

自动驾驶入门课程第②讲 — 高精地图



本周我们将介绍高精地图部分的主要内容，这是Apollo定位、感知、规划模块的基础。

与普通地图不同，高精地图主要服务于自动驾驶车辆，通过一套独特的导航体系，帮助自动驾驶解决系统性能问题，扩展传感器检测边界。目前 Apollo 内部高精地图主要应用在高精定位、环境感知、决策规划、仿真运行四大场景，帮助解决林荫道路GPS信号弱、红绿灯是定位与感知以及十字路口复杂等导航难题。

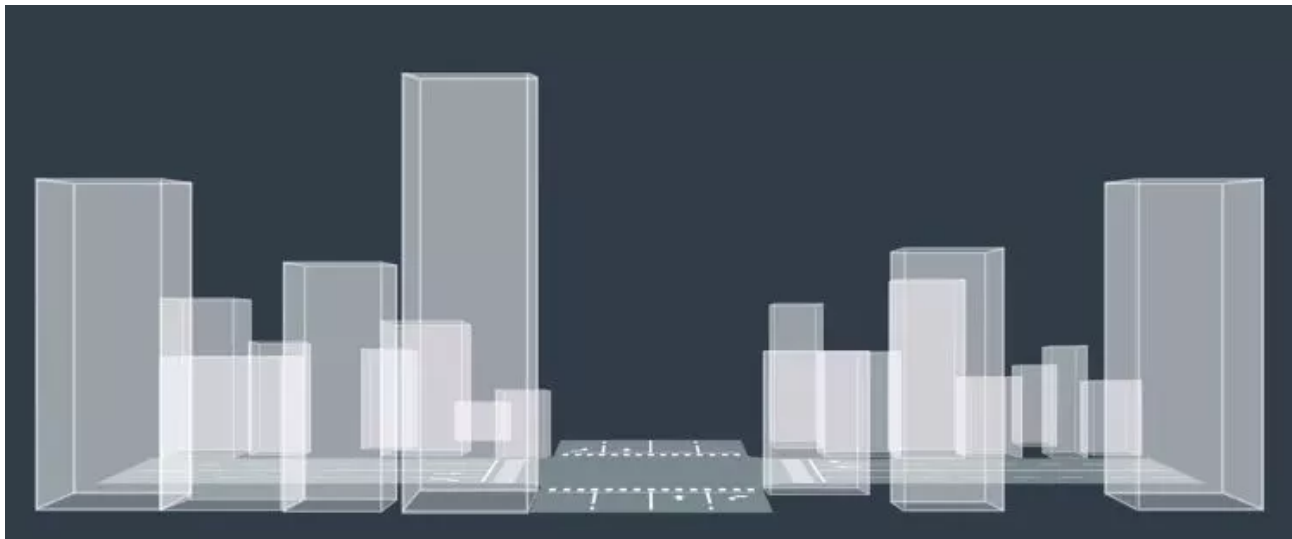
第二课，高精地图

1 高精地图与传统地图

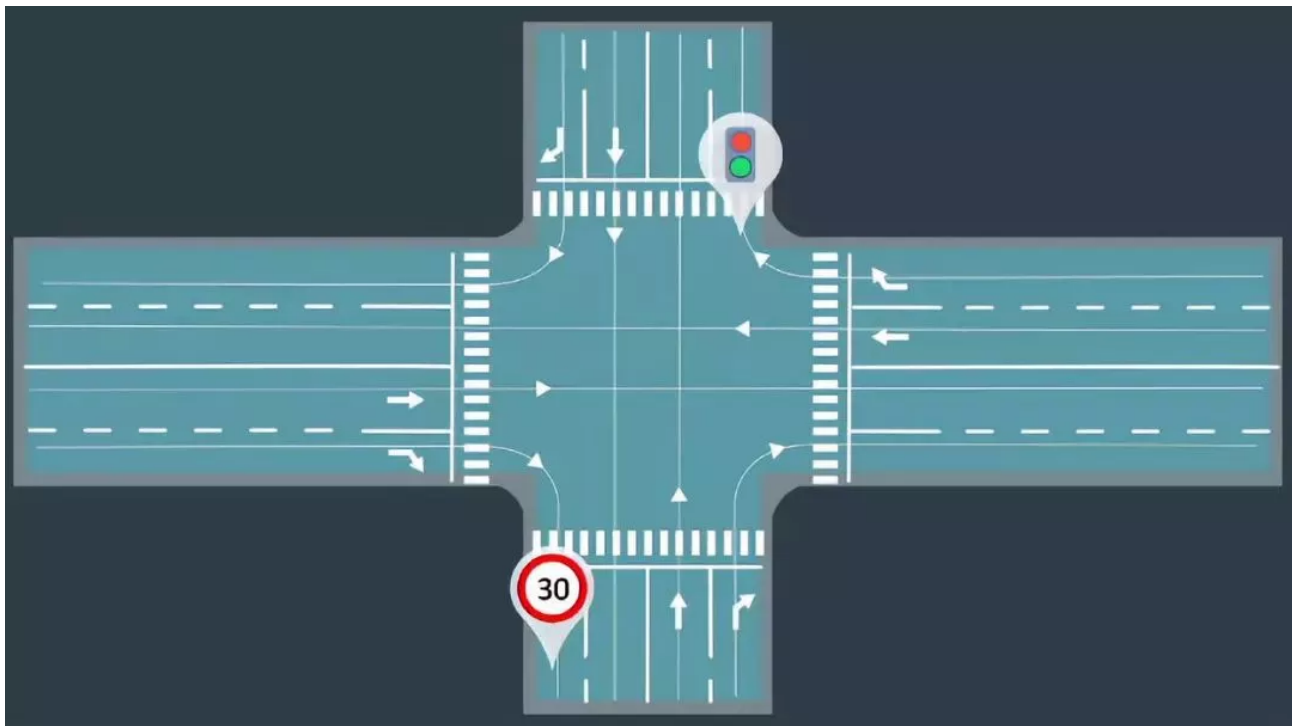
当我们开车时，打开导航地图通常会给我们推荐几条路线，甚至会显示道路是否拥堵以及每条路线将花费多长时间、交通管制，例如交通信号灯或限速标志等，我们会根据地图提供的信息来决定是在行驶中直行、左转还是右转以及对周围驾驶环境的评估。

而无人驾驶车缺乏人类驾驶员固有的视觉和逻辑能力。如我们可以利用所看到的東西和GPS来确定自己的位置，还可以轻松准确地识别障碍物、其他车辆、行人、交通信号灯等，但要想让无人

