

HOMEWORK 4 Overview of problem research

4D毫米波在自动驾驶中的重要性

目前自动驾驶汽车感知的实现离不开安装在车辆上的激光雷达、车载摄像头、毫米波雷达等感知设备，通过采集车辆周边交通环境的数据，让自动驾驶汽车能够拥有甚至超越人类的眼睛，来感知周围的世界为决策规划模块提供更加准确、丰富的环境信息，从而让自动驾驶汽车可以安全驾驶。

传感器硬件的堆叠，一方面可以让自动驾驶汽车可以更安全地在道路上行驶，但另一方面由于单个硬件设备并不能获得所有需求数据，且在很多极端环境下，硬件设备也会出现问题，如激光雷达在大雾、大雨等极端天气下，测得数据会出现较大偏差；毫米波雷达不具备测高能力，难以判断前方静止物体是在地面还是在空中；车载摄像头只能拍摄到2D平面图像，即便通过深度学习的辅助，依旧无法精准测得周围物体与自动驾驶汽车之间的距离，因此自动驾驶汽车需要不同的硬件设备同时工作，从而让自动驾驶汽车能够在任何情况下，获得不亚于人类的感知精度及能力。而4D毫米波雷达的出现，将为自动驾驶带来革命性的改变。

什么是4D毫米波雷达

在自动驾驶感知中，毫米波雷达作为自动驾驶中最重要的传感器之一，是至关重要的一环。但由于不具备测高的能力，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。而4D毫米波雷达的出现，将弥补这一问题，4D毫米波雷达又称为成像雷达，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，将第4个维度整合到传统毫米波雷达中，以更好地了解 and 绘制环境地图，让测到的交通数据更为精准。

早在2020年，特斯拉就曾宣布要在特斯拉汽车上增加一款4D传感器技术，通过4D传感器技术，将现有的工作范围增加两倍，以获取更多的交通信息。4D毫米波雷达可以有效解析测得目标的轮廓、行为和类别，可以适应更加复杂的道路，识别更多小物体，被遮挡部分的物体及静止或横向物体的监测，从而可以精准的了解车辆需要在什么情况下刹车，相对于3D毫米波雷达仅可以测量

方位角、仰角和速度这3个数据，4D毫米波雷达可以获得的数据则更多，从而提供给决策规划更多可依赖的信息。

4D毫米波雷达的解决方案

4D毫米波雷达最早是在2019年由以色列公司提出，2020年初，Waymo宣布在第五代自动驾驶感知套件中推出4D毫米波雷达。同年，大陆集团推出了首个4D毫米波雷达量产解决方案，并表示宝马将成为首家搭载的车企。在2021CES上，4D毫米波雷达也声势不小，诸多厂商纷纷携产品亮相，德州仪器、Mobileye等企业陆续推出或更新4D毫米波雷达方案。

去年，安波福亮相了下一代L1~L3级自动驾驶平台，声称其传感器套件就包含了4D毫米波雷达；采埃孚表示，从上汽集团获得4D毫米波雷达的生产订单，2022年正式供货；博世在中国市场首次对外推介第5代雷达至尊版，即4D毫米波雷达。

4D毫米波雷达和传统雷达一样，在极端天气条件下工作时不会出现极大的偏差，且增加了仰俯角之后，能够形成点云图像，这就意味着4D毫米波雷达不仅可以检测到物体的距离、相对速度和方位角，还可以检测到前方物体的垂直高度以及前方静止和横向移动物体，这将补足传统雷达对静态目标的检测短板。目前4D毫米波雷达主要有2种技术方案：

一种是4D毫米波雷达企业自主研发多通道阵列射频芯片组、雷达处理器芯片和基于人工智能的后处理软件算法。

另一种就是基于传统雷达芯片供应商的解决方案，通过多芯片极联，或者软件算法来实现密集点云输出及识别。

4D毫米波雷达的主要特点在于角分辨率非常高，前置4D毫米波雷达角分辨率可达1度方位角和2度俯仰角，当加装4D毫米波雷达的自动驾驶汽车在探测道路信息时，可以直接探测到车辆周边物体的轮廓。像是在道路信息比较丰富，如行人与车辆夹杂在一起时，4D毫米波雷达就可以直接对行人和车辆进行识别，并可以判断对应物体的运动情况（是否运动、运动方向）。

4D毫米波雷达还可以探测到几何形状，比如在隧道场景中时，可以探测到隧道的长度和宽度。4D毫米波雷达的出现，有针对性地弥补了传统毫米波雷达的性能短板，不仅是3D的升维，也带来了探测精度、灵敏度、分辨率和性能的全面升级，给予自动驾驶更高的安全性，有望使毫米波雷达成为自动驾驶系统中的核心传感器之一。

4D毫米波雷达的未来发展趋势

据业内人士分析，4D毫米波雷达的规模化落地马上就要来了。在市场化方面，目前技术趋于成熟，有许多种创新的算法都在产品化过程中。不少车厂的新款车辆已有配装的需求，其中自动泊车、L3及以上级别自动驾驶更是把4D成像作为刚需、事实上从去年开始，4D毫米波雷达已有很多产品装车路测并准备量产。例如恩智浦宣布，业界首款专用16nm毫米波雷达处理器S32R45将于上半年开始首次用于客户量产。英特尔旗下的Mobileye也在积极推进4D毫米波雷达的开发应用。Mobileye首席执行官Amnon Shashua在今年CES演讲中强调了4D成像毫米波雷达在汽车中

的应用场景。他表示：“到2025年，除了在汽车正面，其他地方我们只想要毫米波雷达，不想要激光雷达。”在Mobileye的计划中，到2025年将推出基于毫米波雷达/激光雷达的消费级自动驾驶车辆方案，汽车搭载雷达-LiDAR子系统，届时车辆仅需安装一个前向激光雷达，同时外加360全包覆车身的毫米波雷达，即可实现自动驾驶任务。自动驾驶技术无法依靠单一的传感器一统天下以成为业内共识。根据目前市场对于自动驾驶的理解，没有一刀切的传感器，因为市场有很多细分领域，而且自动驾驶级别也不同，最终极大可能摄像头和雷达会共存，因为它们的优缺点互补性非常强。比较特殊的是激光雷达，笔者认为有很大的可能性，4D毫米波雷达的解决方案可以降低或取代激光雷达的使用。4D毫米波雷达现在还处于发展的早期，但笔者相信未来它的性能会大大提升，并在理想情况下最终能够取代激光雷达。”

4D毫米波作为一款新式的雷达，从特斯拉放弃传统一直坚持的纯视觉感知驾驶，转身投入到4D毫米波的拥抱下，我就知道4D毫米波拥有着广大的前途，不论是监控还是自动驾驶以及距离感应，成像特点，价格优势，4D毫米波都拥有着传统3D毫米波的巨大优势，因此在面对着这两年的4D毫米波的冲击，我们西电学子，作为半步电台的传承人，新一代红色传承，必须将4D毫米波在中国内进行巨大突破，这对我的研究来说，能给国家交通节省巨量的经费。因此，全力研究，我西电学子义不容辞！