

大数据与决策研究

(政策与技术跟踪专题)

2023年第63期(总第219期)

广西壮族自治区信息中心

广西壮族自治区大数据研究院

2023年12月14日

编者按：随着人工智能、传感器、通信等技术的迅猛发展，智能驾驶已经从概念走向了现实，在全球范围内引发了广泛的关注和讨论，并逐渐成为了现代交通产业的重要组成部分。智能驾驶技术旨在通过先进的传感器、人工智能和高精度地图等技术，实现车辆的自主感知、决策和驾驶，从而提高交通的安全性、效率和舒适度。本期将介绍智能驾驶技术相关情况。

本期要目

- ◆ 智能驾驶技术概述
- ◆ 智能驾驶产业发展现状以及应用场景
- ◆ 智能驾驶行业发展趋势以及展望

智能驾驶技术概述

一、智能驾驶定义

智能驾驶汽车是指：搭载先进车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，实现车与X（人、车、路、云端等）智能信息交换、共享，并最终可实现替代人来操作的新一代汽车。智能驾驶汽车又被称为智能网联汽车。简单而言，智能驾驶系统是相当于人类驾驶员的存在。

二、概念界定

目前业界主要采用的智能驾驶分级标准是由 SAE International（国际汽车工程学会）2014 年发布，2018 年修订的《标准道路机动车驾驶自动化系统分类与定义》：根据系统执行动态驾驶任务的多少，将自动驾驶分为 L0-L5 级六种不同级别，如图 1 所示。



图1 SAE版智能驾驶分级标准

三、智能驾驶系统架构

智能驾驶系统架构主要分成三部分，分别是环境感知、决策规划和执行控制。环境感知为汽车的综合决策提供数据支撑，解决“我在哪”的核心问题。决策规划将智能汽车以拟人化的方式融入整个交通流当中，解决“我去哪”的核心问题。

执行控制使汽车精准地按照决策规划实现行动，解决“我该如何到达”的核心问题。



图2 智能驾驶系统构架

（一）环境感知

环境感知技术是车辆与外界信息交互的必要条件，也是实现智能驾驶的第一环节。智能驾驶车辆通过各类传感器如摄像头、毫米波雷达、超声波雷达、激光雷达等获取车辆周边信息，产生图片数据、视频数据、点云图像、电磁波等信息，去除噪点信息后利用不同类型数据形成冗余同时提升感知精度。对于不同级别智能驾驶汽车和驾驶任务而言，需要的传感器类型、数量和性能也有所区别。因此在量产车辆当中，感知传感器及方案的配置以需求为导向，有针对性的选取合适的传感器和感知方案的组合，实现功能、效用和成本之间的最优解。

	环境感知方案		
	交通状态感知	车身状态感知	网联感知 (V2X)
感知对象	附近车辆、车道线、行人、建筑物、障碍物、交通标志、信号灯等	车辆位置、行驶速度、姿态方位等	实时路况、道路信息、行人信息等
感知方案	通过感知传感器，如摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等获取周边交通数据	基于高精度地图、GPS、北斗卫星导航系统、惯性导航等为汽车的定位和导航提供数据	利用RFID、LET-V2X、云服务器、5G等技术获得实时信息
感知特征	多采用多传感器融合方式进行感知，利用不同传感器的优劣势互补提升感知精度	高精地图和导航可对传感器识别的数据再次确认，相互补充，与传感器结果相互关联达成安全冗余	实现车辆与外部节点间的数据共享和控制协同，更加强调车辆、道路、行人、使用者之间的联系



图3 智能驾驶环境感知

感知层的基础—传感器。各类传感器特征各异，多传感器融合成为主流。智能驾驶主要传感器包含摄像头、毫米波雷达、激光雷达、超声波传感器和卫星及惯性导航。目前主机厂所用传感器均为外采，由于各类传感器的优势各异，同时要保证感知冗余和足够的鲁棒性，因此大多采用多传感器融合的配置方案。整体而言传感器市场较为成熟，超声波雷达、毫米波雷达、摄像头产品形态已相对固定，随着装机量的增长和国际竞争，其价格仍存在一定的下降空间。激光雷达目前价格较高，但具有测距远，抗干扰能力强等优势，同时无需深度学习算法被部分企业所青睐。