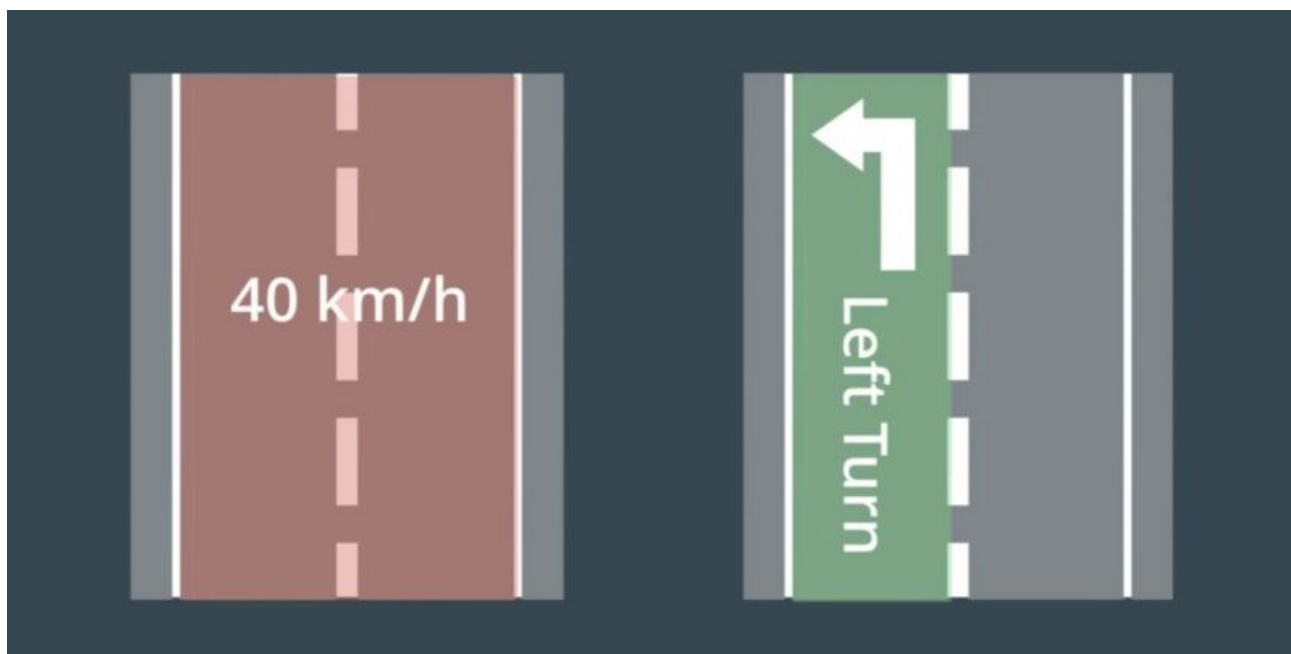
车变得和人类一样聪明，可是一项非常艰巨的任务。



这时就需要高精地图了，高精地图是当前无人驾驶车技术不可或缺的一部分。它包含了大量的驾驶辅助信息，最重要是包含道路网的**精确三维表征**，例如交叉路口布局和路标位置。



