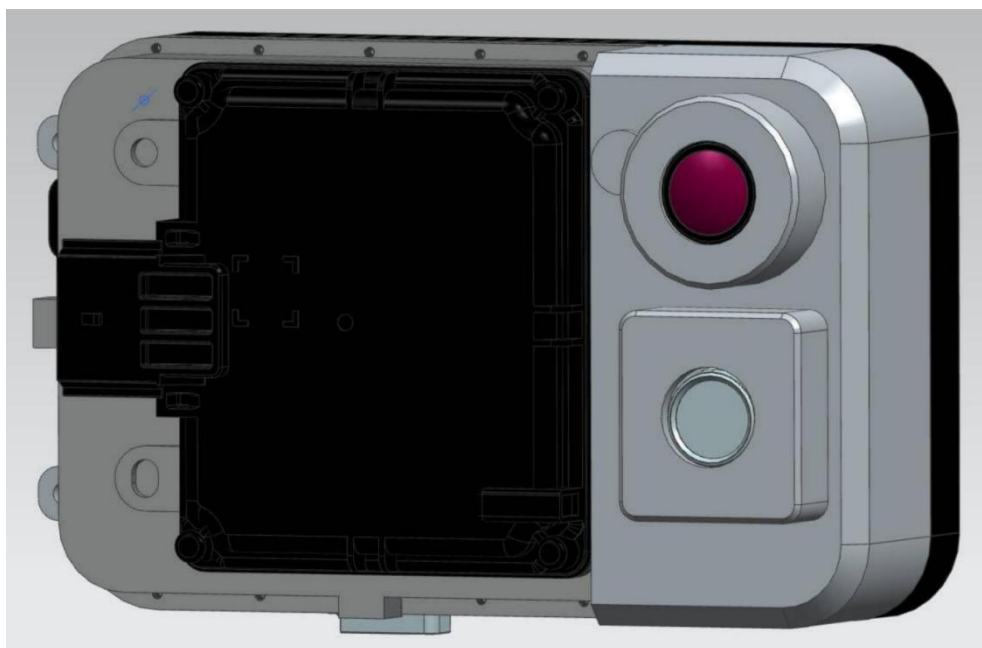


YGW-R1 产品手册



YGW-R1

文档名称	版本号	产品名称	更新日期
YGW-L1产品手册	V1.1	超级摄像头A（配毫米波雷达）	2025/8/27

目录

一， 产品说明	3
二， 技术参数	3
三， 使用方法.....	5
四， 多维像素数据定义.....	6
1、 多维像素数据包说明	6
2、 Meta Data 结构	7
3、 Radar data 结构	8
4、 Camera data 结构	9
5、 IR data 结构.....	9
6、 红外 Camera 和可见光 Camera 融合参数说明	9
7、 同步触发说明	10
8、 MAX96717 配置参考.....	11

一，产品说明

昱感微融合产品YGW-R1集成了毫米波雷达，可见光摄像头，红外摄像头，多传感器融合后生成时空对齐的多维像素数据，通过 GMSL 接口发出。本品为客户提供更加直接、高效、和可扩展的环境与事件感知能力。

二，技术参数(V1.1)

产品前面板如下，红色为标准传感器序号：



1，红外摄像头规格：

分辨率	640*512
帧率	30fps
FOV	$\geq 46^{\circ} \times 37^{\circ}$
焦距	9.1mm/F1.0

2，可见光摄像头规格：

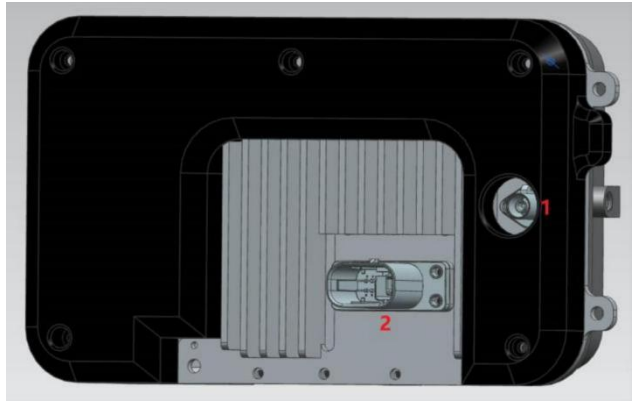
分辨率	3840*2160
帧率	30fps

3，毫米波雷达规格：

简介	77GHz 成像雷达传感器,6 发 8 收, 48 通道先进级联雷达天线设计
测距	0.25m ~285m
距离精度	$\pm 0.4\text{m}$ (>150m) $\pm 0.2\text{m}$ (>75m and <150m) $\pm 0.1\text{m}$ (<75m)
速度范围	-115~55 (m/s)
速度分辨率	0.13 m/s
速度精度	$\pm 0.06\text{m/s}$
水平角度范围	$\pm 12\text{deg}$ (230m) $\pm 60\text{deg}$ (40m)
俯仰角度范围	$\pm 10\text{deg}$ (200m)

