Advances in Education 教育进展, 2026, 16(11), 1016-1025
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2026.16112469

Hans汉斯

微专业背景下融入嵌入式知识的智能车辆感知技术案例教学改革

何　彪

长江师范学院机器人工程学院，重庆

收稿日期：2026年10月7日；录用日期：2026年11月6日；发布日期：2026年11月13日

摘　要

智能车辆感知涉及传感器数据采集、传输、处理及感知应用等多个环节。现有教学中，智能车辆感知技术与嵌入式系统相关课程相对独立，学生在掌握传感器原理和感知方法后，往往对传感器数据如何进入处理系统，以及嵌入式系统在感知过程中的作用认识不足。针对这一问题，依托智能汽车微专业，对智能车辆感知技术课程中的典型案例进行重新设计。从实际感知任务出发，选择车辆距离感知、运动状态感知、视觉感知和多传感器综合感知四类案例，根据不同传感器的数据特点和处理需求，适当融入信号转换、接口通信、数据采集和嵌入式数据处理等知识，并进一步细化典型案例的学习任务、数据分析内容和评价要求。在教学实施中，考虑到微专业学生来自不同工科专业、相关知识基础存在差异，采用基本任务与拓展任务相结合的方式调整实践内容，使学生在完成共同学习目标的基础上开展不同深度的学习。同时，提出结合前后测、案例任务和学生反馈的教学效果评价方案，为后续教学改进提供依据。改革旨在帮助学生理解传感器、嵌入式系统与感知功能之间的联系，提高综合运用相关知识分析实际问题的能力。

关键词

微专业，智能车辆感知技术，嵌入式系统，案例教学

Case-Based Teaching Reform of Intelligent Vehicle Perception Technology Integrating Embedded Systems Knowledge in a Micro-Credential Program

Biao He

School of Robot Engineering, Yangtze Normal University, Chongqing

Received: October 7, 2026; accepted: November 6, 2026; published: November 13, 2026

文章引用: 何彪. 微专业背景下融入嵌入式知识的智能车辆感知技术案例教学改革[J]. 教育进展, 2026, 16(11): 1016-1025. DOI: 10.12677/ae.2026.16112469

Abstract

Intelligent vehicle perception involves multiple stages, including sensor data acquisition, transmission, processing, and perception applications. In current teaching practice, courses on intelligent vehicle perception technology and embedded systems are often taught independently. Consequently, even after learning sensor principles and perception methods, students often lack a clear understanding of how sensor data are acquired by processing systems and the role of embedded systems in vehicle perception. To address this issue, this study redesigns typical teaching cases for the Intelligent Vehicle Perception Technology course within an intelligent vehicle micro-major program. Starting from practical perception tasks, four types of cases are developed, covering vehicle distance perception, vehicle motion-state perception, visual perception, and multi-sensor integrated perception. Embedded systems knowledge, including signal conversion, interface communication, data acquisition, and embedded data processing, is selectively integrated according to the characteristics of different sensors and their data processing requirements. The learning tasks, data analysis activities, and assessment criteria for representative cases are further specified. During teaching implementation, considering the diverse engineering backgrounds and varying levels of prior knowledge among students, a combination of fundamental and advanced tasks is adopted to accommodate different learning needs while maintaining common learning objectives. In addition, a teaching effectiveness evaluation scheme incorporating pre- and post-tests, case-based assignments, and student feedback is proposed to inform future teaching improvements. The proposed reform aims to help students understand the relationships among sensors, embedded systems, and perception functions, thereby enhancing their ability to integrate knowledge from different disciplines when analyzing practical engineering problems.