高精地图还包含很多语义信息，地图上可能会报告交通灯不同颜色的含义，也可能指示道路的速度限制，及左转车道开始的位置。

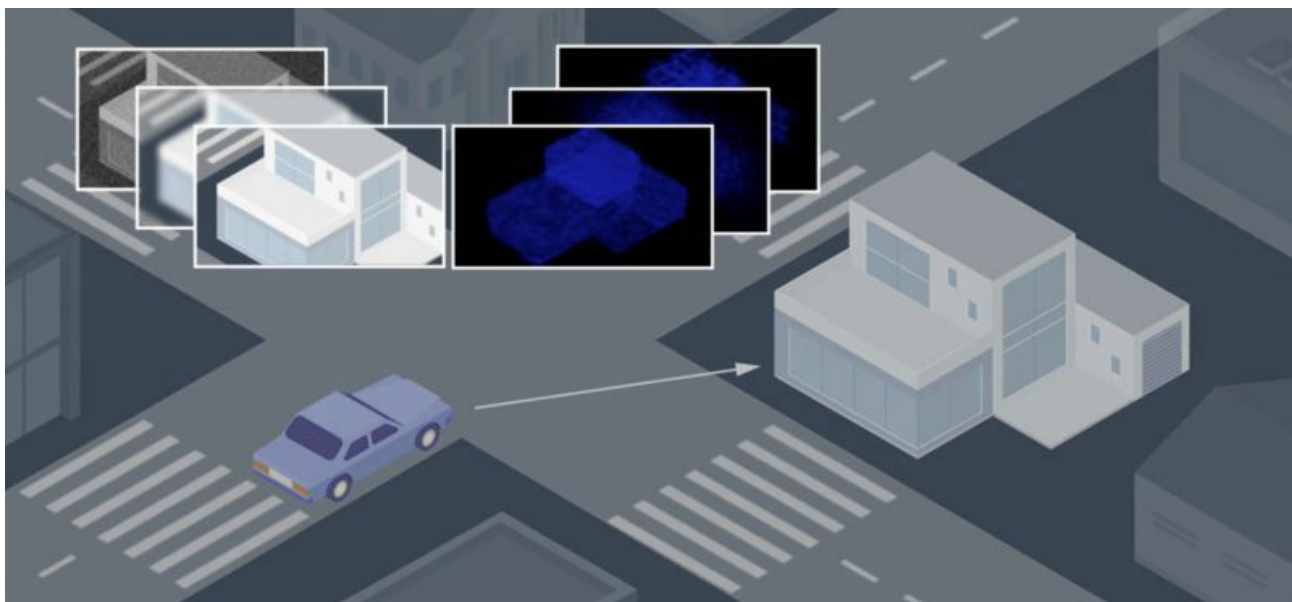


高精地图最重要特征之一是**精度**，手机上的导航地图只能达到米级精度，而高精地图可以使车辆能够达到厘米级的精度，这对确保无人车的安全性至关重要。

② 高精地图与定位、感知规划的关系

📦 高精地图用于定位 📦

高精地图是Apollo平台的核心，许多无人驾驶车模块都有赖于高精地图，有了高精地图我们就需要在该地图上进行自定位。这意味，需要弄清我们在地图上的位置，这就是定位——无人驾驶车辆在地图上的确切位置。



