

Apollo进阶课程 ⑧ | 高精地图的格式规范

高精地图采集过程中需要用到的传感器有GPS、IMU和轮速计。

无论是哪种传感器都存在一定的缺陷，因此我们不能期望只使用单一一种传感器，得出准确的Pose。

必须各个传感器之间取长补短，才能得出一个相对比较准的Pose。

由此应运而生了高精地图的主要制图方案之一——激光雷达。

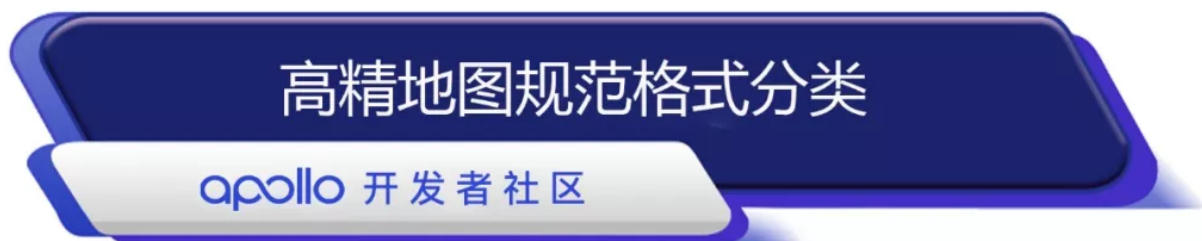
激光雷达通过扫描的激光点和GPS、IMU的一些测量数据，计算预测结果与实际结果差距的最小化，得出我们在高精地图采集过程中一个最优化的计算模型。

另外一种主流的制图方案，是Camera融合激光雷达：通过丰富的图像信息和准确的激光雷达数据，最终得出一个非常准确的高精地图。

Apollo目前采用的Camera融合激光雷达的方案。

本周阿波君将与大家分享高精地图的格式规范相关内容。

下面，欢迎开发者们紧随阿波君的脚步，进入进阶课程第8期。



高精地图的格式规范，即对采集到的地图如何进行一个完整的表述。

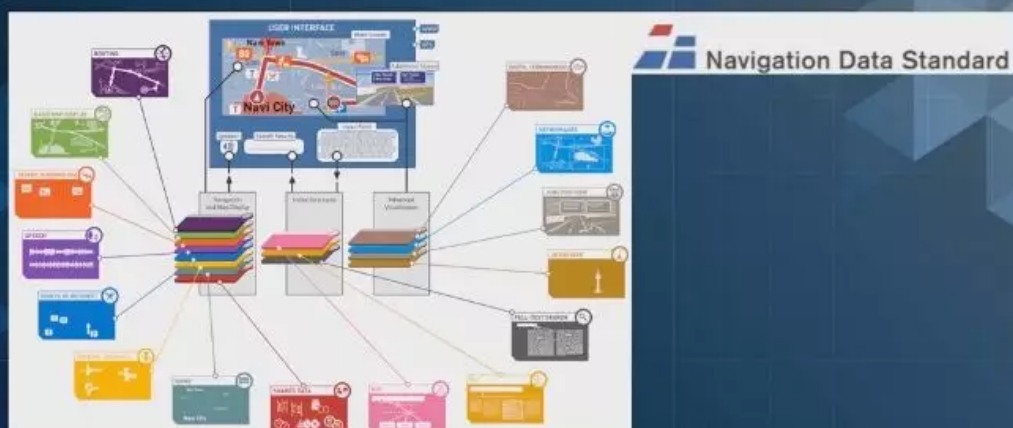
对此，目前最主流的通用格式规范分NDS和OpenDRIVE两种。此外还有日本OMP公司的格式规范。

NDS格式规范

apollo 开发者社区

1

高精地图的格式规范-NDS



高精地图格式规范NDS,把数据库做了细分

NDS是一种非常全面的地图表述方式。

由于其数据库可以细分和运用了Level两种技术，NDS对地图的格式规范做得非常到位。

NDS有上百页格式文档，因此**NDS把数据库做了细分**，每个细分后的产品都能够独立更新升级。

其最典型表现是一个NDS不仅包括基本导航技术数据、B公司的POI数据（即地图上的一个点，地图上每一家商家店铺都可以被称之为一个POI数据点），还支持局部更新，即使是对一个国家或者省市的相关内容进行局部更新，都十分便捷。

