睡眠监测雷达
IR24SMA 数据手册

IR24SMA

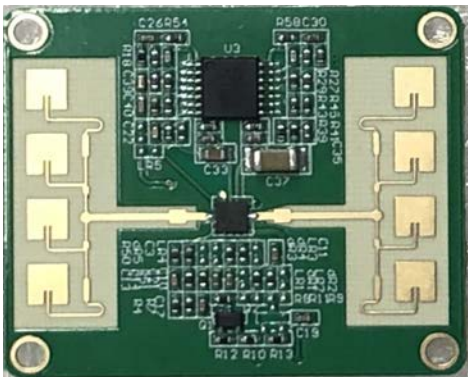
Dalian iFlabel Technology Co., ltd.

睡眠监测雷达 IR24SMA

数据手册(V1.0)

产品特点

- 24GHz 雷达传感器
- 基于增强多普勒雷达技术，实现二维区域人员感知功能；
- 实现呼吸监测及运动感知功能；
- 探测最大距离：≥2 米
- 天线波束宽度：100°/40°
- 具备场景识别能力，识别有人/无人及人员活动状态
- 不受温度、湿度、噪声、气流、尘埃、光照等影响，适合恶劣环境；
- 输出功率小，长时间照射对人体无伤害；
- 无人到有人探测时间：0.5 秒以内
- 有人到无人探测时间：大于 1 分钟



产品应用

- ✧ 睡眠监控
- ✧ 呼吸功能监测
- ✧ 老人看护
- ✧ 婴幼儿看护
- ✧ 家庭康养

产品封装

- 体积：≤35mm×30mm×5mm
- 接口：PH2.0mm 插针

目　录

1. 概述 - 5-
2. 电气参数 - 5 -
3. 模块尺寸及引脚说明 - 6 -
   3.1. 模块尺寸 - 6 -
   3.2. 引脚说明 - 6 -
4. 模块工作模式 - 8 -
   4.1. 雷达模块探测范围 - 8 -
   4.2. 主要功能 - 8 -
   4.3. 安装方式 - 9 -
      4.3.1. 倾斜安装 - 9 -
      4.3.2. 置顶安装 - 9 -
   4.4. 雷达模块工作模式 - 10 -
5. 典型应用模式 - 12 -
   5.1. 卧室安装及应用 - 12 -
6. 模块接口协议 - 13 -
   6.1. 接口介绍 - 13 -
7. 注意事项 - 15-
   7.1. 启动时间 - 15 -
   7.2. 有效探测距离 - 15 -
   7.3. 雷达生物探测性能 - 15 -
   7.4. 电源 - 15 -
8. 常见问题 - 15 -
9. 免责声明 - 16 -
10. 版权说明 - 16 -
11. 版本信息 - 16 -
   附录 - 17 -

1. 概述

IR24SMA 雷达模块是基于毫米波多普勒雷达体制，实现的人体呼吸感知及人体运动感知的雷达探测模块。本模块基于增强多普勒雷达信号处理体制，通过对人员运动的多普勒参数及人员的呼吸参数同步感知技术，实现特定场所内人员睡眠状态的无线感知。

本雷达模块具有如下工作特点：

- ✧ 本模块将检测对象限制于人员（运动或静止），剔除环境内其它无生命物体的干扰；
- ✧ 本模块实现运动人员及静止人员的同步感知功能；
- ✧ 本模块对非生命类物体干扰有效剔除，也可实现非生命类运动物体检测；
- ✧ 产品支持二次开发，适应多种场景应用；
- ✧ 本输出功率小，对人体不构成危害；
- ✧ 本模块不受温度、光照、粉尘等因素影响，灵敏度高，应用领域广泛。

2. 电气参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作性能				
呼吸感应最大距离		1.5	2	米
运动探测最大距离	4	5	6	米
雷达探测角度（水平）		110		度
雷达探测角度（俯仰）		40		度
工作参数				
工作电压（VCC）	4.5	5.0	6	V
工作电流（I_{CC}）	90	93	100	mA
工作温度（T_{OP}）	-20		+60	℃
存储温度（T_{ST}）	-40		+80	℃
发射参数				
工作频率（f_{TX}）	24.0	24.1	24.25	GHz
发射功率（P_{out}）		6	8	dBm