首先车辆可能会寻找地标，我们可以使用从各类传感器收集的数据，如摄像机图像数据、激光雷达收集的三维点云数据来查找地标。车辆将其收集的数据与其在高精地图上的已知地标进行比较，这一匹配过程是需要**预处理、坐标转换、数据融合**的复杂过程。

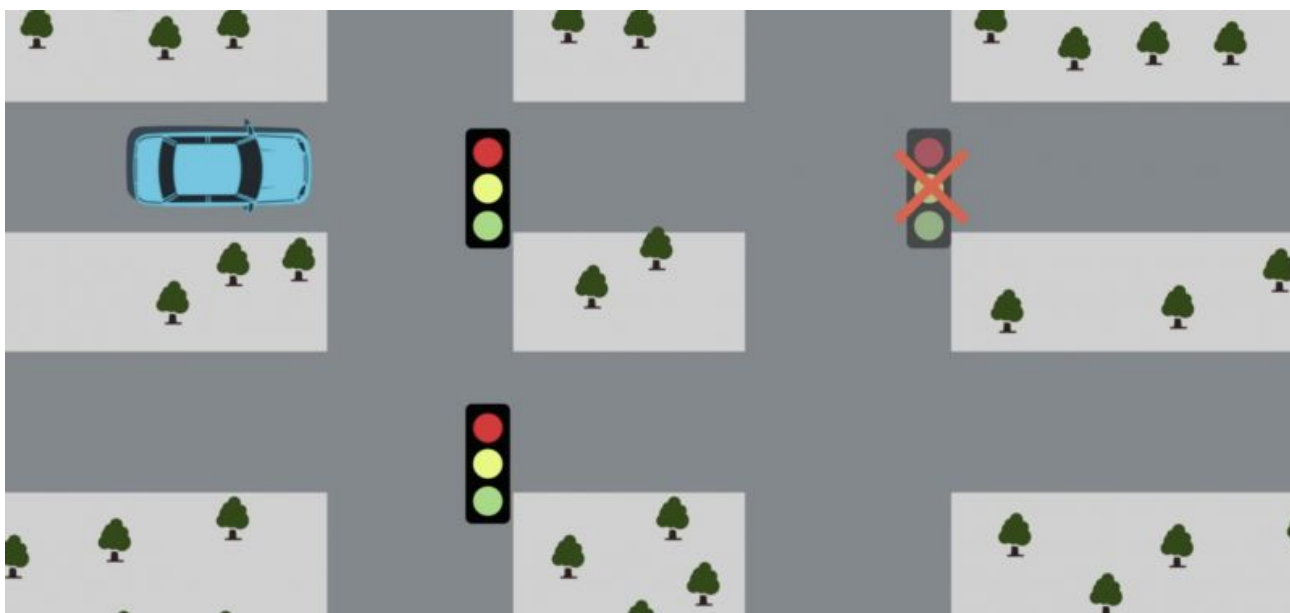


无人车的整个定位过程取决于高精地图，所以车辆需要通过高精地图明确它处于什么位置。

📦 高精地图用于感知 📦

无人车也可以使用高精地图来帮助感知，就像人的眼睛和耳朵会受到环境因素的影响一样，无人车的传感器也是如此。摄像机、激光雷达、雷达探测物体的能力，在超过一定距离后都会受到限制。在恶劣的天气条件下或在夜间，传感器识别障碍物的能力可能会受到进一步限制。另外当车