Keywords

Micro-Credential Program, Intelligent Vehicle Perception Technology, Embedded Systems, Case-Based Teaching

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

随着智能汽车技术的发展，环境感知已经成为车辆实现辅助驾驶和智能驾驶的重要基础。自动驾驶系统通常包括环境感知、定位、规划决策和车辆控制等环节，其中感知系统承担着获取车辆周围环境信息的重要任务[1] [2]。摄像头、毫米波雷达、激光雷达、惯性测量单元(IMU)和定位模块等传感器分别获取车辆周围环境和自身运动状态信息，为后续的目标识别、状态估计和车辆决策提供数据基础[3]。不同类型传感器在测量对象、数据形式和感知能力方面各有特点，多传感器信息的有效利用已经成为智能车辆环境感知的重要技术内容[4]。在实际车辆感知系统中，传感器获得信息只是感知过程的起点。不同传感器产生的信号形式、数据格式和传输方式存在差异，这些信息需要经过采集、传输以及必要的转换和处理，才能进入后续感知环节。因此，理解车辆感知系统不仅需要掌握传感器原理和感知方法，还需要了解传感器与处理系统之间的数据联系。

现有相关课程在教学内容上具有较为明确的知识边界。智能车辆感知类课程通常围绕视觉传感器、毫米波雷达、激光雷达、组合导航以及多传感器融合等内容展开[5] [6]；嵌入式系统相关课程则更多关注处理器、硬件接口、操作系统、数据采集和程序设计等知识[7] [8]。这种课程设置有利于保证各门课程自

身知识体系的完整性，但学生分别学习这些知识后，面对一个完整的车辆感知任务时，往往能够说明某种传感器的功能，也知道获得数据以后的处理方法，却不容易进一步说明传感器数据怎样被处理器获取、不同形式的数据怎样进行传输和处理，以及嵌入式系统在整个感知过程中承担什么任务。不同课程知识之间缺少具体应用场景的联系，容易使学生掌握的知识停留在各自课程内部。针对这类知识脱节问题，已经有学者从案例教学、问题导向学习和跨学科课程融合等方面开展了探索。研究结果表明，以案例和问题导向相结合的教学方式有助于提高学生在解决具体问题过程中对知识的主动运用能力，且能强化学生对知识的理解和长期记忆[9] [10]。

新工科建设强调面向产业技术发展需求推进学科专业交叉融合，培养具有较强工程实践能力和解决复杂工程问题能力的人才[11]。在此背景下，微专业以相对灵活的课程组织方式，为学生在原有专业基础上开展跨学科知识学习提供了新的途径[12]。智能汽车涉及车辆工程、电子信息、自动控制、计算机等多个学科领域，已有高校通过设置智能汽车或智能网联汽车微专业，将感知、控制、通信、定位和系统集成等内容纳入跨学科课程体系[13]。因此，智能汽车微专业也为不同课程知识之间建立联系提供了新的教学场景。本文依托智能汽车微专业，对智能车辆感知技术课程中的案例进行重新设计。案例选择从单一传感器逐步扩展到较为复杂的感知任务，根据不同案例中数据获取、传输和处理的实际需要，引入相应的嵌入式知识。教学重点不在于增加嵌入式知识的讲授数量，而是通过案例把传感器、数据处理与感知功能联系起来，使学生认识嵌入式系统在车辆感知过程中的具体作用，并在此基础上提高综合运用不同课程知识分析实际问题的能力。本文重点介绍案例的设计思路、典型案例的具体内容及课堂实施方法。

2. 教学改革的目标与总体设计

2.1. 以完整感知过程建立知识联系

智能车辆感知技术课程中融入嵌入式知识，并不是将两门课程的教学内容简单组合，而是利用具体感知任务把原本分散的知识联系起来[14]。案例首先从车辆实际需要获取的信息出发，分析应该选择什么传感器、传感器能够提供什么数据。在此基础上，进一步追问这些数据如何被处理器获取、以什么方式传输，以及进入感知算法之前需要进行哪些必要处理。例如，学生学习惯性测量单元时，不仅需要知道加速度计和陀螺仪能够获得哪些车辆运动信息，还需要进一步了解测量数据如何通过相应接口传输到处理器，处理器读取的数据为什么需要进行必要的转换、滤波或整理。学习摄像头时，则进一步关注图像数据与一般传感器数据在数据量、传输和处理要求上的差别。这样，嵌入式知识的引入由具体感知问题决定，而不是按照嵌入式课程原有的知识顺序重新讲授。通过这种方式，学生对车辆感知过程的认识由传感器和算法两端向中间延伸，逐步了解从信息获取到形成感知结果所经历的主要环节，也能够明确嵌入式系统在其中所处的位置和承担的任务。