3. 模块尺寸及引脚说明

3.1. 模块尺寸

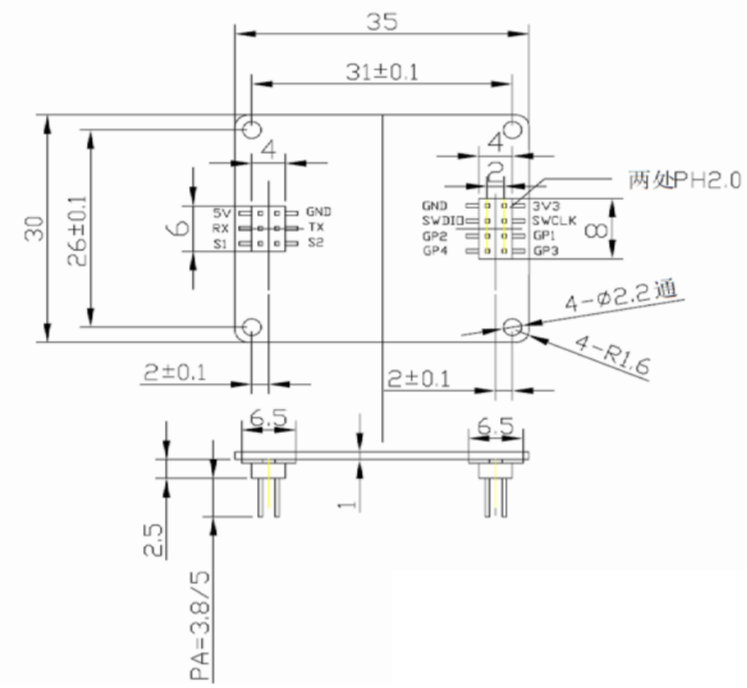


图 1 雷达模块结构示意图

3.2. 引脚说明

接口	引脚	描述	典型值	说明
接口 1	1	5V	5.0V	电源输入正端
	2	GND		地
	3	RX		串口接收
	4	TX		串口发送
	5	S1	3.3V/0V	有人/无人
	6	S2	3.3V/0V	静止/活跃
接口 2	1	3V3	3.3V	输出电源
	2	GND		地
	3	SL		保留
	4	SD		保留
	5	GP1		备用扩展引脚
	6	GP2		备用扩展引脚
	7	GP3		备用扩展引脚
	8	GP4		备用扩展引脚

