

基于人工智能的汽车故障诊断与预测维护系统研究

刘荣学

(郑州威众汽车销售有限公司, 河南 郑州 45000)

摘要:文章旨在分析基于人工智能的汽车故障诊断与预测维护系统的研究,通过分析人工智能在故障诊断中的应用,提出了实时故障诊断算法、自适应故障识别、警报系统的设计以及用户通知和反馈机制等方面的监测技术,并阐述了部件寿命预测和维护建议,以期为提高汽车故障诊断的准确性和可靠性提供一定的参考和借鉴。

关键词:人工智能;汽车故障诊断;预测维护;实时监测

中图分类号:U472 文献标识码:A 文章编号:1674-957X(2024)18-0087-03

Research on Automotive Fault Diagnosis and Predictive Maintenance System Based on Artificial Intelligence

Liu Rong-xue

(Zhengzhou Weizhong Automobile Sales Co., Ltd., Henan Zhengzhou 45000)

Abstract: The article aims to analyze the research on artificial intelligence based automotive fault diagnosis and predictive maintenance system. By analyzing the application of artificial intelligence in fault diagnosis, real-time fault diagnosis algorithms, adaptive fault recognition, design of alarm systems, and user notification and feedback mechanisms are proposed, and monitoring technologies are elaborated. Suggestions for component life prediction and maintenance are also elaborated, To provide certain reference and inspiration for improving the accuracy and reliability of automotive fault diagnosis.

Key words: Artificial intelligence; Automotive fault diagnosis; Predictive maintenance; Real time monitoring

0 引言

人工智能故障检测技术的不断发展和创新,有效提高了车辆的可靠性和安全性。人工智能故障检测技术主要包括:实时故障诊断算法和自适应故障识别,这两项技术在汽车故障诊断系统中的应用,不仅为车辆维护系统提供了更智能、更高效的故障诊断解决方案,提高了系统的准确性和可靠性,同时对于提高车辆安全性、降低维修成本以及延长车辆寿命也具有重要意义。

1 人工智能在汽车故障诊断中的应用

人工智能在汽车故障诊断中的应用具有很大的创新潜力。随着汽车技术的不断进步,人工智能通过引入机器学习和深度学习等技术,为故障诊断注入了新的智能化元素。首先,机器学习在汽车故障诊断中起到非常重要的作用。通过训练模型使用历史故障数据,机器学习算法能够从中识别和理解复杂的模式和规律,并对新的数据做出准确的预测,这种数据驱动的方法有助于实现更为精准的故障监测和诊断,提高车辆驾驶的安全性和可靠性^[1]。其次,深度学习技术的崛起为汽车故障诊断注入了强大的支持,深度学习技术综合了图像、声音和文本等几方面的处理,能够帮助系统自动提取复杂的车辆数据特征,从而实现更为精细的故障诊断,这种端到端的学习方式不仅减轻了对人工特征工程的依赖,还提高了系统对多样性故障的适应能力。最后,人工智能在汽车故障诊断中的应用是多种技术融合的综合体现。从传感器数据的实时监测到故障模式的学习,再到智能诊断结果的输出,整个过程形成了一个高度智能化的闭环系统。汽车故障诊断系统如图1

所示。



图1 故障诊断系统

2 汽车故障诊断系统

2.1 故障检测技术

2.1.1 实时故障诊断算法

在汽车故障诊断系统中,实时故障诊断算法是故障检测技术中的一项核心技术,通过即时监测和分析车辆传感器提供的实时数据,快速、准确地识别潜在的故障。这种算法利用车辆传感器捕捉各种数据(如引擎温度、油压、转速等),通过机器学习和统计分析等方法建立模型。一旦检测到与数据模式不符的情况,系统就能够迅速判定可能