2.2. 根据感知任务引入必要的嵌入式知识

案例教学的重点不是要求学生完成复杂的嵌入式系统开发，而是借助相关知识解释感知功能是怎样实现的。因此，不同案例中需要引入哪些嵌入式内容，应根据传感器输出形式和数据处理需要确定。对于输出模拟信号的传感器，可以结合数据采集过程说明 A/D 转换的作用，使学生理解连续的电信号如何转化为处理器能够使用的数据；对于 IMU、定位模块等数字传感器，则结合实际的数据读取过程介绍 I^2C、SPI 或 UART 等通信方式，重点说明传感器与处理器之间如何完成数据交换。进入视觉感知案例以后，可以进一步讨论图像数据量增加后对数据传输、缓存和处理能力提出的要求。到了多传感器案例，则需要考虑不同来源数据的获取周期、时间对应关系以及处理过程之间的配合。这些内容的教学深度以解释感知过程为限。程序代码和实验可以用于帮助学生观察数据变化或验证分析结果，但不要求每个案例都

完成完整的底层驱动和应用程序，使学生能够将更多注意力放在传感器、数据处理与感知功能之间的联系上，并尝试运用不同课程中所学知识分析具体的感知问题。

2.3. 按照感知任务的复杂程度逐步深化案例

考虑到学生对嵌入式系统和车辆感知技术的基础存在差异，案例不宜一开始就涉及复杂的视觉处理或多传感器融合，而应随着感知任务逐步增加数据类型和处理环节。前期案例从结构较简单的传感器入手，使学生首先看清物理信息、传感器输出和处理器数据之间的关系，认识数据采集和基本输入输出过程。在车辆运动状态感知案例中，引入具有数字接口的传感器，使学生进一步理解接口通信、数据读取和简单处理。视觉感知案例的数据规模明显增加，可以让学生比较图像数据与一般传感器数据在传输和处理方面的差异。最后通过多传感器综合感知案例，将不同类型的数据放入同一个感知任务中，引导学生考虑不同传感器之间的数据配合以及嵌入式处理平台在整个感知系统中的作用。四类案例的重点并不在于逐步增加嵌入式知识的难度，而在于随着感知任务由简单到复杂，使学生看到越来越完整的数据处理过程。通过这样的安排，学生可以逐步把传感器、数据获取、嵌入式处理和感知功能联系起来，形成对智能车辆感知系统较为完整的认识。

3. 融入嵌入式知识的智能车辆感知案例设计

3.1. 典型感知案例的选择与安排

智能车辆感知涉及的传感器种类较多，不同传感器在信号形式、数据量和处理方法等方面存在明显差异。如果直接以完整的智能驾驶感知系统作为教学对象，学生容易把注意力集中在复杂算法和系统结构上，不利于理解数据从传感器进入处理系统的基本过程。因此，案例设计没有追求系统规模和技术复杂程度，而是选择学生容易理解且具有代表性的感知任务，对实际系统进行适当简化。结合课程内容，分别选择车辆距离感知、车辆运动状态感知、视觉感知和多传感器综合感知四类案例。距离感知的数据关系相对简单，适合帮助学生认识传感器信号与处理器之间的联系；车辆运动状态感知涉及加速度、角速度等多维数据，可以进一步讨论数字接口、数据读取和简单处理；视觉感知的数据量明显增加，可以使学生认识数据传输、计算能力和实时性对感知功能实现的影响；在此基础上，再通过多传感器案例分析不同来源数据在同一感知任务中的配合问题。



Figure 1. Technical roadmap for case development
图 1. 案例构建技术路线图

上面四个案例并不是按照嵌入式知识点的难易程度排列，而是随着感知任务逐渐复杂，增加学生需要考虑的数据类型和处理环节。嵌入式知识根据具体案例的需要适时引入，主要用于解释传感器数据如何获取、传输和处理，以及这些过程与最终感知功能之间的关系。该部分整体逻辑图如图 1 所示。

