. 上位机查找对应模块

| 命令包（若模块无指示灯，则不支持该命令） |              |           |   |       |       |
|----------------------|--------------|-----------|---|-------|-------|
| 起始位                  | 模块 ID        | 服务 ID     | 信息内容  | 校验位   | 停止位   |
| 1byte                | 1byte        | 1byte     | 1byte   | 1byte | 1byte |
| 0xf0                 | xx           | 0x61      | 0x03  | xx    | 0xf7  |
|                      | 要查找的模块的设备 ID | 神经元模块通用命令 | 上位机查找对应模块。模块的 UI 被点击后，模块会做出响应。响应定义如下：<br>指示灯闪烁三次，闪烁间隔为 1 秒，指示灯是亮的，以亮的颜色闪烁；指示灯是灭的，以蓝色灯闪烁，闪烁后 | 和校验   |       |

|     |  |  |        |  |  |
|-----|--|--|--------|--|--|
|     |  |  | 恢复原状态。 |  |  |
| 返回包 |  |  |        |  |  |
| 无   |  |  |        |  |  |

## 4. 神经元各模块业务说明

说明：以下神经元的模块业务说明，均省略起始位、模块 ID、停止位，如下表，灰色部分省略。

| 在线包 |      |       |                  |      |            |      |
|-----|------|-------|------------------|------|------------|------|
| 格式  | 起始位  | 模块 ID | 服务 ID ( 即 type ) | 信息内容 | 校验位        | 停止位  |
| 长度  | 1    | 1     | 1                | N    | 1          | 1    |
| 内容  | 0xf0 | xx    | xx               | xx   | xx ( 和校验 ) | 0xf7 |

| 离线包 |      |                  |      |      |
|-----|------|------------------|------|------|
| 格式  | 起始位  | 服务 ID ( 即 type ) | 信息内容 | 停止位  |
| 长度  | 1    | 1                | N    | 1    |
| 内容  | 0xf1 | xx               | xx   | 0xf6 |

### 4.1. 运动类

#### 4.1.1. 单电机

( 1 ) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。电机停止。

( 2 ) 在线功能： 设定转速

| 命令包    |          |            |           |
|--------|----------|------------|-----------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte     | short     |
| type   | sub type | data       | data      |
| 0x62   | 0x01     | 0x01       | -255~+255 |
| 运动类    | 单电机      | 代表设定电机转速的指 | 转速，负数代表反转 |



|     |  |   |  |
|-----|--|---|--|
|     |  | 令 |  |
| 返回包 |  |   |  |
| 无   |  |   |  |

(3) 离线功能：

- a. 读取离线包的归一化值，等比例线性转换成 0~+255 的电机转速，控制电机转动。
- b. 往下一级传递收到的离线包。

#### 4.1.2. 双电机

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。电机停止。

(2) 在线功能： 设定转速

| 命令包    |          |               |                |                |
|--------|----------|---------------|----------------|----------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte        | short          | short          |
| type   | sub type | data          | data           | data           |
| 0x62   | 0x02     | 0x01          | -255~+255      | -255~+255      |
| 运动类    | 双电机      | 代表设定两个电机转速的指令 | 电机 1 转速，负数代表反转 | 电机 2 转速，负数代表反转 |
| 返回包    |          |               |                |                |
| 无      |          |               |                |                |

(3) 离线功能：

- a. 如果输入是巡线传感器，双电机可以完成巡线功能。如果不是巡线传感器，则读取离线包的归一化值，等比例线性转换成 0~+255 的电机转速，控制电机转动，两个电机转速一致。  
( TODO，巡线功能需配合结构调试，作为未完成项。 )
- b. 往下一级传递收到的离线包。