存在的故障。实时故障诊断算法能够在车辆行驶的过程中实时监测各个关键参数,并对任何异常情况迅速作出响应。这对于提高车辆的安全性和可靠性至关重要,尤其在现代复杂车辆系统中,早期故障诊断能够防止潜在问题进一步恶化,减少维修成本^[2]。实时故障诊断算法作为故障检测技术的一部分,为汽车故障诊断系统提供了关键的技术支持。通过不断优化和改进这一算法,可以进一步提高系统的准确性和高效性,从而为驾驶者提供更安全可靠的行车体验。

2.1.2 自适应故障识别

自适应故障识别是汽车故障诊断系统中另一项重要的故障检测技术,其关注点在于系统对不同环境和使用条件的灵活适应能力。一方面,自适应故障识别考虑到汽车在不同的行驶环境和工况下会面临不同的挑战。监测车辆的运行状态、环境因素以及传感器数据的变化,可以使系统实时地调整故障检测算法的参数,这种灵活性使系统能够更好地适应不同的道路状况、气候条件和驾驶风格^[3]。另一方面,自适应故障识别技术还注重系统的长期演化。持续学习和更新故障模型有助于系统适应车辆在不同阶段的性能变化和部件老化情况。自适应故障识别技术为汽车故障诊断系统增加了鲁棒性和智能化水平,能够适应复杂多变的驾驶场景。通过不断优化自适应故障识别算法,汽车故障诊断系统能够更好地应对实际路况和车辆使用情况,提高整体的可维护性和稳定性。自适应故障识别机制如图2所示。

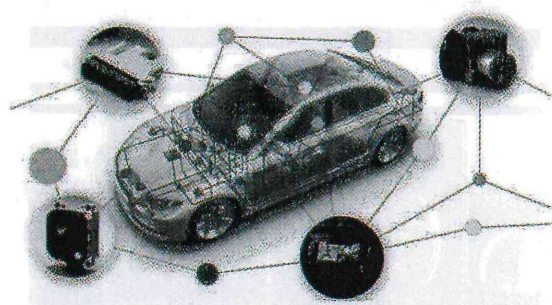


图2 自适应故障识别

2.2 实时监测与通知机制

2.2.1 警报系统的设计原则

实时监测与通知机制在汽车故障诊断系统中的重要性体现在它能够即时响应车辆状态的变化,并通过警报系统向驾驶者传递关键信息。警报系统的设计原则:第一,在设计警报系统时首要考虑的因素是遇到紧急情况能够及时响应,一旦实时故障诊断算法检测到异常,系统应能够立即触发警报,使驾驶者能够迅速察觉并做出应对措施,这种迅速的响应有助于降低潜在风险,提高车辆的安全性。第二,警报系统的设计需考虑用户友好性。信息传递应简明清晰,避免造成驾驶者混淆或恐慌。采用直观的图形、语音提示或者简短易懂的文字信息,警报系统使驾驶者能够迅速理解问题的严重性和紧急性,为后续维修或处理提供有效指导。第三,警报系统还应考虑与其他车辆系统的协同。例如,与车辆控制单元(ECU)或信息娱乐系统的集成,以确保警报信息在整个车辆系统中的一致性,这样的集成设计使得警报系统更加智能,能够更全面

地反映车辆的整体状况。

2.2.2 用户通知与反馈机制

用户通知与反馈机制在汽车故障诊断系统中是至关重要的组成部分,其设计旨在提供明确而友好的信息反馈。用户通知机制能够及时、准确地向驾驶者传递有关车辆状态和故障信息,直观的图形、简明的文字或者语音提示,有助于系统能够将故障信息传达给用户,这种信息呈现的形式需要符合用户习惯,使其在驾驶时能够迅速获取必要信息,提高驾驶者对车辆状态的感知^[4]。通知系统还应考虑信息的优先级和紧急性,重要的信息或紧急警报应以更显著的方式呈现,确保驾驶者在关键时刻能够迅速作出反应,增强整体安全性。一旦用户接受到通知,系统应立即提供相应的反馈以确认用户已经成功收到并理解了通知内容。反馈机制注重驾驶者对系统提供信息的理解和响应,交互式界面、虚拟助手或者语音反馈,可以帮助系统引导驾驶者更深入地了解故障状况,提供相应的解决方案或建议,这种双向的通信机制不仅能够增进用户对车辆状态的了解,还有助于用户更主动地参与车辆维护和故障排除的过程。此外,用户通知与反馈机制还应具备灵活性,能够适应不同用户的需求和偏好。一些用户可能更偏好文字通知,而另一些用户可能更喜欢语音提示或者手机应用的通知,因此,系统应提供多样化的通知方式,以满足不同用户群体的个性化需求。

