

人工智能技术在新能源汽车电机优化中的应用

唐波强

特斯拉(上海)有限公司, 上海 200120

[摘要]随着新能源汽车发展速度不断加快,电机身为其中的核心动力装置,其性能是否得以优化会直接对车辆的能效、动力响应以及可靠性产生影响。传统针对电机的优化办法往往依靠经验并且是基于静态设计来开展的,这种方法在面对复杂工况下呈现出的多变需求时,很难有效地去应对。而人工智能技术逐渐兴起之后,便给电机优化开拓出了全新的途径。借助深度学习、强化学习、进化算法以及数据融合等一系列手段,可以达成参数的自适应调整、故障预测、结构优化还有能效的智能管理,进而使得电机的整体性能以及系统的可靠性都得到明显的提升。文中全面且细致地对人工智能在新能源汽车电机优化方面的应用优势、所采用的策略、经过的实践验证以及未来的趋向发展等情况进行了梳理,希望能够为电机智能优化的相关研究给予一定的理论参照以及实践方面的指引。

[关键词]人工智能; 新能源汽车; 电机优化

DOI: 10.33142/ec.v8i8.17790

中图分类号: U462

文献标识码: A

Application of Artificial Intelligence Technology in Motor Optimization of New Energy Vehicles

TANG Boqiang

Tesla (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai, 200120, China

Abstract: With the continuous acceleration of the development of new energy vehicles, the optimization of the performance of the electric motor, as the core power device, will directly affect the energy efficiency, power response, and reliability of the vehicle. Traditional optimization methods for motors often rely on experience and are based on static design, which makes it difficult to effectively respond to the changing demands presented by complex operating conditions. After the gradual rise of artificial intelligence technology, it has opened up new avenues for optimizing motors. By using a series of methods such as deep learning, reinforcement learning, evolutionary algorithms, and data fusion, adaptive parameter adjustment, fault prediction, structural optimization, and intelligent management of energy efficiency can be achieved, thereby significantly improving the overall performance of the motor and the reliability of the system. The article comprehensively and meticulously summarizes the application advantages, strategies, practical verification, and future development trends of artificial intelligence in the optimization of new energy vehicle motors, so as to provide theoretical references and practical guidance for related research on motor intelligent optimization.

Keywords: artificial intelligence; new energy vehicles; motor optimization

引言

新能源汽车的发展已然变成推动交通运输领域完成绿色转型的关键驱动力,其中电机身为整车动力系统里极为重要的一款关键部件,针对其展开性能优化的操作,这无疑是在提升车辆所具备的续航能力、动力响应状况以及可靠程度等方面起着十分重要作用的一个环节。不过传统的电机设计往往主要是凭借经验公式还有那些固定的参数来开展相关工作,当面临像高速运转这样复杂的工况变化情况,很难达成动态优化以及实时调整的目标。人工智能技术不断发展进步,这就给解决上述提到的这一问题带来了全新的可能性,借助于由数据来驱动的智能优化算法,能够对电机参数、控制策略以及结构设计等方面实施动态调节并且实现自适应优化,如此便可以在确保效率以及性能能够得到保障的情况之下,把能耗降下来,同时也可以降低故障出现的风险。

1 人工智能技术在新能源汽车电机优化中的应用优势

1.1 智能动态参数自适应调节机制

人工智能技术在新能源汽车电机优化中实现了突破性应用,关键在于其建立的智能动态参数调节体系。传统电机控制依靠固定参数或者离线标定,无法应对复杂工况下的瞬时变化,借助深度强化学习的优化算法,能够快速查看电机的运行情况,如负载起伏、环境温度变动等。确定能效、响应速度、稳定性等诸多优化目标之后,便能在毫秒级时间内对控制参数实施动态调整。例如,利用深度确定性策略梯度(DDPG)算法实现电机磁链和电流的即时解耦控制,能够使电机在高速区和低速区的性能切换更为顺畅,减少转矩波动对传动系统产生的干扰。

