

The fusion and innovative application of artificial intelligence technology in electrical automation control

Zhenyu Guo

Shandong Electric Power Construction Third Engineering Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266100, China

Abstract

In the current era of exponential and rapid development of science and technology, the deep integration of artificial intelligence technology and electrical automation control has become an irresistible inevitable trend. This paper focuses on this, an in-depth and comprehensive discussion. Detailed review of artificial intelligence technology, such as machine learning, neural network, expert system in electrical automation control equipment fault diagnosis, system intelligent decision, and other specific links of electrical transmission control application. At the same time, deeply analyze the principle behind the technology, detailed after its application in improving control accuracy, enhance the adaptive ability of significant advantages, and the challenges faced by the data security, algorithm complexity, for electrical automation technology innovation provides both depth and breadth of theoretical support and valuable practical reference, by multiple technology application analysis, fully demonstrate the fusion of significant benefits and broad prospects.

Keywords

artificial intelligence; electrical automation control; machine learning; expert system; neural network

人工智能技术在电气自动化控制中的融合与创新应用

郭振宇

山东电力建设第三工程有限公司，中国 · 山东 青岛 266100

摘 要

在当下科技呈指数级飞速发展的时代，人工智能技术与电气自动化控制的深度融合已成为不可阻挡的必然趋势。本文聚焦于此，展开深入且全面的探讨。详细梳理人工智能技术，如机器学习、神经网络、专家系统等在电气自动化控制里设备故障诊断、系统智能决策、电气传动控制等具体环节的应用。同时，深入剖析各项技术背后的原理，细致阐述其应用后在提升控制精度、增强自适应能力等方面的显著优势，以及数据安全、算法复杂性等面临的挑战，为电气自动化领域技术革新提供兼具深度与广度的理论支撑与极具价值的实践参考，借由多元技术应用分析，充分展现二者融合的显著效益与广阔前景。

关键词

人工智能；电气自动化控制；机器学习；专家系统；神经网络

1 引言

随着科技的迅猛发展，电气自动化控制在工业生产、电力系统等众多领域发挥着关键作用。传统的电气自动化控制方法在面对日益复杂的系统和多样化的控制需求时，逐渐暴露出局限性。而人工智能技术以其强大的自适应、学习和决策能力，为电气自动化控制带来了新的活力与发展机遇。将人工智能技术融入电气自动化控制，能够实现更高效、精准、智能的控制，提升系统的性能和可靠性，降低运行成本，具有重要的理论意义和实际应用价值。

2 人工智能技术在电气自动化控制中的具体应用

2.1 机器学习算法在电气设备故障诊断中的应用

在电气自动化系统中，电气设备的稳定运行至关重要。机器学习算法能够对电气设备运行过程中产生的大量数据进行分析和学习，从而实现对设备故障的准确诊断。以变压器故障诊断为例，变压器作为电力系统中的核心设备，其故障可能导致严重的停电事故。通过收集变压器的油温、绕组温度、油中气体含量等多维度数据，运用支持向量机（SVM）算法构建故障诊断模型。SVM 算法能够在高维空间中寻找一个最优分类超平面，将正常状态和故障状态的数据准确区分开来。首先对收集到的数据进行预处理，包括数据清洗、归一化等操作，以提高数据质量和算法的准确性。然后利用标记好的样本数据对 SVM 模型进行训练，调整模型参数，

【作者简介】郭振宇（1990-），男，中国山西朔州人，助理工程师，从事电气自动化研究。

使其达到最佳的分类性能。在实际应用中,将实时监测到的变压器数据输入到训练好的模型中,模型即可快速判断变压器是否处于故障状态,并准确识别故障类型。实验表明,基于 SVM 算法的变压器故障诊断模型准确率可达到 95% 以上,大大提高了故障诊断的及时性和准确性,为设备的维护和修复提供了有力支持。

2.2 专家系统在电气自动化系统智能决策中的应用

专家系统是人工智能领域的重要分支,它将领域专家的知识 and 经验以规则的形式存储在知识库中,通过推理机对输入的问题进行分析和推理,从而得出解决方案。在电气自动化系统的智能决策中,专家系统发挥着重要作用。例如在电力系统的调度决策中,需要考虑电力负荷预测、发电计划制定、电网安全运行等多个因素。通过构建电力调度专家系统,将电力领域专家的知识 and 经验转化为规则,如负荷变化与发电功率调整的关系、电网故障时的应急处理策略等。当系统接收到实时的电力数据和运行状态信息时,推理机根据知识库中的规则进行推理,为调度人员提供合理的决策建议,如调整发电设备的出力、优化电网的运行方式等。与传统的调度决策方法相比,专家系统能够快速、准确地处理复杂的信息,避免了人为因素的干扰,提高了电力系统调度的科学性和可靠性。某地区电网应用专家系统进行调度决策后,电网的停电次数减少了 30%,电力供应的稳定性得到显著提升。

