

# 点云、聚类与跟踪

---

参考如下:

视频参考:

文档参考:

[点云概念与点云处理](#)

[毫米波雷达：感知算法](#)

[基于机器学习的毫米波雷达车辆目标检测方法](#)

## 学习进度

---

- ☐ 一、点云概念
- ☐ 二、聚类概念
- ☐ 三、基于机器学习的毫米波雷达车辆目标检测方法

## 一、点云概念

点云与三维图像的关系

- 三维图像是一种特殊的信息表达形式，其特征是表达的空间中三个维度的数据，表现形式包括：深度图（以灰度表达物体与相机的距离），几何模型（由CAD软件建立），点云模型（所有逆向工程设备都将物体采样成点云）。和二维图像相比，三维图像借助第三个维度的信息，可以实现天然的物体——背景解耦。点云数据是最为常见也是最基础的三维模型。点云模型往往由测量直接得到，每个点对应一个测量点，未经过其他处理手段，故包含了最大的信息量。这些信息隐藏在点云中需要以其他提取手段将其萃取出来，提取点云中信息的过程则为三维图像处理。

点云的概念

- 点云是在同一空间参考系下表达目标空间分布和目标表面特性的海量点集合，在获取物体表面每个采样点的空间坐标后，得到的是点的集合，称之为“点云”（Point Cloud）。

点云的获取设备:

RGBD设备是获取点云的设备，比如PrimeSense公司的PrimeSensor、微软的Kinect、华硕的XTionPRO。

点云的内容：

根据激光测量原理得到的点云，包括三维坐标（XYZ）和激光反射强度（Intensity），强度信息与目标的表面材质、粗糙度、入射角方向，以及仪器的发射能量，激光波长有关。根据摄影测量原理得到的点云，包括三维坐标（XYZ）和颜色信息（RGB）。结合激光测量和摄影测量原理得到点云，包括三维坐标（XYZ）、激光反射强度（Intensity）和颜色信息（RGB）。

点云的属性：

空间分辨率、点位精度、表面法向量等。

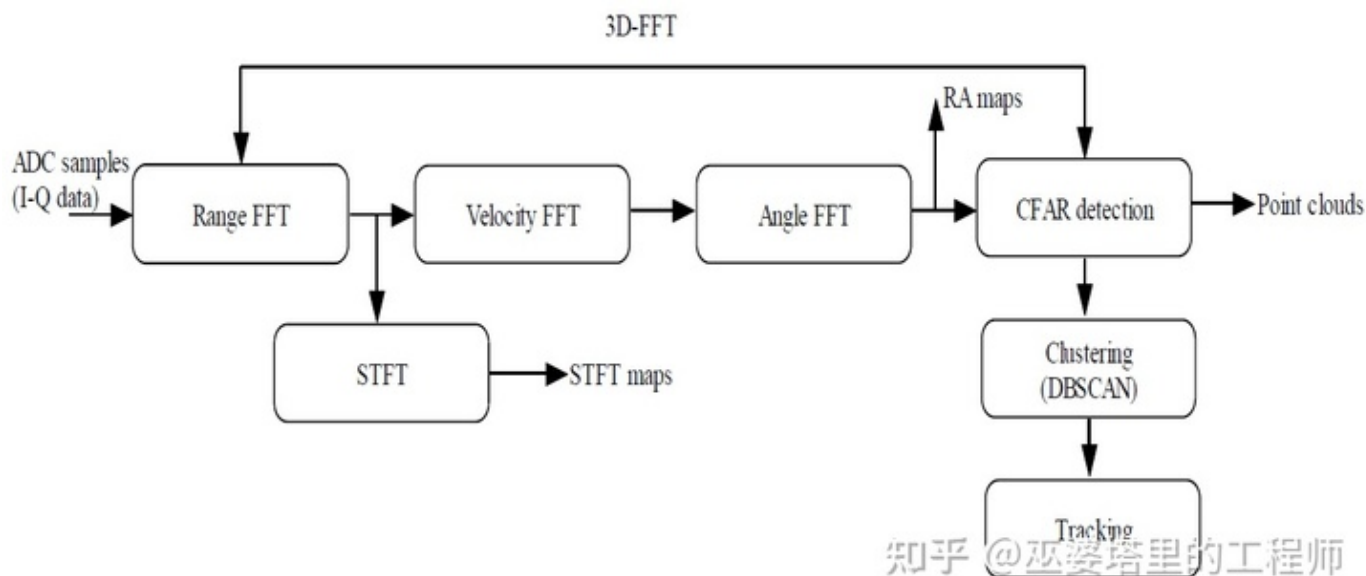
点云存储格式：

\*.pts; \*.asc; \*.dat; .stl; [1] .imw; .xyz; .las。LAS格式文件已成为LiDAR数据的工业标准格式，LAS文件按每条扫描线排列方式存放数据,包括激光点的三维坐标、多次回波信息、强度信息、扫描角度、分类信息、飞行航带信息、飞行姿态信息、项目信息、GPS信息、数据点颜色信息等。