3.2. 车辆距离感知：从测量结果追溯数据获取过程

距离是学生比较容易理解的车辆感知信息，因此将车辆距离感知作为第一个案例。课堂从低速泊车或车辆前方障碍物检测等场景入手，首先让学生回答一个比较熟悉的问题：车辆怎样知道障碍物距离自己有多远？按照以往经验，学生通常会把答案集中在“使用距离传感器”上。此时，不能直接介绍嵌入式接口，而是继续追问：传感器测量以后，是否直接产生一个可以供感知程序使用的“距离值”？处理器又是怎样得到这个数值的？由此把学生的注意力从传感器功能转移到数据获取过程。

案例选择一种结构较为简单的距离传感器进行分析。如果传感器输出模拟电压，先让学生观察不同距离下输出信号的变化，再讨论处理器如何读取这一信号。在这里引入 A/D 转换，使学生理解其作用不是一个孤立的嵌入式知识点，而是把传感器产生的模拟信号转换为数字系统可以处理的数据。若选择数字输出型传感器，则根据实际接口说明数据读取方式，而不在同一个案例中同时展开多种通信协议。课堂任务主要围绕数据变化展开。具体来说，可以给出若干组传感器原始输出和转换后的数字量，让学生分析二者与实际距离之间的关系，并判断某一环节出现异常后最终距离结果会发生什么变化。有条件时，可利用实验板或仿真环境观察采样数据，但不要求学生独立完成完整驱动程序。本案例详细设计方案如附录所示。

通过这一案例，学生对距离感知的认识不再停留在传感器的测量原理上，而是进一步关注测量信号如何被处理器获取和使用。在分析传感器输出与采样数据的过程中，A/D 转换或数字接口的作用也变得更加具体。学生能够据此说明从距离变化到获得可用数据所经历的基本过程，为后续分析 IMU 的数据读取和处理奠定基础。

3.3. 车辆运动状态感知：从“读取数据”进一步认识数据处理

在距离感知案例的基础上，第二个案例将感知对象扩展到车辆运动状态。车辆加速、制动和转向过程中，加速度和角速度等数据不断发生变化，与前一个案例中的单一距离信息相比，数据的数量和变化过程更加复杂。教学中选取 IMU 作为主要对象，让学生在分析车辆运动状态的同时，进一步关注这些数据是怎样被连续获取和处理的。

课堂从车辆加速、制动和转向等常见运动状态入手，先让学生判断描述这些状态需要哪些信息，再结合 IMU 的实际输出观察加速度和角速度数据。具体来说，可以提供一段车辆静止和运动状态下的 IMU 原始数据，让学生比较不同状态下各数据的变化。在学生能够辨认基本数据以后，再提出“这些数据怎样从 IMU 传到处理器”“处理器怎样连续获得这些数据”等问题，并结合所选 IMU 介绍 I^2C 或 SPI 接口。这里不展开讲解完整的接口时序和底层驱动程序，而是结合实际数据说明处理器读取了什么，以及读取后的数据怎样进行组织。在此基础上，可以进一步改变采样频率，或者比较原始数据和简单滤波后的结果，让学生观察数据发生的变化。例如，采样间隔过大时，一些较快的运动变化可能不能得到充分反映；车辆处于静止状态时，IMU 数据也可能存在一定波动。学生需要结合这些现象分析采样和简单数据处理对车辆运动状态判断的影响。经过这一案例，学生对感知数据的关注由“能不能读取”进一步延伸到“怎样连续、有效地使用”。这也为后续视觉案例中讨论更大规模数据的传输和处理做好准备。

3.4. 视觉感知：认识感知算法背后的数据与计算条件

摄像头是智能车辆获取道路环境信息的重要传感器。在视觉感知教学中，学生通常更关注目标检测、

车道线识别等算法，而对于图像进入算法之前经历的数据采集、传输和处理过程关注较少。与前一个案例中的 IMU 数据相比，图像数据量明显增大，对数据传输和处理速度也提出了更高要求。因此，本案例在视觉感知任务中增加对这些问题的分析。