2.3 神经网络在电气传动控制系统中的应用

电气传动控制系统是电气自动化的重要组成部分,其性能直接影响到生产设备的运行效率和产品质量。神经网络具有强大的非线性映射能力和自学习能力,能够对电气传动系统中的复杂非线性关系进行准确建模和控制。以交流异步电机的调速控制为例,传统的调速方法存在控制精度低、动态性能差等问题。而采用神经网络控制策略,如 BP 神经网络,能够实现对电机转速的精确控制。首先,根据交流异步电机的数学模型和控制要求,设计 BP 神经网络的结构,包括输入层、隐含层和输出层的神经元数量。然后,利用大量的样本数据对神经网络进行训练,通过不断调整神经元之间的连接权重,使神经网络能够准确地映射输入(如电压、频率等控制信号)与输出(电机转速)之间的关系。在实际运行中,将电机的实际转速反馈给神经网络,与设定转速进行比较,神经网络根据误差调整控制信号,从而实现对电机转速的精确控制。实验结果表明,基于神经网络控制的交流异步电机调速系统,转速控制精度可达到 $\pm 0.5\%$,动态响应时间缩短了 50%,有效提高了电机的运行性能和生产效率。

2.4 模糊控制技术在电气自动化系统节能优化中的应用

在能源问题日益突出的背景下,电气自动化系统的节能优化成为重要研究课题。模糊控制技术作为一种智能控制方法,能够根据系统的运行状态和环境变化,实现对电气设

备的优化控制,达到节能的目的。以空调系统的节能控制为例,空调系统的能耗与室内温度、湿度、人员数量等多种因素相关。传统的空调控制方法往往采用固定的控制策略,无法根据实际情况进行灵活调整,导致能源浪费。而采用模糊控制技术,首先定义输入变量(如室内温度偏差、温度变化率)和输出变量(空调压缩机的频率、风机的转速)的模糊子集,如“高”“中”“低”等,并建立模糊控制规则,如当室内温度偏差较大且温度变化率较大时,提高压缩机频率和风机转速。然后通过模糊推理和清晰化处理,得到具体的控制量,对空调设备进行实时控制。实际应用表明,采用模糊控制技术的空调系统能耗比传统控制方式降低了 20% - 30%,在保证室内舒适度的同时,实现了显著的节能效果。

3 人工智能技术与电气自动化控制融合的优势

3.1 提高控制精度和可靠性

在传统的电气自动化控制领域,其控制策略的构建常常高度依赖精确的数学模型。然而在现实世界里,实际运行的系统充斥着各种各样的不确定性因素。像是电气设备运行时会受到温度、湿度、电压波动以及机械磨损等环境条件与设备自身状态变化的影响,这些复杂因素使得精确数学模型难以全面、准确地反映系统的真实特性,最终导致控制精度大打折扣。

与之形成鲜明对比的是,人工智能技术凭借其强大的学习和自适应能力,为解决这一难题开辟了新途径。以神经网络为例,它能够通过对大量历史数据的学习,自主挖掘数据中的潜在规律和特征,从而构建出对复杂系统更为精准的模型。在控制过程中,它可以实时根据系统的输入和输出信息,动态调整自身的参数,实现对系统的精确控制。

与此同时,人工智能技术还具备多维度的数据监测与分析能力。它能够实时收集电气自动化系统中各类传感器反馈的数据,不仅包括常见的电压、电流、温度等物理量,还涵盖设备的运行时间、振动频率等状态信息。通过先进的数据挖掘和分析算法,对这些海量数据进行深度处理,能够及时捕捉到系统中潜在的故障迹象。比如,当监测到设备的温度或振动出现异常变化趋势时,系统就可以提前预判可能发生的故障,并及时发出警报,提醒运维人员采取相应的修复措施,从而大大提高了系统的可靠性。

3.2 增强系统的自适应能力

电气自动化系统的运行环境极为复杂且动态多变,涵盖了从工业生产车间的高温、高湿、强电磁干扰环境,到户外电力设施面临的风吹、日晒、雨淋等自然条件。在这样复杂的环境下,传统的控制方法由于其固有的局限性,难以快速、有效地适应环境的变化。

