专利视角下的智能驾驶感知模型技术分析

梁岩

（国家知识产权局专利局专利审查协作江苏中心，苏州 215163）

【欢迎引用】梁岩. 专利视角下的智能驾驶感知模型技术分析[J]. 汽车文摘，2026(9): 36-42.

【Cite this paper】LIANG Y. Technical Analysis of Intelligent Driving Perception Models from a Patent Perspective[J]. Automotive Digest (Chinese), 2026(9): 36-42.

【摘要】从国内专利申请的视角，基于传感器硬件技术、多传感器融合技术2个分支对于智能驾驶中的感知模块技术演进进行了专利分析。研究发现：摄像头、激光雷达、毫米波雷达多类型传感器仍是目前的主流传感器组合，而特征层、决策层融合技术由于计算资源依赖低等优势成为目前智能驾驶落地的首选方案。未来，感知系统的性能提升将围绕自监督时空标定、端到端模型轻量化及极端天气鲁棒性推进。

关键词：智能驾驶；感知模型；传感器融合

中图分类号：U495　　**文献标志码：**A　　**DOI:** 10.19822/j.cnki.1671-6329.20260117

Technical Analysis of Intelligent Driving Perception Models from a Patent Perspective

Liang Yan

(Patent Examination Cooperation (jiangsu) Center of the Patent Office, CNIPA, Suzhou 215163)

【Abstract】 From the perspective of domestic patent applications, a patent analysis is conducted on the technological evolution of the perception module in intelligent driving, based on 2 branches: sensor hardware technology and multi-sensor fusion technology. The study finds that multi-sensor combinations of cameras, LiDAR, and millimeter-wave radar remain the mainstream configuration. Feature-level and decision-level fusion technologies, due to their lower computational resource demands, have become the preferred solutions for the current large-scale deployment of intelligent driving. In the future, performance improvements in perception systems will advance along 3 directions: self-supervised spatiotemporal alignment, lightweight deployment of end-to-end models, and robustness against extreme weather conditions.

Key words: Intelligent driving, Perception model, Multi-sensor fusion

0　引言

随着人工智能、计算机视觉技术、5G通信技术与汽车产业的深度融合，辅助驾驶正从技术探索期全面迈入规模化落地的关键阶段，中国凭借复杂的道路场景与快速迭代的产业生态，成为全球辅助驾驶技术发展最为活跃的市场之一[1]。智能驾驶系统主要包括感知模块、检测模块、跟踪模块、决策模块。其中，感知模块基于车内、车外一系列传感器获取周围环境信息；检测模块对传感器获取的信息进行融合，旨在重构车辆周围环境；跟踪模块可持续捕捉特定目标对象的移动情况（如相邻车道的车辆信息、交叉路口的行人信息）并判断该目标对象的意图并将该意图信息传递至决策模型；决策模块基于车辆的机械约束，例如前轮转角、车轮力矩信息等，规划安全合理的驾驶行为[2]。

感知模块是智能驾驶系统的基础，其利用安装在车辆上的多类型传感器，实时采集车辆周围的道路数据以及目标对象数据，并对目标对象的类别、位置、速度以及运动意图（例如，行走方向、变道趋势）等进行估计并辨识，使车辆能够在短时间内识别出潜在风险。由此可知，感知模块对环境信息获取的准确性、实时性与经济性等起着至关重要的作用。本文从国内专利申请的视角，对智能驾驶系统中感知模块的技

术演进进行分析。

1 专利申请态势

采用“无人驾驶”、“智能驾驶”、“自动驾驶”、“目标跟踪”、“目标追踪”、“传感器”、“融合”等关键词，通过检索式（无人驾驶OR智能驾驶OR自动驾驶）/tac AND（目标3D（追踪OR跟踪））/tac、（无人驾驶OR智能驾驶OR自动驾驶）/tacAND传感器融合/tac在Himmpat数据库中进行检索，对结果进行人工去噪、去重，进而获得最终待分析样本集。截至2026年1月5日，对1 168件智能驾驶感知模块的专利申请进行分析。

其中，人工去噪用于筛选智能驾驶感知模块中属于核心内容的专利申请，主要包括：（1）剔除明显与车载系统无关专利申请，如“无人机跟踪系统”；（2）剔除“智能驾驶”相关词语仅为概念性引入的专利申请。

