

# 基于深度学习的智慧养老服务无人车多模态感知与融合技术研究

刘璐 王传臻 刘延旭

德州学院 计算机与信息学院 山东省德州市 253200

**【摘要】**由于全球范围内老年人口比例的不断上升导致人口老龄化趋势日益显著，随着智慧养老服务的出现，其逐渐成为满足老年人多样化需求的重要手段。无人车作为智慧养老服务的关键组成部分，其感知能力直接影响到服务的准确性和安全性。因此，研究基于深度学习的多模态感知与融合技术对于提升无人车的性能至关重要。本文先是概述了智慧养老服务无人车系统的基本原理和功能需求，进而深入探讨了多模态感知技术的理论基础，包括各种传感器的应用及其数据处理方法。接着本文详细介绍了基于深度学习的多模态感知算法步骤，并分析了多模态与融合技术在无人车感知中的优势。在此基础上又提出了基于深度学习的多模态感知与融合技术的集成方案，并通过实践应用案例展示了其在无人车感知中的实际效果。期望通过对该技术的深入研究可以推动智慧养老服务的发展并提高老年人的生活质量，为应对人口老龄化挑战提供有效的解决方案。

**【关键词】**智慧养老服务无人车；多模态感知；融合技术

Research on multi-modal perception and fusion technology of intelligent pension service based on deep learning

Liu Lu Wang Chuanzhen Liu Yanxu

Texas College School of Computer and Information Dezhou City, Shandong Province 253200

**【Abstract】** Due to the increasing proportion of the elderly population in the world, the trend of population aging is increasingly significant. With the emergence of smart pension services, it has gradually become an important means to meet the diversified needs of the elderly. As a key part of the intelligent elderly care service, the perception ability of the driverless car directly affects the accuracy and safety of the service. Therefore, it is crucial to study the multi-modal perception and fusion technology based on deep learning to improve the performance of driverless vehicles. This paper first summarizes the basic principles and functional requirements of the unmanned vehicle system for intelligent elderly care service, and then deeply discusses the theoretical basis of multi-modal sensing technology, including the application of various sensors and their data processing methods. Then this paper introduces the multi-modal perception algorithm steps based on deep learning in detail, and analyzes the advantages of multi-modal and fusion technology in unmanned vehicle perception. On this basis, the integration scheme of multimodal perception and fusion technology based on deep learning is proposed, and its practical effect in unmanned vehicle perception is shown through practical application cases. It is expected that in-depth research on this technology can promote the development of smart elderly care services and improve the quality of life of the elderly, so as to provide effective solutions to the challenge of population aging.

**【Keywords】** driverless car for intelligent elderly care service; multi-modal perception; and fusion technology

## 引言

在全球人口老龄化的大背景下，智慧养老服务成为满足

老年人生活需求的重要方向。无人车作为智慧养老服务的核心工具，其性能的提升对于优化服务质量和老年人生活体验具有重要意义，多模态感知与融合技术作为提升无人车感知

能力的关键技术近年来受到广泛关注。无人车通过集成多种传感器可以获取更丰富的环境信息,而深度学习算法则能有效处理这些数据以提高感知精度和决策效率。本文旨在深入探讨基于深度学习的多模态感知与融合技术在智慧养老服务无人车中的应用,以期推动无人车技术的进一步发展,为老年人提供更加安全、舒适和智能的养老服务,通过本研究期望为智慧养老服务无人车的技术创新和应用推广提供新的思路和方法。

## 一、多模态感知与深度学习研究

### 1. 智慧养老服务无人车系统概述

智慧养老服务无人车系统是结合了先进的人工智能技术、物联网技术和机器人技术的综合性服务工具。其设计初衷在于为老年人提供便捷、高效的生活照料和紧急救援服务,以应对日益严峻的老龄化问题。无人车系统集成了多种传感器、控制器和执行器,能够自主导航、环境感知、智能决策和执行任务。通过高精度地图、定位系统以及先进的通信技术,无人车能够准确识别老年人的需求并在复杂环境下安全、可靠地提供服务。

### 2. 多模态感知技术理论基础

多模态感知技术是指通过不同种类的传感器获取环境信息,以实现对环境的全方位感知。在智慧养老服务无人车系统中,多模态感知技术发挥着至关重要的作用。常见的传感器包括摄像头、雷达和超声波传感器等,这些传感器能够获取不同维度的环境信息如图像、深度、速度等,无人车通过对这些信息的融合处理可以更加准确地理解周围环境,为后续的决策和执行提供有力支持<sup>[1]</sup>。多模态感知技术的理论基础主要涉及信号处理、信息融合和模式识别等领域,信号处理技术用于对传感器原始数据进行预处理和特征提取以提取出有用的环境信息;信息融合技术则负责将不同传感器的信息进行融合以形成对环境的一致理解;模式识别技术则用于对融合后的信息进行分类和识别以实现环境的准确感知。

### 3. 基于深度学习的多模态感知方法

基于深度学习的多模态感知方法是当前无人车感知领域的研究热点,深度学习算法能够从大量数据中学习特征表示和决策规则,对于处理复杂、高维度的感知数据具有显著优势。在智慧养老服务无人车系统中,基于深度学习的多模

态感知方法主要包括以下几个步骤:先通过多模态传感器获取环境信息并进行预处理和特征提取;再利用深度学习模型对提取的特征进行学习和表示以获取对环境的深度理解;最后通过决策算法对深度学习模型的输出进行解析和决策以指导无人车的行为。具体来说,深度学习模型的选择和设计对于多模态感知的性能至关重要,常用的深度学习模型包括卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)和生成对抗网络(GAN)等。这些模型可以根据具体的应用场景和任务需求进行选择 and 调整,以实现对环境信息的有效学习和表示<sup>[2]</sup>。此外,为了进一步提高多模态感知的准确性还需要研究多模态信息的融合策略,融合策略可以分为早期、中期、晚期融合等不同方式,需要根据实际情况进行选择 and 优化,通过合理的融合策略可以充分利用不同模态信息的互补性和提高无人车对环境的感知能力。

