

自动驾驶的未来，多传感器融合方案分析

智驾最前沿 2022-03-04 08:00

The following article is from 智车科技 Author 学无止境



智车科技

自动驾驶内容服务商。聚焦自动驾驶前沿动态，引领汽车行业科技创新！

--后台回复“40429”--

--领取《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）--



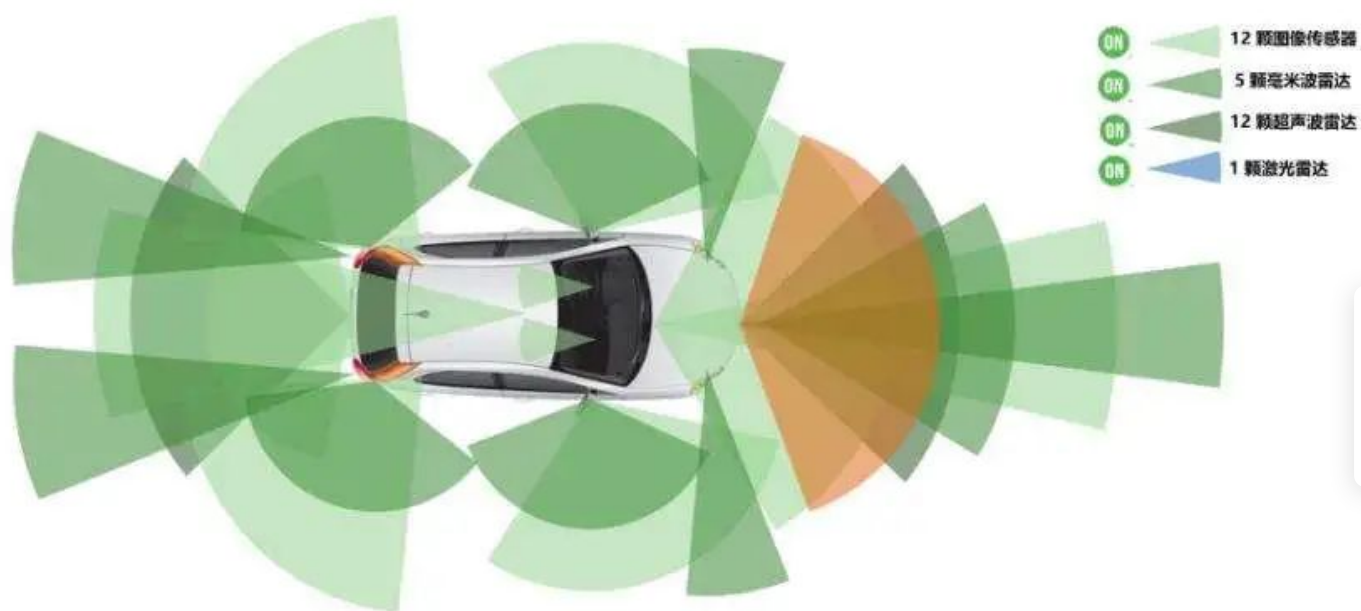
智驾最前沿

「智驾最前沿」深耕自动驾驶领域技术、资讯等信息，解读行业现状、紧盯行业发展、挖掘行业前...
46篇原创内容

Official Account

传感器是汽车感知周围的环境的硬件基础，在实现自动驾驶的各个阶段都必不可少。自动驾驶离不开感知层、控制层和执行层的相互配合。摄像头、毫米波雷达、激光雷达等传感器获取图像、距离、速度等信息，扮演眼睛、耳朵的角色。决策规划模块分析处理信息，并进行判断、下达指令，扮演大脑的角色。控制模块及车身机构负责执行指令，扮演手脚的角色。而环境感知是这一切的基础，因此传感器对于自动驾驶不可或缺。现如今，相对于单一的传感器感知，基于多传感器的融合感知越来越走向自动驾驶的主流，数据多来源让最终的感知结果变得更加稳定可靠，更能利用到每个传感器的优势而避免缺陷，本篇文章就带领读者了解一下目前自动驾驶车辆上运用较多的传感器以及基于它们实现的传感器多融合感知方案。