1.1 专利申请趋势

国内智能驾驶感知模块技术相关专利的申请趋势如图1所示。

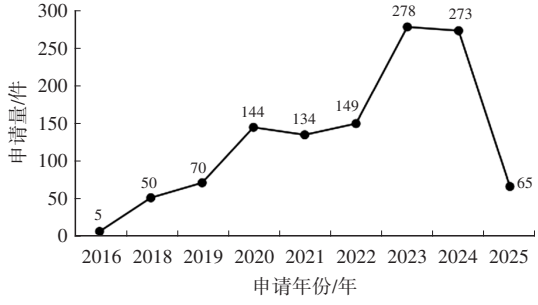


图1 智能驾驶感知模型国内专利申请趋势

图1表明，2016—2020年为技术萌芽与稳步增长阶段，申请量由2016年的5件增至2020年的144件，随传感器、计算机视觉及深度学习等技术发展，感知领域专利布局逐步增加。2021—2022年进入调整波动期，申请量在134~149件间小幅震荡，受研发方向调整与算法路线筛选影响，增速暂时趋缓。2023—2024年迎来快速跃升并维持高位，申请量分别达278件和273件，峰值出现在2023年，反映出多传感器融合、端到端感知及大模型视觉理解等技术加速落地，国内创新主体专利布局力度显著增强。需要说明的是，2025年申请的案件因申请时长未满18个月仍处于保密阶段，并不能被数据库所获知，图1中2025年的申请量数据并不能真实反映当年的申请情况。

1.2 重要申请人

国内智能驾驶感知模块相关专利的重要申请人呈现整车企业、高等院校、科技企业与零部件供应商多元协同的布局格局，如图2所示。重庆长安汽车股份公司、吉林大学、华为技术有限公司与同济大学构成第一梯队，反映出整车企业量产驱动、高校前沿算法攻关与科技企业跨界参与的协同态势；安徽蔚来智驾科技有限公司、中国第一汽车股份有限公司、清华大学、东风悦享科技有限公司、北京百度网讯科技有限公司等形成第二梯队（约20~24件），在视觉感知、多传感器融合及目标跟踪等方向持续布局。整体申请人结构类型多元、定位分化：整车企业侧重场景适配与系统集成，高校聚焦基础算法创新，科技企业着力感知算法优化与数据闭环能力建设。该分布表明国内感知技术正由单一算法攻关向车端工程化落地、软硬件协同及多模态融合感知方向加速演进。

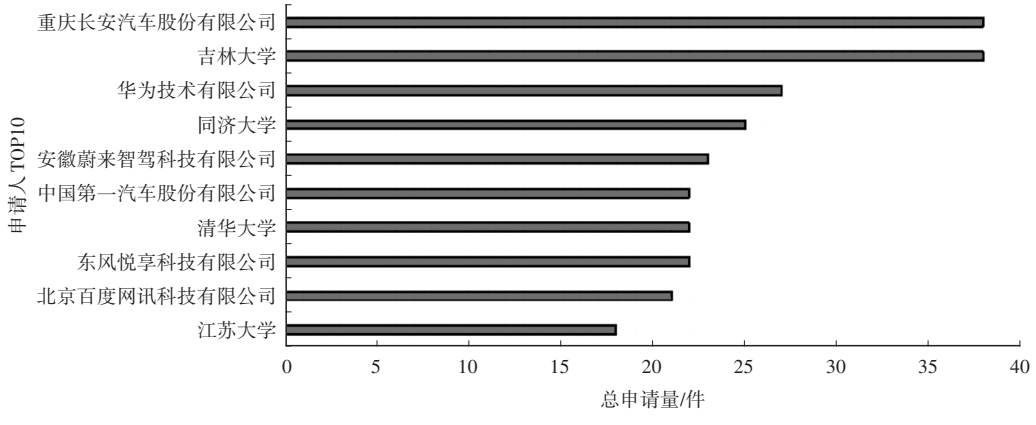


图2 智能驾驶中感知模型相关专利国内重要申请人分布

2 重点技术分析

2.1 传感器硬件技术分析

安装于车辆上的各类传感器是感知模块的硬件基础，传感器的类型以及数量影响系统感知的准确度以及经济性。

当前主流的车载传感器主要包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达3种：

（1）摄像头：摄像头采集的RGB图像包含丰富的纹理与色彩信息，在良好光照条件下可有效识别红绿灯、车道线、行人等目标，具有成本低、语义理解能力强的优势。但其性能受光照变化（逆光、暗光）及雨雾天气影响较大，且单目方案无法直接获取深度信息，测距精度与稳定性弱于多目或激光雷达方案。