角度精度	Az: $\pm 0.2\text{deg} @ \pm 12\text{deg}$ $\pm 0.8\text{deg} @ \pm 60\text{deg}$ $\pm 0.4\text{deg} @ \pm 45\text{deg}$ El: $\pm 0.5\text{deg} @ \pm 10\text{deg}$
刷新周期	55ms

产品后面板如图，红色为标注对外接口序号：

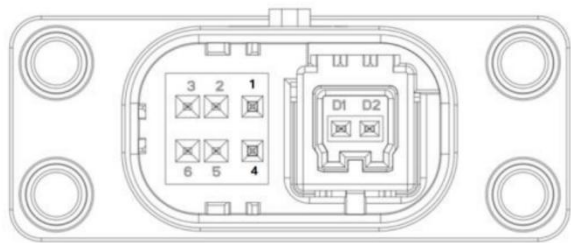


接口规范：

1，标准 fakra 接口，支持 GMSL2 协议。产品中会提供一根 3m 双母口的 Fakra 线缆。



2，TE 接口

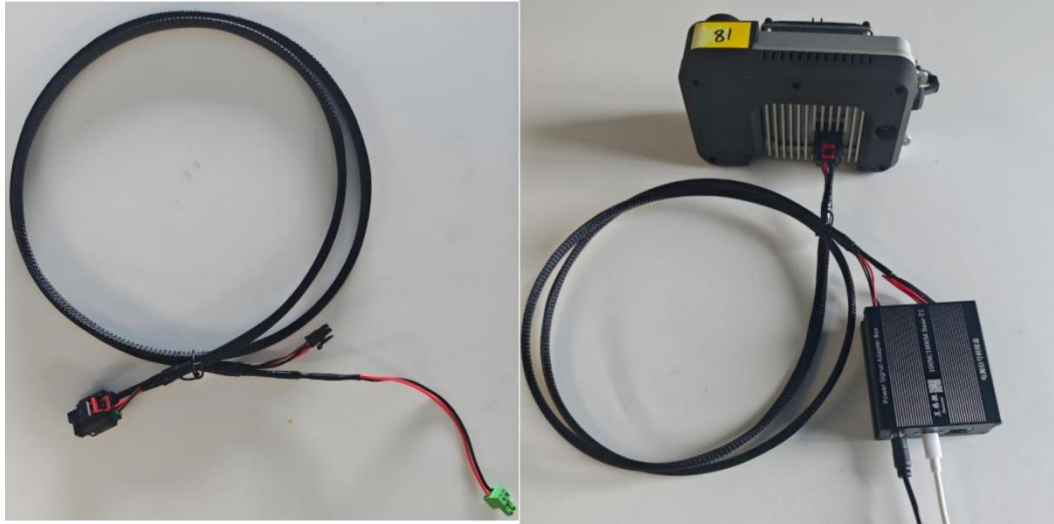


编号	信号	说明
1	VCC	12V 电源
2	TTL-Tx	3.3V 电平
3	预留	/
4	GND	地
5	TTL-Rx	3.3V 电平
6	预留	/
D1	MDI-N	车载以太网
D2	MDI-P	车载以太网