传感器融合的自动驾驶



C 笔记

摄像头：自动驾驶之眼

车载摄像头是实现众多预警、识别类ADAS功能的基础。在众多ADAS功能中，视觉影像处理系统较为基础，对于驾驶者也更为直观，而摄像头又是视觉影像处理系统的基础，因此车载摄像头对于自动驾驶必不可少。目前，基于摄像头可实现的ADAS功能如下表所示：

ADAS功能	使用摄像头	功能简介
车道偏离预警LDW	前视	当检测到车辆即将偏离车道线时，发出警报
前向碰撞预警，FCW	前视	当检测到与前车距离过近即将追尾时，发出警报
行人碰撞预警，PCW	前视	当检测到与行人距离过近即将碰撞时，发出警报
交通标志识别，TSR	前视、侧视	识别前方道路两侧的交通标志，如限速、红绿灯等

盲点检测，BSD	侧视	将车左右后视镜盲区内的影像显示在车内
驾驶员注意力监测	内置	用于检测驾驶员是否疲劳驾驶、闭眼等
全景泊车，SVP	前、侧、后视	通过图像拼接技术，输出车辆周围的全景图
泊车辅助，PA	后视	将车尾影像显示在车内，预测倒车轨迹，辅助驾驶员泊车
道保持辅助，LKA	前视	当检测到车辆即将偏离车道线时，向转向电机发出指令，纠正车辆的行驶方向



以上众多功能都可借助摄像头实现，有的功能甚至只能通过摄像头实现。车载摄像头价格持续走低，未来单车多摄像头将成为趋势。摄像头成本相对低廉，价格也从2010年的300多元持续走低，到2014年单个摄像头价格已降低至200元左右，易于普及应用。根据不同ADAS功能的要求，摄像头的安装位置也不尽相同。按摄像头的安装位置不同，可分为前视、侧视、后视和内置四个部分。未来要实现全套ADAS功能，单车需配备至少5个摄像头。



前视摄像头使用频率最高，单一摄像头可实现多重功能。如行车记录、车道偏离预警、前向碰撞预警、行人识别等。前视摄像头一般为广角镜头，安装在车内后视镜上或者前挡风玻璃上较高的位置，以实现较远的有效距离。

侧视摄像头代替后视镜将成为趋势。由于后视镜的范围有限，当另一辆在斜后方的车位于这个范围之外就“隐身”，因为盲区的存在，大大增加了交通事故发生的几率。而在车辆两侧加装侧视摄像头可以基本覆盖盲区，当有车辆进入盲区时，就有自动提醒驾驶员注意。