辆遇到障碍物时，传感器无法透过障碍物来确定障碍物后面的物体。这时，就需要借助高精地图的帮助了。

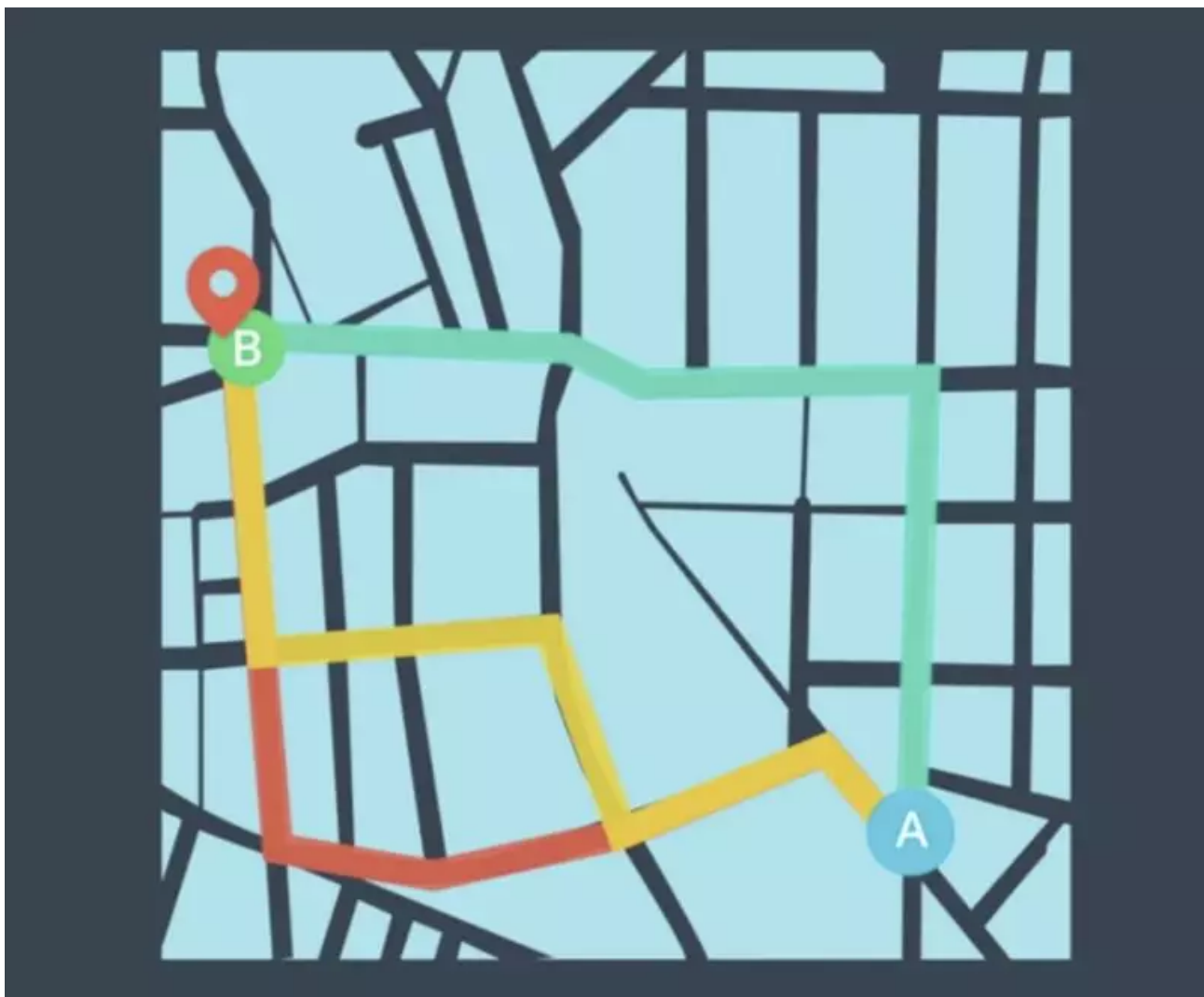


即使传感器尚未检测到交通信号灯，高精地图也可以将交通信号灯的位置提供给软件栈的其余部分，帮助车辆做下一个决策。

另一个好处在于，高精地图可帮助传感器缩小检测范围，如高精地图可能会告知我们在特定位置寻找停车标志，传感器就可以集中在该位置检测停车标志，被称为**感兴趣区域ROI**。ROI可帮助我们提高检测精确度和速度，并节约计算资源。