1.2 多模态融合的智能故障预测与健康管理

新能源汽车电机于长时间运行之际,因负载存在波动

情况、温度有所变化以及受到环境方面诸多因素的作用,故而容易冒出磨损、绝缘老化还有零部件疲劳等一系列问题。人工智能借助多模态数据融合这一方式,达成对电机状态加以全方位感知以及开展智能诊断的目的,进而让故障预测的能力以及健康管理的水平都得到了颇为明显的提升。该技术把电流、电压、振动、温度以及噪声等多种来源的数据融合起来,凭借机器学习以及深度神经网络模型,从中提取出关键的特征,以此来实现对电机潜在故障实施早期预警的目标。与此再结合历史运行的数据以及健康评估的模型,人工智能可给出电机寿命的预测结果以及维护方面的建议,以此来助力主动维护策略的制定工作,进而在很大程度上降低意外停机的风险以及维修所花费的成本。在新能源汽车的应用场景当中,多模态智能监测一方面保障了电机能够具备长期的可靠性,另一方面也为优化控制策略给予了实时数据方面的有力支撑,使得电机系统即便处于复杂的工况之下,依旧能够维持稳定且高效的运行状态。

1.3 智能能效优化与热管理策略

新能源汽车电机于高功率运行之时,能效以及热管理均属影响其性能与可靠性的关键要素。人工智能技术凭借对电机温度、电流、电压还有环境条件展开的实时监测以及智能分析,达成了能效优化同热管理的协同控制。具体来讲,依据深度学习以及预测模型,该系统可预先预测电机处在不同工况之下的能耗变化状况以及热累积情形,并且经由动态调节电流分布、转矩输出以及冷却系统运行策略,切实降低了能量损耗,同时将电机温度维持在安全的范围当中。与此融合强化学习算法,电机在诸如快速加速、负载波动以及长时间高功率运行这类复杂工况之下,能够自主挑选出最优的功率分配方案以及冷却方案,进而实现能效的最大化以及温度控制的最优化。这样的智能能效与热管理策略,一方面提升了电机的运行效率以及续航能力,另一方面也延长了电机以及整车动力系统的使用寿命,从而为新能源汽车给予了稳定且高效的动力保障。

2 新能源汽车电机优化的人工智能应用策略

2.1 基于多模态数据融合的电机状态感知与识别

在电机优化进程里,状态感知以及识别构成了达成智能控制的基本前提。人工智能借助多模态数据融合方面的技术,把电机运行时所涉及的电气信号、机械振动状况、温度分布情况还有环境参数都综合起来加以分析,进而塑造出较为完整的电机运行状态形象描绘。凭借构建起的特征提取以及模式识别相关模型,系统可精准地识别出电机处于不同工况之时的运行状态,像转矩出现波动、温升存在异常以及潜在故障风险等都能识别到,并且能够及时对控制策略做出相应调整。多模态融合一方面提升了状态识别所具有的准确性,另一方面也强化了模型的鲁棒性,这就让电机即便处在复杂的工况当中,也能够保持高效且稳定的运行状态。除此之外,这一策略还给后续的强化学习控制以及结构优化给予了高质量的数据输入,达成了电机

智能优化整个流程都是由数据来驱动的效果。

2.2 基于强化学习的电机动态控制策略优化

强化学习于电机动态控制领域凸显出颇为显著的优势,其借助智能体与环境展开交互的方式,持续不断地去探寻最优的控制策略,进而达成控制参数的自适应性优化状态。新能源汽车电机处在高速运转、低速运转以及负载发生变化等多种不同工况情形之下时,针对转矩响应情况、工作效率以及稳定性方面的要求各不相同,传统的控制策略往往很难做到面面俱到地兼顾这些方面。构建起强化学习模型之后,系统便能够实时且有效地评估控制策略所取得的实际效果,并且在每一次进行迭代操作的过程中,对电机的电流分配状况、磁链控制情况以及转矩输出情况加以优化调整,从而实现动态化的精准调节。这种方法能够让电机在不同的运行模式当中始终维持在最佳的性能状态,并且还能够一定程度上降低能耗出现的波动情况以及机械部分遭受的磨损程度,进而为整个汽车提供源源不断的持续且稳定的动力输出。将这种自适应控制策略引入进来之后,使得电机的优化过程不再仅仅停留在静态设计层面,而是迈向了实时智能化的操作阶段,这无疑成为了新能源汽车具备高性能的动力系统极为重要的保障因素之一。