3 预测维护系统

3.1 部件寿命预测

预测维护系统中的关键组成部分之一是部件寿命预测模型,其设计目的在于通过分析车辆传感器数据和历史维护记录,准确地预测各个部件的寿命,为及时的维护提供科学依据。首先,部件寿命预测模型依赖于大量的车辆传感器数据。这些传感器捕捉了车辆各个部件的运行状况,包括引擎、刹车系统、悬挂系统等,分析这些数据模型能够识别潜在的问题和异常,从而推断部件的工作状态和寿命消耗情况。其次,模型采用机器学习和统计分析等先进技术,对历史维护记录进行深度学习,以识别不同车型和部件的寿命模式。这种学习过程能够让模型更加准确地预测部件的寿命,并及时发现可能存在的故障或磨损情况,这种预测性的维护方法有助于降低维护成本,避免因突发故障而造成的损失。最后,部件寿命预测模型还要考虑多因素的影响,例如车辆使用环境、驾驶习惯、维护记录等,综合考虑这些因素模型可以更全面地理解部件寿命的演化过程,为车主提供更精准的维护建议。

3.2 维护方案需随时间的推移进行调整

随着汽车零件的老化,它们对压力的反应会与新的时候存在差异。制定维护方案时应考虑设备在全生命周期内的演变,并随时间的推移进行调整^[5]。可以利用机器学习输出新的模型来适应不断变化的故障率,以更准确地预测不同阶段的设备性能。设备寿命一般可以按照“浴缸曲线”划分为早期故障率阶段、稳定状态阶段和损耗阶段(如图3)。在早期故障率阶段,设备可能更容易发生故障,因此维护方案可能需要更频繁的检查 and 预防性维护。随着时间的推移到达稳定状态阶段,故障率相对稳定,可以调整维护计划以更好地适应实际运行状况。在损耗阶段,设

备可能更容易出现磨损和老化,需要更加细致和定制的维护方案,可能包括更频繁的部件更换和深度检查。通过定期评估和调整维护方案,结合机器学习模型输出的新数据,可以使维护更具有针对性和效益,延长汽车零件的使用寿命,降低维护成本,并提高整体性能和可靠性,这种动态调整的维护策略有助于更好地适应设备在不同生命周期阶段的性能特点。

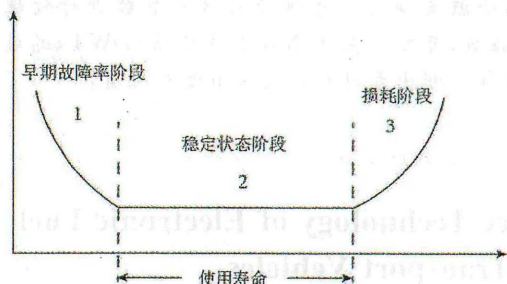


图3 浴缸曲线

3.2.1 提供用户友好的维护建议

为提供用户友好的维护建议,系统应设计清晰、简明易懂的界面,以确保车主能够轻松理解并执行建议的维护操作。通过直观的图形、简洁的文字和易懂的语音提示,系统能够有效传达关键信息,使用户在阅读或听取建议时感到轻松愉悦。此外,维护建议的语言应该避免使用过于专业或晦涩的术语,而是采用通俗易懂的表达方式,使得非专业人士也能够理解,这有助于消除用户的困扰感,使其更愿意积极参与到维护过程中^[6]。建议系统提供个性化的维护建议,考虑到车辆使用情况和用户驾驶习惯的差异,分析车辆的实际运行状况和用户的维护偏好,系统可以为每位车主制定独特的维护计划,提供更加个性化的服务。维护建议的优化还包括定期更新,以适应不断变化的车辆状况和维护需求,持续学习和分析大量的车辆数据,系统可以不断改进维护建议的准确性和实用性,确保用户获得最新最有效的建议。客户管理功能如图4所示。

