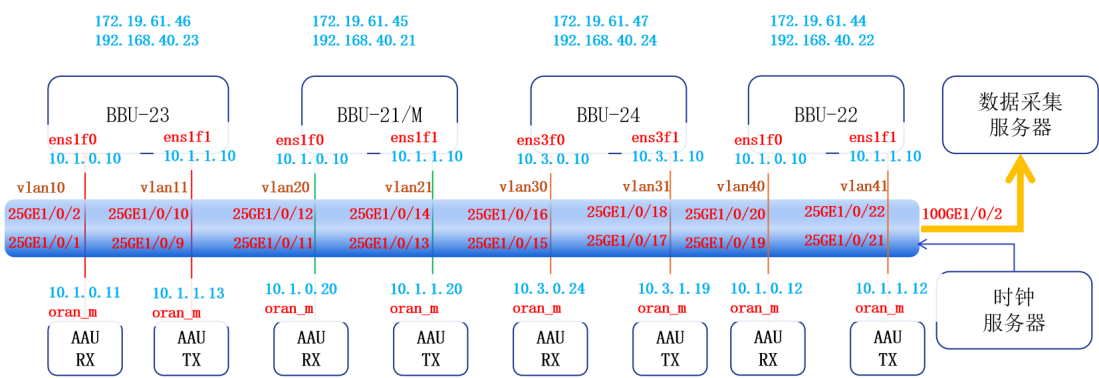


# 多模态数据采集格式说明

## 1 系统数据采集拓扑



系统数据采集拓扑图

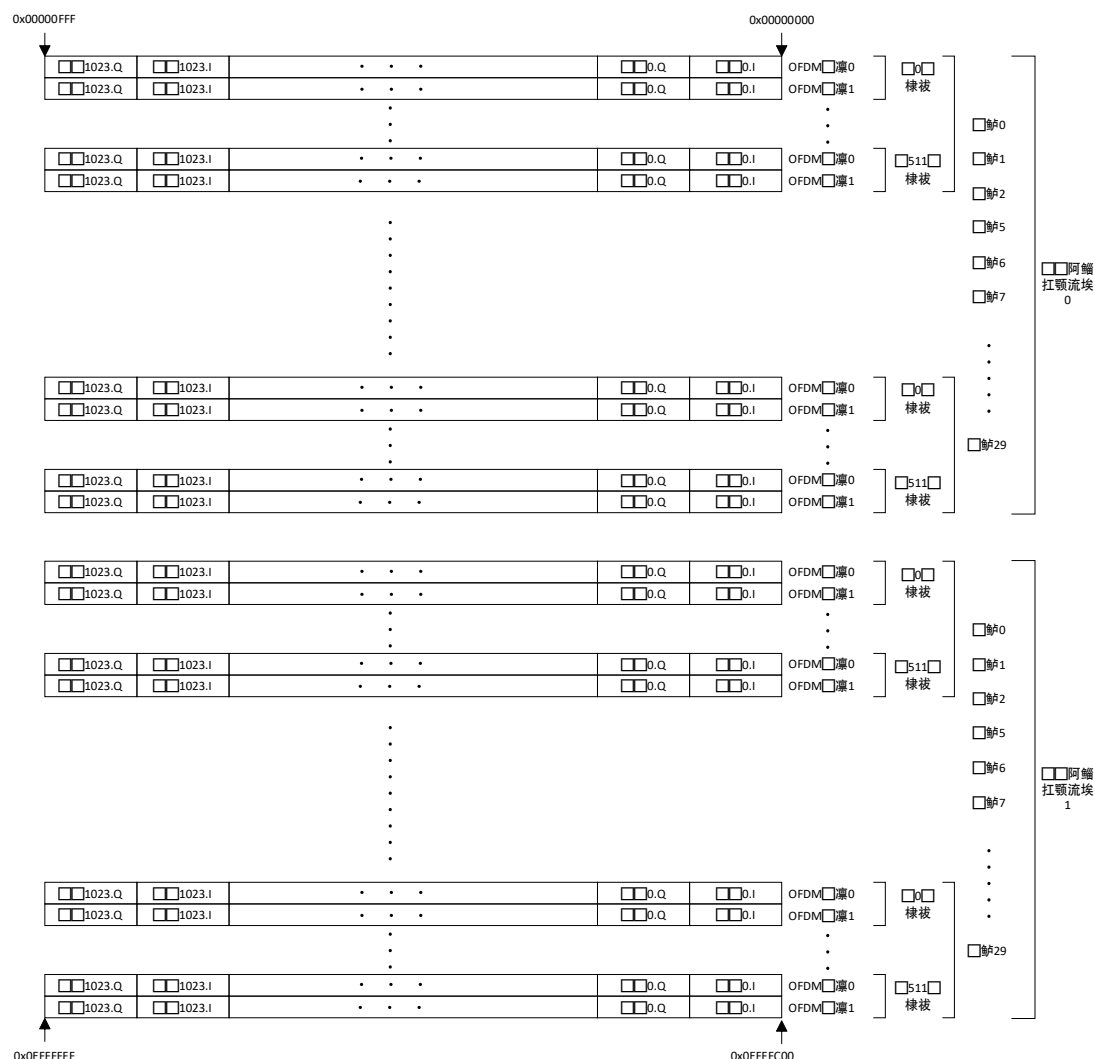
服务器 IP 地址为 192.168.40.23 的 BBU-23 控制头端 IP 地址为 10.1.1.13 的 AAU-Tx 在频点 25.6GHz 发送数据，一个或多个 AAU-Rx 同频采集接收数据。