车载以太网接口，目前主要是以下 3 个功能，目前不支持融合产品的数据输出。

- 授时；
- 固件升级；
- 调试（调试目前暂不对客户开放）；

TE 接口线缆如下左图，产品连接线路如右图所示。



- 整机规格

尺寸（长高深）：175mm * 100mm * 60mm

单机重量:1kg

功耗：22W

供电要求：12V 3A

对时方式：本品支持 ptp/gptp 对时，域控制器运行 ptp/gptp 授时服务通过网络给本品授时

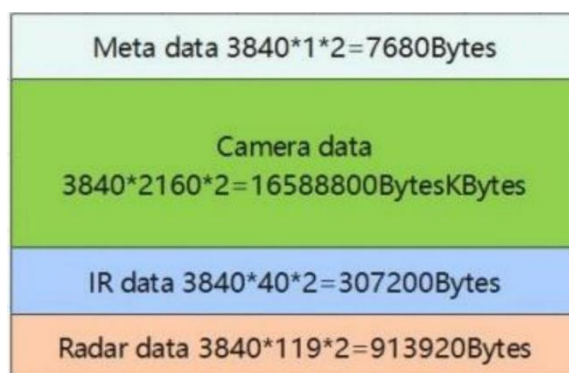
三，使用方法

用配套 TE 线缆给产品上电（接口 2），域控连接接口 1，上电后串口会持续打印系统初始化信息，约一分钟左右此时串口打印“TX START”字样并不再打印，表明产品初始化完成，开始从 FAKRA 接口（接口 1）发出融合后的多维像素数据。融合产品可以连接车载域控制器或者电脑。

1. 连接车载域控制器的话，直接 Fakra 接口的线缆就可以。
2. 如果需要连接电脑，则需要一张 GSML 图像采集卡。

四，多维像素数据定义

1、多维像素数据包说明



8M 多维像素数据格式

1) 显感微多维像素大小会根据可见光 camera 分辨率改变而调整，目前支持 8M 可见光 camera。

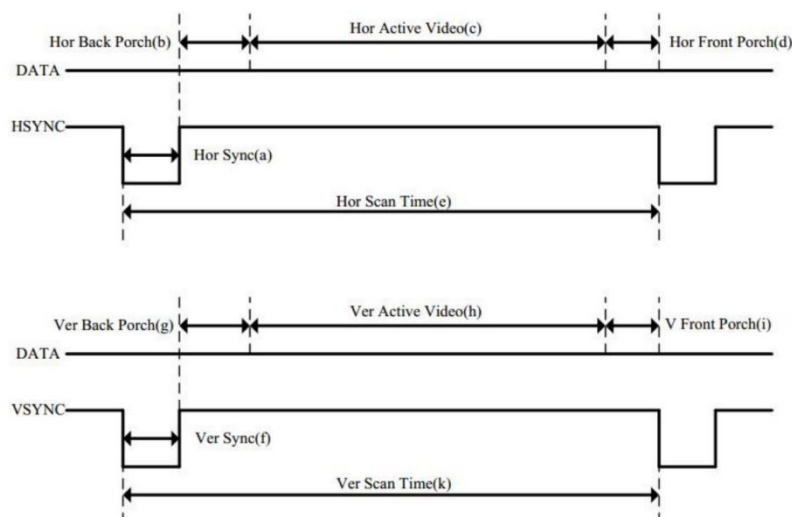
2) 显感融合数据包通过 MIPI TX CSI2 发送，每帧数据为 $3840 \times 2320 \times 2 \text{ Bytes}$ (8M camera, VGA IR)，不同 IR 和 CAMERA 分辨率帧大小不一样。

3) 每帧数据包格式如上图所示。内容为：可见光 camera 数据+雷达点云数据（激光/毫米波）+IR camera 数据+Meta data 数据。数据传输帧率为 30fps，对于 Radar 数据，如果是激光雷达，10fps 有效，毫米波雷达 15-20fps 有效。

4) 每帧数据包采用小端模式，采用默认对齐方式。

5) 可见光 camera data 大小为 $3840 \times 2160 \times 2 = 16588800 \text{ Bytes}$ (8M，分辨率不同可变)，雷达点云数据格式为 $3840 \times 119 \times 2 = 913920 \text{ Bytes}$ (实际长度看 metadata info)，IR data 大小为 $3840 \times 40 \times 2 = 307200 \text{ Bytes}$ (VGA，分辨率不同可变)，Meta data 大小为 $3840 \times 1 \times 2 = 7680 \text{ Bytes}$ (固定)。

6) 下图是标准的摄像头图像输出时序，MIPI接口硬件处理、隐藏了行场同步的等信息，软件可以直接拿到标准的数据。本品可以等效看成一个标准的 camera，只是分辨率略有差别。