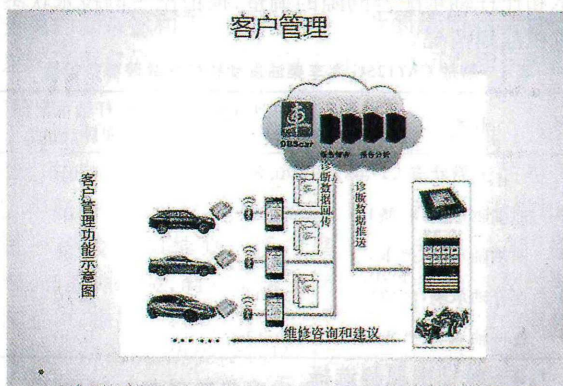


图4 客户管理功能示意图

3.2.2 持续优化维护计划

持续优化维护计划是确保车辆长期健康运行的重要步骤。系统可以通过以下方式实现对维护计划的持续优化:第一,维护计划的优化应考虑车辆的实际使用情况。通过监测车辆的行驶里程、驾驶风格和工作环境等因素,系统能够更准确地评估部件的磨损程度和维护需求,这种实时的数据反馈有助于调整维护计划,使其更符合车辆的实际状况。第二,系统可以根据车主的反馈和维护历史进行调整,分析车主的维护行为和满意度反馈,系统能够了解用户的维护偏好和习惯。基于这些信息,系统可以优化维护计划,提供更贴近用户需求的建议,增强用户对系统的信任感。第三,维护计划的优化还需要考虑环境和季节因素。不同的季节和气候条件可能对车辆产生不同的影响,因此系统应该根据这些变化调整维护建议,以适应不同环境下车辆的运行需求。第四,持续的技术升级和学习算法的优化也是系统实现对维护计划持续优化的关键,不断引入先进的数据分析技术和机器学习算法,系统可以提高对车辆状态和维护需求的准确性,从而实现更为精细和高效的维护计划。

4 结语

通过机器学习、深度学习和数据分析等先进技术的融合,汽车维修系统更加智能化、个性化,并为车主提供更全面、高效的服务。在故障诊断领域,人工智能的引入使得系统能够更准确、快速地识别潜在故障,从而提高车辆的安全性和可靠性。实时监测与通知机制的设计则保障了驾驶者能够及时了解车辆状态变化,为他们提供了关键的信息反馈。预测维护系统通过部件寿命预测模型和维护优化策略,实现了对车辆维护需求的精准预测和优化计划。随着科技的不断进步,基于人工智能的汽车故障诊断与预测维护系统将继续演进,为未来智能交通和汽车行业的发展带来更多创新和便利。

参考文献:

- [1]马骞. 基于大数据分析的汽车机电系统预测维护与故障预防研究[J]. 专用汽车, 2023, (12): 121-123.
- [2]王嵩屿. 新能源汽车故障诊断及维修技术分析[J]. 时代汽车, 2023, (14): 180-182.
- [3]张冀磊,杨明川,唐一凡等. 大型汽车制造业中智能运维与监测诊断技术数字化转型实践[J]. 中国设备工程, 2022, (S2): 193-198.
- [4]唐风敏. 基于人工智能神经网络技术的汽车故障诊断[J]. 汽车电器, 2019, (11): 4-6+10.
- [5]预测性维护——未来工厂之光. https://www.sohu.com/a/253395607_472880.
- [6]张书乾,邓召文. 汽车故障诊断技术研究现状与发展趋势研究[J]. 汽车实用技术, 2018, (22): 257-260.