得到过程

- ADC信号经过三次DFT处理之后，得到一个离散但是稠密的三维信号，维度分别对应Range（距离），Angle（方向）和Doppler（速度）。传统的雷达信号处理会采用一个称作CFAR（Constant False-Alarm Rate）的算法来对信号进行过滤，只保留比较强的响应。CFAR算法的关键就是动态地确定采样的阈值。CFAR采样后得到的稀疏的数据又被称为点云（Point Cloud）。

每个点的数据包括Range，Angle，Doppler以及RCS（可以粗略的理解为目标的反射面积）。



## 二、聚类概念

聚类分析是一种重要的人类行为，早在孩提时代，一个人就通过不断改进下意识中的聚类模式来学会如何区分猫狗、动物植物。目前在许多领域都得到了广泛的研究和成功的应用，如用于模式识别、数据分析、图像处理、市场研究、客户分割、Web文档分类等。

- 聚类就是按照某个特定标准(如距离准则)把一个数据集分割成不同的类或簇，使得同一个簇内的数据对象的相似性尽可能大，同时不在同一个簇中的数据对象的差异性也尽可能地大。即聚类后同一类的数据尽可能聚集到一起，不同数据尽量分离。
- 聚类技术正在蓬勃发展，对此有贡献的研究领域包括数据挖掘、统计学、机器学习、空间数据库技术、生物学以及市场营销等。各种聚类方法也被不断提出和改进，而不同的方法适合于不同类型的数据，因此对各种聚类方法、聚类效果的比较成为值得研究的课题。

## 三、基于机器学习的毫米波雷达车辆目标检测方法

### 1. 毫米波雷达功能属性

在毫米波雷达 / 培训课程 / 冗杂的检测数据中除了车辆目标， 还包含其他 3 类目标：虚假目标、静态目标、非危险目标。

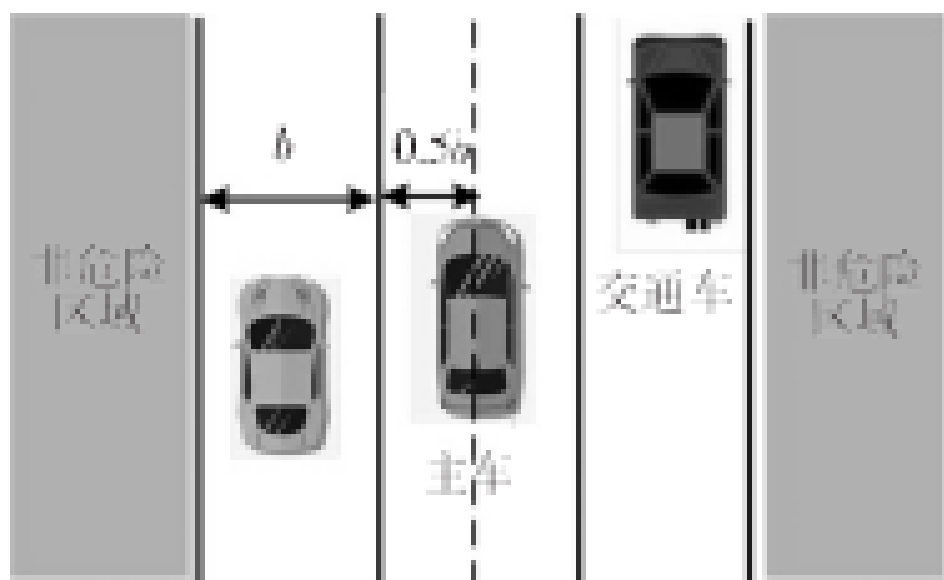
由于雷达工作性能和回波信号不稳定所产生的 目标被称为虚假目标，这类目标并非在交通环境中真实存在，所以存在时间很短，在下一个或几个探测周期中会自动消失。

交通环境中除了运动的车辆还有许多静态目标，包括道路两旁的树木、护栏、灯杆等。

非危险目标指的是主车相邻车道以外车道的车辆目标以及远处的目标，这类目标通常具有较小的碰撞风险，不是环境感知的重点对象。

- 上述 3 类目标不属于毫米波雷达探测的危险目标，在实际数据处理过程中需要进行剔除 deletion。

针对第一种虚假目标比较有效的处理方法是采用生命周期算法进行过滤。环境中的静止目标其绝对速度为 0，通过本车速度和目标的相对速度可以获得各类检测目标的绝对速度，因此设定速度阈值  $\pm 0.05 \text{ m/s}$  可以较好地过滤静止目标。另外静止目标体积较小，回波信号相对车辆目标较弱，也可根据回波强度(或信噪比)进行区分。至于相邻车道以外的目标可以直接根据目标横向距离的分布进行区分。我国单车道宽度为  $b = 3.5 \sim 3.7 \text{ m}$ ，如图所示，车辆行驶潜在的危险区域为  $\pm 1.5b$ ，为了安全起见， $b$  取最大值  $3.7 \text{ m}$ ，同时考虑雷达 5% 的测量误差，最终确定车辆横向检测区域为  $[-5.8 \text{ m}, +5.8 \text{ m}]$ 。



事实上对于静态目标和非危险目标的剔除都是依赖工程经验通过设定某项检测指标的固定阈值进行过滤，这种阈值分割方法忽略了各个检测指标间的关联关系，依赖于某项或者几项指标的车辆目标初选方法在实际应用过程中的准确性和鲁棒性有待进一步提高。