大家下午好，刚才刘总的演讲非常精彩，我也学到了不少新知识。先来解释一下演讲的主题，刘总的讲话是高屋建瓴，我的演讲是反过来，是从一个很细节的技术入手，我解释一下原因，就是我当时准备演讲内容的时候，翻了2018年的时候SAE的活动，当时做了一个演讲是梳理了国内外激光雷达发展的现状和点评了各个技术流派。

在准备这次的演讲时，我翻了那个PPT，过去快两年了，应该有一些变化，结果我发现在近两年的时间里面，虽然激光雷达有了长足的发展，但是看到这些主流的技术方向，主要的玩家，其实并没有根本性的变化，可能在过去两年里面出现了一些新的激光雷达公司。

过去的两年里面禾赛规模增长了两倍左右，销售额翻了很多番，工作工人是夜以继日的工作来生产产品，这些东西就体现在比较细节的东西上面，包括今天要讲的主要的抗干扰的技术。不知道在座的各位对激光雷达的了解有多深，我可以这么说，一般谈起激光雷达，都先问说你这个激光雷达是多少线，是机械式的还是固态的，一般都会问这些问题，可能稍微懂一点的会说探测距离有多远，大家关注的还是比较粗的这些技术。

但是这个东西它要真正的落地，其实涉及到太多细节的东西，这也就是包括禾赛在内的企业我们做得特别好的，在过去的两年中进行打磨的东西。像抗干扰，像可靠性的技术，如防水防尘的性能，大家今天来的时候，可能要注意的话，在外面的停车场上大部分的自动驾驶出租车上最上面顶着都是禾赛的主激光雷达。

所有的激光雷达市面上在卖的几乎所有的激光雷达都标称自己是达到IP67防水等级的，其实禾赛最早的时候我们做IP67防水试验的时候就是找了个外面的认证机构，拿了几台雷达做了，通过了，我们就很高兴达到这个水平了，出货了。结果过了一段时间，碰到国内一家很领头的客户的投诉说，你们的激光雷达在外面，就像今天的这个雨一样，在外面淋了三天，我们发现进水了。

这个我们就觉得很奇怪，然后拿回来分析，经过各种分析，包括了解行业的各种的测试之后，我们发现单单在室温下单位IP67是不够的，可能要满足车规的要求，还要经过温度的循环，经过低温高温各种循环之后，依然能够达到这种防水，那才是真正的满足实际使用的情况。所以我这个背景交代得有点长，过去的两年里面大家做了很多是这些细节上的、表面上看不到的工作。

为什么挑了这个比较细节的方向来讲，这是一个很现实的问题，现在路上的自动驾驶车辆越来越多，随着商业化的落地，包括刚才刘总提到的L3的重卡、L4的自动驾驶出租车，随着这些东西的落地以后，路上的激光雷达会越来越多。包括国内还有个特殊情况，就是国内现在是车路，新基建带动了车路协同的热潮，很多的路口、十字路口，还有高速公路的两边也有可能安装激光雷达，路上的激光雷达会越来越多。

这对于激光雷达公司当然是件好事情，我们非常喜闻乐见的。但是它会带来一个比较严重的问题，就是激光雷达之间的串扰，我来解释一下串扰是怎么回事。这是一个示意图，不是实际的场景，大家想像一下路上以后跑的所有的大车、小车，上面都多多少少的装了激光雷达。那么激光雷达的工作原理就是不断的向四周发射激光脉冲，通过测量激光脉冲来回飞行的时间来测量距离。

比如说只有一台激光雷达的时候，很简单，收到的肯定是它自己发出去的信号，但是问题在这个车辆很多的时候，比如说这辆车的激光雷达有可能收到那辆车的激光雷达发过来的信号，它假如没有一个抗干扰的能力，就会误以为那边有一大波的障碍物往这边飞，而且激光雷达直接发射的信号要比反射回来的信号强很多，它会看到周边有一大堆虚拟的障碍物，不加处理的话，自动驾驶车辆就会认为身边一直环绕着一群不明的障碍物，就无法正常行驶了。