以车道线识别或道路目标识别为例，首先让学生分析摄像头提供什么信息以及后续算法需要什么样的图像数据。在此基础上，给出不同分辨率和帧率下的图像数据，让学生比较其数据量和处理时间的变化。当分辨率或帧率提高以后，虽然能够获得更多的图像信息，但需要传输和处理的数据也随之增加。此时，可以进一步改变图像尺寸或处理频率，让学生观察同一视觉处理程序运行时间的变化，并讨论在车辆连续行驶过程中，如果图像不能及时处理，可能对感知结果产生什么影响。通过上述比较，学生可以看到，摄像头能够正常采集图像并不意味着视觉感知任务就能够按照要求完成。随着图像分辨率和帧率的提高，需要传输和处理的数据随之增加，处理时间也可能发生明显变化。学生在比较这些数据和实验结果时，可以进一步理解为什么实际车辆中的视觉感知不仅要考虑算法效果，还要考虑数据传输速度和计算平台的处理能力。

3.5. 多传感器感知：从单一数据链走向系统分析

经过前三个案例，学生已经分别接触了简单传感器数据、连续运动状态数据以及数据量较大的视觉信息。综合案例不再增加新的嵌入式知识点，而是将已有知识放到一个包含多种传感器的感知任务中，让学生尝试从系统角度分析不同数据之间的关系。

案例可以选择车辆周围环境与自身运动状态的综合感知任务。具体来说，先给出感知需求以及摄像头、距离传感器和 IMU 等基本设备条件，由学生判断不同传感器分别提供什么信息、数据通过什么方式进入处理系统，以及这些数据在时间和格式上存在哪些差异。此时学生会发现，把几个传感器连接到同一个处理平台并不意味着已经形成一个完整的多传感器感知系统。例如，摄像头和 IMU 的数据更新速度不同，同一时刻获得的数据也可能存在时间偏差。如果直接使用这些数据，可能会影响对车辆和环境状态的判断。课堂可以提供带有时间戳的多组传感器数据，让学生尝试按照时间关系进行整理，并分析数据缺失、延迟或不同步可能造成的影响。在此基础上，再讨论必要的数据组织和简单同步方法。综合案例可以采用小组方式完成。学生不必开发完整的多传感器融合系统，而是通过系统框图、数据流说明和关键问题分析，说明一个感知任务从信息获取到形成结果需要经过哪些主要环节，并解释其中嵌入式系统承担的任务。对于基础较好的学生，可以进一步利用已有程序或实验平台完成部分数据处理和结果验证。

通过综合案例，学生对嵌入式系统的认识由某一种传感器的接口和数据读取，扩展到不同传感器数据的组织与协调，也进一步认识到智能车辆感知功能的实现依赖传感器、数据处理、计算平台和感知方法之间的共同配合。

4. 案例教学的组织与实施

4.1. 从感知任务分析逐步进入数据处理过程

案例教学仍以智能车辆感知问题为起点，而不是直接讲授嵌入式接口和程序。课堂开始时，首先给出具体的车辆感知场景，让学生根据任务要求判断车辆需要获得哪些信息、可以选择哪些传感器以及传感器能够提供什么数据。在学生对感知任务形成基本认识以后，再逐步补充传感器输出、接口方式和原始数据等信息，引导学生继续分析数据怎样进入处理系统以及后续需要经过哪些处理。

以车辆运动状态感知案例为例，教学开始时先讨论车辆加速、制动和转向过程中需要获取哪些运动信息。在确定 IMU 能够提供加速度和角速度等数据后，进一步给出传感器接口和部分原始数据，让学生

分析处理器怎样获得这些数据。随后利用实验或已有程序读取 IMU 数据，观察车辆静止和运动状态下数据的变化。对于原始数据中出现的波动，可以进一步比较简单处理前后的结果，使学生认识数据采集和处理对车辆状态判断的影响。这种组织方式不要求每个案例都按照完全相同的步骤展开。距离感知可以重点观察传感器输出与转换结果，IMU 案例可以增加接口数据读取，视觉案例则可以通过改变图像分辨率、帧率或处理频率观察运行情况。教学形式随案例内容变化，但始终围绕一个基本问题展开，即传感器获得的信息经过哪些环节才能成为感知功能可以使用的数据。