高精地图用于规划

正如定位和感知依赖高精地图那样，规划也是如此。高精地图可帮助车辆找到合适的行车空间，还可以帮助规划器确定不同的路线选择，来帮助预测模块预测道路上其他车辆将来的位置。

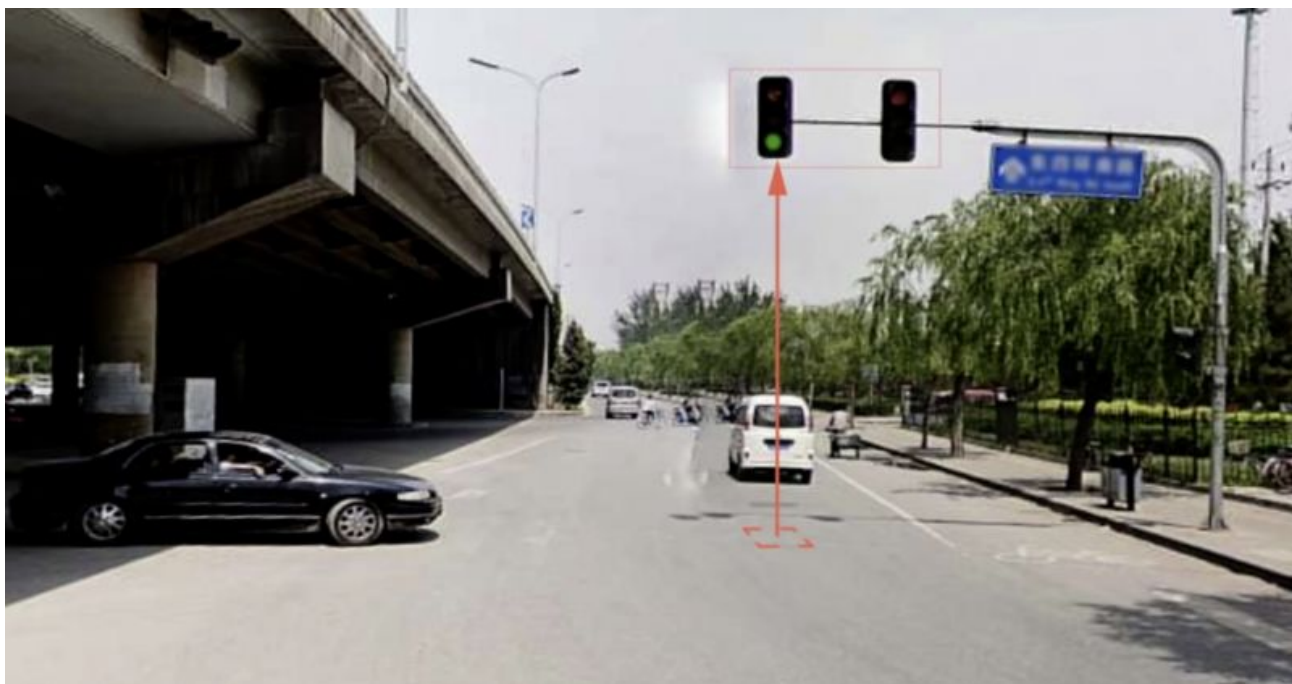


如高精地图可帮助车辆识别车道的确切中心线，这样车辆可以尽可能地靠近中心行驶。在具有低速限制、人行横道或减速带的区域，高精地图可以使车辆能够提前查看并预先减速。如果前方有障碍物，车辆可能需要变道，可帮助车辆缩小选择范围，以便选择最佳方案。