类别	优点	缺点	探测范围	功能
摄像头	对物体几何特征、表面纹理等信息进行识别，通过算法实现对障碍物的探测，技术成熟、造价较低	受光照强度变化影响大，容易受到恶劣天气干扰	最远可超过500米	障碍物识别、车道线识别、辅助定位、道路信息读取、地图构建
毫米波雷达	对烟雾、灰尘等穿透能力较强、抗干扰能力强、对相对速度、距离及角速度的测量精度高	测量范围相对激光雷达更窄、难以识别大小与形状	15-250米	障碍物探测
激光雷达	精度高、探测范围较广、可构建车辆周边环境3D模型	容易受到雨雪、大雾等天气影响，技术成熟度较低、成本高	小于300米	障碍物探测识别、辅助定位、地图构建
超声波传感器	技术成熟、成本低、受天气干扰小、抗干扰能力强	测量精度差、范围小、距离近	小于10米	障碍物探测
卫星+惯导	通过对卫星三角定位与惯性导航进行结合实现车辆定位	容易受到城市建筑、隧道等障碍物的干扰使测量精度大打折扣	高精度定位保持在10米内	车辆导航、定位

图4 智能驾驶传感器类别及特征

（二）决策规划

决策规划对于智能驾驶车辆性能起到决定性作用。决策规划是智能驾驶构架的第二步，依据获取的信息进行决策判断，选择适合的工作模型，制定相应的控制策略，替代人类做出驾驶行为。同时这部分功能也执行预测任务，例如在车道保持、车道偏离预警、车距保持，障碍物警告等系统中，需要预测本车与其他车辆、车道、行人等在未来一段时间内的状态。先进的决策理论包括模糊推理、强化学习、神经网络和贝叶斯网络技术。由于人类驾驶过程中所面临的路况与场景多种多样，且不同人对不同情况所做出的驾驶行为也有所差异，因此驾驶决策算法的优化需要非常完善高效的人工智能模型以及大量的有效数据，而这些数据需尽可能覆盖各种罕见场景，正是驾驶决策发展的瓶颈所在。

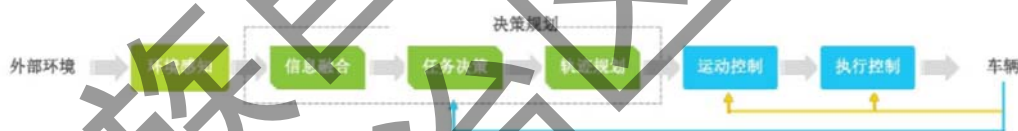


图5 决策规划架构

决策层的关键——计算芯片。目前多数车辆使用 ECU (Electronic Control Unit) 作为控制单元并采用 MCU (Microcontroller Unit) 芯片。随着车辆可实现的功能不断增多，驾驶自动化等级的不断提高，电子电气架构向域/跨域控制转变，对于决策层的芯片和算力提出的更高的要求，促使智能驾驶汽车使用算力更强的 SoC 芯片 (System-on-a-Chip)，可包含多个处理单元，如 CPU、GPU、DSP 和其他外设接口等，单个芯片中集成了更多的配套电路，提升运算效率。

（三）控制执行

控制执行为实现智能驾驶的底层基础。控制执行是智能驾驶的第三步，智能驾驶汽车的各个执行系统通过总线与决策系统连接，根据决策规划出的轨迹进行有效、稳定、安全的行驶，同时在过程中实现变速、转向、变道、超车等操作，并保证乘坐的舒适性。

（来源：《中国高等级自动驾驶产业发展趋势研究》《中国智能驾驶行业研究报告》）

智能驾驶产业发展现状以及应用场景

一、发展现状

我国量产车辆正向 L3 等级演进。目前，各大主机厂量产车辆辅助驾驶等级大部分为 L1 和 L2，并逐渐向 L3 演进。而部分科技公司则采取高举高打的策略，直接研发 L4 级别自动驾驶，并在部分城市路段或特定场景下进行测试，如城市郊区道路、部分高速公路/快速路、园区等。在汽车智能网联化的变革中，汽车电子、软件、算法等价值将因智能驾驶技术而显著提升。先进的通讯、计算机、人工智能等技术不断应用在智能驾驶汽车中，成为愈加重要的生产要素。