4.2. 传感类

4.2.1. 温度传感器

- ( 1 ) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。
- ( 2 ) 在线功能：输出温度，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态包    |          |            |          |
|--------|----------|------------|----------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte     | float    |
| type   | sub type | data       | data     |
| 0x63   | 0x01     | 0x01       | -55~+125 |
| 传感类    | 温度传感器    | 代表状态包是上报温度 | 温度值，单位：度 |

| 命令包      |          |           |
|----------|----------|-----------|
| 1 byte   | 1 byte   | 1 byte    |
| type     | sub type | data      |
| 0x63     | 0x01     | 0x01      |
| 传感类      | 温度传感器    | 代表命令是查询温度 |
| 返回包      |          |           |
| 上报温度的状态包 |          |           |

| 命令包    |          |             |                               |  |
|--------|----------|-------------|-------------------------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte                        | long   |
| type   | sub type | data        | data                          | data   |
| 0x63   | 0x01     | 0x07f       | 0/1/2                         | xx   |
| 传感类    | 温度传感器    | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，若小于 10，以 10ms 为周期上报，非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包    |          |             |                               |  |
| 无      |          |             |                               |  |

- ( 3 ) 离线功能：离线周期输出温度离线包。

|        |          |             |          |         |
|--------|----------|-------------|----------|---------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | float    | 2 bytes |
| type   | sub type | data type   | value    | 归一化值    |
| 0x63   | 0x01     | 0x06(float) | -55~+125 | 正向归一化   |
| 传感类    | 温度传感器    | 数据类型        | 温度值，单位：度 |         |

#### 4.2.2. 光强传感器

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。

(2) 在线功能：输出光强，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态包    |          |          |        |
|--------|----------|----------|--------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte   | SHORT  |
| type   | sub type | data     | data   |
| 0x63   | 0x02     | 0x01     | 0-1023 |
| 传感类    | 光强传感器    | 代表上报的是光强 | 光强值    |

| 命令包         |          |           |
|-------------|----------|-----------|
| 1 byte      | 1 byte   | 1 byte    |
| type        | sub type | data      |
| 0x63        | 0x02     | 0x01      |
| 传感类         | 光强传感器    | 代表命令是查询光强 |
| 返回包         |          |           |
| 上报光强传感器的状态包 |          |           |

| 命令包    |          |             |                               |  |
|--------|----------|-------------|-------------------------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte                        | Long   |
| type   | sub type | data        | data                          | data   |
| 0x63   | 0x02     | 0x07f       | 0/1/2                         | xx   |
| 传感类    | 光强传感器    | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，若小于 10，以 10ms 为周期上报，非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包    |          |             |                               |  |
| 无      |          |             |                               |  |

( 3 ) 离线功能：离线周期输出光强离线包。

|        |          |             |        |         |
|--------|----------|-------------|--------|---------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | SHORT  | 2 bytes |
| type   | Sub type | data type   | data   | 归一化值    |
| 0x63   | 0x02     | 0x03(SHORT) | 0-1023 | 正向归一化   |
| 传感类    | 光强传感器    | 数据类型        | 光强值    |         |

4.2.3. 超声波测距传感器

( 1 ) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。

( 2 ) 在线功能：输出距离，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态包    |          |            |                        |
|--------|----------|------------|------------------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte     | float                  |
| type   | sub type | data       | data                   |
| 0x63   | 0x03     | 0x01       | 2-400                  |
| 传感类    | 超声波测距传感器 | 代表状态包是上报距离 | 若距离超出 400，输出不确定值，单位：cm |

| 命令包      |          |           |
|----------|----------|-----------|
| 1 byte   | 1 byte   | 1 byte    |
| type     | sub type | data      |
| 0x63     | 0x03     | 0x01      |
| 传感类      | 超声波测距传感器 | 代表命令是查询距离 |
| 返回包      |          |           |
| 上报距离的状态包 |          |           |

| 命令包    |          |             |         |                    |
|--------|----------|-------------|---------|--------------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte  | long               |
| type   | sub type | data        | data    | data               |
| 0x63   | 0x03     | 0x07f       | 0/1/2   | xx                 |
| 传感类    | 超声波测距传   | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询 | 上报周期，单位 ms，最小为 10， |

|     |     |  |                    |                                      |
|-----|-----|--|--------------------|--------------------------------------|
|     | 传感器 |  | 0x01:变化<br>0x02:周期 | 若小于 10，以 10ms 为周期上报，<br>非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包 |     |  |                    |                                      |
| 无   |     |  |                    |                                      |

（3）离线功能：离线周期输出距离离线包。

|        |          |             |                        |         |
|--------|----------|-------------|------------------------|---------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | float                  | 2 bytes |
| Type   | sub type | data type   | value                  | 归一化值    |
| 0x63   | 0x03     | 0x06(float) | 2-400                  | 反向归一化   |
| 传感类    | 超声波测距传感器 | 数据类型        | 若距离超出 400，输出不确定值，单位：cm |         |