（2）激光雷达：激光雷达可构建高精度的三维点云环境模型，精确还原目标对象的轮廓、高度等几何特征，且不依赖环境光，夜间运行稳定。但其点云数据量大，对车载算力需求较高；在雨雾、沙尘等恶劣天气下，激光束受散射影响，有效探测距离会显著缩短。

（3）毫米波雷达：毫米波雷达基于飞行时间测量距离，基于多普勒效应测量径向速度，通过天线阵列估计方位角，对雨雪、光照等环境干扰具有较强的鲁棒性。但传统方案角分辨率较低，对目标形状和轮廓的刻画能力有限；新一代4D毫米波雷达虽在高度维度和角分辨率上有所改善，但仍缺乏色彩与精细语义信息。

针对传感器类型进行分析，目前专利申请中常见的传感器组合为：摄像头+激光雷达+毫米波雷达（占比为67%）；摄像头+毫米波雷达、摄像头+激光雷达的占比分别为6%、4%（图3）。相关专利技术主要围绕以下3个方向展开布局：

（1）传感器空间布置与安装位姿优化。如CN109556615A中将4个Ibeo Lux激光雷达分别布置于车辆的前后两侧，用来检测与识别道路上的障碍物；智能摄像头布置在车辆前挡风玻璃中轴线上侧，以便于摄像头识别车道线及障碍物信息。

（2）传感器类型替代与系统降本。如，CN111693972A中利用ZED双目相机连续采集序列图像并获得深度图与点云图，从而减少车载定位系统中激光雷达的使用并降低了成本。

（3）传感器载体姿态补偿与图像稳定。如CN116736324A中提供了一种车载摄像头稳像模拟装置，包括相互连接的视觉平台转动运动机构和六自由度运动平台，六自由度运动平台用于模拟车辆运行姿态，视觉平台转动运动机构用于进行运动，补偿六自由度运动平台带来的姿态变化，视觉平台转动运动机构上设置有中心轴转动电机，所述中心轴转动电机与所述六自由度运动平台连接，该方案通过对摄像头等感知设备进行姿态补偿，增强设备的防抖性能。

在其他类专利技术中，有多篇涉及车路协同技术，即车路云一体化协同感知技术。该技术通过设置路侧感知单元（Road Side Unit, RSU），将路侧摄像头获得的信息与车辆自身的信息进行融合并实现毫秒级的信息互通，从而增强汽车的感知能力，弥补单车的盲区信息，相关代表性专利包括CN108922188A、CN111768642A及CN115482679A等。

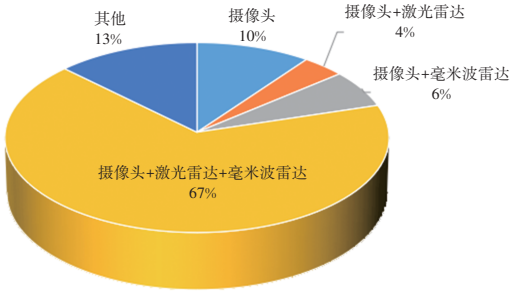


图3　智能驾驶中感知模型相关专利传感器组合分布

此外，考虑到成本、以及泊车/定位等特定场景，部分技术通过设置惯性测量单元IMU来补充低速近距离的盲区信息检测，代表性专利包括CN118898818A、CN120507758A等。另有技术方案通过将无人机搭载于车顶或车头位置，作为可重构的广角感知节点，实现对交通参与者的动态跟踪与超视距感知，代表性专利包括CN120681048A、CN114783184A及CN114155511A等。