国产自主化进程不断加快。全球智能驾驶产业链逐渐成熟，上游主要由各类传感器、芯片、算法、高精地图等产业组成，其中芯片技术长期掌握在国外厂商手中，然而我国芯片产业不断成熟，华为、地平线等企业逐渐发力不断抢夺市场份额。与此同时我国涌现一批专注于智能驾驶解决方案的科创企业，有望通过智能驾驶技术完成弯道超车。处于中游的主机厂通过自主研发或合作研发的方式不断开发智能驾驶产品并制定研发计划。由于智能驾驶技术升级和运营而衍生出的服务市场将在产业链中占据愈加重要的地位，车辆逐渐拥有更加自主化的驾驶能力，无人配送车、无人网约车运营及工程车辆的运营和改装将帮助企业在运输环节降本增效。



图6 智能驾驶产业链图谱

二、场景应用

（一）城区

城区路况复杂程度较高，短期内辅助驾驶功能仍然占据主流。在城区场景下，通行权随时发生变化，突发场景较多，且相比高速辅助驾驶功能来讲，在感知和预测层面难度更大。同时，现行法规较难支撑 L3 级别以上自动驾驶的大规模落地。因此在城区场景下现阶段较难实现车辆的大规模自动驾驶汽车上路，L1~L2 级别适用于城区场景下的辅助驾驶功能由于更加符合中国目前的实际情况，将在短期内依旧占有主导地位。

（二）高速/快速路

高速场景复杂程度较低，更加易于智能驾驶功能量产落地。高速辅助驾驶的场景复杂程度较低，驾驶行为和道路情况等方面更为简单，虽然车速较快，但交通环境较为封闭，车

辆较少。现有技术、法规条件下的辅助驾驶功能在高速公路场景下更易落地。同时，车联网、高精度地图、5G 等技术的快速发展也会与高速场景不断协同，促进辅助驾驶功能在高速场景下的不断完善，同时促进辅助驾驶向自动驾驶的不断演变。

（三）泊车

智能泊车辅助系统不断升级，AVP 有望率先打破乘用车 L4 级别智能驾驶功能的量产僵局。城区和高速辅助驾驶系统主要解决行车问题，而智能泊车系统可辅助驾驶员进行车辆的停靠甚至进行自主泊车。早期辅助泊车系统以单一倒车雷达形式为主，主要提供倒车预警功能，后逐渐发展为 AVM，结合车载大屏为驾驶员提供 360 度全景影像。而随着技术的升级迭代。APA、RPA、HPP 和 AVP 逐渐量产装车，逐步为驾驶员解决泊车痛点。由于停车场具有半封闭特性。且泊车速度较低，场景较为简单，也降低了对于远距离传感器的依赖，同时在使用层面减少了车主停车、取车的时间，因此 AVP 或将成为乘用车中最快量产落地的 L4 级别自动驾驶功能。而除了辅助泊车本身功能以外，AVP 也可与新能源汽车充电相结合形成“自主代客泊车+无线充电”的创新型智能解决方案。通过 AVP 功能精准将车辆引导到无线充电车位中进行充电，实现全流程的自主泊车充电解决方案。



图7 智能泊车辅助系统技术演进路线

(四) 矿区

2020年《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》中提出提升智能化技术和装备水平,到2025年露天煤矿实现智能连续作业和无人化运输的目标。矿区无人驾驶较早落地,已在多座矿区试验运营。由于招人难、运输成本占比高、运输环节安全事故风险等痛点,无人运输逐渐成为矿企刚需。且由于矿区内低速、封闭、固定路线和不载人的场景特征,在众多细分场景中矿山自动驾驶是最快落地的场景之一。

(五) 港口

2020年交通运输部《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》中指出,在智慧港口方面推动港区自动驾驶等综合应用。在各大港口中,岸桥自动化、场桥自动化、智能理货等正在同步推进。与矿区场景相似,港口具有封闭、低速等特性,同时在内部道路中运行不存在路权问题,其短期内落地性较强。目前,全国自动驾驶内集卡已有100余台在天津港、青岛港、深圳妈湾港等港口进行试运营。