数据采集实验场俯视图

数据采集实验场俯视图中，向上的方向为指向北方。图中给出了各个 AAU 的朝向示意，比如，图中的 23 表明服务器 IP 地址为 192.168.40.23 的 BBU 对应的 AAU-Tx 和 AAU-Rx 朝向方向均为西北，参数 `sectorOrientation` = “northwest”，该参数的可能值为{“southwest”, “north”, “northwest”, “southeast”}。其他的 AAU-Tx 和 AAU-Rx 朝向方向依次类推。

## 2 毫米波雷达感知帧采集数据格式



毫米波雷达感知帧采集数据格式示意图

本段落以不同的文字表述来说明采集数据格式的排列方式。

一个.bin 文件对应一个感知帧的数据，从宏观到微观来描述。

（1）numRu 表示每个感知帧包含的极化天线方向数量，比如，numRu = 2。有序列表 ruld 表示极化天线方向的数据先后顺序，比如，ruld = [0, 1]，编号 1 的数据接在编号 0 的数据后面。

（2）numBeam 表示每个通道（极化天线方向）包含的天线波束数量，比如，numBeam = 30。有序列表 beamMap 表示不同天线波束的扫描顺序，比如，beamMap = [0, 1, 2, 5, 6, 7, 3, 4, 10, 8, 9, 15, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 14, 20, 21, 19, 25, 26, 22, 23, 24, 27, 28, 29]。

（3）numScanPerBeam 表示每个天线波束的轮询扫描次数，比如，numScanPerBeam = 512。numSymbolPerScan 表示每次天线波束扫描的符号数，比如，numSymbolPerScan = 2。

（4）numSamplePerSymbol 表示每个符号对应的采样点数，比如，numSamplePerSymbol = 1024。numBytesPerSample 表示每个采样点占用的字节数，其中，每个采样点对应 1 个复数，

包含实部和虚部。比如， $\text{numBytesPerSample} = 4$ ，每个采样点的实部和虚部各占 2 字节。

数据帧的字节数：

每个文件对应 1 个感知帧数据，该数据为原始 ADC 采样，再经过 FFT 之后的数据，持续时间 400 ms。每帧对应 2 个极化天线方向，每个极化天线方向对应 30 个天线波束，每个天线波束进行 512 次轮询扫描，每次扫描对应 2 个符号，每个符号对应 1024 个采样点，每个采样点对应 1 个复数，每个复数包含实部和虚部，各占 2 个字节。

因此，每个感知帧文件的大小为 2 个极化天线方向 \* 30 个波束天线 \* 512 次扫描 \* 2 个符号 \* 1024 个采样点 \* 4 字节 = 251,658,240 字节，即 240 MBytes。

