

## 【Café 速递】向哲：面向自动驾驶的高精地图

**核心提示：**本次报告邀请到高德高精地图业务中心总经理向哲，针对高精地图在数据采集、数据处理、编辑及出品过程中的测绘技术、基于深度学习对点云和图像进行自动化提取、三维编辑等技术手段，以及高精地图该如何服务于自动驾驶进行交流分享。

主持：马箬悦 摄影：梁天祺 摄像：宋泽荣 文字：宋泽荣

### >>> 人物名片

**向哲**，高德高精地图业务中心总经理。曾获得发明专利 30 余项，发表国际顶级期刊会议论文 10 余项。有多年地图生产及一线互联网企业服务经验。带领高德完成在线自动化地图生产平台，实现了国际领先的高度自动化地图生产，创新作业模式与质检模式，使效率提高近 20 倍。

### >>> 嘉宾小语

- ◇ 汽车自动驾驶四要素：感知、定位、规划、控制。
- ◇ 地图是人对现实世界的观察，并将其信息抽象处理的产物。
- ◇ 团队协作永远优于自己一个人的能力。

### >>> 报告现场

3 月 5 日下午 3 点，高德高精地图业务中心总经理向哲做客 GeoScience Café 第 292 期科技前沿讲座。向哲针对当前高精地图的发展和相关的技术手段和在自动驾驶领域高精地图的应用，向观众介绍了目前高精地图行业的发展情况（图 1）。



图 1 向哲作精彩报告

## 地图的精度诉求

首先，向哲给观众引出了地图的精度诉求：人在开车时，地图解决用户到路口的转向问题，对车道的选择由自身控制，因此地图精度在米级就足够，称为 **SD 地图**。自动驾驶时代机器开车，地图就要解决对车道的选择，乃至每个分米的精准控制，称为 **高精 HD 地图**。

高德在 SD 地图领域无疑是业界第一。对该领域，高德主要追求地图实时性的提升。用户对于最短时间路径有很强的诉求。向哲谈到，高德每天有亿万用户使用高德地图在帮助驾驶，这些用户的驾驶速度本身就反映了道路的拥堵状况。在这个信息化的时代，地图数据依靠这种“人人为我，我为人人”的方式，实现了对大众的服务。向哲总结了 SD 地图得到现实世界信息的两个手段：一靠用户轨迹，二靠用户“眼睛”。

## 自动驾驶“四要素”

到了自动驾驶时代，对地图的需求就发生了变化。自动驾驶“四要素”，感知、定位、规划、控制，其中前三个要素跟高精地图密切相关。

### 感知

机器需要随时感知环境，观察地面标线、红绿灯、其他车辆和穿越马路的行人。高精地图为机器提供“上帝视角”，解决“想看看不见”的问题。譬如被前车遮挡的车道线信息、弯曲匝道视野看不见的区域信息。某种意义上而言，高精地图也是自动驾驶的“传感器”。

### 定位

人类驾驶时，大脑中一定会有一个“我在哪里”的计算，机器驾驶汽车也依赖定位。定位指的是知道自身在地图内的相对位置，因此首先需要的是地图。定位的具体方法，一是可以通过硬件获得精准经纬坐标，再映射到地图中，但这种方法比较困难，其硬件成本与可靠性都是问题；另一种是基于地图匹配的定位，通过感知结果，如“左侧 3 米有标牌、右侧 4 米有路灯”这类信息，与地图中的标牌、路灯进行匹配，实现定位。因此，高精地图的一个重要功能就是支持“定位”。

## 规划

基于感知和定位的结果，自动驾驶在地图中“规划”出路径。这里的规划是针对局部区域，譬如左侧超车，既需知道当下左侧车道线的虚实，还要知道前方 30 米内车道线的虚实，以便能回到当下车道。这些“规划”的思考判断，高度依赖高精地图提供基础的信息。

## 控制

控制则指的是一些机械操作，如踩油门、刹车或者转动方向盘等。机器通过机电设备对车辆进行控制。

向哲总结到，地图深层次的抽象，实则是人/机器将自身对现实世界的观察和理解，传递给其他人/机器的过程。定义中的主语以前是人，现在则变成人和机器；强调的对象也从信息转变为传递信息的过程和实时性。

普通地图和高精地图，在未来都是这种“人人为我，我为人人”的方式下彼此协作，高德则扮演这其间的桥梁。高德的高精地图需要与自动驾驶公司深入配合，在实践过程中不断磨合发展，做到精度、覆盖、更新的最优。

目前，高德的高精地图已经应用在“小鹏”、“通用”的自动驾驶车辆中，获得了实践的检验。

实践检验、不断修正是技术发展的最佳路径。自动驾驶功能走向成熟，存在一个时间周期，高德的高精地图则在这个迭代周期中高速前进。以高德高精地图支持的“小鹏汽车 NGP”为例，其上实现的“车道保持”、“自动变换车道”，“高速公路间变换匝道”等功能是目前业界辅助自动驾驶的最好水平，而这都依赖高精地图。