#### 4.2.4. 巡线传感器

（1）上电状态：指示灯指示模块工作正常。

（2）在线功能：输出巡线传感器状态，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态包    |          |               |  |
|--------|----------|---------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte        | BYTE   |
| type   | sub type | data          | data   |
| 0x63   | 0x04     | 0x01          | 0/1/2/3  |
| 传感类    | 巡线传感器    | 代表状态包是巡线传感器的值 | 0：1 灯和 2 灯都在白线上；<br>1：1 灯在黑线，2 灯在白线；<br>2：1 灯在白线，2 灯在黑线；<br>3：1 灯和 2 灯都在黑线内。 |

| 命令包      |          |           |
|----------|----------|-----------|
| 1 byte   | 1 byte   | 1 byte    |
| type     | sub type | data      |
| 0x63     | 0x04     | 0x01      |
| 传感类      | 巡线传感器    | 代表命令是查询距离 |
| 返回包      |          |           |
| 上报距离的状态包 |          |           |

| 命令包    |          |             |                               |  |
|--------|----------|-------------|-------------------------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte                        | long   |
| type   | sub type | data        | data                          | data   |
| 0x63   | 0x04     | 0x07f       | 0/1/2                         | xx   |
| 传感类    | 巡线传感器    | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，若小于 10，以 10ms 为周期上报，非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包    |          |             |                               |  |
| 无      |          |             |                               |  |

（3）离线功能：离线周期输出巡线传感器状态。

|        |          |             |  |         |
|--------|----------|-------------|--|---------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | BYTE   | 2 bytes |
| type   | sub type | data type   | value  | 归一化值    |
| 0x63   | 0x04     | 0x01 (BYTE) | 0/1/2/3  | 正向归一化   |
| 传感类    | 巡线传感器    | 数据类型        | 0:1 灯和 2 灯都在白线上；<br>1:1 灯在黑线，2 灯在白线；<br>2:1 灯在白线，2 灯在黑线；<br>3：1 灯和 2 灯都在黑线内。 |         |

#### 4.2.5. 颜色传感器

（1）上电状态：指示灯指示模块工作正常。

（2）在线功能：输出颜色传感器测量值，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态包    |          |                 |           |             |            |
|--------|----------|-----------------|-----------|-------------|------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte          | SHORT     | SHORT       | SHORT      |
| type   | sub type | data            | data      | data        | data       |
| 0x63   | 0x05     | 0x01            | 0-255     | 0-255       | 0-255      |
| 传感类    | 颜色传感器    | 代表状态包是颜色传感器的测量值 | Red value | Green value | Blue Value |

| 命令包    |          |        |
|--------|----------|--------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte |
| type   | sub type | data   |

|                |       |                  |
|----------------|-------|------------------|
| 0x63           | 0x05  | 0x01             |
| 传感类            | 颜色传感器 | 代表命令是查询颜色传感器的测量值 |
| 返回包            |       |                  |
| 上报颜色传感器测量值的状态包 |       |                  |

| 命令包    |          |             |                               |  |
|--------|----------|-------------|-------------------------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte                        | long   |
| type   | sub type | data        | data                          | data   |
| 0x63   | 0x05     | 0x07f       | 0/1/2                         | xx   |
| 传感类    | 颜色传感器    | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，若小于 10，以 10ms 为周期上报，非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包    |          |             |                               |  |
| 无      |          |             |                               |  |

(3) 离线功能：离线周期输出颜色传感器的测量值(注，归一化值固定为 0)。

|        |          |              |           |              |             |              |            |         |
|--------|----------|--------------|-----------|--------------|-------------|--------------|------------|---------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte       | SHORT     | 1 byte       | SHORT       | 1 byte       | SHORT      | 2 bytes |
| type   | sub type | data type    | value     | data type    | value       | data type    | value      | 归一化值    |
| 0x63   | 0x05     | 0x03 (SHORT) | 0-255     | 0x03 (SHORT) | 0-255       | 0x03 (SHORT) | 0-255      | 0       |
| 传感类    | 颜色传感器    | 数据类型         | Red value | 数据类型         | Green value | 数据类型         | Blue Value |         |