结合图给出的数据排列格式示例，由微观到宏观来描述：

- (1) 数据为经过接收端 ADC 和 FFT 处理之后的数据。
- (2) 每个采样点包括 1 个复数的实部和虚部，各占 2 个字节，即每个采样点对应 4 个字节。需要注意字节序是大端还是小端，由参数 `byteOrder` 指定，可能值为 "big" 或 "little"。
- (3) 每个符号对应 1024 个采样点，即 4 字节 x 1024 采样点 = 4096 字节。
- (4) 每个天线波束的每次扫描对应 2 个符号，即每符号 4096 字节 x 2 符号 = 8192 字节。
- (5) 每个天线波束进行 512 次轮询扫描，即单个波束单次扫描 8192 字节 x 512 次扫描 = 4,194,304 字节。
- (6) 每个极化天线方向对应 30 个天线波束，天线波束的扫描顺序由有序列表 `beamMap` 给出，比如，`beamMap = [0, 1, 2, 5, 6, 7, 3, 4, 10, 8, 9, 15, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 14, 20, 21, 19, 25, 26, 22, 23, 24, 27, 28, 29]`，表示天线波束的扫描顺序依次为波束 0，波束 1，波束 2，波束 5，波束 6，波束 7，依此类推，直至波束 29，即单个波束 512 次轮询扫描 4,194,304 x 30 个波束 = 125,829,120 字节。
- (7) 每个 AAU 对应 2 个极化天线方向，由有序列表 `ruId`（射频单元 ID）给出，比如，`ruId = [0, 1]`，表示极化天线的顺序依次为通道 0，通道 1，即单个极化天线方向 125,829,120 字节 x 2 个通道 = 251,658,240 字节，或者称为 240 MBytes。240MBytes 数据大小构成了一个数据帧文件。

### 3 metadata.json 参数组织结构与参数说明

```

1  {
2  >   "common": { ... }
6   },
7   "mmwAAU": [
8   >   { ... }
34  },
35  >   { ... }
61  },
62  >   { ... }
88  },
89  >   { ... }
115 },
116 >   "optical": [
117 >     { ... }
118 >     {
119 >       "common": { ... }
126 >     },
127 >     {
134 >       "Camera": { ... }
135 >     },
142 >     {
143 >       "Infrared": { ... }
144 >     },
169 >     { ... }
170 >   ],
171 >   "meteos": { ... }
176 > }
177 }

```

公共项  
毫米波雷达传感器  
第1个AAU  
第2个AAU  
第3个AAU  
第4个AAU  
光电传感器  
第1组光电传感器  
第1组光电传感器公共项  
第1组可见光传感器  
第1组红外传感器  
第2组光电传感器  
气象传感器

metadata.json 的结构

metadata.json 描述了不同模态的传感器参数，这里给出了文件中参数的组织结构和参数说明。common 给出多模态的公共项信息，比如是否存在空中无人机目标的先验信息。mmwAAU 给出毫米波雷达的参数；optical 给出光电传感器的参数，进一步地，optical.Camera 给出可见光传感器的参数，optical.Infrared 给出红外传感器的参数；meteos 给出气象传感器的参数。

metadata.json 参数说明

名称	说明	部分典型值
common	多模态公共项	
existTarget	是否存在空中目标	{true, false}
uavType	无人机类型， "dock-b" 表示无人机来自机场B	{"dock-b", "dock-c"}
flightRoute	无人机航线的设定文件	{"Dataset-AirportB-Horizontal-StraightLine", "Dataset-AirportC-45deg-StraightLine"}
mmwAAU	传感器为毫米波AAU	

location	站 点 位 置编号, 简 称 点 位	{1, 2, 3, 4, 5, 6}
headerSerialNumber	头 端 序 列号	{"IAIR8122C2504010048", "IAIR8122C2504010047", "IAIR8122C2504010062", "IAIR8122C2504010046"}
headLabel	头 端 标 号	{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}
pairedGroupNumber	配 对 组 号	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}
frequencyInGHz	频点,单 位: GHz	{25.4, 25.5, 25.6, 25.7, 25.8, 25.9, 26, 26.1}
pose	姿态,右 手系沿 [X, Y, Z] 轴旋 转 角度,单 位: 度	{[47.999, 0.181, -125.052], [49.103, 2.862, -73.383], [50.576, 0.566, -128.557], [53.663, -2.911, -140.136]}
GPS	GPS, [纬 度, 经 度, 海 拔], 经 纬度单 位: 度, 海拔单 位: 米	{[31.87483116, 118.81556122, 13.75], [31.87482205, 118.81460069, 13.1], [31.87421618, 118.81460101, 13.66], [31.87421372, 118.8155616, 13.32]}
location	站 点 位 置编号, 简 称 点 位	{1, 2, 3, 4, 5, 6}
poleHeightInMeter	杆高,单 位: 米	5.5
sectorOrientation	AAU 扇 区方位, 即扇区 天线的 朝向	{"southwest", "north", "northwest", "southeast"}
serverPort	服 务 器 端口号	{7210, 7220, 7230, 7240}
serverIP	服 务 器 IP 地址	{"192.168.40.21", "192.168.40.22", "192.168.40.23", "192.168.40.24"}
headIP	头端 IP	{"10.1.0.20", "10.1.2.14", "10.1.1.12",