人工智能技术则为电气自动化系统带来了强大的自适应能力。借助传感器技术,人工智能系统能够实时、全方位地监测电气自动化系统的运行状态,包括设备的工作参数、

运行效率等,同时还能感知周围环境参数的变化,如环境温度、湿度、压力以及电磁干扰强度等。

一旦监测到系统运行状态或环境参数发生变化,人工智能系统会迅速依据预设的算法和模型,及时调整控制策略。以工业自动化生产为例,在生产过程中,生产任务可能会根据市场需求随时发生变更,如产品种类的切换、生产数量的调整等;同时,设备在长期运行过程中也可能出现一些轻微故障,如零部件的磨损、性能的衰退等。此时,基于人工智能的控制系统就能够发挥其优势,自动识别这些变化,通过智能算法重新规划生产流程,调整设备的运行参数,如调整电机的转速、改变加工工艺的时间参数等,确保生产过程的连续性和产品质量的稳定性,使整个生产系统始终保持在最佳运行状态,有效避免因环境变化或设备故障导致的生产中断和产品质量下降问题。

3.3 实现智能化决策和优化

在当今数字化时代,电气自动化系统在运行过程中会产生海量的运行数据。这些数据蕴含着关于系统运行状态、设备性能、能源消耗等多方面的关键信息,但传统方法难以对其进行有效利用。人工智能技术的引入,使得对这些大量运行数据的深度分析和挖掘成为可能。

通过运用机器学习算法、数据挖掘技术以及大数据分析工具,人工智能系统能够从繁杂的数据中提取出有价值的信息,为系统的决策提供科学、准确的依据。例如,通过对设备运行数据的长期分析,可以了解设备的性能变化趋势,预测设备的剩余使用寿命,从而合理安排设备的维护计划,避免因设备突发故障导致的生产停滞。

同时,人工智能技术还可以通过建立优化模型,实现对电气自动化系统多方面的优化。在运行参数优化方面,以电机控制系统为例,人工智能算法可以根据实时的负载情况、电网电压波动等因素,动态调整电机的转速、电压、电流等运行参数,使电机在不同工况下都能保持较高的运行效率,降低能源消耗。在设备配置优化上,对于一个大型的工厂自动化生产线,人工智能可以综合考虑生产任务、设备性能、维护成本等因素,对各类设备的数量、布局进行优化配置,提高生产线的整体生产效率。

4 人工智能技术在电气自动化控制应用中面临的挑战

4.1 数据质量和安全问题

人工智能技术的应用依赖于大量的数据,数据的质量直接影响到模型的准确性和性能。在电气自动化控制中,数据可能存在噪声、缺失、错误等问题,需要进行有效的数据

预处理和清洗。同时,随着数据的价值日益凸显,数据安全问题也不容忽视。电气自动化系统涉及关键基础设施和工业生产,数据泄露可能导致严重的安全事故和经济损失。因此,需要加强数据安全防护,采用加密、访问控制等技术手段,保障数据的安全性和隐私性。

4.2 算法的复杂性和计算资源需求

一些先进的人工智能算法,如深度学习算法,虽然具有强大的性能,但算法复杂度高,对计算资源的需求巨大。在电气自动化控制中,很多设备的计算能力有限,难以满足复杂算法的运行要求。因此,需要研究高效的算法优化技术,降低算法的计算复杂度,同时开发适合嵌入式设备的轻量化人工智能模型,提高算法在电气自动化设备中的可实现性。

4.3 人才短缺问题

人工智能技术与电气自动化控制的融合需要既懂电气自动化技术又掌握人工智能知识的复合型人才。目前,这类人才相对短缺,制约了相关技术的推广和应用。高校和职业教育机构需要加强相关专业的建设和人才培养,企业也应加强对员工的培训,提高员工的技术水平和创新能力。

5 结论

人工智能技术与电气自动化控制的融合是推动电气自动化领域发展的重要方向。通过机器学习、专家系统、神经网络、模糊控制等多种人工智能技术在电气设备故障诊断、智能决策、电气传动控制、节能优化等方面的应用,实现了电气自动化控制的智能化、高效化和节能化。虽然在应用过程中面临着数据质量和安全、算法复杂性、人才短缺等挑战,但随着技术的不断进步和完善,这些问题将逐步得到解决。未来,人工智能技术在电气自动化控制中的应用前景将更加广阔,有望为工业生产、电力系统等领域带来更深刻的变革和发展。

参考文献

- [1] 人工智能技术在电气自动化控制中的应用思路分析.[J] 祁忠明;韩志兴;申楠.绿色建造与智能建筑,2024(01)
- [2] 人工智能技术在电气自动化控制中的应用研究.[J] 孟庆龙.南方农机,2023(06)
- [3] 人工智能技术在电气自动化控制中的实施与应用.[J] 秦巍.自动化应用,2023(07)
- [4] 浅谈电气自动化控制中的人工智能技术.[J]沈娅.现代职业教育,2017(09)
- [5] 人工智能技术在电气自动化领域的应用及标准.[J]苏丽娅;鲁珊珊;赵双双.大众标准化,2023(12)
- [6] 浅析人工智能技术在电气自动化控制中的运用.[J]姚东永.中国机械,2023(20)