## 如何制作高精地图

高精地图的生产过程包括**采集测绘**、**资料处理**和**数据处理**三个环节。

采集车是由多种先进测量传感器精密集成的移动采集系统，一般包含 LiDAR、惯导、相机等设备，根据采集场景不同搭载不同型号的传感器设备。高德高精团队经过多年深耕自研的高精采集车系统，具有精度高、速度快、数据产生周期短、自动化程度高、安全性高、信息全等特点。

采集设备把数据采集回来后，还要通过图像识别、精度处理、人工处理等步骤才能转变为可用的高精地图数据。

现实生活中的道路数据处在不停的变化之中，如何才能做到“鲜”的高精地图是重点也是难点。最开始需要用成本相对昂贵的专业打底车，在全国道路范围内测量和采集高精地图数据，采集过程需保证相对精度和绝对精度；然后用相对廉价的专业更新车来采集路面信息的局部变化（相对变化），例如重新刷过地面标识，新竖立的牌、杆等；同时，也可用更廉价的众包设备做更快速的采集更新。

为实现对既有数据的快速更新、提升数据鲜度，高德的高精团队搭建了专业打底车、专业更新车、众包更新三级能力的采集体系，解决精度、鲜度的问题。向哲补充道，真实业务场景中需要在精度和鲜度找到平衡，反复迭代。

### >>> 互动交流

**提问人一：** 向先生您好，您知道，国内市面上做无人驾驶的独角兽商品现在可能更倾向于给出一个较小领域的具体方案，刚才听完您的介绍，感觉高德可能偏向于通过多种方案去做地图构建，想请问一下，您所在高精地图部门算法上正在做哪些探索？

**向哲：** 好的，首先这位同学描述了高德的定位。高德首先要做高精地图，大范围、高精度、高鲜度。回到之前提及的自动驾驶四要素“感知、定位、规划和控制”，我们对相关算法都涉及。举例而言，高精采集车关键能力就是感知，那么采集车与自动驾驶车感知是否存在差异；去年为保证更高精度，高德的高精采集车没有做实时感知，今年我们的采集车正在做，先有实时感知才提供实时地图；第二点，定位，高精地图制作环节若干模块本质都是定位，地图更新本身就是一次定位；规划，相信用过高德的同学都知道，这就是高德强项。

从纯算法角度，测绘、识别、三维都是关键算法能力，同时也涉及计算机图形学；从CS角度，则需要大规模分布式计算、数据压缩等技术；当然还需要一些基础数学能力，例如全国采集车的运力、车辆调度，这属于运筹学。

**提问人二：** 感谢向总的报告，我想问的问题是，近几年5G的普及在自动驾驶上有没有哪些方面的结合？

**向哲：** 5G 给我们带来的最大的想象空间是 IOT。IOT 就是无所不在的传感器，而这需要 5G 的网络能力。回到地图，地图是“某些人/机器对现实世界的观察和理解，抽象后传递给其他人/机器的信息”。到处都是传感器、时时都是传感器，未来的地图体系，其实就是一个 IOT 体系，5G 在其中发挥重大作用。

**提问人三：** 高精地图除了用于导航相关应用外，有没有考虑它在采集时也获得了丰富的影像及点云数据，这些数据有没有挖掘出一些其他的应用？

**向哲：** 其实我也特别希望能够跟同学们一起，来探索一些新的高精地图应用。从几个维度上来说：第一，我们不光采集了道路，还采集了道路周边的树木、桥梁、房子等，而这些数据的应用模式是什么；第二，高精技术不单单服务自动驾驶，比如我们可以把校园高精化，在这张高精园区地图上又会有何种全新应用；再比如基于手机摄像的定位、AR、VR，这些都可以去想象，都是高精地图可以去做扩展应用。



图 2 观众认真听报告



图3 观众提问

GeoScience Café以“谈笑间成就梦想”为目标，于每周五晚 7:00 在实验室四楼休闲厅，邀请 1-4 位嘉宾为大家带来学术报告或经验分享。报告内容包括摄影测量与遥感、地理信息系统、导航与定位服务等研究方向，听众可在报告结束后向嘉宾提问、与嘉宾交流探讨，同时每学期还会举办 2 期人文类讲座和 2 场导师信息分享会。每期报告会根据嘉宾意愿在 B 站开设直播，使不能来到现场的听众同步参与。报告 PPT 和视频会在征得嘉宾同意的情况下在 qq 群和 B 站发布。

更多精彩内容（讲座预告、讲座回顾、报告 PPT、报告视频）敬请通过以下方式获取：



QQ群



微信公众号



B站直播