注： 1）S1 输出：高电平-有人，低电平-无人；

2）S2 输出：高电平-活跃，低电平-静止

3）GP1～GP4 为参数选择控制端，可根据用户需求重定义。

使用接线图

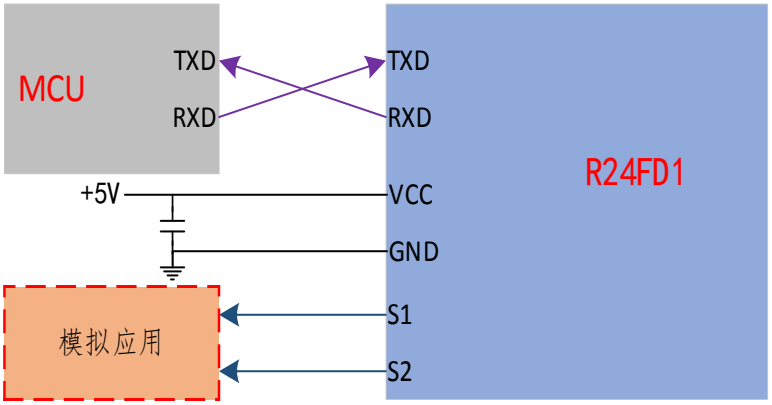


图 2 雷达模块与外设连线示意图

4. 模块工作模式

4.1. 雷达模块探测范围

本雷达模块天线方向图如下图所示。雷达水平及俯仰 3dB 波束宽度为 100°。

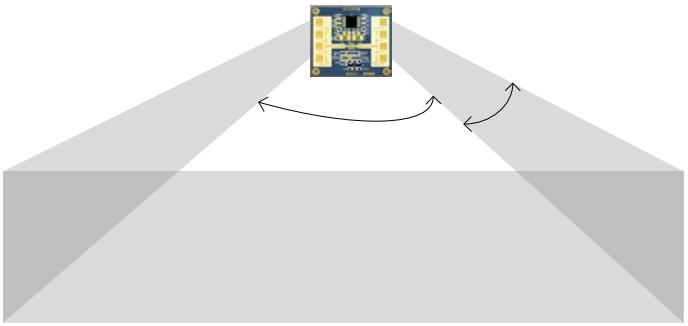


图 3 雷达波束仿真图

雷达置顶安装模式下，雷达安装高度 H 为 2～2.5 米，雷达有效波束投影半径 R 为 2～4 米，如下图所示。

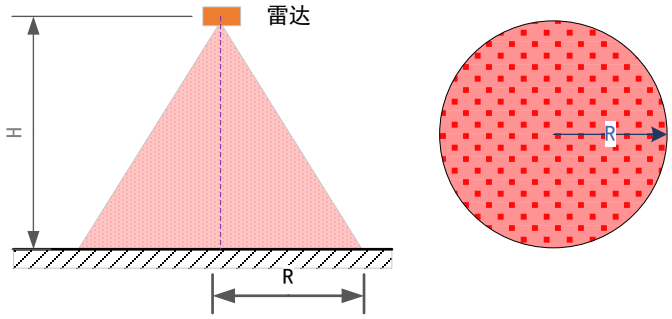


图 4 雷达安装示意图

注：随着雷达安装高度、安装场景的改变，雷达有效作用范围有相应的改变。

4.2. 主要功能

本雷达模块主要功能包括：

A、运动检测功能；

B、微动检测功能；

C、呼吸检测功能；

D、睡眠状态评估功能；

4.3. 安装方式

本雷达模块建议安装方式为倾斜安装及置顶安装。

4.3.1. 倾斜安装

如图 5 所示为倾斜安装。本安装方式主要用于床旁按照。

雷达安装高度建议为床以上高度0.5-1.5米;雷达下视倾斜角度范围为10°～30°，雷达前面无明显遮挡物及覆盖物，雷达正向波束能够覆盖被测人员胸腔。雷达与人体间最大距离不超过 2 米。