2.2　多传感器融合技术分析

多传感器融合[3-5]是指使用多种传感器，例如相机、激光雷达、毫米波雷达等，对自动驾驶场景中的动态、静态目标进行感知，并将各个传感器的感知结果在时间、空间维度下进行融合，得到更准确和置信度更高的跟踪结果。因此，为了更准确、更稳定地对目标进行跟踪，需要将各传感器对同一目标在不同时刻的感知结果进行关联。

对涉及传感器融合技术的专利进行分析，结果表明：涉及决策层融合技术的专利文件占比为40%，涉及特征层融合技术的专利文件占比为32%，涉及数据层融合技术的专利文件占比为28%。这3类技术的算法框架如图4所示。

2.2.1　决策层融合技术

该类融合技术又可称为后融合技术，是发展最早、工程成熟度最高的融合范式。其技术路径为：各传感器独立完成目标检测与跟踪后，将输出的目标级结果（如目标类别、二维/三维检测框、速度等）通过关联匹配与置信度加权进行整合。典型关联方法包括基于交并比（Intersection over Union，IoU）的几何匹配、最近邻关联以及基于邓普斯特-谢弗证据理论

（Dempster-Shafer，DS）、卡尔曼滤波等不确定性推理框架。代表性专利分析如下。

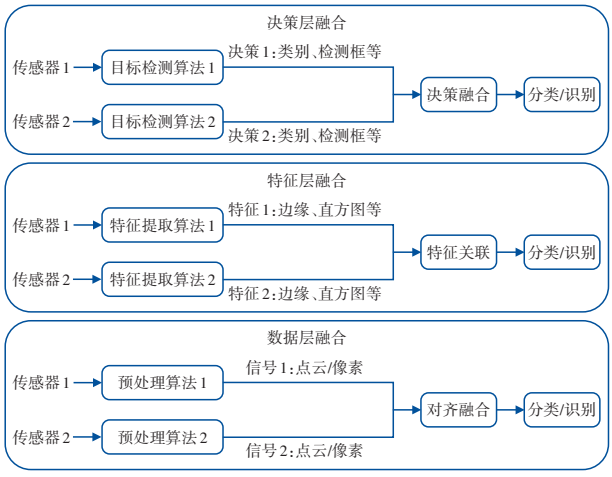


图4　3类融合技术框架

CN118711030A通过利用相机与激光雷达联合标定结果将激光点云的三维目标检测框投影至图像得到点云的二维投影检测框，对点云二维投影框与图像目标检测框进行目标框交并比匹配融合，然后再利用DS证据理论对激光雷达和相机所检测同一目标置信度进行融合，融合后的目标框能够更完整地识别车辆、行人目标，并且目标类置信度融合显著提高了对行人、车辆目标识别的准确性，融合检测结果更为可靠。方案流程示意如图5所示。

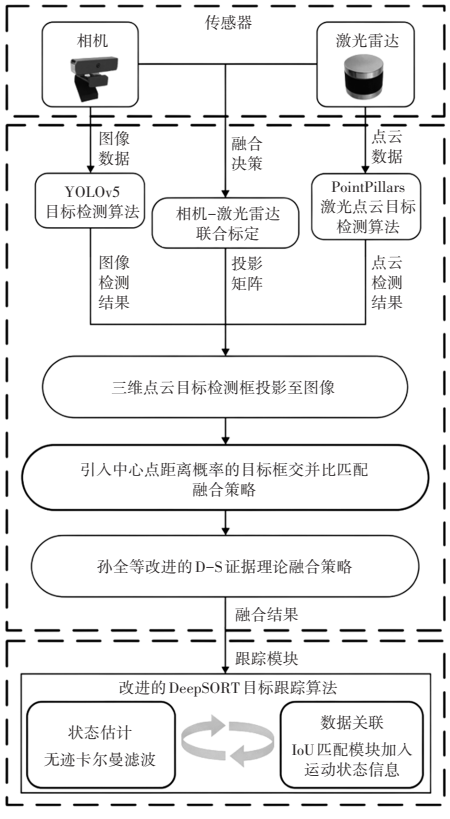


图5　CN118711030A方案流程示意

CN119879954A构建了一种多传感器目标级融合与高精地图匹配更新的分层架构。首先分别获取自动驾驶车辆的初始目标检测结果，随后将该结果与预设语义地图进行匹配，利用背景目标匹配信息（如路沿、交通标志等静态要素）对初始融合结果进行校正与更新，最终输出精度更高的目标状态估计。该方案有效抑制了单一传感器在遮挡或远距离场景下的误检与漏检。