#### 4.2.6. 加速度和陀螺仪传感器

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。

(2) 在线功能：默认周期上报加速度值，周期 40ms。

(a) 输出加速值：

| 状态包    |            |        |             |             |             |
|--------|------------|--------|-------------|-------------|-------------|
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte | float       | float       | float       |
| type   | sub type   | data   | data        | data        | data        |
| 0x63   | 0x06       | 0x01   | -4g~+4g     | -4g~+4g     | -4g~+4g     |
| 传感类    | 加速度和陀螺仪传感器 | 输出为加速度 | X 轴加速度，单位 g | Y 轴加速度，单位 g | Z 轴加速度，单位 g |

| 命令包       |            |              |
|-----------|------------|--------------|
| 1 byte    | 1 byte     | 1 byte       |
| type      | sub type   | data         |
| 0x63      | 0x06       | 0x01         |
| 传感类       | 加速度和陀螺仪传感器 | 代表命令是查询加速度的值 |
| 返回包       |            |              |
| 上报加速度的状态包 |            |              |

(b)输出角速度：

| 状态包    |            |        |               |               |               |
|--------|------------|--------|---------------|---------------|---------------|
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte | float         | float         | float         |
| type   | sub type   | data   | data          | data          | data          |
| 0x63   | 0x06       | 0x02   | -500~+500     | -500~+500     | -500~+500     |
| 传感类    | 加速度和陀螺仪传感器 | 输出为角速度 | X 轴角速度，单位：度/秒 | Y 轴角速度，单位：度/秒 | Z 轴角速度 单位：度/秒 |

| 命令包       |            |              |
|-----------|------------|--------------|
| 1 byte    | 1 byte     | 1 byte       |
| type      | sub type   | data         |
| 0x63      | 0x06       | 0x02         |
| 传感类       | 加速度和陀螺仪传感器 | 代表命令是查询角速度的值 |
| 返回包       |            |              |
| 上报角速度的状态包 |            |              |

(c)输出角度：

| 状态包    |            |        |            |            |                        |
|--------|------------|--------|------------|------------|------------------------|
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte | short      | short      | short                  |
| type   | sub type   | data   | data       | data       | data                   |
| 0x63   | 0x06       | 0x03   | -90~+90    | -90~+90    | -90~+90                |
| 传感类    | 加速度和陀螺仪传感器 | 输出为角度  | X 轴角度，单位为度 | Y 轴角度，单位为度 | Z 轴角度，单位为度 Z 轴存在漂移，不准。 |



| 命令包      |            |             |
|----------|------------|-------------|
| 1 byte   | 1 byte     | 1 byte      |
| type     | sub type   | data        |
| 0x63     | 0x06       | 0x03        |
| 传感类      | 加速度和陀螺仪传感器 | 代表命令是查询角度的值 |
| 返回包      |            |             |
| 上报角度的状态包 |            |             |

(d)设置周期输出的数据：

|        |            |        |  |
|--------|------------|--------|--|
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte | 1 byte   |
| type   | sub type   | data   | data   |
| 0x63   | 0x06       | 0x04   | 0/1/2  |
| 传感类    | 加速度和陀螺仪传感器 | 设置默认输出 | 0x00:周期输出加速度；<br>0x01:周期输出角速度；<br>0x02:周期输出角度。 |

( e ) 设置上报模式（加速度和陀螺仪传感器不支持变化上报）

| 命令包    |            |             |                               |   |
|--------|------------|-------------|-------------------------------|---|
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte      | 1 byte                        | long  |
| type   | Sub type   | data        | data                          | data  |
| 0x63   | 0x06       | 0x07f       | 0/1/2                         | xx  |
| 传感类    | 加速度和陀螺仪传感器 | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，若小于 10，以 10ms 为周期上报，非周期上报，该字段填 0。 |
| 返回包    |            |             |                               |   |
| 无      |            |             |                               |   |

