

以下，ENJOY

本节主要介绍无人车感知系统硬件的搭建，重点讲述传感器的选择和标定。目前，无人车中使用的传感器主要有激光雷达Lidar，相机和毫米波雷达Radar。

### 激光雷达

apollo 开发者社区

**激光雷达的测距原理**是激光头发射光束，打到障碍物上反射回来，到接收器接收到之反射信号的时间间隔乘以光速再除以二得到障碍物的距离，叫做TOF（Time of flight，飞行时间测距法）。

**激光雷达传感器**的好处在于自带光源不受外界干扰，白天晚上都可以，而且测距准确度高（厘米级的精度）。其缺点是多线激光雷达扫描还比较稀疏，尤其是当障碍物距离比较远的时候，因此，激光雷达目前并不适合做识别任务。

另外，激光雷达需要发射激光，功率限制其不能发射很远，发射太远反弹回来的信号就会很弱。目前，64线激光雷达的感知距离只有60~70米，对于高速行驶的无人车还不够。

# 相机

apollo 开发者社区

**相机**是最像人的一个**传感器**。它是被动式的，接受自然可见光的反射最后成像，受光照影响很大，白天的算法在晚上使用，开路灯和不开路灯的对感知结果影响很大，所以对算法研发挑战很大。它的优点是可以**稠密感知**，比如说现在的1080p图像，可以感知所有细节。

另外通过配置焦距，相机可以感知很远距离的物体，例如可以看到几百米外的物体。相机传感器的缺点是单目相机测距不准，无法做到激光雷达厘米级的测距精度。

# Radar毫米波

apollo 开发者社区

**毫米波雷达的原理**和激光类似，只不过发射的是毫米波。由于它也是主动式感知设备，不太受天气、光照的影响。同时毫米波雷达还有多普勒频移效应可以测量与障碍物之间的相对速度。

其优点是**测距、测速**比较准，缺点是噪点很多，例如在空旷的地方反馈很多的回波，实际可能是路面的反馈信号而不是障碍物。其次它对于非金属的反射信号比较弱，召回比较低，例如在它面前走过行人有可能漏掉。最后毫米波雷达也是稀疏感知，无法做识别任务。

除了以上三种常见的传感器，还有一些用的相对少的传感方法，例如**超声波**，**高精地图**，**Image-Lidar**。

超声波的感知距离有限，对金属感知距离3米左右，对非金属只有1~2米。此外它的发射头是扇形的，扇形之外无法感知。

**高精地图**是先把静态元素储存好做成先验知识。它的优点是可以无差错的精确感知，减轻现场感知负担和依赖，其缺点是加重了整个系统对高精度地图和高精度定位的依赖。

Image-Lidar同时集结了激光和图像的好处，接收器同时对可见光、激光都有响应。

下表给出了各种传感器的特性。

2

## Part 2 传感器和标定：先配置硬件

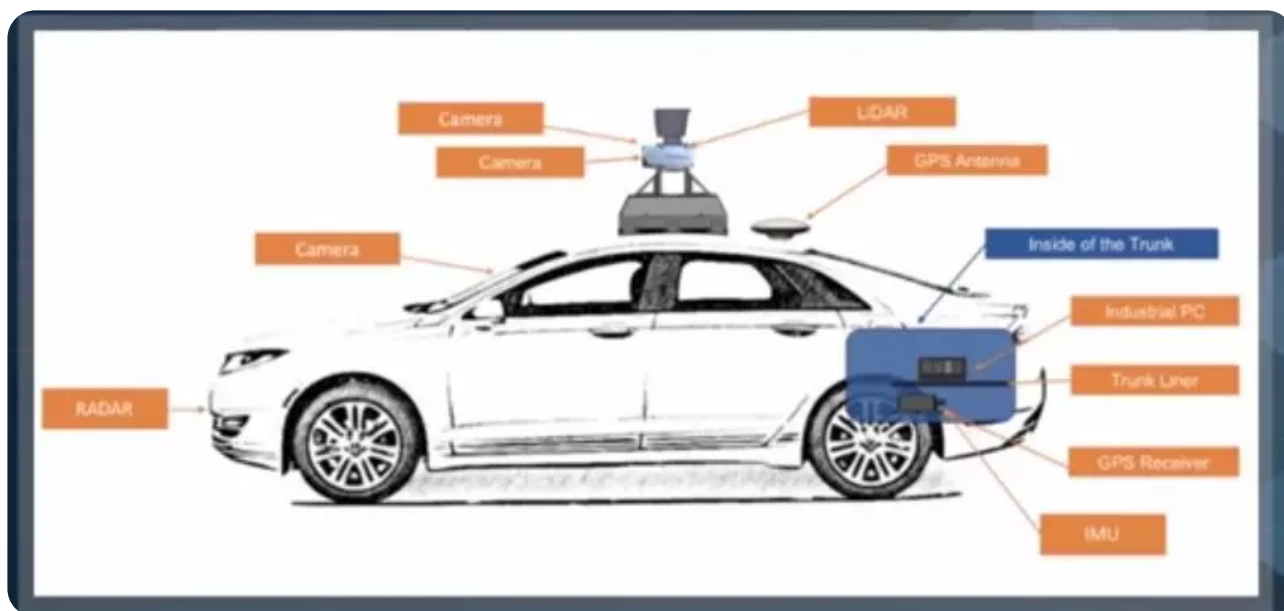
- 选传感器

传感器	原理	优点	缺点
Lidar	主动式，ToF	测距准	稀疏，感知范围近
Camera	被动式	稠密感知，范围远	测距不准
Radar	主动式，多普勒频移测速	测距，测速准	噪点多，非金属障碍物召回低，无法做识别
Ultrasonic	主动式	近距离测距	位置感知粗糙，只有近距离
高精地图	提前感知静态元素做先验	可以无差错精细感知，减轻线上感知负担	增加了高精地图和高精度定位依赖
Image-Lidar	接收器同时接收可见光+激光	原始就是4D数据	感知范围近