## 二、多模态感知与融合技术在无人车中的应用

### 1. 多模态感知与融合技术在无人车应用中的优势

多模态感知与融合技术在无人车应用中展现出了显著的优势,无人车通过集成多种传感器能够同时获取并处理来自不同模态的信息如视觉、声音、雷达数据等,从而实现对外部环境的全面感知,这种多模态信息的互补性增强了无人车对环境变化的适应能力,进而提高了感知的鲁棒性;融合技术的引入使得无人车能够综合利用不同模态的信息,减少了单一传感器可能产生的误判和漏检。同时,通过深度学习等先进技术的加持无人车能够自动学习和优化感知策略,不断提升感知精度和效率。此外,多模态感知与融合技术还有助于提升无人车的安全性。在复杂多变的交通环境中,无人车需要快速而准确地识别出障碍物、行人、车辆等目标并作出相应的决策,多模态信息的融合使无人车能够更全面地掌握环境信息从而降低事故风险。

### 2. 基于深度学习的多模态感知与融合技术集成方案

基于深度学习的多模态感知与融合技术集成方案是一种创新且高效的解决方案,旨在提升无人车的环境感知能力和决策准确性。该方案将深度学习技术与多模态感知数据相结合,通过融合不同模态的信息实现对周围环境的全面、精准理解。此方案前期需要搭建一个能够处理多种模态数据的框架,这个框架应该包括针对图像、雷达、激光雷达等不同感知设备的专门处理模块,以提取各自模态的特征信息,这

些模块可以基于卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等深度学习模型进行构建,以适应不同模态数据的特性。接下来需要设计一种有效的融合策略以便将不同模态的特征信息进行融合,这可以通过在深度学习框架中添加融合层来实现,该层可以接收来自不同模态的特征向量并通过特定的融合算法(如加权平均、最大池化等)将其组合在一起,融合后的特征向量将包含更丰富、更全面的环境信息从而有助于提升无人车的感知能力<sup>[3]</sup>。此外,为了进一步提高感知的准确性和鲁棒性,还可以引入迁移学习和对抗性训练等深度学习技术,迁移学习可以将预训练模型的知识迁移到无人车感知任务中进而加速模型的收敛并提高性能,对抗性训练则可以通过生成对抗样本来增强模型的鲁棒性,使其能够应对各种复杂和不确定的环境条件。在实际应用中需要对集成方案进行充分的测试和验证,这可以通过在模拟环境中进行仿真实验或在真实场景中收集数据进行测试来实现,通过不断调整和优化模型参数和融合策略可以确保集成方案在实际应用中能够达到预期的感知效果和性能要求。

### 3.多模态与融合技术在无人车感知中的实践应用

多模态与融合技术在无人车感知中的实践应用具有广泛而深远的意义,其结合了多种传感器信息从而提高了无人车对环境的感知精度和鲁棒性。以下结合具体案例来详细阐述这一技术的应用。在自动驾驶的实践中,多模态感知技术为无人车提供了全方位的环境信息。以某品牌汽车的自动驾驶系统为例,此系统是一种集雷达、摄像头和超声波传感器于一体的模态,摄像头捕捉道路图像后由雷达提供距离和速度信息,而超声波传感器则用于近距离的障碍物检测。这些多模态信息经过融合处理后使无人车能够准确识别行人、车

辆、交通标志等关键要素,从而实现安全驾驶。融合技术的应用则进一步提升了无人车的感知能力,例如某品牌无人车项目中采用了激光雷达与高清摄像头的融合方案,激光雷达提供高精度的三维环境信息,而高清摄像头则提供丰富的色彩和纹理信息。通过融合这两种模态的数据,无人车能够更准确地识别道路边界、障碍物以及行人的动态变化,这种融合技术还帮助无人车在复杂环境下进行精确导航和决策如应对突发交通状况或进行精确的泊车操作。

此外,多模态与融合技术在无人车的实际应用中还具有广泛的扩展性。例如在物流领域,无人车可以通过集成RFID标签识别、视觉识别和GPS定位等多种模态信息,实现货物的自动搬运和追踪。在智能交通系统中,多模态感知与融合技术可以协助无人车与其他交通参与者进行高效的信息交互和协同决策,从而提高整个交通系统的效率和安全性。

## 结语

综上所述,基于深度学习的智慧养老服务无人车多模态感知与融合技术研究是智慧养老领域的重要突破。通过深度学习方法无人车能够高效整合并处理来自不同传感器的多模态信息,实现对老人生活环境的精准感知,多模态与融合技术的结合,不仅提高了无人车的感知精度还增强了其在复杂环境中的适应性。这项研究不仅为智慧养老服务提供了强有力的技术支持也为未来智慧城市的构建奠定了坚实基础。展望未来,随着技术的不断进步期待无人车在智慧养老服务中发挥更大作用,为老年人提供更加可靠与安全的生活体验。

## 参考文献

- [1]王云鹏,吴琼,宋德王,等.自动驾驶数据集及3D目标感知方法综述[J].人工智能,2023,(05):31-47.
  - [2]刘炜,陆存豪.自动驾驶汽车环境感知传感器研究[J].汽车实用技术,2023,48(10):197-203.
  - [3]程腾,侯登超,张强,等.基于D-S证据理论的多模态结果级融合框架研究[J].汽车工程,2023,45(10):1815-1823.
- 基金项目:德州学院大学生创新创业训练计划项目资助(202310448078)