

MOTINOVA E-Bike中置电机记录仪通信协议

20230601

- MOTINOVA E-Bike中置电机记录仪通信协议
 - 1. 目的
 - 2. 通信接口
 - 3. 协议格式
 - 3.1 CAN接口协议格式
 - 3.2 UART接口协议格式
 - 4. CRC32计算
 - 5. 通信内容
 - 5.1 电机运行信息
 - 5.2 电机故障码定义
 - 5.3 电机调试信息定义

1. 目的

通过记录仪完成对电机骑行过程中的数据记录，记录仪完成数据解析后按照自定义格式存入SD卡。

2. 通信接口

- CAN2.0, 125 Kbps / 250 Kbps
- UART, 115200 bps (需配合MLD1/MLD3使用)

3. 协议格式

3.1 CAN接口协议格式

按照《MOTINOVA_E-Bike电气系统通信协议》中指定的协议格式内容，如下：

帧头	模式	命令段长度	命令字	数据段	CRC32	帧尾
0x55 0xAA	Mode	Len	Command	Data	CRC32	0xF0

3.2 UART接口协议格式

按照《MOTINOVA_E-Bike电气系统通信协议》中指定的数据包封装格式定义，如下：

帧头	CAN ID	模式	命令段长度	命令字	数据段	CRC32	帧尾
0x55 0xAA	ID	Mode	Len	Command	Data	CRC32	0xF0

其中，

- ID为11Bit的CAN报文ID，例如0x755，依次填写为0x07,0x55;
- Mode表示帧模式：0x11-读，0x16-写，0x0C-上报;

3. Len表示命令段和数据段总长度，占用1Byte；
4. Command表示命令字，占用2Bytes；
5. Data表示数据段，长度不固定，Len - 2表示数据段长度，采用小端模式传递数据；
6. CRC为校验位，占用4字节，由帧头开始，CAN_ID插入到帧头和帧模式之间,计算到数据段最后一个字节，计算结果高字节在前，如：CAN_ID为0x0710，数据帧为55 AA 11 03 22 01 00 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0，CRC计算函数输入数据为 55 AA 07 10 11 03 22 01 00，计算结果依次由高到低写 入CRC1、CRC2、CRC3、CRC4。

