



自动驾驶浪潮飞奔而来！ 雷达or视觉算法 自动驾驶传感器之争

8月11日晚，小米董事长雷军宣布小米进入自动驾驶汽车领域，称第一期规划140辆测试车将陆续在全国进行测试，目标是2024年进入行业第一阵营。自动驾驶的浪潮已经向我们飞奔而来！据波士顿咨询公司预计，到2035年，全自动驾驶汽车将占全球新车总销量的近四分之一，而应用于特定场景的自动驾驶汽车还会更多。

自动驾驶，简单来说就是对大量交通数据进行运算，最终得到最优的行车路线和速度。但是最关键的技术难点却在获取数据——通过传感器将复杂的交通数据全部捕获。自动驾驶的传感器解决方案长期以来存在两种技术路径，雷达与视觉算法。以特斯拉的自动驾驶大脑系统为例，其主要借助摄像头，对周边物体建立模型，同时把数据添加至神经网络进行纯视觉计算，在自动驾驶中承担“识别”的作用。此外还有激光雷达，工作时向四周散射激光，工作反馈判断周边是否存在障碍物并生成点云图，在自动驾驶中承担“感知”的作用。

2020年3月，谷歌旗下Waymo公司发布第五代自动驾驶系统感知方案，将毫米波雷达升级为4D成像雷达，使得4D毫米波雷达技术首次应用于车端。2021年华为入局，推出高分辨率4D毫米波雷达，并计划于2022年下半年实现量产，将4D毫米波雷达推上一个热议的高峰。对于自动驾驶传感器之争，业内认为，自动驾驶技术无法依靠单一的传感器一统天下，没有一刀切的传感器，因为市场有很多细分，而且自动驾驶级别也不同，摄像头和雷达会共存，因为它们的优缺点互补性非常强。从理论上来说，或许视觉技术与激光雷达相互结合才是完美的方案，但最终它们的博弈走向何方，只能交给时间。

一辆自动驾驶出租车行驶在广州南沙道路上。新华社发



深圳前海，一名乘客体验乘坐自动驾驶出租车。新华社发

激光雷达

据不完全统计，截至2022年1月，全球已有至少17家汽车制造商宣布将推出20款配备激光雷达的新车，在中国市场，也有10多款车型开始搭载本土制造的激光雷达。

从原理上讲，激光雷达通过激光测定传感器发射器与目标物体之间的传播距离，分析目标物体表面的反射能量大小，反射波谱的幅度、频率和相位等信息，输出点云，从而呈现出目标物精确的三维结构信息，因此系统就可以对周边环境3D建模，从而有利于智能驾驶系统对车辆精确定位，避免与周围物体发生碰撞。

采用激光雷达的自动驾驶厂商一般选择在车顶配置64线激光雷达，用于障碍物和移动车辆检测，同时在车身四周环绕成本相对较低的低线束激光雷达或毫米波雷达进行视野补充。由于它是一项高精度和完整的技术，因此被大多数人认为是自动驾驶汽车的关键部件。

激光雷达收发的是激光，具有精度高、范围大、抗干扰能力强的特性。但激光定位的缺点是受环境如雨、雾的影响比较大，对于透明介质也无法得到准确的深度信息。所以在恶劣天气的条件下表现一般，缺乏对环境的颜色和纹理信息的辨别，并且在大范围安装后，激光雷达有无法判断脉冲光是否为自己发出的串扰风险，直接导致其判断不出物体的形状。

激光雷达更大的缺点是价格昂贵。随着量产，激光雷达单机已从最开始的上千美元下降为400~500美元，并逐步趋于稳定，在3~5年内预期降幅不大，相比高清摄像头几十甚至十几美元的价格还是高出许多。因此，激光雷达方案纵使能进一步提高自动驾驶的安全

性，可出于成本考虑，大规模普及可能尚需时日。

激光雷达要量产装车，需要同时满足性能、体积、成本、安全等多个要素，任何一方面都不能有太明显的短板。但现实是，现在的激光雷达很难同时兼顾，无论是在应用端还是在产业端，都还不够成熟。从理论上来说，或许视觉技术与激光雷达相互结合才是完美的方案，但最终它们的博弈走向何方，只能交给时间。

摄像头“视觉”系统

美国特斯拉公司首席执行官埃隆·马斯克就已提出，“依靠激光雷达的人注定要失败”。直到今天，特斯拉不仅放弃使用雷达传感器，还高调宣布推出依赖摄像头的“特斯拉视觉”系统。