该模式下，雷达正下方及邻近区域可能存在监视盲区。

随着下视倾角增加，静态人体探测距离会明显压缩。

受雷达天线辐射特性影响，偏离雷达法线方向位置，雷达有效作用距离会降低。

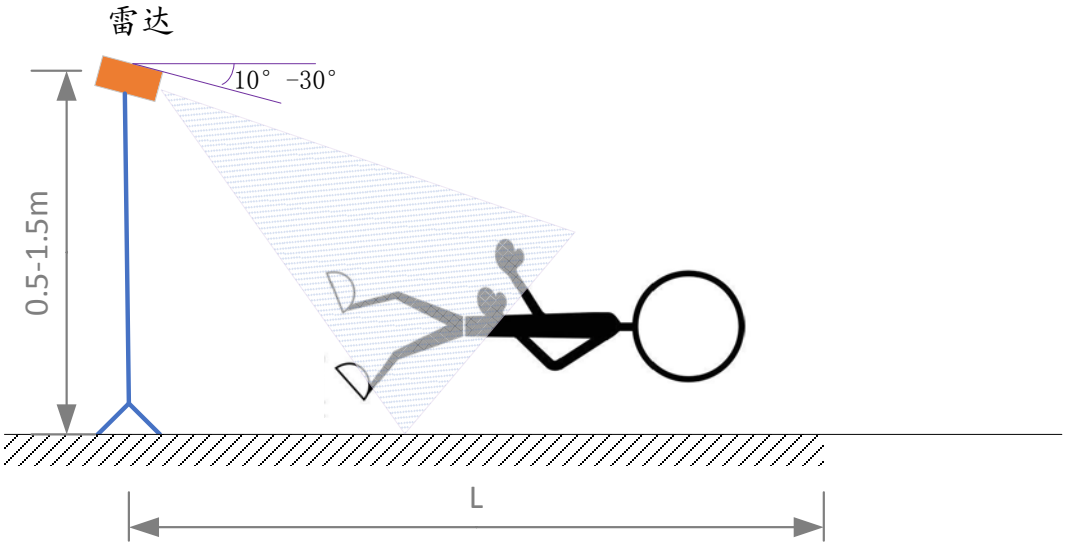


图 5 斜下视安装示意图

4.3.2. 置顶安装

如图 6 所示为置顶安装。本安装方式主要针对平躺状态下的人体监测，比如卧室、养老场所、病床等。

雷达垂直安装，水平偏离角度≤5°，保证雷达主波束覆盖探测区域；雷达安装高度建议为床以上 1～2 米；雷达前面无明显遮挡物及覆盖物。

受雷达安装高度及雷达波束范围影响，水平作用区域长度 L≈3 米～5 米。

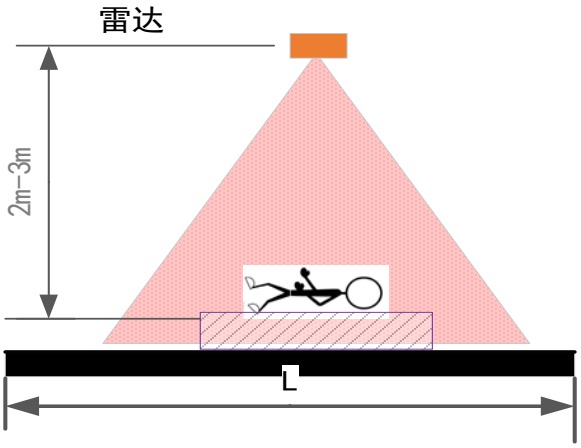


图 6 斜下视安装示意图

注意：

A、上述不同安装方式，均需要雷达主波束覆盖人体主要活动区域，并尽可能法线方向正对；

B、斜下安装时，由于覆盖区域水平投影变化，水平作用距离将对应减小；

C、模块工作时，模块表面不应该有金属物遮挡；

D、受电磁波传输特性影响，雷达作用距离与目标 RCS、目标覆盖物材质及厚度相关联，雷达有效作用距离会有一定程度变化。

E、对应静止状态人体探测，不同体位会对雷达作用距离有影响，雷达不保证所有状态均达到最大作用距离。

4.4. 雷达模块工作模式

本雷达模块可以在参数设置控制下，实现参数运行模式或状态运行模式。

✧ 参数运行模式

参数运行模式是直接见雷达探测参数输出，用户可以在输出参数基础上开发相关应用；

✧ 状态运行模式

状态运行模式是雷达模块通过统计分析处理后，综合评估当前检测区域人员状态，用户可以直接利用该结果。

雷达输出参数主要包括如下表所示参数：

	输出参数	参数说明
1	呼吸参数	对探测到的人体呼吸频率、呼吸时间间隔等参数实时测量，并周期性输出；
2	运动参数	对探测区域内人体运动频率、运动强度等实时监测，并进行参数评估后周期性输出；
3	场景状态评估	基于人体呼吸参数、运动参数等，周期性场景评估。

注：雷达参数输出时间间隔预设为 10 分钟，可以根据用户需求调整时间间隔。

5. 典型应用模式

5.1. 卧室安装及应用

针对特定应用，实时卧床人员相关信息，比如有人/无人、睡眠状态、睡眠深度、运动信息等，进而给出相关信息，实现特定应用。该模式下，雷达需要置顶安装。

基于该模式应用，可以实现应用包括

- 老人看护
- 康养看护
- 酒店应用
- 家庭健康

6. 模块接口协议

6.1. 接口介绍

雷达模块与上位机采用串口通信模式，串口通信定义如下：

- ✧ 接口电平：TTL
- ✧ 波特率：9600
- ✧ 停止位：1
- ✧ 数据位：8
- ✧ 奇偶校验：无

帧结构定义及说明

A、帧结构定义

起始码	数据长度		功能码	地址码1	地址码2	数据	校验码	
0X55	Lenth_L	Lenth_H	Command	Address_1	Address_2	Data	Crc16_L	Crc16_H
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	n Byte	1 Byte	1 Byte

B、帧结构说明

a. 起始码：1Byte，固定为0X55。

b. 数据长度：2 Byte，低字节在前，高字节在后。

- 长度=数据长度+功能码+地址码1+地址码2+数据+校验码。

c. 功能码：1Byte

- 读命令：0X01
- 写命令：0X02
- 被动上报命令：0X03
- 主动上报命令：0X04

d. 地址码：地址码1 表示功能分类，地址码2 表示具体功能。

见地址分配及数据信息说明。

e. 数据：n Byte

f. 校验码：2 Byte，低字节在前，高字节在后。 采用CRC16 校验，参考代码见附录1

24G 生物感知雷达接口内容					
	功能码	地址码 1	地址码 2	数据	备注
1	读命令 0x01	标识查询 0x01	设备 ID 0X01		
2			软件版本 0x02		
3			硬件版本 0x03		
4			协议版本 0x04		
11		雷达信息查询 0x03	体征参数 0x06		
12		系统参数 0x04	阈值档位 0x0C		
16	写命令 0x02	系统参数 0x04	阈值档位 0x0C	枚举范围 1, 2, 3, 4, 5	分别对应 1 2 3 4 5 档
			无人累计时间调节 0x09	1Byte 数据	以分钟为单位
17	被动上报命令 0x03	上报模块标识 0x01	设备 ID 0x01	12 Byte 数据	
18			软件版本 0x02	10 Byte 数据	
19			硬件版本 0x03	8 Byte 数据	
20			协议版本 0x04	8 Byte 数据	
		上报雷达信息 0x03			
27			环境状态 0x05	无人状态 00 FF FF	
28				有人静止 01 00 0F	
29				有人运动 01 01 01	
30			体征参数 0x06	4 Byte Float 数据	
31	主动上报命令 0x04	上报雷达信息 0x03	环境状态 0x05	无人状态 00 FF FF	
32				有人静止 01 00 0F	
33				有人运动 01 01 01	
34			运动体征参数 0x06	4 Byte Float 数据	
35	睡眠雷达数据上报 0x05	呼吸参数 0x01	呼吸频率 0x01	1Byte 整型数据	
36			最大呼吸间隔 0x03	1Byte 整型数据	单位：秒
37		体动参数 0x02	体动幅度 0x04	1Byte 整型数据	0-100%
38		场景评估 0x03	入床/离床 0x07	离床 0x00	
39				入床 0x01	
40			睡眠评估 0x08	清醒 0x00	
41				浅度睡眠 0x01	
42				深度睡眠 0x02	
43			呼吸异常预警 0x09	呼吸正常 0x00	
44				呼吸报警 0x01	
45	跌倒雷达数据上报 0x06	跌倒报警 0x01	跌倒报警 0x01	固定字符 0x0F	