课堂中使用的程序、实验和仿真主要承担验证作用。对于学生已经在嵌入式相关课程中学习过的接口和程序设计内容，不再进行完整重复讲解，而是结合当前感知任务说明其用途。对于学生尚不熟悉的内容，提供必要的程序片段、接口说明或实验数据，使学生能够继续完成案例分析，避免因底层程序编写困难而中断对感知过程的理解。

4.2. 不同专业背景下的学生基础差异与分层教学

智能汽车微专业面向不同工科专业的学生，各专业原有的课程体系和知识侧重点存在差异，学生对传感器、程序设计和嵌入式系统等知识的掌握程度也不尽相同。例如，具有电子信息、自动化等相关专业背景的学生，可能对传感器接口、数据采集和程序设计较为熟悉，而其他工科专业的学生虽然具备一定的工程知识基础，但对嵌入式系统的数据获取和处理过程了解相对有限。这种知识基础上的差异给案例教学带来了一定困难。如果按照相同的要求布置课程任务，部分学生可能需要花费较多时间填补嵌入式知识方面的空缺，难以将注意力集中到车辆感知过程的分析上；而对于已经掌握相关知识的学生，过于简单的任务又难以满足其进一步学习的需要。因此，如何在保证共同教学目标的前提下兼顾不同学生的知识基础，是微专业案例教学需要考虑的问题。

针对这一问题，案例教学采用基本任务与拓展任务相结合的方式，根据学生已有知识适当调整实践任务的深度。所有学生均需完成基本学习任务，包括分析感知对象与传感器之间的关系、识别传感器输出的数据形式、说明数据进入处理系统的基本过程，以及解释相关嵌入式知识在感知任务中的作用。在此基础上，根据学生对嵌入式知识的掌握情况安排不同深度的实践内容。例如，在车辆距离感知案例中，对于不熟悉 A/D 转换和程序设计的学生，可以提供传感器参数和数据转换结果，引导其分析距离信息的获取过程；具有一定基础的学生则可以进一步根据转换参数完成数据计算，并分析不同参数对结果的影响。在车辆运动状态感知案例中，基础相对薄弱的学生可以利用已有程序和 IMU 数据完成观察与分析，具有相关基础的学生则可以通过调整采样频率或简单滤波参数，比较不同设置对数据处理结果的影响。对于基础较好的学生，还可以增加传感器替换、数据处理方案比较或多传感器数据组织等拓展任务。

不同层次的任务在实践难度上有所区别，但教学评价仍以学生对感知过程的理解和相关知识的综合运用为主要依据，而不单纯根据程序代码数量或任务复杂程度进行判断。无论采用何种方式完成任务，学生都需要说明数据获取和处理方法的选择依据，以及这些方法与具体感知功能之间的联系。通过这种安排，既可以避免基础较弱的学生因程序开发困难而影响对感知过程的理解，也能为具有相关基础的学生提供进一步分析和实践的机会，使不同专业背景的学生在完成共同学习目标的基础上获得相应的发展空间。

4.3. 教学效果评价方案

为了解融合嵌入式知识的案例能否帮助学生建立不同课程知识间的联系，可采用阶段测试、案例任务评价和问卷调研方式相结合的方法，从知识理解、综合分析能力以及学习体验等方面收集数据，为后续课程改进提供支撑。在知识理解方面，可在阶段性测验的内容中植入传感器数据获取、接口通信、数