③ Apollo高精度地图与构建

📦 Apollo高精地图 📦

Apollo高精地图专为无人车设计，里面包含了道路定义、交叉路口、交通信号、车道规则，及用于汽车导航的其他元素。



高精度地图可在许多方面为无人车提供帮助，如高精度地图通常会记录交通信号灯的精确位置和高度，从而大大降低了感知难度。

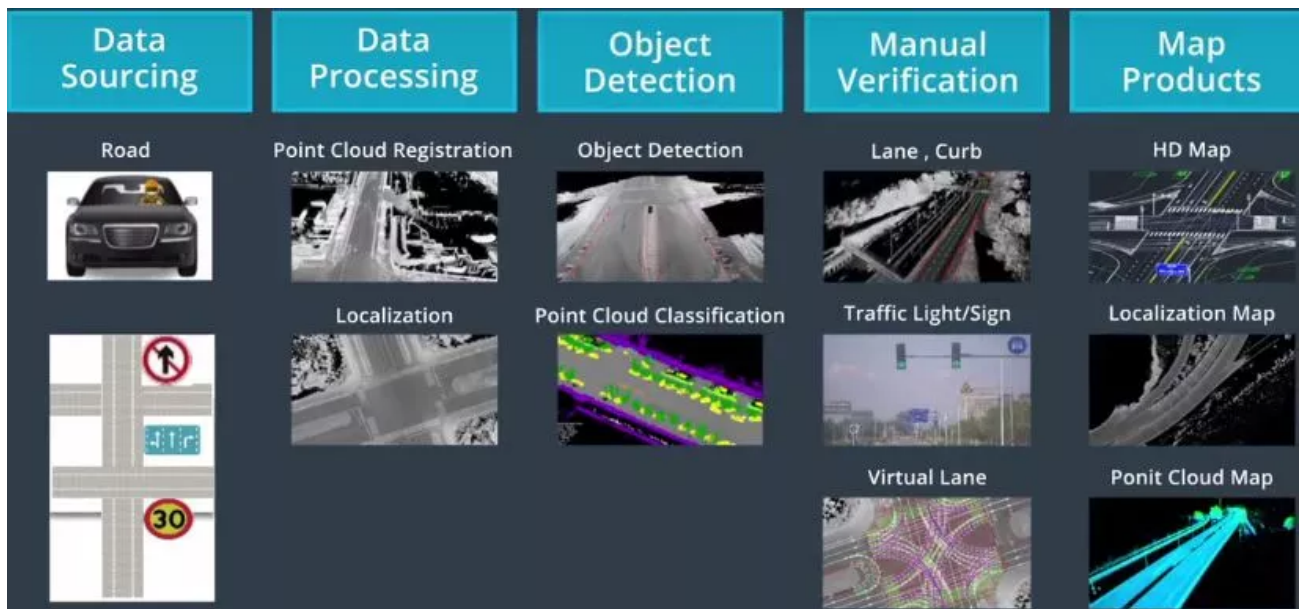
高精地图不仅可以减少计算需求，还可以通过提供有关驾驶环境的详细信息，来确保无人车的安全。保持这些地图的更新是一项重大任务，测试车队需要不断地对高精度地图进行验证和更新。此外，这些地图可能达到几厘米的精度，这是水准最高的制图精度。

Apollo 高精地图是最懂自动驾驶的高精地图，也是业界精细化程度最高、生产率最高、覆盖面最广的高精地图。目前，Apollo 高精地图的自动化程度已经达到了90%、准确识别率达到了95%以上，预计2020年可以覆盖全国所有的重点道路。

高精地图有很多种格式，为了方便数据共享，Apollo高精地图采用了OpenDRIVE格式，这是一种行业制图标准。同时，Apollo 也对 OpenDRIVE 做出了改进，进而产生了 **Apollo OpenDRIVE** 标准，以便更适合无人车。