( 3 ) 离线功能：离线周期输出加速度的测量值（注：归一化值固定为 0）

|        |            |             |             |             |             |             |             |        |
|--------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| 1 byte | 1 byte     | 1 byte      | Float       | 1 byte      | float       | 1 byte      | float       | 2 byte |
| type   | sub type   | data type   | value       | data type   | value       | data type   | value       | 归一化值   |
| 0x63   | 0x06       | 0x06(float) | -4g~+4g     | 0x06(float) | -4g~+4g     | 0x06(float) | -4g~+4g     | 0      |
| 传感类    | 加速度和陀螺仪传感器 | 数据类型        | X 轴加速度，单位 g | 数据类型        | Y 轴加速度，单位 g | 数据类型        | Z 轴加速度，单位 g |        |

4.3. 控制类

4.3.1. 电位器

- ( 1 ) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。
- ( 2 ) 在线功能：输出电位器的值，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态包    |          |                 |        |
|--------|----------|-----------------|--------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte          | SHORT  |
| type   | sub type | data            | data   |
| 0x64   | 0x01     | 0x01            | 0-1023 |
| 控制类    | 电位器      | 代表状态包是<br>电位器的值 | 电位器的值  |

| 命令包        |          |              |
|------------|----------|--------------|
| 1 byte     | 1 byte   | 1 byte       |
| type       | sub type | data         |
| 0x64       | 0x01     | 0x01         |
| 控制类        | 电位器      | 代表命令是查询电位器的值 |
| 返回包        |          |              |
| 上报电位器值的状态包 |          |              |

| 命令包    |          |             |                               |  |
|--------|----------|-------------|-------------------------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte                        | Long   |
| type   | sub type | data        | data                          | Data   |
| 0x64   | 0x01     | 0x07f       | 0/1/2                         | Xx   |
| 控制类    | 电位器      | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，<br>若小于 10，以 10ms 为周期上报，<br>非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包    |          |             |                               |  |
| 无      |          |             |                               |  |

- ( 3 ) 离线功能：离线周期输出电位器的值。

|        |        |        |       |         |
|--------|--------|--------|-------|---------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | SHORT | 2 bytes |
|--------|--------|--------|-------|---------|

| type | sub type | data type   | data   | 归一化值  |
|------|----------|-------------|--------|-------|
| 0x64 | 0x01     | 0x03(SHORT) | 0-1023 | 正向归一化 |
| 控制类  | 电位器      | 数据类型        | 电位器的值  |       |

### 4.3.2. 按键

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。

(2) 在线功能：输出按键状态，默认周期上报，周期 40ms。

| 状态     |          |            |                     |
|--------|----------|------------|---------------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte     | BYTE                |
| type   | sub type | data       | data                |
| 0x64   | 0x02     | 0x01       | 0/1                 |
| 控制类    | 按键       | 代表状态包是按键的值 | 0x00：未按下<br>0x01：按下 |

| 命令包       |          |             |
|-----------|----------|-------------|
| 1 byte    | 1 byte   | 1 byte      |
| type      | sub type | data        |
| 0x64      | 0x02     | 0x01        |
| 控制类       | 按键       | 代表命令是查询按键的值 |
| 返回包       |          |             |
| 上报按键值的状态包 |          |             |

| 命令包    |          |             |                               |  |
|--------|----------|-------------|-------------------------------|--|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      | 1 byte                        | Long   |
| type   | sub type | data        | data                          | data   |
| 0x64   | 0x02     | 0x07f       | 0/1/2                         | xx   |
| 控制类    | 按键       | 代表命令是设置上报模式 | 0x00:查询<br>0x01:变化<br>0x02:周期 | 上报周期，单位 ms，最小为 10，若小于 10，以 10ms 为周期上报，非周期上报，该字段填 0 |
| 返回包    |          |             |                               |  |
| 无      |          |             |                               |  |

(3) 离线功能：离线周期输出按键状态。

|        |          |            |                     |         |
|--------|----------|------------|---------------------|---------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte     | BYTE                | 2 bytes |
| type   | sub type | data type  | value               | 归一化值    |
| 0x64   | 0x02     | 0x01(BYTE) | 0/1                 | 正向归一化   |
| 控制类    | 按键       | 数据类型       | 0x00：未按下<br>0x01：按下 |         |

## 4.4. 显示类

### 4.4.1. 四位七段数码管

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常，数码管显示 4 个 0。

(2) 在线功能：显示指定的十进制数，指令说明

|        |          |                               |
|--------|----------|-------------------------------|
| 1 byte | 1 byte   | float                         |
| type   | sub type | data                          |
| 0x65   | 0x01     | -999~+9999                    |
| 显示类    | 四位七段数码管  | 小于-999，显示-999；大于 9999，显示 9999 |