2.2.2　数据层融合技术

数据层融合又称前融合，是指在数据获取的早期阶段，将摄像头输出的原始像素信息、激光雷达与毫米波雷达输出的原始点云数据直接输入深度学习模型进行端到端联合处理。数据层融合技术避免了多传感器通道处理信息引发的信息损失，实现了信息保留最大化，是极具潜力的一类融合技术。然而，原始数据层面的高带宽传输与大规模并行计算对车载计算平台的算力及车载网络的通信带宽均提出了严苛的实时性要求。代表性的专利分析如下。

CN118470454A提出了一种基于4D时空数据的自动标注与模型训练框架。该方案实时采集包含图像与激光雷达信息的时序数据（即4D数据），利用预训练物体检测模型生成4D预标注结果（含目标预测标签），并以此监督训练3D感知模型。训练完成后，模型仅需输入单帧图像即可输出包含障碍物检测框中心点、尺寸、朝向角、语义分割、车道线及路沿等丰富信息的3D感知结果，有效降低了三维标注成本。

CN117423084A提出了一种基于自监督学习的多源传感器融合多目标跟踪方法，分为融合训练与在线跟踪2个阶段。融合阶段构建2D视觉与3D点云联合跟踪模型，其联合损失函数由3部分构成：（1）分类交叉熵损失，度量目标分类预测与真实标签的匹配程度；（2）广义交并比（GIoU）回归损失，度量预测边界框与真实边界框的几何重叠度；（3）多类别非极大值抑制（Non-Maximum Suppression，NMS）损失，针对不同交通参与者类别（行人、骑行者、汽车等）设置差异化NMS阈值，提升目标分类与定位精度。跟踪阶段将测试序列输入训练好的自监督模型，完成逐帧目标跟踪。

2.2.3　特征层融合技术

特征层融合又称中融合，其核心思路是：针对不同传感器模态分别提取特征表示（如点云体素特征、图像鸟瞰图特征等），在特征空间内进行跨模态交互

与融合。由于不同模态特征在场景语义、空间位置与尺度表征上各有侧重，有效的特征融合可生成信息更全面的统一表征。该技术在计算复杂度与感知精度之间取得了较好平衡，是介于前融合与后融合之间的一种折中方案。代表性的专利分析如下。

CN116863287A、CN116863430A、CN116902003A为合肥海普微电子有限公司申请的系列专利，提出一种摄像头与毫米波雷达双模态数据融合方案。该方案通过生成统一坐标下的体素特征，将图像特征的稠密语义信息与毫米波雷达特征的速度、深度信息高效融合，兼具小目标检测能力强与测速精度高的优势。其融合技术示意如图6所示。