所以是有这么一个问题。会带来什么后果，有问题嘛自然会有后果，这个东西不处理，车是没办法开的，要处理当然是有办法的，现在包括之前有很多自动驾驶，最早激光雷达出来的时候，所有的激光雷达都是没有抗干扰功能的，这是一个自动驾驶公司需要解决的问题。最早他们就通过软件层面的方法来解决，这些噪点还是有一些特性的，如是离散的，没有什么规律性，它会快速的移动。

通过一些神经网络或者其他的滤波的算法，人们可以很大的降低这个影响。但是用软件解决它并不是万能的，第一你要对它进行准确的建模和训练，市面上的激光雷达五花八门，不同的探测距离、波形也不太一样，给训练带来麻烦。另外一个更关键的就是，这些识别这种噪点去解决的方法要面临到底是平衡假阳性还是假阴性的问题，可能会出现两种情况，有可能它实际上是一个噪点，但是没有把它过滤出去，整个算法比较保守的话，可能实际上是个噪点，没有过滤出去，这时候带来的问题是车辆可能认为前面会有一个不存在的障碍物，它可能会急刹车，一个障碍物出来之间出现在面前，比较保守了，要急刹车，这个是很危险的，因为后面的车有可能追尾，对乘客也是一个很不好的驾驶体验。

从另外一方面的角度来讲，算法太激进，可能危险就比较显而易见，前面真的是一个障碍物，它认为是一个噪点，就直接开过去了，这就形成了一个定时炸弹，算法可以做得很好，可以做得越来越改进，但是它的风险是存在的，损害测试里程和运营里程的增加，这个问题只会变得越来越严重。大家也知道自动驾驶是对安全非常非常关注的领域，所以这样的问题是不容小视的。

有问题就有对策，包括禾赛早期，也包括很多其他的激光雷达厂家，早期会有一些不完备的规避的措施，其实这些也不难想到，像左边的这个是最简单的，就是调整激光雷达的相对位置，比如说现在有很多车上装不止一个激光雷达，好那我就把这些激光雷达安放在一些合理的位置，让他们互相之间不会相互对射，这样可以减轻干扰。

有一种更直接的方法，我直接在两个激光雷达中间放块板子，或者是装在车的左右两边的时候，中间放块板子，把路径隔断，也是一种减轻规避的方法。稍微高级一点的，就是相位角的锁定，是针对机械式激光雷达来讲的，像这里展示的是相位角90度的方向，可以从一定的程度上减少互相对射的几率来降低噪点。所有的这些为什么叫它是不完备的规避措施呢？

很简单，就是所有这些方法都不能解决一个关键的问题，不同车上安装的激光雷达之间的串扰问题，这才是问题的关键所在。可能在一两年前的时候，大家不是特别关注这个问题，因为路上的测试车非常少。但是现在车来已经越来越多了，包括像嘉定这边有滴滴的、还有其他的测试车辆，路上已经非常多了，禾赛当年花了非常多的精力开发出这个功能，也是在北美那边的一个大客户在一个城市里要进行几百辆车的测试，他们在实际使用中发现，没有这个功能不行，他没办法测试下去了，所以给了我们很大的动力去解决个问题。

要解决这个问题说起来也不复杂，原理就是激光雷达发出的信号都带一个独特的指纹，接收反射信号的时候只认符合这个独特指纹的信号，但是跟这个信号不匹配的其他的信号统统给过滤出去。原理讲起来是很一目了然的，但实现起来是非常困难的，因为大家知道激光雷达像这儿显示的它每秒钟发射100多挽歌点，我们最新推出的每秒发射近400万个点，脉冲长度都是以纳秒计的，非常短的时间内，需要产生独特的指纹信号，对整个电子和光学的系统都是非常大的挑战。

我们花了很大精力把它做出来了，有指纹，也包括指纹的有多少种组合，显然这个组合越多，它产生互相误识别的可能性就越小，就是这么一个功能，具体的怎么实现就不多讲，这儿来演示一下有这个功能和没这个功能的区别。左边是第一台有主动抗干扰功能的禾赛激光雷达，右边是最早的禾赛产品是没有这个功能的，我们把这两个放在一起，中间隔了一米，然后锁定0度的相位角，我们就来看它点云的区别。

