# 面向智能驾驶的多传感器数据融合

# 摘要

# 绪论

## 课题的研究背景和意义

在经济和生活的持续发展之下，汽车已经成为人们生活中不可或缺的一部分，并且其数量也在持续增长。据统计，直至2022年底，我们国家的汽车保有量高达3.021亿辆，汽车驾驶人高达4.81亿，图1.1是我国近五年来机动车与驾驶人数的变化情况，不难发现，机动车保有量和机动车驾驶人数都在持续稳定增长中，相比之下，我国的城市的道路虽然也在持续建设当中，但是其速度明显无法与汽车增长速度相比[1]，因此，在有限的道路资源下，车辆的驾驶策略与道路的交通状况息息相关。

图 1.1近五年机动车与驾驶人数变化

智能辅助驾驶系统（Advanced Driver Assistance System, ADAS）是一种将人工智能、机器学习、计算机视觉等前沿技术应用于汽车驾驶，用于提高驾驶安全和效率的一类系统。ADAS主要通过检测和分析驾驶员、车辆、环境等信息，来提醒驾驶员注意危险情况和给出安全建议。它以人为主体，通过对环境以及路况的多维感知与预测[2]，然后进行决策和控制，拓展了驾驶员的视野，并提高了驾驶员对环境的感知力，对驾驶员有着重要的辅助作用，在一定程度上减少了因驾驶员感知异常或决策失误而造成的交通事故。随着技术的不断发展，ADAS的研究正在得到越来越多的关注。关于ADAS的研究背景可以追溯到20世纪70年代，当时已经开始研究自动驾驶技术。随着计算机和传感器技术的进步，ADAS在汽车领域的研究和应用也得到了长足发展。许多公司和研究机构都在对ADAS进行研究，并在实际应用中不断改进和完善这类系统。

ADAS的研究具有重要的意义。首先，它可以有效降低驾驶员的疲劳和压力，提高驾驶员的注意力和反应能力，降低驾驶员的错误率和事故风险。其次，ADAS可以有效提高道路交通环境的安全性，减少交通事故的发生，降低交通事故对社会和经济的影响。最后，ADAS的研究也为人工智能和机器学习技术的发展提供了有力的推动力，为未来智能汽车的发展铺平了道路。

然而，ADAS也存在一些挑战和限制。首先，ADAS技术仍然处于不断发展和完善的阶段，存在许多未解决的技术问题。其次，ADAS系统的成本仍然较高，对一般消费者来说仍然不够实用。最后，ADAS系统需要高度可靠的传感器和算法，以保证它们在驾驶过程中的精确性和可靠性。

尽管如此，ADAS研究仍具有广阔的前景。未来，ADAS技术将不断提高，成本将不断降低，并且ADAS系统将被广泛应用于智能汽车和普通汽车中。此外，ADAS技术还将与其他技术，如自动驾驶技术、物联网技术等相结合，形成更加完善和先进的智能交通系统。总之，智能辅助驾驶系统（ADAS）是一项具有重要意义的研究课题，它不仅有助于提高道路交通安全，而且为未来智能汽车技术的发展铺平了道路。因此，未来的研究应该继续探索ADAS的技术难点和挑战，努力实现ADAS技术的更大提高和更广泛的应用。

智能感知是ADAS的重要基础，智能辅助驾驶系统的一切决策和控制都是建立在感知的基础之上，智能感知通过多个传感器对道路信息以及环境状况进行采集，经过过滤和处理后反馈给驾驶员和系统。常用的感知传感器包括摄像头、毫米波雷达、激光雷达、GPS、IMU（Inertial Measurement Unit）等。摄像头作为视觉传感器，可以通过图像处理技术，感知行人，车辆，车道线，障碍物，交通信号灯等，然而摄像头的感知准确度直接受到光照条件的影响，在夜晚或者太阳光照强度较大的条件下，摄像头的感知信息可能会存在异常，激光雷达使用激光束对当前环境进行扫描，用以探测环境中的各种目标[3]，同样地，用激光雷达采集到的点云也存在噪声，通常需要先进行数据预处理，才能获取到需要的目标信息。

不同种类的传感器因为其工作原理，不可避免地会因为环境的干扰或其他因素而出现测量误差，因此，采用多种传感器协同工作，并将它们各自的测量结果进行数据融合分析，可以大大降低测量结果误差，确保感知的准确度。

## 国内外研究现状

当前国内外对于ADAS及其感知的研究都处于高速发展阶段，中国对于ADAS的研究起步较晚，因此早期新车的ADAS渗透率处于较低水平，具有较大的市场空间，然而在各国家和地区的相关政策影响下，ADAS获得了充分的发展空间，对应机动车的ADAS方案也在持续提出和更新