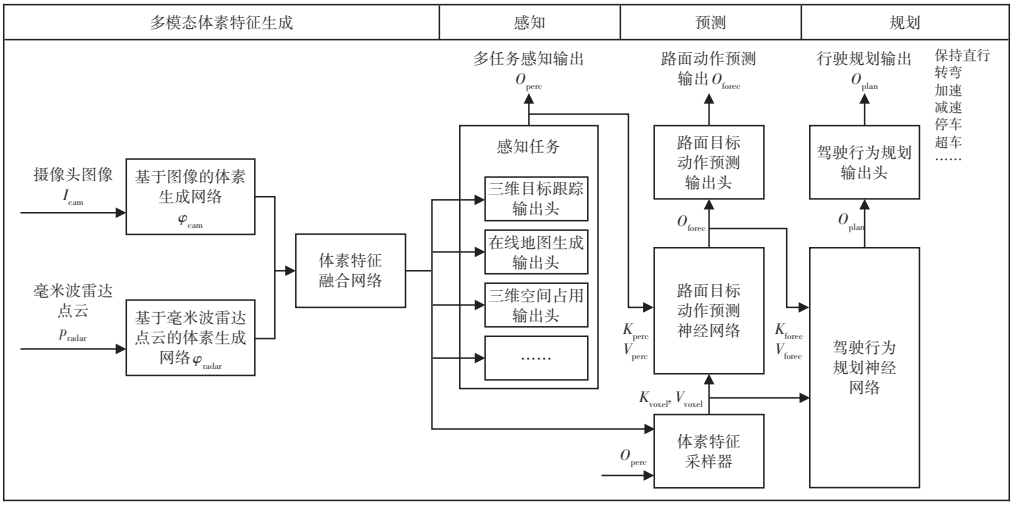


图6　合肥海普微电子系列案件融合技术示意

CN119579862A公开了一种用于自动驾驶的实时目标检测、跟踪和运动预测方案。该方案对图像数据与点云数据分别进行卷积与池化操作以提取特征，随后采用逐级融合策略：为各模态特征生成自适应融合权重，经加权求和得到自适应融合体素特征，实现端到端的多模态信息融合。

值得注意的是，特征级融合也包括同类传感器的数据融合，该类方案通过关联时间、空间上连续的多帧信息，帮助模型识别跟踪目标的位置变化，减少遮挡、光照变化，从而提供全方位的场景信息，进而提升环境感知的准确性。例如，CN119963855A公开了基于连续固定帧数的图像，得到多个鸟瞰视角（Bird's-Eye View, BEV）特征，通过多头自注意力机制与双向时空交叉注意力机制建模帧间时空依赖，增强BEV特征在遮挡、光照变化等复杂场景下的鲁棒性，最终输出用于3D目标检测的高精度BEV特征，可用于3D物体检测。

2.3　重要申请人重点技术布局

针对申请量排名前10的专利申请人，对相关专利按照传感器硬件技术分支进行标注，结果如图7所示。

图7表明，摄像头+激光雷达+毫米波雷达这一传感器组合方式仍是TOP10申请人的主流选择。得益于计算机视觉技术的快速发展，摄像与其他传感器协同互补有效提升了感知模型的准确性与鲁棒性。部分申请人，如北京百度网讯科技有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、华为技术有限公司，也重点针对摄像头作为唯一传感器的场景进行了专利布局。针对申请量排名前10的专利申请人，将其相关专利按多传感器融合技术分支进行标注，结果如图8所示。

从专利布局来看，决策层融合是当前智能驾驶多传感器融合的主流技术路线。TOP10申请人在该层级均有较多布局，其中重庆长安汽车股份有限公司（25件）、吉林大学（17件）和东风悦享科技有限公司、安徽蔚来智驾科技有限公司、中国第一汽车股份有限公司（各12件）最为突出，反映出产业界广泛采纳“各传感器独立感知、决策阶段综合判断”这一工程路径。相比之下，特征层融合技术难度更高，仅江苏大学（6件）、东风悦享科技有限公司（4件）、清华大学（4件）、重庆长安汽车股份有限公司（4件）具备相对较多的专利积累；数据层融合难度最大、布局最为稀疏，吉林大学（7件）和安徽蔚来智驾科技有限公司（6件）相对领先。总体而言，当前行业竞争焦点在于工程化量产落地，决策层融合因而占据主导地位；而高校申请人在数据层和特征层的布局占比相对更高，表明其正为下一代高精度融合技术进行前瞻性储备。