4. CRC32计算

为保证数据数据双向正确解析，数据发送和解析时统一按照下面计算方法。

```
uint32_t Crc32Table[ 256 ] =  
{  
    0x00000000, 0x04C11DB7, 0x09823B6E, 0x0D4326D9, 0x130476DC, 0x17C56B6B, 0x1A864DB2, 0x1E475005,  
    0x2608EDB8, 0x22C9F00F, 0x2F8AD6D6, 0x2B4BCB61, 0x350C9B64, 0x31CD86D3, 0x3C8EA00A, 0x384FBDDB, 0x4C11DB70, 0x48D0C6C7,  
    0x4593E01E, 0x4152FDA9, 0x5F15ADAC, 0x5BD4B01B, 0x569796C2, 0x52568B75, 0x6A1936C8, 0x6ED82B7F, 0x639B0DA6, 0x675A1011, 0x791D4014, 0x7DDC5DA3,  
    0x709F7B7A, 0x745E66CD, 0x9823B6E0, 0x9CE2AB57, 0x91A18D8E, 0x95609039, 0x8B27C03C, 0x8FE6DD8B, 0x82A5FB52, 0x8664E6E5, 0xBE2B5B58, 0xBAEA46EF,  
    0xB7A96036, 0xB3687D81, 0xAD2F2D84, 0xA9EE3033, 0xA4AD16EA, 0xA06C0B5D, 0xD4326D90, 0xD0F37027, 0xDDB056FE, 0xD9714B49, 0xC7361B4C, 0xC3F706FB,  
    0xCEB42022, 0xCA753D95, 0xF23A8028, 0xF6FB9D9F, 0xFBB8BB46, 0xFF79A6F1, 0xE13EF6F4, 0xE5FFEB43, 0xE8BCCD9A, 0xEC7DD02D, 0x34867077, 0x30476DC0,  
    0x3D044B19, 0x39C556AE, 0x278206AB, 0x23431B1C, 0x2E003DC5, 0x2AC12072, 0x128E9DCF, 0x164F8078, 0x1B0CA6A1, 0x1FCDBB16, 0x018AEB13, 0x054BF6A4,  
    0x0808D07D, 0x0CC9CDCA, 0x7897AB07, 0x7C56B6B0, 0x71159069, 0x75D48DDE, 0x6B93DDDB, 0x6F52C06C, 0x6211E6B5, 0x66D0FB02, 0x5E9F46BF, 0x5A5E5B08,  
    0x571D7DD1, 0x53DC6066, 0x4D9B3063, 0x495A2DD4, 0x44190B0D, 0x40D816BA, 0xACA5C697, 0xA864DB20, 0xA527FDF9, 0xA1E6E04E, 0xBF1B04B, 0xBB60ADFC,  
    0xB6238B25, 0xB2E29692, 0x8AAD2B2F, 0x8E6C3698, 0x832F1041, 0x87EE0DF6, 0x99A95DF3, 0x9D684044, 0x902B669D, 0x94EA7B2A, 0xE0B41DE7, 0xE4750050,  
    0xE9362689, 0xEDF73B3E, 0xF3B06B3B, 0xF771768C, 0xFA325055, 0xFEF34DE2, 0xC6BCF05F, 0xC27DEDE8, 0xCF3ECB31, 0xCBFFD686, 0xD5B88683, 0xD1799B34,  
    0xDC3ABDED, 0xD8FBA05A, 0x690CE0EE, 0x6DCDFD59, 0x608EDB80, 0x644FC637, 0x7A089632, 0x7EC98B85, 0x738AAD5C, 0x774BB0EB, 0x4F040D56, 0x4BC510E1,  
    0x46863638, 0x42472B8F, 0x5C007B8A, 0x58C1663D, 0x558240E4, 0x51435D53, 0x251D3B9E, 0x21DC2629, 0x2C9F00F0, 0x285E1D47, 0x36194D42, 0x32D850F5,  
    0x3F9B762C, 0x3B5A6B9B, 0x0315D626, 0x07D4CB91, 0x0A97ED48, 0x0E56F0FF, 0x1011A0FA, 0x14D0BD4D, 0x19939B94, 0x1D528623, 0xF12F560E, 0xF5EE4BB9,  
    0xF8AD6D60, 0xFC6C70D7, 0xE22B20D2, 0xE6EA3D65, 0xEBA91BBC, 0xEF68060B, 0xD727BBB6, 0xD3E6A601, 0xDEA580D8, 0xDA649D6F, 0xC423CD6A, 0xC0E2D0DD,  
    0xCDA1F604, 0xC960EBB3, 0xBD3E8D7E, 0xB9FF90C9, 0xB4BCB610, 0xB07DABA7, 0xAE3AFBA2, 0xAABFE615, 0xA7B8C0CC, 0xA379DD7B, 0x9B3660C6, 0x9FF77D71,  
    0x92B45BA8, 0x9675461F, 0x8832161A, 0x8CF30BAD, 0x81B02D74, 0x857130C3, 0x5D8A9099, 0x594B8D2E, 0x5408ABF7, 0x50C9B640, 0x4E8EE645, 0x4A4FFBF2,  
    0x470CDD2B, 0x43CDC09C, 0x7B827D21, 0x7F436096, 0x7200464F, 0x76C15BF8, 0x68860BFD, 0x6C47164A, 0x61043093, 0x65C52D24, 0x119B4BE9, 0x155A565E,  
    0x18197087, 0x1CD86D30, 0x029F3D35, 0x065E2082, 0x0B1D065B, 0x0FDC1BEC, 0x3793A651, 0x3352BBE6, 0x3E119D3F, 0x3AD08088, 0x2497D08D, 0x2056CD3A,
```

```

0x2D15EBE3, 0x29D4F654, 0xC5A92679, 0xC1683BCE, 0xCC2B1D17, 0xC8EA00A0,
0xD6AD50A5, 0xD26C4D12, 0xDF2F6BCB, 0xDBEE767C, 0xE3A1CBC1, 0xE760D676,
0xEA23F0AF, 0xEEE2ED18, 0xF0A5BD1D, 0xF464A0AA, 0xF9278673, 0xFDE69BC4,
0x89B8FD09, 0x8D79E0BE, 0x803AC667, 0x84FBD8D0, 0x9ABC8BD5, 0x9E7D9662,
0x933EB0BB, 0x97FFAD0C, 0xAFB010B1, 0xAB710D06, 0xA6322BDF, 0xA2F33668,
0xBCB4666D, 0xB8757BDA, 0xB5365D03, 0xB1F740B4
};

uint32_t CRC32_Calculate( uint8_t *pData, uint16_t Length )
{
    uint32_t nReg;
    uint32_t nTemp = 0;
    uint16_t i, n;

    nReg = 0xFFFFFFFF;
    for ( n = 0; n < Length; n++ )
    {
        nReg ^= (uint32_t) pData[ n ];
        for ( i = 0; i < 4; i++ )
        {
            nTemp = Crc32Table[ ( uint8_t )( ( nReg >> 24 ) & 0xFF ) ];
            nReg <<= 8;
            nReg ^= nTemp;
        }
    }
    return nReg;
}