	地址	"10.1.0.16", "10.3.0.24", "10.3.3.12"}
timeStamp	站点采集数据的起始时刻	"2025-08-09 18:03:14 Asia/Shanghai"
numRu	每个AAU极化天线的数量	2
ruld	AAU无线单元极化天线的索引	{0, 1}
numBeam	每个AAU波束天线的数量	30
beamMap	每个AAU波束天线的扫描顺序	[0, 1, 2, 5, 6, 7, 3, 4, 10, 8, 9, 15, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 14, 20, 21, 19, 25, 26, 22, 23, 24, 27, 28, 29]
numScanPerBeam	每个波束天线的扫描次数	512
numSymbolPerScan	每次波束天线扫描的符号数	2
numSamplePerSymbol	每个符号对应的采样点数	1024
numBytesPerSample	每个采样点占用的字节数,每个采样点对应1个复数,包括实部和	4

	虚部	
byteOrder	字节序	{"big", "little"}
manufacturer	AAU 设备厂商	{"asmote"}
frameRate	帧率, 单位: 帧每秒	2.5
fracBits	采样点的实部和虚部定点数中小数占用位数	15
optical	光电设备	
optical.common	光电设备公共项	
location	站点位置	"dock-c"
headerSerialNumber	设备序列号	"202506V11V10-K3343"
workingTemperatureInCelsius	设备当前工作温度, 单位: 度	56
GPS	GPS, [纬度, 经度, 海拔], 经纬度单位: 度, 海拔单位: 米	[31.87444193, 118.8154508, 14.413]
initialOrientationRelativeToEastInDegree	设备初始位置相对于正东的角度, 逆时针为正, 单位: 度	171.558
motorRotationStepInDegree	电机旋	0.001

	转最小步长,单位:度	
optical.Camera	光电设备的可见光传感器	
filename	可见光传感器采集数据文件名	"Visible.mp4"
fps	帧率,单位:帧每秒	30
type	可见光图像类型	"RGB"
resolution	画面分辨率,单位:像素	[2688, 1520]
timeStamp	站点采集数据的起始时刻	"2025-08-09 15:32:36 Asia/Shanghai"
serverIP	站点IP地址	"172.19.61.28"
optical.Infrared	光电设备的红外传感器	
filename	红外传感器采集数据文件名	"Infrared.mp4"
fps	帧率,单位:帧每秒	25
type	红外图像类型	"single-channel"
resolution	画面分辨率,单位:像素	[640, 512]
timeStamp	站点采	"2025-08-09 15:32:36 Asia/Shanghai"



	集数据的起始时刻	
serverIP	站点 IP 地址	"172.19.61.29"
meteos	气象传感器	
weather	天气	{"sunny", "cloudy", "overcast", "light rain", "moderate rain", "heavy rain", "light snow", "moderate snow", "heavy snow", "rainstorm", "thunderstorm", "fog", "frost", "sleet", "typhoon", "sandstorm"}
temperatureInCelsius	气温, 单位: 摄氏度	37
humidityInPercent	湿度, 单位: %	70
windSpeedLevel	风速等级	4

注:

关于 AAU 姿态的说明, 假设  $\text{pose} = [47.999, 0.181, -125.052]$ 。右手系建立 X、Y、Z 坐标系, AAU 初始姿态为水平朝上放置, 右手大拇指指向 X 轴正半轴, 沿手指卷曲方向旋转 47.999 度; 右手大拇指指向 Y 轴正半轴, 沿手指卷曲方向旋转 0.181 度; 右手大拇指指向 Z 轴正半轴, 沿手指卷曲方向的反方向旋转 125.052 度。

本文档最新更新日期: 2025-08-28