Apollo高精地图的构建

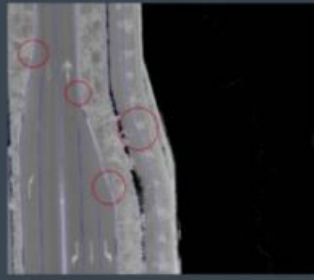
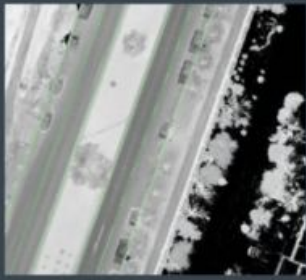
高精度地图的构建由五个过程组成：**数据采集、数据处理、对象检测、手动验证和地图发布**。



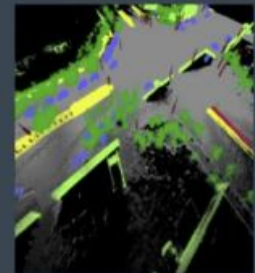
数据采集是一项庞大的密集型任务，近300辆Apollo测试车辆负责收集用于制作地图的源数据，以便确保每次道路发生改变时，地图均会得到快速更新。测试车辆使用了多种传感器，如GPS、IMU、激光雷达、摄像机。Apollo定义了一个硬件框架，将这些传感器集成到单个自主系统中，通过支持多种类的传感器，Apollo收集各类数据将这些数据融合，最终生成高精度地图。



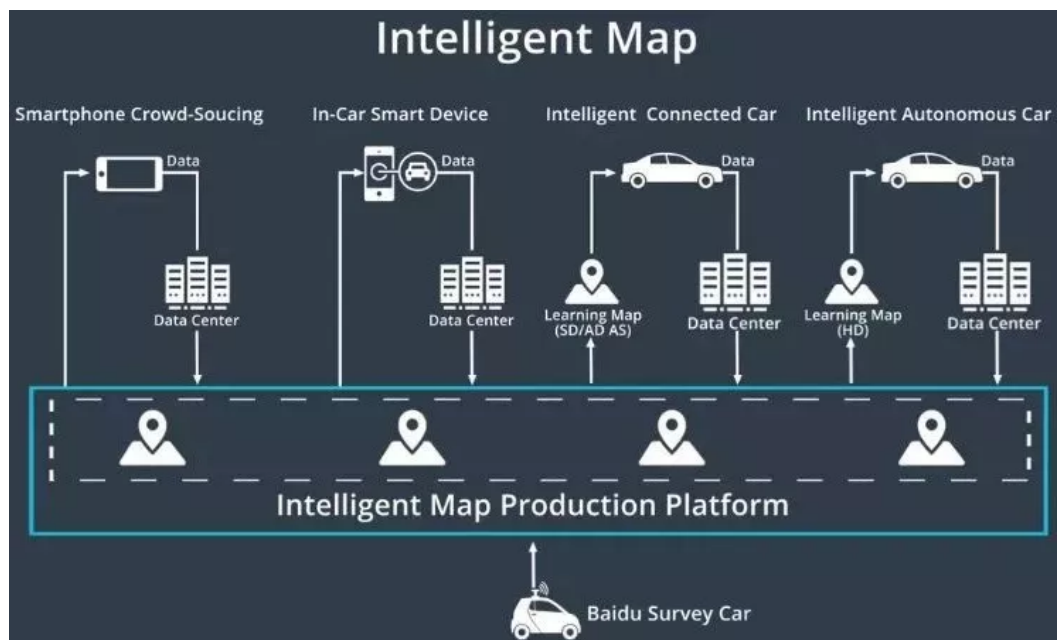
数据处理指的是Apollo如何对收集到的数据进行整理、分类和精简，以获得没有任何语义信息或注释的初始地图模板。



对于**对象检测**，Apollo使用人工智能来检测静态对象并对其进行分类，其中包括车道线、交通标志、甚至是电线杆，手动验证可确保自动地图创建过程正确进行并及时发现问题。Apollo使手动验证团队能够高效标记和编辑地图，在经过数据采集、数据处理、对象检测、手动验证之后，高精地图才能发布。



除高精地图外，Apollo还发布了采用自上而下视图的**相应定位地图**、**三维点云地图**。



在构建和更新地图的过程中，Apollo使用众包向公众发布其数据采集工具，以便任何人都可以参与制作高精度地图的任务，这加快了高精地图制作和维护的过程。