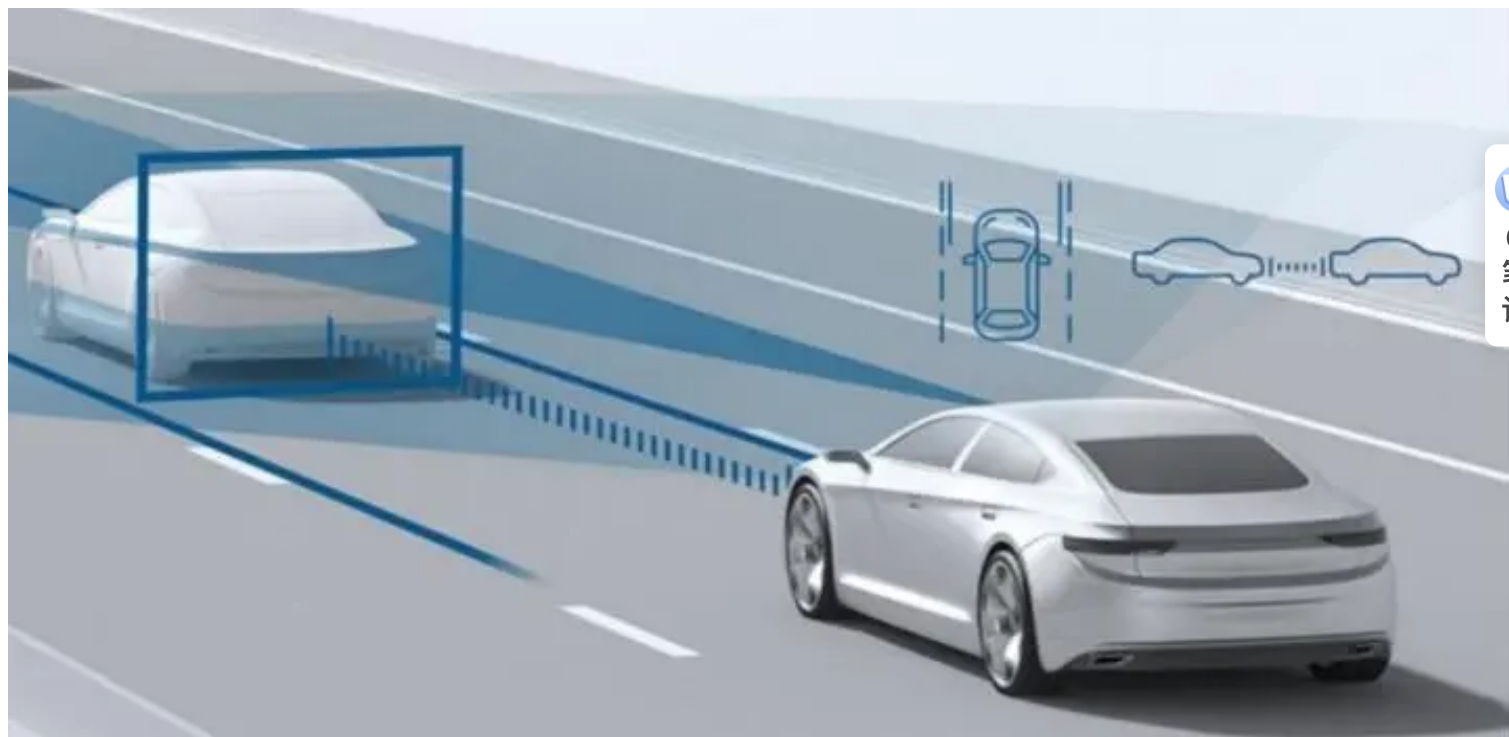
当下车载摄像头应用广泛且价格相对低廉，是最基本最常见的传感器。相对于手机摄像头，车载摄像头的工况更加恶劣，需要满足抗震、防磁、防水、耐高温等各种苛刻要求。制造工艺流程复杂，技术难度高。特别是用于ADAS功能的前视摄像头，涉及行车安全，可靠性必须非常高。因此车载摄像头的制造工艺也更加复杂。

毫米波雷达：ADAS核心传感器

毫米波的波长介于厘米波和光波之间，因此毫米波兼有微波制导和光电制导的优点：

1. 同厘米波导引头相比，毫米波导引头具有体积小、质量轻和空间分辨率高的特点；
2. 与红外、激光等光学导引头相比，毫米波导引头穿透雾、烟、灰尘的能力强，传输距离远，具有全天候全天时的特点；
3. 性能稳定，不受目标物体形状、颜色等干扰。毫米波雷达很好的弥补了如红外、激光、超声波、摄像头等其他传感器在车载应用中所不具备的使用场景。

毫米波雷达的探测距离一般在150m-250m之间，有的高性能毫米波雷达探测距离甚至能达到300m，可以满足汽车在高速运动时探测较大范围的需求。与此同时，毫米波雷达的探测精度较高。这些特性使得毫米波雷达能够监测到大范围内车辆的运行情况，同时对于前方车辆的速度、加速度、距离等信息的探测也更加精准，因此是自适应巡航（ACC）、自动紧急刹车(AEB)的首选传感器。



而目前毫米波雷达的成本较高，这也限制了其在车载上的量产，例如77GHz毫米波雷达系统单价大约在250欧元左右，高昂的价格限制了毫米波雷达的车载化应用。

激光雷达：成本与功能的取舍

激光雷达性能精良，是无人驾驶的最佳技术路线。激光雷达相对于其他自动驾驶传感器具有非常优越的性能：

1. 分辨率高。激光雷达可以获得极高的角度、距离和速度分辨率，这意味着激光雷达可以利用多普勒成像技术获得非常清晰的图像。
2. 精度高。激光直线传播、方向性好、光束非常窄，弥散性非常低，因此激光雷达的精度很高。
3. 抗有源干扰能力强。与微波、毫米波雷达易受自然界广泛存在的电磁波影响的情况不同，自然界中能对激光雷达起干扰作用的信号源不多，因此激光雷达抗有源干扰的能力很强。