(3) 离线功能：

a.显示收到离线包的第一个数据元。如，若收到温度模块的离线包，则显示温度；收到超声波测距模块的离线包，则显示距离；收到温湿度模块的离线包，如果温度的数据在前，则显示温度，如果湿度的数据在前，则显示湿度。

b.往下一级传递收到的离线包。

### 4.4.2. 彩色 rgb 灯

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常，彩色 rgb 灯灭。

(2) 在线功能：显示指定的颜色，指令说明

|        |          |           |             |            |
|--------|----------|-----------|-------------|------------|
| 1 byte | 1 byte   | SHORT     | SHORT       | SHORT      |
| type   | sub type | data      | data        | data       |
| 0x65   | 0x02     | 0-255     | 0-255       | 0-255      |
| 显示类    | 彩色 rgb 灯 | Red value | Green value | Blue Value |

( 3 ) 离线功能：

- a.将收到的离线包的归一化值转换成亮度驱动 rgb 灯 ,亮度为白色的亮度 ,转换为线性转换 ,  
归一化值最小值对应亮度 0 , 最大值对应亮度 255。
- b.往下一级传递收到的离线包。

4.4.3. 彩色灯带

( 1 ) 上电状态：指示灯指示模块工作正常，灯带灭。

( 2 ) 在线功能：

a.设定单颗灯的颜色，指令说明

|        |          |          |                              |           |             |            |
|--------|----------|----------|------------------------------|-----------|-------------|------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte   | BYTE                         | SHORT     | SHORT       | SHORT      |
| type   | sub type | data     | data                         | data      | data        | data       |
| 0x65   | 0x03     | 0x01     | 0~30                         | 0-255     | 0-255       | 0-255      |
| 显示类    | 彩色灯带     | 设定单颗灯的颜色 | 第几颗灯，<br>若为 0，则<br>表示所有<br>灯 | Red value | Green value | Blue Value |

b.按色块设定 rgb 灯的颜色，可一次设定多个。( **TODO：该指令最终效果由 UI 决定，作为未实现部分** )

|        |          |                   |      |         |           |          |
|--------|----------|-------------------|------|---------|-----------|----------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte            | BYTE | BYTE    | .....     | BYTE     |
| type   | sub type | data              | data | data    | data      | data     |
| 0x65   | 0x03     | 0x02              | 1~30 |         |           |          |
| 显示类    | 彩色灯带     | 按色块设定<br>rgb 灯的颜色 | 灯的数量 | 第一个灯的颜色 | 第 N 个灯的颜色 | 最后一个灯的颜色 |

( 3 ) 离线功能：

- a.将收到的离线包的归一化值转换成亮度驱动所有 rgb 灯 ,亮度为白色的亮度 ,转换为线性  
转换，归一化值最小值对应亮度 0 , 最大值对应亮度 255。

b.往下一级传递收到的离线包。

4.4.4. 彩色 8\*8led 面板

( 1 )上电状态：上电时，面板灯会闪烁，所有的蓝色灯闪烁 3 次，闪烁间隔 1 秒，闪烁后，面板灯灭，表示模块工作正常。

( 2 )在线功能：

a.设置面板颜色和图案，所有灯的颜色为同一种，图案由两个 32 位的数指定，每一个位代表一个灯的亮灭，指令说明

|        |               |           |   |   |           |             |            |
|--------|---------------|-----------|---|---|-----------|-------------|------------|
| 1 byte | 1 byte        | 1 byte    | Long  | long  | SHORT     | SHORT       | SHORT      |
| type   | sub type      | data      | data  | data  | data      | data        | data       |
| 0x65   | 0x04          | 0x01      | 0x00~0xffffffff                                       | 0x00~0xffffffff                                       | 0~255     | 0~255       | 0~255      |
| 显示类    | 彩 色 8*8led 面板 | 设置面板颜色和图案 | 代表上面 4 排 led 灯的亮灭，32 位数的第一个 bit，对应第一排 IN 端的第一个灯，依次对应。 | 代表下面 4 排 led 灯的亮灭，32 位数的第一个 bit，对应第五排 IN 端的第一个灯，依次对应。 | Red value | Green value | Blue Value |