### 国内研究现状

早在2018年，基于当时现有的车道线识别算法，黄窈蕙提出了一种新的汽车视觉图像处理方法，将图像预处理后，使用透视变换方法将平面图像转换至世界坐标，最后使用Canny边缘检测和Hough变换识别车道线[4]。这种单目车道线检测算法对于传感器的要求不高，但是其识别准确率容易受到图像中车道线的角度影响。张晶晶等人提出了汽车在驾驶场景下动态跟踪目标的图像感知算法，将图像序列预处理后用Harris角点检测方法提取目标角点，继而对目标进行跟踪预测[5]，算法跟踪准确率高，实时性较强，但由于图像的局限性，目标在被遮挡时可能会丢失跟踪并且不容易恢复跟踪。李银国等人在2019年提出了一种基于双目视觉的大尺度三维场景重建方法[6]，首先通过优化立体匹配策略来提高立体匹配效率,再提出均匀保距的特征点提取算法RSD,减少三维点云计算与三角剖分耗时,提高大尺度智能驾驶场景重建的实时性，这种算法具有良好的大尺度三维场景重建效果。陈晓冬等人在《光电工程》中以激光雷达扫描方式及相关技术为切入点对智能驾驶车载激光雷达硬件关键技术进行了介绍,分别讨论了机械式、混合式和全固态车载激光雷达的原理、特点及现状;以智能驾驶应用任务为导向，对点云分割、目标跟踪与识别、即时定位与地图重建这三类车载激光雷达应用算法进行了归纳总结[7]，车载激光雷达也进一步走向固态化，智能化和网络化。宋绍京等人在2020年对适用于汽车智能驾驶的多光谱激光雷达的波段选择进行了可行性研究,利用主成分分析法对智能驾驶中典型目标进行光谱计算及分析,结合激光光源特性以及光电探测器的特性,综合多光谱激光雷达波段选择方法和智能驾驶应用场景中典型目标地物光谱特性,以及商用激光雷达的可获得性,得出了适用汽车智能驾驶的多光谱激光雷达的波长范围，提升了单一波长激光雷达在物性探测分类和状态上的性能[8]。党相卫等人在2021年针对智能驾驶中准确鲁棒的感知问题，提出了一种融合毫米波雷达和激光雷达鲁棒的感知算法。使用基于特征的两步配准的空间校正新方法，实现了三维激光点云和二维毫米波雷达点云精确的空间同步；使用改进的毫米波雷达滤波算法,减少了噪声、多径等对毫米波雷达点云的影响，然后对两种传感器的数据进行融合，得到准确鲁棒的感知结果，解决了烟雾对激光性能影响的问题[9]。程健康在2022年提出了基于车规级高性能SoC设计了面向汽车后装市场硬件系统，并在此基础上开发了多传感融合的防碰撞预警软件系统，首先，使用成熟的自动驾驶数据集KITTI，结合自采集部分的样本训练深度学习SSD目标检测网络模型，并将模型部署于车规级SoC TDA2S平台[10]，这种多传感器融合的感知方式，补足了单一传感器的缺陷。

### 国外研究现状

Abdallah Moujahid等人在2018年对于机器学习与智能辅助驾驶系统分别进行独立分析，阐述了一些机器学习技术与ADAS组件的匹配程度及原因，以一些有监督学习、无监督学习、深度学习和强化学习作品作为示例，基于他们各自的优势与缺陷进一步讨论其进步空间[11]，这种分析与回顾对后续的深入研究有一定的意义。Jordan Tunnell等人在2018年提出了一种通过ADAS提高车辆燃油经济性的方法，文章使用2010年的丰田普锐斯作为模型，结合ADAS传感器、预测模型和动态规划最佳能量管理控制来优化车辆燃油经济性，经过验证对比，评估四种车辆控制策略对于汽车燃油经济性的影响，结果表明定义的ADAS范围和算法提供了接近与ADAS地面实况的相关性，并可以作为基于预测的一部分实现汽车燃油经济性的改进[12]。Muhammad Qasim Khan等人在2019年回顾与讨论了关于驾驶员的眼神注意力感知在ADAS中的应用，针对不同类别的注视跟踪技术，分别讨论他们的优点和局限性，从而进一步讨论其各自的实际用途以及在智能辅助驾驶系统中的应用，从而减少因为驾驶员视觉疲劳而造成的交通事故[13]。

# 参考文献

1. 哈全财. 城市机动车道路拥堵治理方案研究[J]. 科技传播, 2013(1):2.
2. 李克强. 智能网联汽车的发展现状与对策建议[J]. 机器人产业, 2020(6):8.
3. 黄思源, 刘利民, 董健,等. 车载激光雷达点云数据地面滤波算法综述[J]. 光电工程, 2020, 47(12):12.
4. 黄窈蕙.智能驾驶汽车视觉图像处理技术[J].公路交通科技：应用技术版,2018,0(8):323-326
5. 张晶晶,杨鹏,刘元盛,梁军.基于智能驾驶的动态目标跟踪研究[J].计算机工程,2018,44(7):14-19
6. 李银国,周中奎,白羚.基于双目图像的大尺度智能驾驶场景重建[J]计算机科学,2019,46(S11):251-254+259
7. 陈晓冬,张佳琛,庞伟凇,艾大航,汪毅,蔡怀宇.智能驾驶车载激光雷达关键技术与应用算法[J].光电工程,2019,46(7):28-40
8. 宋绍京,陈育伟,胡海江,胡金艳,龚玉梅,邵慧.适用汽车智能驾驶的多光谱激光雷达波长选择可行性研究[J]红外与毫米波学报,2020,39(1):86-91
9. 党相卫,秦斐,卜祥玺,梁兴东.一种面向智能驾驶的毫米波雷达与激光雷达融合的鲁棒感知算法[J]雷达学报,2021,10(4):622-631
10. 程建康. 视觉感知与毫米波雷达融合的防碰撞技术研究[D]. 四川:电子科技大学,2022.
11. Moujahid A, Tantaoui M E A, Hina M D, et al. Machine learning techniques in ADAS: a review[C]//2018 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering (ICACCE). IEEE, 2018: 235-242.
12. Tunnell J, Asher Z D, Pasricha S, et al. Toward improving vehicle fuel economy with ADAS[J]. SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles, 2018, 1(12-01-02-0005): 81-92.
13. Khan M Q, Lee S. Gaze and eye tracking: Techniques and applications in ADAS[J]. Sensors, 2019, 19(24): 5540.