三维激光雷达一般安装在车顶，可以高速旋转，以获得周围空间的点云数据，从而实时绘制出车辆周边的三维空间地图。同时，激光雷达还可以测量出周边其他车辆在三个方向上的距离、速度、加速度、角速度等信息，再结合 GPS 地图计算出车辆的位置，这些庞大丰富的数据信息传输给 ECU 分析处理后，以供车辆快速做出判断。

尽管激光雷达具备如此多的优势，其落地在量产车型上的最大阻碍就是成本，激光雷达单价以万为单位，高昂的价格让其难以市场化。

自动驾驶的未来：多传感器融合

上面讲述了自动驾驶目前最常用的三种感知传感器类别，总结下来它们的优劣势如下表所示：

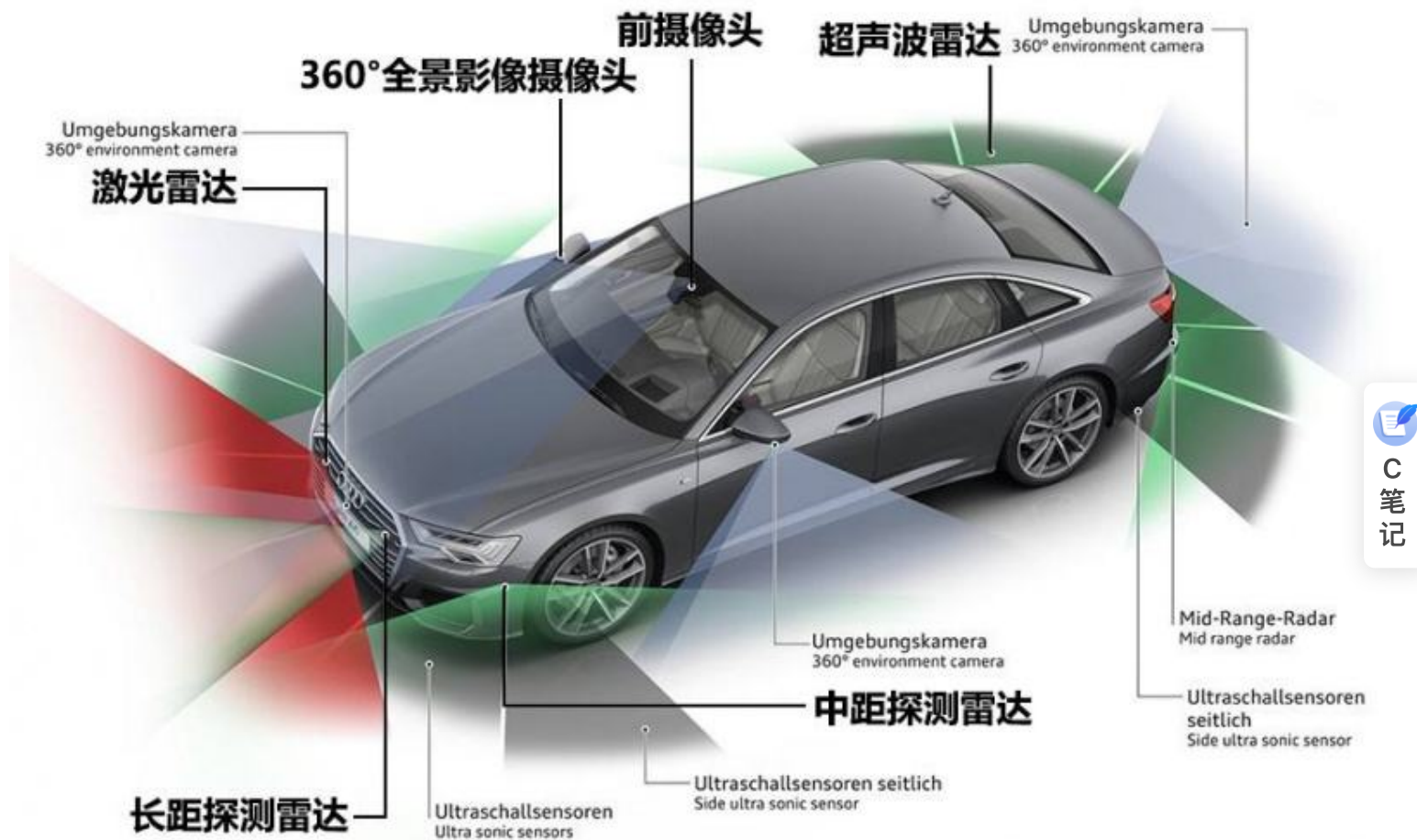
	摄像头	毫米波雷达	激光雷达
最远探测距离	50m	250m	200m

精度	一般	较高	极高
功能	车道偏离预警、前向碰撞预警、交通标志识别等	自适应巡航、自动紧急制动	实时建立周边环境的三维模型
优势	成本低、可识别物体	不受天气影响、探测距离远、精度高	精度极高、扫描周边环境实时建立三维模型的功能暂时无替代方案
劣势	依赖光线、极端天气可能失效	成本高、难以识别行人	受恶劣天气影响、成本高



传感器各有优劣，难以互相替代，未来要实现自动驾驶，是一定需要多种（个）传感器相互配合共同构成汽车的感知系统的。不同传感器的原理、功能各不相同，在不同的使用场景里可以发挥各自优势，难以互相替代。例如之前特斯拉的自动驾驶碰撞车祸中，在极端情况下，特斯拉的毫米波雷达和前置摄像头均发生了误判。可见摄像头+毫米波雷达方案缺乏冗余度，容错性差，难以完成自动驾驶的使命，需要多个传感器信息融合综合判断。