2、Meta Data 结构

起始字节	字节长度	类型	定义	备注
0	4	uint32	iMagicNumber	Magic number（有效帧：0X59475700，无效帧：0xFFFFFFFF）
4	8	uint64	iCurrentFrameID	帧号(Frame)
12	2	uint16	iFwVersion	固件版本号
14	2	uint16	iMdVersion	数据格式定义版本号
16	4	uint32	iRadarType	radar 类型(激光：0、毫米波：1)
20	4	uint32	iCustomer ID	客户 ID
24	4	uint32	iMetaDataValidSize	Metadata 有效数据字节数
28	4	uint32	iCameraDataOffset	Camera data 在融合数据包内偏移地址
32	4	uint32	iCameraDataValidSize	Camera data 有效数据字节数
36	4	uint32	iCameraDataType	Camera data 数据类型（0：YUV422；1：420）
40	4	uint32	iCameraResolution	Camera 分辨率（0：2M；1：3M；2：5M；3：8M）
44	4	uint32	iRadarDataOffset	Radar data 在融合数据包内偏移地址
48	4	uint32	iRadarDataValidSize	Radar data 有效数据字节数
52	4	UInt32	iRadarDataDropNum	Radar data 被丢弃的点云个数
56	4	uint32	iRadarValid	本帧雷达数据数据是否有效(无效：0，有效：1)
60	4	uint32	iIrDataOffset	IR data 在融合数据包内偏移地址
64	4	uint32	iIrDataValidSize	IR data 有效数据字节数
68	4	uint32	iIrResolution	IR Data 分辨率（0：VGA；1：QVGA）
72	4	uint32	iMultiDimensionType	雷达像素点云格式（0：稀疏；1：密集）
76	8	uint64	iCameraTimestamp	Camera 采样时间戳，纳秒:bit[63:32]，秒:bit[31:0]

84	8	uint64	iRadarTimestamp	Radar 采样时间戳, 纳秒:bit[63:32], 秒:bit[31:0]
92	8	uint64	iIRTimestamp	IR 采样时间戳, 纳秒:bit[63:32], 秒:bit[31:0]
100	8	uint64	iTimestamp	数据发送时间戳计数值, 纳秒:bit[63:32], 秒:bit[31:0]

3、Radar data 结构

通过解析 metadata 结构体可以获得雷达数据，
毫米波雷达输出数据定义：

起始 字节	字节 长度	类型	定义	备注
0	2	int16	p	雷达点在图像里的横坐标，这个数字除以 10，四舍五入取整就是对应像素坐标（0~3840）
2	2	int16	q	雷达点在图像里是纵坐标，这个数字除以 10，四舍五入取整就是对应像素坐标（0~2160）
4	4	float	distance	m, relative to camera
8	4	float	speed	m/s, relative to camera
12	4	float	snr	dB, no target exists if 0

注：V1.0版本版本像素坐标域为了更高的精度保留了小数点后一位，比如收到数字是 12346，则需要如下转换：
12346/10=1234.6 再四舍五入得到 1235 为实际的像素坐标。

V1.1版本解析出来的像素坐标p、q, 通过下面公式计算得到其真值。

$$p_k = \text{round}(p + s_h)/\alpha$$

$$q_k = \text{round}(q + s_v)/\alpha$$

公式中各参数/取值说明见下表：

类型	定义	备注
int16	p_k	雷达像素坐标真值
int16	q_k	雷达像素坐标真值
int16	p	融合帧中解析得到的雷达像素坐标 计算值
int16	q	融合帧中解析得到的雷达像素坐标 计算值

uint16	α	雷达像素坐标缩放因子，取值为：9
uint32	s_h	雷达像素坐标水平方向平移因子，取值为：15687
uint32	s_v	雷达像素坐标俯仰方向平移因子。取值为：9810

4、Camera data 结构

通过解析 `metadata` 结构体可以获得 `camera` 的数据，默认是 `yuv422` 格式排布，具体定义如下：

紧缩格式（`packed format`）将 Y、U、V 值储存成 Macro Pixels 阵列（YUV 是混合在一起的），4:2:2 表示 2:1 的水平取样，垂直完全采样，每 2 个 Y 共用一组 UV 分量，每个像素数据量是 2bytes，信息如下：