b.设置单颗灯的颜色

|        |               |          |                              |           |             |            |
|--------|---------------|----------|------------------------------|-----------|-------------|------------|
| 1 byte | 1 byte        | 1 byte   | BYTE                         | SHORT     | SHORT       | SHORT      |
| type   | sub type      | data     | data                         | data      | data        | data       |
| 0x65   | 0x04          | 0x02     | 0~64                         | 0-255     | 0-255       | 0-255      |
| 显示类    | 彩 色 8*8led 面板 | 设置单颗灯的颜色 | 灯的序号，从 1 开始，若为 0，所有灯都亮同一个颜色。 | Red value | Green value | Blue Value |

c.按色块设定面板灯的颜色，可一次设定多个灯。( **TODO：该指令最终效果由 UI 决定，作为未实现部分** )

|        |        |        |      |      |       |      |
|--------|--------|--------|------|------|-------|------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | BYTE | BYTE | ..... | BYTE |
|--------|--------|--------|------|------|-------|------|

| Type | sub type            | data            | data | data    | data      | data     |
|------|---------------------|-----------------|------|---------|-----------|----------|
| 0x65 | 0x04                | 0x03            | 1~64 |         |           |          |
| 显示类  | 彩色<br>8*8led 面<br>板 | 按色块设定面<br>板灯的颜色 | 灯的数量 | 第一个灯的颜色 | 第 N 个灯的颜色 | 最后一个灯的颜色 |

(3) 离线功能：

a.将收到的离线包的归一化值转换成亮度驱动所有 rgb 灯，亮度为白色的亮度，转换为线性转换，归一化值最小值对应亮度 0，最大值对应亮度 255。

b.往下一级传递收到的离线包。

## 4.5. 声音类

### 4.5.1. MP3 模块

(1) 上电状态：指示灯指示模块工作正常。

(2) 按键功能：

按键 1：play/pause，按下一次，在暂停和播放之间切换。

按键 2：record，录音，长按录音，松开，停止录音。

按键 3：短按（小于 0.5 秒），上一首；长按（大于 0.8 秒），音量减。

按键 4：短按（小于 0.5 秒），下一首；长按（大于 0.8 秒），音量加。

(3) 支持格式：MP3、WAV、WMA。

(4) 在线功能：

a.按音频文件的创建顺序，指定播放第几首。

|        |          |          |      |
|--------|----------|----------|------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte   | BYTE |
| type   | Sub type | data     | data |
| 0x66   | 0x01     | 0x01     | xx   |
| 声音类    | MP3 模块   | 播放第 xx 首 | 音频文件 |

|  |  |  |    |
|--|--|--|----|
|  |  |  | 序号 |
|--|--|--|----|

b.按音频文件的创建顺序，指定删除第几首。

|        |          |          |            |
|--------|----------|----------|------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte   | BYTE       |
| type   | Sub type | data     | data       |
| 0x66   | 0x01     | 0x02     | xx         |
| 声音类    | MP3 模块   | 删除第 xx 首 | 音频文件<br>序号 |

c.播放上一首

|        |          |        |
|--------|----------|--------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte |
| type   | Sub type | data   |
| 0x66   | 0x01     | 0x03   |
| 声音类    | MP3 模块   | 播放上一首  |

d.播放下一首

|        |          |        |
|--------|----------|--------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte |
| type   | Sub type | data   |
| 0x66   | 0x01     | 0x04   |
| 声音类    | MP3 模块   | 播放下一首  |

e.暂停或继续播放，若当前状态为暂停，则切换到继续播放，若当前状态为播放，则切换到暂停。

|        |          |             |
|--------|----------|-------------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte      |
| type   | Sub type | data        |
| 0x66   | 0x01     | 0x05        |
| 声音类    | MP3 模块   | 暂停或继续播<br>放 |

f.停止播放

|        |          |        |
|--------|----------|--------|
| 1 byte | 1 byte   | 1 byte |
| type   | Sub type | data   |
| 0x66   | 0x01     | 0x06   |
| 声音类    | MP3 模块   | 停止播放   |

( 5 ) 离线功能：往下一级传递收到的离线包。