传感器的特性

安装传感器

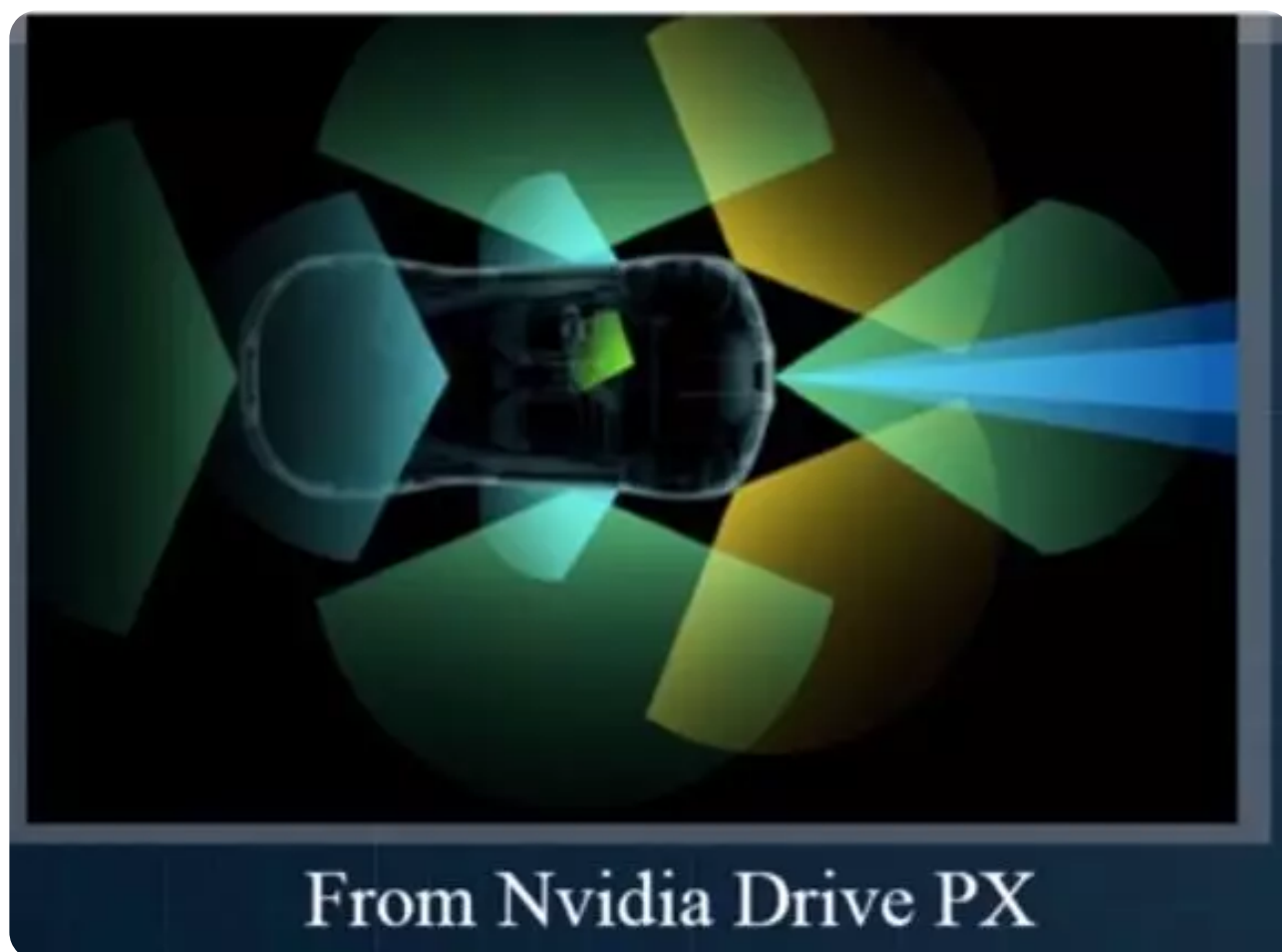
apollo 开发者社区



传感器的安装

上图给出的是自动驾驶汽车的传感器安装示意图。传感器的安装对于后续步骤至关重要，需要**科学、合理**的安装。

首先需要对车辆建立，可以由厂家提供CAD模型，在真正安装之前，需要在软件环境里面放传感器，考虑以下因素对传感器的安装位置做出最合适的决定。第一是障碍物遮挡情况，这就是为什么很多无人驾驶车的传感器安装在车顶的原因。第二是方便传感器融合。传感器的融合需要不同传感器在视野上有重叠，否则很难进行传感器融合。



Nvidia的Drive px平台的宣传图

上图是Nvidia的Drive px平台的宣传图，给出了每个传感器的感知距离和角度，在实际安装过程中，也需要到达这样的效果。以上是从感知的角度出发来考虑如何安装传感器。除此之外，传感器的安装还需要从整车的角度考虑，需要考虑**安全**，**风阻**，**美观**和**清洗**等因素。