5、IR data 结构

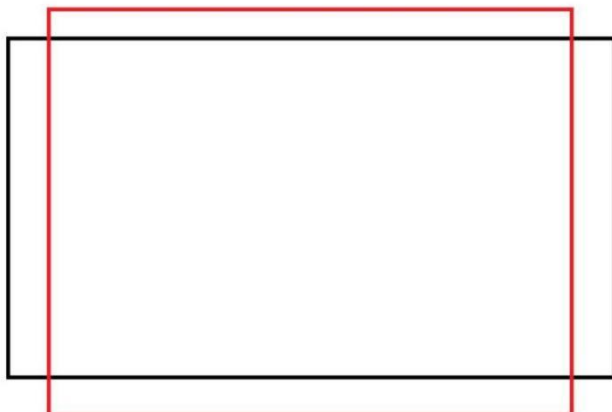
通过解析 `metadata` 结构体可以获得红外传感器数据，红外默认是一个像素 1 个字节，是 Y 分量。

6、红外 Camera 和可见光 Camera 融合参数说明

参数是 2 个，放大倍率和四个角的坐标值。

举例如下：

1. 经过测试和计算得出的放大倍率是 490%，也就是红外图像需要首先放大 4.9 倍。从 640*480 分辨率变为 3136*2352 分辨率。
2. 放大之后，红外 Camera 和可见光 Camera 中心对齐的情况下，实际情况是下面这样的。黑色是可见光 Camera，红色是红外 Camera。



3. 因为红外 Camera 和可见光 Camera 物理间距的原理。我们需要在可见光 camera 的上移动红外 camera 的图像。
4. 红外图像移动之后的状况如下图所示。也就是红外图像放大之后，只有上部的部分融合到了可见光 camera 上，下部有部分和可见光 camera 是没有重合的，需要舍弃掉。
5. 我们需要给出如图 A，B，C，D 四个点的坐标值。



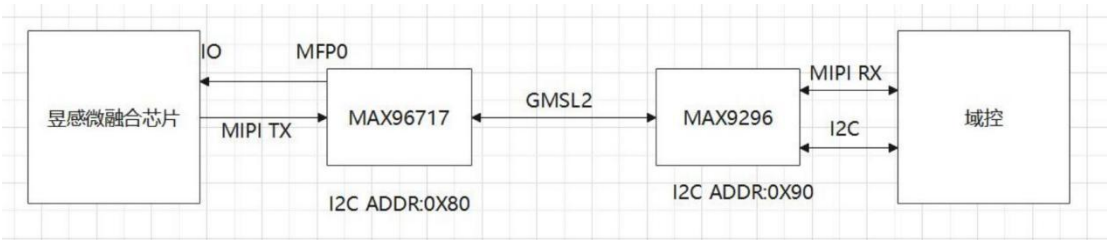
6. 四个点的坐标值如下，A (266,0)，B(3402,0), C(266,2160), D(3402,2160);

7、同步触发说明

昱感微融合设备支持外同步触发和内同步触发两种传感器触发模式。默认是内同步触发，在内同步触发模式下，可见光 30fps，红外 30fps，毫米波雷达 15fps 的触发信号由昱感微融合芯片内部产生。

外部同步触发，同步信号由域控通过 MX9296 产生。本设备使用 MAX96717 的 MFP0 作为外触发引脚，和艾利光 8M camera 控制方式一致。域控可以参考艾利光 8M camera 的外触发的驱动代码和寄存器配置内容。外同步触发支持 30/20/15/10fps 并且支持 1PPS 触发同步。

外触发频率	可见光频率	红外频率	毫米波雷达频率
30	30	30	15
20	20	20	10
15	15	15	15
10	10	10	10
1PPS	30	30	15



8、MAX96717 配置参考

需要域控端通过 GMSL2 配置MAX96717，配置参数如下：

```
reg_tbl reg_serialize_tbl[] =  
{  
    {0x002, 0x03},  
    {0x01a, 0xAD},  
    {0x330, 0x00},  
    {0x383, 0x00},  
    {0x331, 0x30},  
    {0x332, 0xe0},  
    {0x333, 0x04},  
    {0x334, 0x00},  
    {0x335, 0x00},  
    {0x308, 0x64},  
    {0x311, 0x40},  
    {0x318, 0x5e},  
    {0x319, 0x52},  
    {0x315, 0x80},  
    {0x30d, 0xff},  
    {0x110, 0x60},  
    {0x111, 0x50},  
    {0x112, 0x08},  
    {0x312, 0x04},  
    {0x31e, 0x2c},  
    {0x002, 0xf3},  
    {0x2be, 0x84},  
    {0x2bf, 0x20},  
    {0x2c0, 0x00}  
};
```