3　发展趋势

2026年2月，工业和信息化部发布《智能网联汽

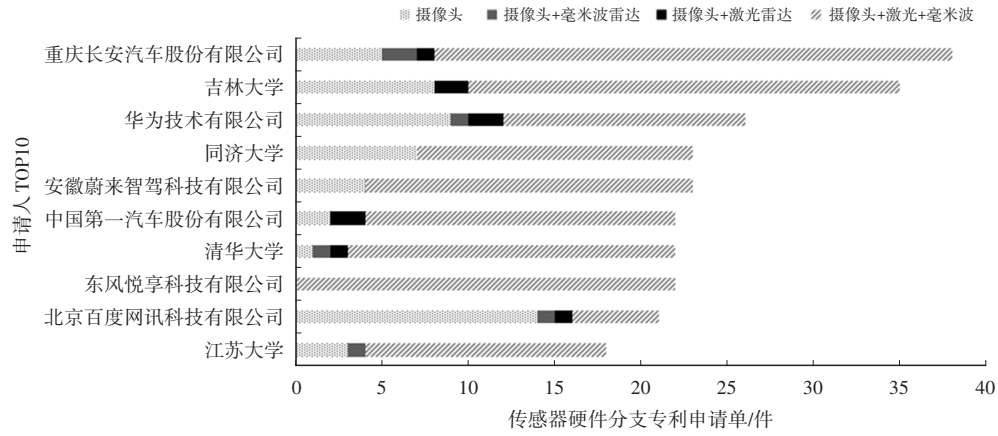


图7　TOP10申请人传感器硬件技术布局

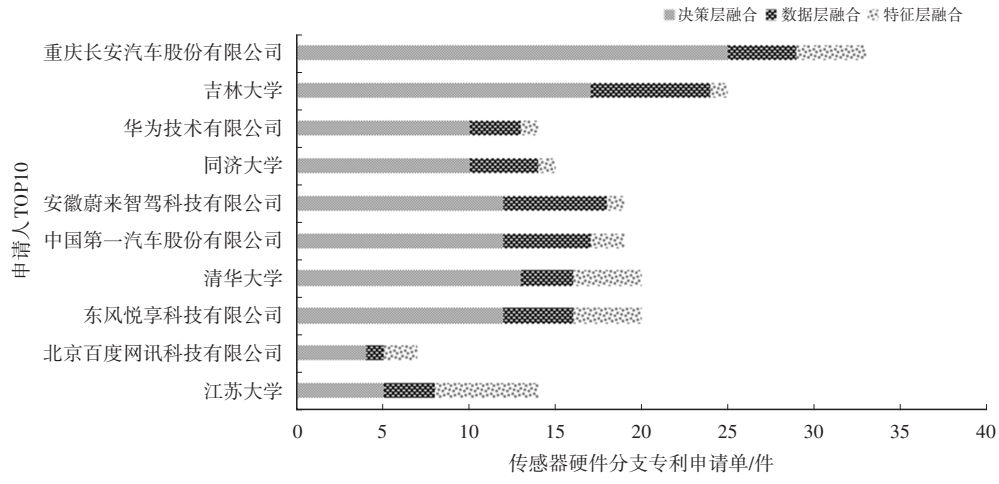


图8　TOP10申请人多传感器融合技术布局

车 自动驾驶系统安全要求》(征求意见稿),明确了感知系统对驾驶环境、附近交通动态的感知能力、前向/横向/后向探测范围的具体要求。后续感知系统的性能提升可从传感器数据对齐、融合算法精度提高、以及极端天气应对3个层面开展:

(1)传感器数据对齐:时空对齐是传感器融合的先决条件,直接决定后续融合算法的有效性。然而,激光雷达、摄像头、毫米波雷达在空间和时间上天然异构,目前实现高精度空间配准与时间同步仍依赖大量人工标定与干预。未来,自监督学习有望成为主流技术路径:通过对比学习、时空连续性等先验约束,利用海量未标注数据驱动模型自动学习跨模态传感器数据间的映射关系,从而大幅降低对人工标注的依赖。

(2)融合算法精度提高:端到端融合模型是未来的重要研究方向。该类方法将感知、预测与规划模块统一嵌入单一深度神经网络,通过网络自主学习各传感器输入特征间的相关性,实现全局最优决策。与此同时,“轻量化部署”将成为关键挑战:为将上述高复杂度模型部署至车载计算平台,模型剪枝、知识蒸馏、低精度量化等技术手段被广泛采纳,在尽可能保持推理精度的前提下显著降低算力需求与内存占用。

(3)极端天气应对:复杂气象条件下的感知鲁棒性是传感器融合面临的核心“长尾问题”,也是衡量系统安全性的关键指标。雨、雪、雾及强逆光等极端环境会显著劣化各传感器的输出质量。在硬件层面,如何提供更稳健的点云表征、如何通过提升发射功率与优化接收灵敏度以对抗信号衰减,均是亟待突破的研究重点;在算法层面,提升融合模型在极端天气下的感知精度尤为迫切,如何利用生成式方法合成雨雪雾等恶劣天气下的多模态传感器训练数据,使模型在“退化”输入条件下仍能做出可靠决策,将成为重要研究热点之一。