```

5. 通信内容

该份协议实现对电机运行信息和调试信息的解析。

5.1 电机运行信息

ID	帧头	模式	命令段长度	命令字	数据段	CRC32	帧尾
0x710	0x55 0xAA	0x0C	0x22	0x10 0x20	Data	CRC32	0xF0

数据段主要内容如下：

- byte1-byte2: 车速，单位0.1km/h
- byte3-byte4: 电机转速，单位1rpm
- byte5-byte6: 电功率，单位1w
- byte7-byte8: 母线电压，单位1mV
- byte9-byte10: 母线电流，单位1mA
- byte11: 踏频，单位1rpm

byte12: 力矩, 单位1N.m

byte13: 踩踏方向

byte14: 助力档位, 0x00-OFF, 0x01-ECO, 0x02-NORM, 0x03-SPORT, 0x04-TURBO, 0x22-Walk, 0x33-SMART

byte15: 大灯状态, 0xF1-开灯, 0xF0-关灯

byte16: 剩余电量, 单位1%

byte17-byte18: 续航里程, 单位1km, 0xEEEE和0xFFFF为无效值

byte19: 预留0x00

byte20: 预留0x00

byte21: 平均功耗, 单位0.01Ah/km

byte22: PCB温度, 偏移40, 单位1℃

byte23: 绕组温度, 偏移40, 单位1℃

byte24: 预留0x00

byte25-byte26: 开机后骑行里程, 单位0.1km

byte27-byte28: 开机后骑行时间, 单位1s

byte29: 预留0x00

byte30: 预留0x00

byte31: 预留0x00

byte32: 预留0x00

5.2 电机故障码定义

ID	帧头	模式	命令段长度	命令字	数据段	CRC32	帧尾
0x710	0x55 0xAA	0x0C	0x06	0x11 0x04	Data	CRC32	0xF0

数据段主要内容如下：

数据段故障码定义按照位或方式，1表示存在故障，存在故障时定时200ms发送故障码，故障全部消失后停止发送。

- bit0: 过流保护
- bit1: 欠压保护
- bit2: 过压保护
- bit3: 堵转保护
- bit4: 过热保护

bit5: 速度传感器故障

bit6: 力矩传感器故障

bit7: 霍尔传感器故障

bit8: 缺相保护

bit9: 温度传感器故障

bit13: 踏频传感器故障

bit14: 转把故障

5.3 电机调试信息定义

ID	帧头	模式	命令段长度	命令字	数据段	CRC32	帧尾
0x715	0x55 0xAA	0x0C	0x22	0xBA 0x20	Data	CRC32	0xF0

数据段主要内容如下：

byte1: 系统状态机，0-SysInit, 1-SysRdy, 2-SysFault

byte2: 二层状态机，0-Assist, 1-Boost, 2-Cruise, 3-Exit

byte3: 电机状态机，0-Charge, 1-InitPos, 2-ParDet, 3-ShartUp, 4-OpenClz, 5-ClzLoop, 6-Stop

byte4: 助力状态机，0-Startup, 1-TorqueAssist, 2-SpeedAssist, 3-Spd2Torq, 4-StartupCruise, 5-StopAssist, 6-ReduceCurrent

byte5-byte6: D轴电流，Q14，基值60A

byte7-byte8: Q轴电流，Q14，基值60A

byte9-byte10: D轴电压，Q14，基值48V

byte11-byte12: Q轴电压，Q14，基值48V

byte13-byte14: 瞬时力矩，Q14，基值90Nm

byte15-byte16: 滤波力矩，Q14，基值90Nm

byte17-byte18: 踏频力矩，Q14，基值90Nm

byte19-byte32: 预留0x00

以上内容仅用于骑行记录仪调试，不作其它用途。