2.3 基于智能进化算法的电机结构创新设计

电机结构设计的优化属于提升其性能以及效率的关键环节。人工智能借助智能进化算法达成电机拓扑结构以及几何参数的创新设计。构建起电机性能评价模型之后,运用遗传算法、粒子群优化这类进化方法,系统可于设计空间里自动搜寻最优解,进而达成对转矩密度、效率还有散热性能的综合优化。相较于传统设计来讲,智能进化算法可同时顾及多目标约束条件,并且在有限的设计空间当中快速聚敛至最优或者接近最优的方案,如此便能缩减设计周期并且降低实验成本。在新能源汽车电机的应用方面,这一策略不但提升了电机性能,而且为未来的智能制造以及定制化电机设计打下了技术方面的基础。

2.4 云一边协同的能效管理与运行优化

新能源汽车电机的能效优化单纯依靠单机控制是不够的,得结合整车以及云端计算资源来达成协同优化的目的。人工智能借助云一边协同架构,把电机的实时运行数据传到边缘节点,以便快速处理,与此把优化策略还有全局运行数据上传至云端,开展深度分析,进而实现全局能效优化和局部快速响应的有机整合。边缘节点负责实时控制以及快速决策,而云端则进行大规模的数据分析、模型训练以及策略更新,如此一来,电机便可以在保证响应速度的情况下持续对能耗和性能加以优化。这一策略达成了动态调整和全局优化的融合,给新能源汽车电机系统带来了智能化且高效的能效管理方案。

3 人工智能驱动的电机优化实践与验证

3.1 电机智能优化系统架构

在实际的应用过程当中,电机智能优化系统往往是由

数据采集模块、智能控制模块、优化算法模块以及状态监测模块等部分所构成的。其中,数据采集模块主要负责实时地去收集电机的各项相关信息,像电流方面的信息、电压方面的信息、温度方面的信息还有振动方面的信息等等;智能控制模块会结合强化学习算法来针对电机参数展开动态的调节操作;优化算法模块则借助进化算法以及深度学习模型对电机的结构以及运行策略加以优化处理;而状态监测模块能够达成多模态数据的融合,并且还能够实现健康管理的相关功能。这样的架构成功地实现了从数据采集环节开始一直到状态识别环节以及最终的优化控制环节这样一个全流程的智能化管理方式,从而充分地保障了电机在多种不同工况之下运行时所具备的可靠性以及高效性,进而为新能源汽车给予持续的动力方面的有力支持。

3.2 算法模型构建与仿真验证

为了证实人工智能于电机优化方面所具备的有效性,得着手去构建相应的算法模型并开展仿真验证相关工作。具体而言,先建立起电机的数学模型以及控制策略模型,接着把强化学习、深度神经网络还有进化算法都应用到仿真平台之上,借此来模拟电机处在不同速度情况、不同负载状况以及不同温度条件之下的实际运行状态^[1]。从仿真的结果能够看出, AI 优化算法可以在毫秒级别的时长内对控制参数做出调整操作,进而使得转矩输出变得较为平稳,效率也有了颇为明显的提升,并且还能够一定程度上减少能量方面的损耗以及机械产生的振动。经过这一系列系统化的仿真验证流程,为实际车辆的应用事宜给出了较为可靠的依据,从而确保优化策略能够在现实的工况环境当中切实有效地得以实施。

