

基于机器学习算法的电力系统故障预测与安全评估

向 蓉

(辽宁工程技术大学安全科学与工程学院, 辽宁 阜新 125105)

摘 要:探索了应用机器学习和大数据技术于电力系统故障预测与诊断的多种方法,总结了基于反卷积特征学习和随机矩阵理论的电气设备故障预警与准确诊断方法,提出了一种无需先验知识的基于 FP-Growth 算法的故障预测方法,在实际数据集上展现了较高的准确率和执行效率。

关键词:电力系统;故障预测;诊断方法;机器学习算法;随机森林

中图分类号:TM73;TP181

文献标识码:A

文章编号:2095-0748(2024)07-0093-02

0 引言

随着电力系统复杂性的增强和电网数据量的爆炸式增长,传统的故障诊断方法面临着准确度和效率的双重挑战。为确保电网的可靠运行和国民经济的稳健发展,电力系统故障预测与安全评估显得尤为重要。本文立足于机器学习和大数据技术的最新进展,研究并提出了一系列创新的电力系统故障预测与诊断方法,以提升预测的准确性和效率,进而防止事故的发生,减少经济损失^[1-2]。

1 机器学习算法的电力系统故障预测

1.1 基于机器学习算法的电气设备故障预测与诊断

1)反卷积特征学习:通过反卷积网络学习输入图像的高层次特征表示,以便于检测设备运行中的异常模式。

2)随机矩阵理论:利用随机矩阵理论分析设备的运行状态,以准确诊断出故障类型。

3)电气设备故障预警:通过构建电气设备的多维矩阵模型,包括本征矩阵和负荷性能矩阵,进而进行故障预警评估。

4)运行状态评估指标:使用如 ARMA 时间序列模型和等价圆环半径判断指标等工具,以分析和评估电气设备的运行状态^[3-4]。

1.2 基于 FP-Growth 的电力系统故障预测方法

该研究提出了基于 FP-Growth 算法的一种电力系统故障预测方法,是为了提升电力系统故障预测的效率和便捷性,见图 1。其通过无需先验知识和人工标注,能够快速从大量历史日志数据中提取出故障信息模式,并根据实时日志数据对未来系统故障进行预测。

该研究首先对电力系统的日志特征进行了分析,并对原始数据进行了预处理,然后利用 FP-Growth 算法挖掘与故障事件相关的关联规则,最后使用这些规则进行故障匹配以实现预测。

实验结果显示,该方法在真实电力系统日志数据

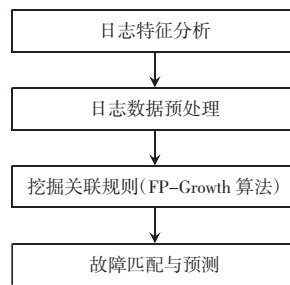


图 1 FP-Growth 的电力系统故障预测方法流程图

集上的平均准确率为 89.5%,平均召回率为 79.8%,并且具有较高的执行效率,为业务人员节省了超过 50%的时间。该研究为电力系统故障预测提供了一种有效的方法,虽然存在召回率较低等问题,但未来通过故障预测规则的自学习可能进一步提高预测性能。具体见图 2、图 3。

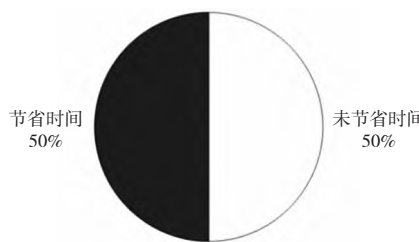


图 2 节省时间比例图

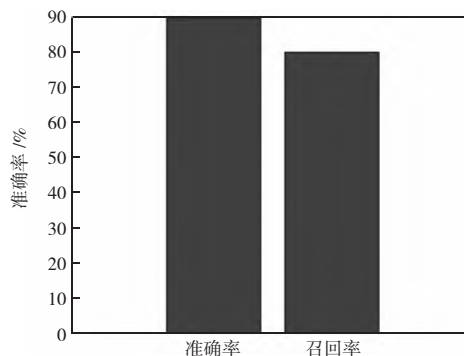


图 3 FP-Growth 预测率对比图

1.3 基于深度卷积神经网络的电力系统故障预测

该研究通过融合深度卷积神经网络,提出了以深度卷积神经网络为基础的一种电力系统故障预测方

收稿日期:2023-11-28

作者简介:向 蓉(2002—),女,辽宁工程技术大学本科在读,研究方向:安全工程、安全评价。

法,主要目的是为了保障系统的安全运行。此方法运用了广域测量系统收集的数据作为模型的输入和输出,以训练深度卷积神经网络 AlexNet 为基础,来分析数据之间的映射关系,从而建立电力系统故障预测模型^[5-6]。