4　结束语

本文基于传感器硬件技术、多传感器融合技术2个分支对智能驾驶中的感知模型技术发展进行了专利分析,研究发现:(1)传感器配置方面:“摄像头+激光雷达+毫米波雷达”多模态组合仍是当前主流方案;

基于路侧感知单元的车路云一体化协同感知技术，因具备全域覆盖能力，正逐步成为重要发展方向。(2)融合技术路线方面：特征层融合与决策层融合因对车载计算资源需求相对较低、工程成熟度较高，成为当前量产落地的首选方案；数据层融合虽具性能潜力，但受限于算力瓶颈，短期内仍以研发验证为主。未来，针对感知系统面临的标定依赖人工、模型算力需求高、恶劣天气性能劣化等核心瓶颈，感知系统性能提升将重点突破自监督时空标定、端到端模型轻量化部署及极端天气鲁棒性三大关键技术方向。

参 考 文 献

[1] 李星, 刘曦. 智能驾驶下半场: 从“能跑”到“好用”还有多远？[N]. 每日经济新闻, 2026.04.24.

[2] 中国平安财产保险, 汽车之家研究院, 北京大学光华管理学院思想力课题组, 等. 中国智能驾驶商业化发展白皮书[R/OL]. (2025-04)[2026-08-14]. https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202504061652296344_1.pdf.

[3] 覃健, 白法元, 韦杭. 机器视觉多传感器融合技术在汽车安全驾驶中的应用[J]. 世界汽车, 2026(1): 56-57.

[4] 郝婷, 叶晓雪. 智能驾驶汽车多传感器融合控制技术研究[J]. 电子产品世界, 2025(4): 31-35.

[5] 马建, 宋宏勋, 王建锋, 等. 车载道路智能检测技术与装备[M]. 北京：机械工业出版社, 2023.

（责任编辑　**明慧**）

《汽车技术》征稿启事

《汽车技术》杂志是中国第一汽车集团有限公司主办的国内外公开发行的汽车前瞻与应用技术类月刊，为我国高质量科技期刊分级目录入选期刊、中国科学引文数据库（CSCD）来源期刊、中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE中国核心学术期刊（A）、Scopus数据库收录期刊、俄罗斯《文摘杂志》（AJ）收录期刊、日本科学技术振兴机构数据库入选期刊、EBSCO学术数据库收录期刊、欧洲学术出版中心（EuroPub）数据库收录期刊。

《汽车技术》杂志以报道汽车整车及其零部件设计、研究、试验等方面的前瞻与应用技术为主，并兼有理论研究内容，是中国汽车行业核心学术和知识传播与共享的平台。

《汽车技术》将在国家提出的“创新、协调、绿色、开放、共享”发展理念的指引下，把握《节能与新能源汽车技术路线图》和“低碳化、信息化、智能化”的汽车技术主流发展趋势，努力在传统内燃机汽车高效动力系统、轻量化、低阻力领域，新能源汽车和互联智能汽车技术领域，大力吸收优质稿源，为广大科研和工程技术人员服务，为我国汽车工程技术创新能力提升贡献力量。

《汽车技术》欢迎高等院校师生、研发工程技术人员、技术管理人员及相关人员不吝赐稿，反映国家重点扶持项目、自然科学基金项目和其他重点项目等研究成果的稿件将被优先选择刊登。

投稿要求：

1. 文章字数最好控制在6 000~8 000字范围之内；

2. 请按科技论文要求撰写文章摘要，摘要中文字数控制在180字左右；

3. 文章必须附有公开发表的、体现本领域最新研究成果的参考文献，且在文中应标注文献引用处；

4. 文章主要作者应提供其简介，包括出生年、性别、职称、学历、研究方向及技术成果等；

5. 来稿的保密审查工作由作者单位负责，确保署名无争议，文责自负；

6. 请勿一稿多投；

7. 本刊使用网站投稿，请先登陆网站注册成功后投稿，详细投稿要求见本刊网站中“下载中心”栏的“作者指南”，网址：http://qcjs.cbpt.cnki.net。

《汽车技术》编辑部