(来源:《中国智能驾驶行业研究报告》)

智能驾驶行业未来发展趋势以及展望

一、高级别自动驾驶在部分场景或率先落地。

低速、封闭、固定路线和不载人的特征助力高级别自动驾驶在部分场景下加速落地。乘用车方面，由于自动驾驶法规、技术、场景复杂度等限制，严格意义上的 L3 等级以上自动驾驶短期内落地仍有一定难度但自主代客泊车具有低速、场景封闭、固定路线和不载人的特征，同时可帮助车主减少停车时间，有望成为乘用车中最快量产落地的高级别自动驾驶功能。而在商用车方面，矿山、港口、机场等场景拥有同样的特征，同时可帮助企业降低人力成本，保障人身安全，将更多的人参与到价值更高的工作当中，因此短期内落地性较强。

二、自动驾驶融入智慧交通

短期来看，自动驾驶行业与智慧交通关系愈加紧密是一个非常显著的趋势。包含 5G、人工智、轨道交通、特高压、大数中心、工业互联网与充电桩的新基建概念，与包含智慧路网、智慧出行、智慧装备、智慧物流与智慧管理的智慧交通概念，在高级自动驾驶领域形成了非常核心的重叠。基于新基建与智慧交通概念，依托单车智能与网联赋能技术，智能网联汽车实现高等级自动驾驶功能。可以预见的是，短期内，政府在新基建与智慧交通领域占据主导地位，智能驾驶企业商业收入主要来自于这两大领域，企业发展离不开政策引导。

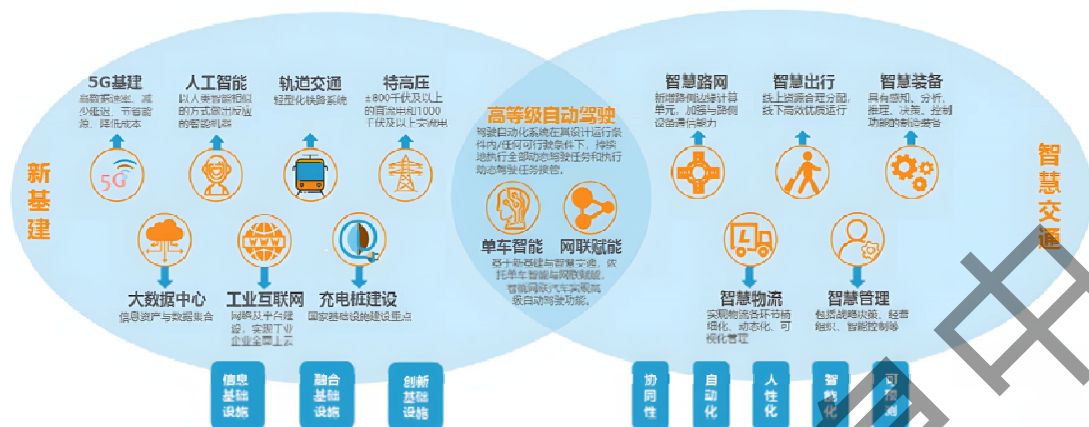


图8 新基建与智慧交通架构

三、法规、技术等或影响行业发展节奏

智能驾驶相关法规的建立落后于技术的发展，仍然存在互相矛盾和法律空白问题。尤其是在众多参与方（驾驶员、车企、智能驾驶开发商等）的情况下，对于智能驾驶车辆交通事故的分析和权责认定机制尚未完全形成。同时，在发展到更高级别的自动驾驶水平时，系统决策也可能出现社会伦理道德风险，现有的保险制度也较难适用于自动驾驶车辆。

（来源：《中国自动驾驶行业深度研究报告》《中国智能驾驶行业研究报告》）

编辑部地址：南宁市体强路 18 号广西信息中心 1412 号房

联系电话：0771-6113592

电子邮箱：dsjyjs@gxi.gov.cn

网 址：<http://gxxxxz.gxzf.gov.cn/>



扫描二维码获取
更多决策参考信息