据处理以及感知系统分析等方面设置知识考点，考查学生能否根据具体感知任务解释嵌入式系统作用。在综合分析能力方面，可根据课程所设计的案例布置案例分析作业，重点关注感知任务分析是否合理、数据获取与处理过程是否完整、接口或处理方法的选择是否具有依据，以及能否解释相关技术环节对感知功能的影响；同时，可在案例分析中设置拓展任务，进一步刻画基础较好同学对知识的综合分析能力。在学习体验方面，可通过匿名问卷了解学生对案例难度、知识衔接、教学资源和学习收获的评价，并结合部分学生的访谈，收集其在分析感知数据和理解嵌入式系统作用过程中遇到的问题，并分析学生对教学安排的接受程度及存在的困难，与知识理解和综合能力分析进行互补，提高分析结果的有效性与准确性。

5. 结论与展望

本文针对智能汽车微专业中智能车辆感知技术与嵌入式系统相关知识联系不足的问题，对课程中的典型感知案例进行了重新设计。改革以车辆感知任务为出发点，在距离感知、运动状态感知、视觉感知和多传感器综合感知等案例中，根据数据获取和处理的实际需要融入相关嵌入式知识，并通过具体学习任务和数据分析，引导学生理解传感器、嵌入式系统与感知功能之间的联系。在教学实施中，针对不同工科专业学生的知识基础差异，采用基本任务与拓展任务相结合的方式，兼顾共同学习目标与不同层次的学习需求。

基金项目

该论文受长江师范学院“微专业－智能汽车技术”(010631307)项目支持。

参考文献

[1] 王树云, 丁学文, 白亮, 等. 基于 YOLO 算法的自动驾驶汽车检测研究综述[J]. 计算机科学与应用, 2023, 13(11): 2125-2135.

[2] 段红艳, 冯世杰. 环境感知系统在智能汽车上的应用研究[J]. 内燃机与配件, 2026(17): 125-129.

[3] 彭美华, 杨凯斌, 朱昌辉. 自动驾驶汽车感知系统关键技术分析[J]. 时代汽车, 2025(16): 13-15.

[4] 王恩源, 薛泽利. 车路协同多传感器融合感知系统: 让自动驾驶的“视力”更清晰、更可靠[J]. 中国科技信息, 2026, 38(7): 79-81.

[5] 朱凯, 吉文哲. 智能网联汽车环境感知技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2024.

[6] 皮大伟, 王洪亮. 智能网联汽车技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2023.

[7] 宋洪军, 胡军国, 童孟军. 基于案例驱动的嵌入式系统教学改革与研究[J]. 教育教学论坛, 2017(9): 112-113.

[8] 邓清勇, 龙赛琴, 周龙. 协同育人模式下的嵌入式系统课程改革与实践[J]. 计算机教育, 2022(3): 143-147.

[9] Kokotsaki, D., Menzies, V. and Wiggins, A. (2016) Project-Based Learning: A Review of the Literature. *Improving Schools*, **19**, 267-277. https://doi.org/10.1177/1365480216659733

[10] Novalia, R., Marini, A., Bintoro, T. and Muawanah, U. (2025) Project-Based Learning: For Higher Education Students' Learning Independence. *Social Sciences & Humanities Open*, **11**, Article ID: 101530. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101530

[11] 王芳. 大学生工程技术应用能力培养的实践研究[J]. 职业教育, 2016, 5(3): 60-64.

[12] 李威, 高强, 刘俊杰. 地方高校微专业教育模式创新研究[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2026(1): 8-11.

[13] 张羽, 邢济展. 高职院校智能汽车相关专业建设的探究[J]. 南方农机, 2025, 56(15): 178-181.

[14] 何昊洋, 何煜涛, 沈佳慧, 常好, 王维悦. 融通与重塑: “人工智能 +X”微专业的设置逻辑、建设路径与育人模式[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 939-946.