推崇的“纯视觉方案”是通过摄像头、毫米波雷达捕捉周边环境信息，再通过算法进行分析抉择。他认为，“汽车上的纯视觉方案，尤其是使用显式光子计算时，比雷达+视觉的组合要好很多。后者有太多的不确定性——当雷达和视觉感知不一致时，不清楚该相信哪个。”

特斯拉不仅坚持不用激光雷达，还在2021年5月北美上市的特斯拉Model 3、Model Y车型上取消毫米波雷达，改为采用完全由摄影镜头侦测的特斯拉纯视觉技术，作为自动驾驶辅助系统的基础。

此外，由于特斯拉拥有软硬件算法完全自主的掌握与开发能力，马斯克坚信特斯拉FSD(完全自动驾驶)算法升级的速度会比激光雷达降价的速度更快。

还有一个没有被说出来的原因是，特斯拉已经在视觉算法方面投入巨大，如果安装激光雷达，其硬件改装很难做到

向前兼容，甚至计算平台都需要额外进行设计改装，以适应激光雷达的布置、线缆连接和数据处理。要放弃之前如此大的积累，转身去做另一条路线，投入产出比可谓“得不偿失”。

不过，马斯克并不孤单。2022年4月7日，丰田汽车旗下子公司“编织星球”(Woven Planet)就对外表示，要在其辅助驾驶和更高级的自动驾驶项目中，采用单一视觉方案开发自动驾驶，即在不使用激光雷达等昂贵传感器的情况下，通过成本相对较低的摄像头采集数据，推进自动驾驶技术。

相对激光雷达系统，“视觉”系统所需的硬件成熟度较高，且成本低，但辅助的毫米波雷达探测角度较小，远距离探测能力也不足，不仅需要优异的算法来弥补缺点，成像质量受到环境亮度影响也较大，尤其是在雨雪、沙尘等天气等恶劣环境下，完成感知任务的难度会大幅提升。比如特斯拉汽车曾把白色的大货车识别成云朵，直接撞上去；把二维的人体投影当成真人，主动刹车等。

此外，不管摄像头的清晰度有多高，哪怕特斯拉引入了3D鸟瞰预测图，视觉方案获得的信息终究还是2D图像。比如，跨层泊车场景全是静止障碍物，地形又复杂，需要地形建模，相比激光雷达，无法3D建模的纯视觉方案的劣势就更明显。

4D毫米波雷达

4D毫米波雷达并非一项陌生的新技术。2020年3月，谷歌旗下Waymo公司发布第五代自动驾驶系统感知方案，将毫米波雷达升级为4D成像雷达，使得4D毫米波雷达技术首次应用于车端。2021年华为入局，推出高分辨率4D毫米波雷达，并计划于2022年下半年实

现量产，将4D毫米波雷达推上一个热议的高峰。

由于在辅助驾驶中被广泛使用的毫米波雷达存在一些固有的缺陷，如不具备测“高度”的能力，这使其很难判断前方静止物体是在地面还是在空中，在遇到井盖、减速带、立交桥、交通标识牌等地面、空中物体时，无法准确测得物体的高度数据等。

4D毫米波雷达的成本与传统毫米波雷达相近，性能方面可以媲美低线束激光雷达，更符合当下的量产需求。与激光雷达、摄像头相比，毫米波雷达具备全天候探测能力，即使在雨雪、尘雾等恶劣环境条件下依旧可以正常工作，再加上可以直接测量距离、速度、角度等数据，成为自动驾驶中重要的传感设备之一。

4D毫米波雷达在原有的距离、速度、方向的数据基础上，加上了对目标的高度分析。这使得4D毫米波雷达有望弥补传统毫米波雷达的问题，将第4个维度整合到传统毫米波雷达中，更好地了解并绘制环境地图，让测到的交通数据更为精准。

如果激光雷达在能见度只有0.1公里的大雾环境中操作，它几乎没有办法进行侦测。如果激光雷达在大雨的环境中操作，侦测距离就会衰减50%左右。而实测4D毫米波雷达结果显示，就算遇到下雨天气，4D毫米波雷达的侦测范围还是可以达到300米，这是4D毫米波雷达比激光雷达更适合做自动驾驶车传感器的重要原因。

4D毫米波雷达继承了传统毫米波雷达全天候抗干扰的优势，并且不受光线、烟雾、灰尘、雾霾的影响，在夜晚、雨雪等环境下都能正常工作，适应性更强。

据新华社、《南方都市报》