多个同类或不同类传感器分别获得不同局部和类别的信息，这些信息之间可能相互补充，也可能存在冗余和矛盾，而控制中心最终只能下达唯一正确的指令，这就要求控制中心必须对多个传感器所得到的信息进行融合，综合判断。试想一下，如果一个传感器所得到的信息要求汽车立即刹车，而另一传感器显示可以继续安全行驶，或者一个传感器要求汽车左转，而另一个传感器要求汽车右转，在这种情况下，如果不对传感器信息进行融合，汽车就会“感到迷茫而不知所措”，最终可能导致意外的发生。



因此在使用多种（个）传感器的情况下，要想保证安全性，就必须对传感器进行信息融合。多传感器融合可显著提高系统的冗余度和容错性，从而保证决策的快速性和正确性，是自动驾驶的必然趋势。

与此同时，由于多传感器的使用会使需要处理的信息量大增，这其中甚至有相互矛盾的信息，如何保证系统快速地处理数据，过滤无用、错误信息，从而保证系统最终做出及时正确的决策十分关键。目前多传感器融合的理论方法有贝叶斯准则法、卡尔曼滤波法、D-S证据理论法、模糊集理论法、人工神经网络法等。事实上，多传感器融合在硬件层面并不难实现，重点和难点都在算法上。多传感器融合软硬件难以分离，但算法是重点和难点，拥有很高的技术壁垒，因此在未来算法将在整个自动驾驶行业中占据价值链的主要部分。

参考资料：

[1] https://www.sohu.com/a/245938034_560178

整理自智车科技，文中观点仅供分享交流，不代表本公众号立场，如涉及版权等问题，请您告知，我们将及时处理。



广告宣传



媒体合作



社群拓圈



渠道对接



带货引流



其他需求



▲ 扫描添加小编微信 ▲

注：添加时请备注个人信息及需求



C
笔记

People who liked this content also liked

离开英伟达仅19个月，他交出了一块国产全功能GPU
量子位

CUDA编程模型都改了！英伟达架构师团队撰文详解：Hopper为啥这么牛？
新智元

激光雷达大规模上车还有待商榷
车云