3.3 电机性能提升对比分析

在实际的应用情况当中,人工智能所具备的优化策略对于电机性能的提升而言,是有着十分突出的效果的。将传统的控制方式以及优化前后电机性能的相关数据拿来加以比较之后可以发现,经过 AI 优化处理过的电机,在能效方面、转矩稳定性方面、响应速度方面以及散热能力方面,都呈现出较为明显的改善状况。尤其是在那种较为复杂的工况环境之下,比如说在高负载启动的情形下、快速加速的时候亦或是频繁地切换工况之时, AI 优化策略能够大幅度地降低转矩出现的波动情况以及能耗水平,与此同时还能有效地提高系统的可靠性程度。这样的结果充分验证了人工智能在电机优化方面的实用价值,进而为新能源汽车动力系统的性能得以提升给予了极为坚实的科学技术方面的有力支撑。

3.4 实际应用问题与改进方向

虽然人工智能于电机优化方面展现出了极为出色的性能表现,然而在实际的应用进程当中依旧存在着诸多挑战。其模型对于高质量的数据有着较强的依赖性,若出现数据缺失或者存在噪声等情况,那么这很可能会对优化的效果

产生影响。就强化学习以及进化算法而言,在复杂的电机系统里,它们的收敛速度以及所耗费的计算资源均需要进一步加以优化^[2]。除此之外,这些算法自身的可解释性以及迁移能力都存在一定局限,所以在不同型号或者是处于不同工况之下的电机上,往往难以直接将其应用起来。对于上述这些问题,可以通过对数据采集系统予以优化、对算法结构做出改进并且引入模型压缩以及迁移学习等相关方法,以此来提升其在实际应用当中的可行性以及可靠性。

4 人工智能技术赋能电机优化的未来发展趋势

在未来,人工智能于新能源汽车电机优化方面的应用会呈现出更为智能化、协同化以及前瞻化的发展走向。自进化型智能控制体系将会逐渐成为主流形式,该系统具备自主学习以及适应不同工况的能力,进而达成全生命周期的优化效果;前沿智能算法同仿生设计相融合将会促使电机结构有所创新,借助仿生控制策略以及神经形态算法能够提升电机的响应速度以及效率^[3]。除此之外,电机和能源互联网的协同发展同样会成为一种趋势,电机不只是作为车辆的核心动力存在,还会融入到智能能源管理体系当中,以此来实现电网与车辆动力系统的能量优化以及互动交流。伴随人工智能技术持续不断地趋向成熟,新能源汽车电机的优化将会变得更加精准且高效,同时也会为整车性能的提升以及智能化进程给予稳固有力的支撑。

5 结语

人工智能技术于新能源汽车电机优化方面彰显出颇为可观的潜力。其借助智能动态参数调节这一方式,还有多模态状态感知手段,以及强化学习控制办法,再加上进化算法优化举措,达成了对电机性能、能效以及可靠性全方位的提升效果。经由实践予以验证可以发现, AI 优化不但让电机的瞬态响应有所提高,而且使能效得以提升,与此还极为有效地增强了系统的健康管理能力以及故障预测能力。在往后的日子里,伴随自进化控制体系逐步发展起来,仿生智能算法不断取得进展,以及电机与能源互联网协同关系持续深化,新能源汽车电机将会达成更高程度的智能优化状态,进而为绿色出行以及高性能动力系统的发展给予关键的技术支撑。

[参考文献]

- [1]徐钰航,苏颖,谭景辉.人工智能技术在新能源汽车电机优化中的应用[J].汽车测试报告,2025(10):37-39.
- [2]赖晓龙.人工智能技术在新能源汽车的应用[J].汽车知识,2024,24(11):23-25.
- [3]万舜.人工智能技术在新能源汽车行业的应用[J].汽车知识,2024,24(9):34-36.

作者简介:唐波强(1988.3—),毕业院校:沈阳化工大学,所学专业:机械工程学院/理论与应用力学,当前就职单位:特斯拉(上海)有限公司,职务:高级工艺工程师,职称级别:中级工程师。