这是一个比较近的地方，大家仔细看会发现左边的这个40P带有主动抗干扰功能的，这个点云是很干净的，中间没有，右边大家可以看到一些散落的一些点，那些就是我说的激光雷达串扰产生的噪点，我们把它放大一点，就把它背景放大一点，扩大到从刚才的几米的范围扩大到五十米的范围，区别就非常非常明显了，大家可以看到右边是满天飞的这些噪点，左边是非常干净。

想像一下你是一个自动驾驶方面的工程师，假如你的算法需要对付右边的点云，把那些飞来飞去的点都去掉，你的车才能正常的行驶，对比左边这个本身就是非常干净的，你不需要做任何的工作，很显然抗干扰这个功能是非常非常重要的。

当然这个结果相对是比较严重的一个结果，因为我们在实验测试的时候，是把这两个激光雷达放得比较近一点，这是为了更好的demo产生的效果，但是想像一下，这个效果始终是存在的，而且当路上有非常多的车辆的时候，这个问题只会变得更严重。这是数据上的统计，具体的数字就不说了，很清楚，红色高亮的都是激光雷达间产生的噪点，大家可以看到数目是远远超过了真实物体的点数。

这个就是我讲的主题，下面进入软广和硬广的时间。简单介绍一下禾赛科技我们是14年成立于上海，是土生土长的嘉定企业。几个创始人最早是在硅谷那边，14年搬回到上海，一直在嘉定成长起来的。我们在公司的历程中，大家也可以看到从最早的32线的激光雷达样技到40线，到后来的64线，一直到9月份刚刚发布的全球市场上性能最强的128线，除了机械旋转式的激光雷达，我们也积极布局了固态的和面向量产的激光雷达，在这个过程中，像百度、博时这些车辆和自动驾驶的头部企业都投资了我们。

总员工现在是620多人，比18年增长了快3倍，嘉定这里有自己的工厂，就在嘉定北这边。我们的业务的不错，目前主要是集中在L4的Robo  Taxi领域，国内外的很多领头客户都用了我们，今天这个停车场我们看了以后就特别的亲切，感觉是一个比较大型的禾赛产品防水测试实景。近期我们发布了Pandar128线，这是一个非常自豪的产品，简而言之是市面上综合性能最强悍的激光雷达，这不是一句吹牛的话，横坐标是激光雷达在单回波下每秒最大的探测点数，纵坐标是探测距离，很显然激光雷达越上右下角综合性能越强。

探测距离很好理解，横坐标大家可以理解成是比如去买一个照相机什么的，约等于象素是多少，这个像素是越大越好，现在大家可能对像素无感了，因为摄像头像素动不动就1亿像素，激光雷达现在还处在性能分辨率比较弱的时候，能做高分辨率是非常难的一件事情。

禾赛打磨了两年多的时间，推出了这个产品，虽然其他家也有这种128线的产品，但是我们在别的家128线的产品上把它的水平的角分辨率又增加了一倍，这个实际上加倍了它的感知能力，当然从工程上也是非常大的一个挑战，这也是为什么我们过得比较晚的时间才推出来。在这么高的点云下依然要实现它的抗干扰的功能，这个是非常难的。

最后放一小段实测的点云数据。这是在青浦那边的高架路上，出高架的，这个不是SLAM，是单帧的实时的数据，大家可以看到地面上密密麻麻的这些点，包括前面的车辆上面都非常清晰的，这里会比较清楚，大家会觉得已经有点数码相机的感觉了，已经有点图象机的感觉了。现在L4的市场还是一个性能驱动型的市场，我们还在不断的努力推出，不光是表面上的参数好的，而且是带有很多必要的这些隐形参数，比如说抗干扰的能力，比如说很过硬的车轨、防水、安全性各种各样要求能力的激光雷达。我的分享就是这些，谢谢大家。