附录：车辆距离感知案例的教学设计

A.1 案例背景与学习目标

本案例以低速泊车过程中车辆与障碍物之间的距离测量为背景。车辆需要根据距离传感器提供的信息判断与前方障碍物之间的距离，但传感器输出的信号并不一定能够被处理器直接用于距离判断。对于采用模拟电压输出的传感器，处理器需要通过 A/D 转换获得相应的数字数据，再根据传感器的测量特性确定实际距离。

案例通过适当简化传感器的测量特性，重点分析距离信息从传感器输出到处理器获取的过程。完成本案例后，学生应能够：

(1) 说明距离传感器的测量对象、输出形式及其与实际测量距离之间的关系。

(2) 理解 A/D 转换在模拟信号采集过程中的作用，能够根据给定参数分析数据转换结果。

(3) 绘制距离信息从传感器进入处理器的基本数据流图，说明相关环节的作用。

(4) 分析传感器输出异常或输出形式改变时，原有数据获取方式可能受到的影响。

A.2 工程问题描述

假设某低速泊车辅助系统采用模拟电压输出的距离传感器，测量范围为 0~200 cm，对应输出电压为 0.5~2.5 V，且电压与距离之间呈线性关系。处理器采用 12 位 A/D 转换器，参考电压为 3.3 V。根据附表 1 提供数据，引导学生完成以下任务：在感知方面，分析实际距离与传感器输出间的数学模型；在嵌入式知识方面，传感器输出形式发生变化后，原有数据获取方式是否仍适用？

Table A1. Data conversion examples in vehicle distance perception cases
附表 1. 车辆距离感知案例中的数据转换示例

测量距离/cm	输出电压/V	A/D 转换结果
0	0.5	620
50	1.0	1241
100	1.5	1861
150	2.0	2482
200	2.5	3102

A.3 教学内容与实施步骤

(1) 分析感知任务与传感器输出

首先给出车辆低速接近障碍物的场景，让学生思考车辆需要获得什么信息，以及距离传感器能够提供什么样的测量结果。随后介绍本案例采用的模拟电压输出传感器，并结合附表 1，引导学生观察实际测量距离与传感器输出电压之间的变化关系，帮助学生理解传感器测量的物理量是距离，但输出给后续处理电路的是与距离对应的电压信号。

(2) 分析模拟信号转换与数据获取过程

在学生了解传感器输出特点后，进一步提出处理器如何获得上述测量信息的问题，并介绍 A/D 转换的基本作用。根据给定的转换器位数和参考电压，引导学生计算不同输入电压对应的数字量，并与附表 1 中的结果进行比较。随后给出若干组 A/D 转换结果，要求学生反向计算对应的模拟电压和实际测量距离，说明从数字量恢复距离信息需要哪些已知条件。通过上述分析，使学生理解 A/D 转换并不直接完成距离测量，而是将传感器输出的模拟电压转换为处理器可以读取的数字量。实际距离还需要根据传感器输出特性进一步确定。

(3) 分析距离信息的数据传递过程

完成数据转换分析后，要求学生根据已知条件绘制距离信息获取过程的示意图，明确距离传感器、A/D 转换环节和处理器之间的联系，并简要说明各部分承担的任务。重点检查学生能否区分实际测量距离、传感器电压输出和处理器获取的数字数据，避免将传感器输出信号直接等同于最终感知结果。

(4) 讨论传感器条件变化对数据获取的影响

在基本任务完成后，设置两个拓展问题。第一，当传感器输出电压超出预设测量范围时，处理器得到的转换结果是否仍能够正确表示测量距离？学生需要结合传感器测量特性分析异常数据可能造成的影响。第二，如果将模拟电压输出的距离传感器更换为采用数字通信接口的传感器，原有数据获取过程需要作出哪些调整？学生需要根据传感器输出形式的变化，说明数据采集方式的区别。

A.4 评价方法

可通过附表 2 所示要求对学生知识掌握情况进行考察，对于基础学习任务，重点评价学生对传感器输出、A/D 转换和处理器数据之间关系的理解，以及数据转换分析是否正确。对于拓展任务，则进一步评价学生能否根据新的传感器条件调整数据获取方案。

Table A2. Scoring criteria
附表 2. 得分标准

评价内容	评价重点	权重(%)
感知任务分析	能否正确说明测量对象、传感器功能和输出形式	20
数据获取过程	能否完整说明模拟信号转换及处理器获取数据的过程	30
数据分析能力	能否根据给定参数正确分析数据转换结果	30
知识应用能力	能否分析传感器输出异常或类型改变对数据获取方式的影响	20