黄色部分非本雷达模组输出内容

7. 注意事项

7.1. 启动时间

由于本模块在初始上电开始工作时，需要对模块内部电路完全复位，并对环境噪声进行充分评估，才能保证模块正常工作。因此模块初始上电工作时，需要开机稳定时间≥30s，才能保证后续输出参数的有效性。

7.2. 有效探测距离

雷达模块的探测距离与目标 RCS、环境因素关联较大，有效探测距离可能随着环境及目标改变而变化，本模块暂时不具备测距功能，因此有效探测距离在一定范围波动属于正常现象。

7.3. 雷达生物探测性能

由于人体生物特征属于超低频、弱反射特征信号，雷达处理中需要相对长时间累积处理，在累积过程中，可能诸多因素影响雷达参数，因此偶发性的探测失效是正常现象。

7.4. 电源

雷达模块对电源品质的要求，高于常规低频电路。在对模块供电时，要求电源无门限毛刺或纹波现象，且有效屏蔽附件设备所带来的电源噪声。

雷达模块需良好的接地，由于其他电路带来的地噪声，也可能引起雷达模块性能下降甚至工作异常；最常见的是导致探测距离变近或误报率增加。

为了保证模块内部 VCO 电路的正常工作，对本模块供电要求为+5V--+6V 供电，特别是电源电压不能低于 5V。

外部电源必须提供足够的电流输出能力和瞬态响应能力。

8. 常见问题

——

9. 免责声明

我公司认为，在出版时尽量做到文档描述的准确无误。考虑到产品的技术复杂性及工作环境的差异性，但仍难以排除个别不准确或不完备之描述，故本文档仅作用户参考之用。我公司保留在不通知用户的情况下对产品作出更改的权利，我公司不做任何法律意义上的承诺和担保。鼓励客户对产品和支持工具最近的更新提出意见。

10. 版权说明

本文档所提及的元件及器件，皆为对其版权持有公司所公布的资料之引用，其修改和发布的权利均属于其版权持有公司，请在应用时通过适当的渠道确认资料的更新情况以及勘误信息，我公司不对这些文档具有任何权利和义务。

11. 联系方式

大连雷博科技有限公司

电子邮箱：info@iflabel.com

电话：0411-84619565

地址：大连市甘井子区中华西路 18 号中南大厦 A 座 1513 室

附录1

```
const unsigned char  cuc_CRCHi[256]=
{
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
   0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
   0x00, 0xC1, 0x81, 0x40
};
```

```
const unsigned  char cuc_CRCLo[256]=
{
   0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7,
   0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E,
   0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09, 0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9,
   0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC,
   0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
   0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32,
   0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D,
   0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A, 0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38,
   0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF,
   0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
   0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1,
   0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4,
   0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F, 0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB,
   0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA,
   0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
   0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0,
   0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97,
   0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C, 0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E,
   0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89,
   0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
   0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83,
   0x41, 0x81, 0x80, 0x40
};
```

```
 static unsigned short int  us_CalculateCrc16(unsigned char *lpuc_Frame, unsi
gned short int  lus_Len)
{
   unsigned char luc_CRCHi = 0xFF;
   unsigned char luc_CRCLo = 0xFF;
   int li_Index=0;

   while(lus_Len--)
   {
       li_Index = luc_CRCLo ^ *( lpuc_Frame++);
       luc_CRCLo = (t_BYTE)( luc_CRCHi ^ cuc_CRCHi[li_Index]);
       luc_CRCHi = cuc_CRCLo[li_Index];
   }
   return (unsigned short int )(luc_CRCLo << 8 | luc_CRCHi);
}
```