模型的建立过程包括特征值分组、振荡模式筛选、数据预处理、模型训练和模型评估等步骤。

实验结果表明,该方法能够有效地预测电力系统的故障,具有高达 99.52% 的准确率和低至 1.16% 的误报率,优于其他几种对比方法,表明其在电力系统故障预测方面具有显著优势。最后还应该注意在模型训练时使用正则化技术提高模型的泛化能力并防止过拟合,为电力系统的安全运行提供了重要的科学数据支持。

2 电力系统网络安全风险评估

该研究针对电力信息系统的网络安全问题,提出了一种人工蜂群算法优化算法的网络安全风险评估模型,此模型以高斯过程为基础,对高斯过程的超参数进行优化和改进,进而提高了网络安全风险评估的准确度和效率。

在 Matlab 软件上进行仿真实验,进一步验证了该模型的有效性。实验结果表明,与传统的遗传算法相比,人工蜂群算法的评估模型具有更低的时间复杂度和更高的评估精度,表现出更优异的性能。这个模型为电力系统的网络安全风险评估提供了一种新的方法和思路,但仍需在实际工程中进一步验证和完善。

3 电力系统故障分类预测与故障诊断

此研究提出了两种创新的电力系统故障预测方法,为了提高电网故障预测的准确性并减少经济损失。

1) 研究了基于聚类、关联规则和随机梯度下降回归的配电网故障分类预测方法,该方法通过预处理、筛选关联样本,并建立回归分类模型,实验证明该方法能高效精确地进行故障分类和预测。

2) 研究探索了基于自适应矩估计和随机梯度下降的组合优化 BP 神经网络模型,调整了网络权重和

阈值,并通过对比损失函数确定了组合算法模型的使用策略,提升了预测的准确率,验证了策略的有效性。

4 大数据技术在电力系统故障预测与诊断中的应用

该研究提出了基于大数据技术的电力系统故障预测与诊断方法,着重分析了电力系统的故障预测策略、特征提取方法和机器学习及深度学习模型的关键建模问题和模型评估指标,并介绍了利用 SVM、随机森林和深度神经网络等算法建立模型和通过特征工程优化模型性能。研究还验证了基于大数据的故障预测方法,比如,时间序列模型 ARIMA 和 LSTM,以及故障诊断方法,包括决策树、支持向量机和神经网络等分类算法。实验结果表明,所提方法能够高效地提高故障预测的准确性,有助于运维人员及时采取相应措施,确保电力系统的稳定和安全。

5 结语

本文总结了应用于电力系统的故障预测与诊断中的机器学习和大数据技术,并概括了一系列高效的预测模型和诊断策略。通过对比传统方法,所归纳的新模型在实验中显示出更高的准确率和效率,能够为运维人员提供及时的故障预警,保障电力系统的稳定性和安全性。未来的研究将集中在进一步优化模型、提高故障预测的泛化能力,并在实际电网中验证模型的可行性,为电力行业带来更具革命性的变革。

参考文献

- [1] 陈晨.基于机器学习算法的电气设备故障预测与诊断[J].中国新技术新产品,2024(2):39-41.
- [2] 潘磊.基于 FP-Growth 的电力系统故障预测方法[J].软件导刊,2020,19(10):152-155.
- [3] 徐佳,贺渝鎔,李润玲.基于人工蜂群算法的电力系统网络安全风险评估模型[J].云南电力技术,2022,50(5):79-82.
- [4] 潘磊.基于 FP-Growth 的电力系统故障预测方法[J].软件导刊,2020,19(10):152-155.
- [5] 朱燕芳,闫磊,常康等.基于深度卷积神经网络的电力系统故障预测[J/OL].电源学报,1-14[2024-03-23].
- [6] 刘立石,徐承森,汪健等.基于大数据技术的电力系统故障预测与诊断方法分析[J].电子技术,2023,52(10):392-393.

(编辑:赵婧)

Fault Prediction and Safety Assessment of Power Systems Based on Machine Learning Algorithms

Xiang Rong

(School of Safety Science and Engineering, Liaoning University of Engineering and Technology, Fuxin
Liaoning 125105, China)

Abstract: A variety of methods for applying machine learning and big data technologies to power system fault prediction and diagnosis are explored, and a method for early warning and accurate diagnosis of electrical equipment faults based on inverse convolutional feature learning and random matrix theory is summarized, a random forest classifier is used to achieve high-accuracy prediction, and a fault prediction method based on FP-Growth algorithm without a priori knowledge is presented, which demonstrates a high accuracy and execution efficiency on a real dataset. demonstrated high accuracy and execution efficiency.

Key words: power system; fault prediction; diagnostic methods; machine learning algorithms; random forests