为了方便用户，**NDS还提供语音、经纬度等描述功能。**

NDS中另外一个非常重要的概念叫做Level（尺度），其含义类似于传统手机地图功能中的比例尺。

通过放大或缩小比例尺，来浏览全国或某个区域、某栋楼的地图信息。

分块技术作为地图领域中一项普遍通用的技术，也被应用到Level中。

由于地图的范围非常大，利用Level把整个地图切成一个又一个小格子，在每个小格子中填充数据。

当我们在使用百度地图或高德地图时，这些小格子显而易见。

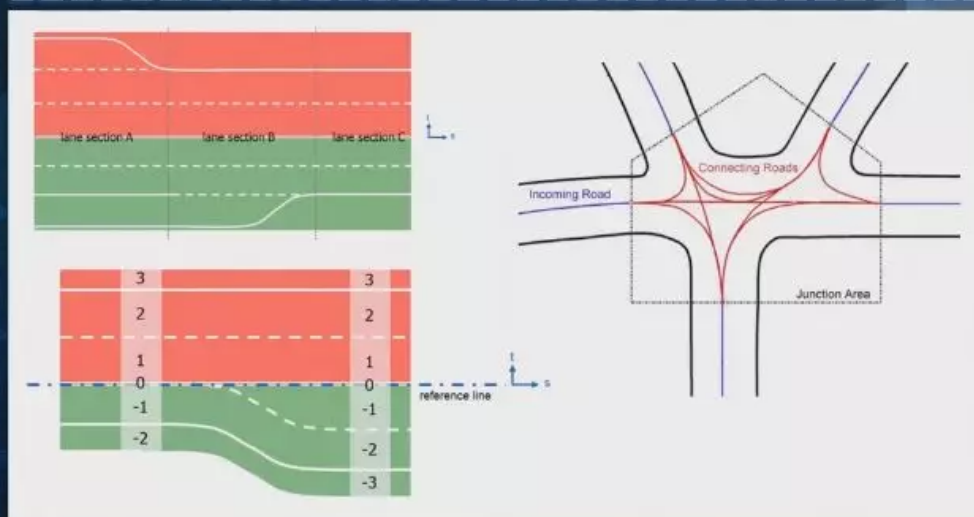
虽然这一规范十分重要，但是该技术目前在国内尚未普及，国外使用则相对较普遍，特别是宝马等大厂商使用较多。

该操作也是使NDS的地图格式规范全面到位的原因之一。



2

高精地图的格式规范-OpenDRIVE



Apollo也开发了自己的OpenDRIVE格式规范

OpenDRIVE是目前国际上较通用的一种格式规范，由一家德国公司制定。

需要说明的一点是百度Apollo中也开发了自己的OpenDRIVE，与德国的OpenDRIVE有所不同。两者之间的差别，今后我们再详细讲解。

在运用OpenDRIVE格式规范表述道路时，会涉及Section、Lane、Junction、Tracking四个概念。

无论车道线变少或变多，都是从中间的灰线切分。切分之后的地图分为Section A、Section B和Section C三部分。

一条道路可以被切分为很多个Section。按照道路车道数量变化、道路实线和虚线的变化、道路属性的变化的原则来对道路进行切分。

在第二个Lane概念中，Reference Line在OpenDRIVE规范中非常重要。没有Reference Line，可以说一事无成。

基于Reference Line，向左表示ID向左递增，向右表示ID向右递减，它是格式规范的标准之一，同时也是固定的、不可更改的。

比如，Reference Line的ID为0，向左是1、2、3，向右是-1、-2、-3。

Junction是OpenDRIVE格式规范中的路口概念。Junction中包含虚拟路，虚拟路用来连接可通行方向，用红色虚线来表示。

在一张地图中，在遇到对路口的表述时，虽然说路口没有线，但我们要用虚拟线来连接道路的可行通行方向连，以便无人驾驶车辆明确行进路线。



以上三个概念在OpenDRIVE格式规范中，是基于Reference Line条件下应用，还有基于Reference Line和偏移量条件下的应用，其中十分重要的一个概念叫做Tracking。

Tracking的坐标系是ST，S代表车道Reference Line起点的偏移量，T代表基于Reference Line的横向偏移量。

前者是纵向的，后者是横向的。此外，还有一些概念，如Heading、Pitch和Roll等，不再赘述。

2

高精地图的格式规范-OpenDRIVE



- straight line (constant zero curvature)
- spiral (linear change of curvature)
- curve (constant non-zero curvature along run-length)
- cubic polynomial
- parametric cubic curves

s position along reference line, measured in [m] from the beginning of the track, calculated in the xy-plane (i.e. not taking into account the elevation profile of the track)

t lateral position, positive to the left

h up

heading around h-axis, 0 = forward

pitch around t-axis, 0 = level

roll around s-axis, 0 = level

The actual width at a given point is computed with a polynomial function of third order. It looks like:

$$t_{border} = a + b \cdot ds + c \cdot ds^2 + d \cdot ds^3$$

with

t_{border} being the t-position of the border at a given ds position

a, b, c, d being the coefficients and

ds being the distance along the reference line between the start of the entry and the actual position.

OpenDRIVE里对车道线的描述都基于Reference Line

在OpenDRIVE里，所有对车道线的描述都基于Reference Line的偏移量。

比如，我们这个车道线表示的Reference Line，关于它的描述都是基于它的偏移。

这个车道线可以通过方程来描述，其他属性如车道线左右的坡度，也可以通过一个基于Reference Line偏移的方程来描述。

这种形式非常复杂，在实际操作中困难重重。

百度在Open Derive格式规范中对该技术进行了改进，使之对开发者更加友好，也更利于Apollo自身的表述计算，具体情况今后我们将详细地分享给大家。

===== **END** =====