

Application of AI Technology in Industrial Production

Jiayu Li

School of Information, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang
Email: 365978242@qq.com

Received: Jul. 24th, 2020; accepted: Aug. 6th, 2020; published: Aug. 13th, 2020

Abstract

Artificial Intelligence, abbreviated as AI, is a branch of computer science. AI technology is a series of research, development, simulation, extension and expansion of human intelligence theory, method, technology and application system. This paper takes the application of AI technology in industrial production as the model, studies the application of AI technology in distribution network fault diagnosis as the research object, and designs the fault data acquisition and classification architecture based on the distribution network model by building the distribution network model, so as to make the basis for the distribution network fault diagnosis, and apply AI technology to the fault diagnosis of distribution network to assist in the maintenance of distribution network.

Keywords

AI Technology, Fault Diagnosis, Data Classification

AI技术工业生产中的应用研究

李嘉钰

浙江理工大学信息学院, 浙江 杭州
Email: 365978242@qq.com

收稿日期: 2020年7月24日; 录用日期: 2020年8月6日; 发布日期: 2020年8月13日

摘要

人工智能Artificial Intelligence, 英文缩写为AI, 是计算机科学的一个分支。AI技术是针对人类智能的理论、方法、技术和应用系统的一系列研究、开发、模拟、延伸及扩展, 目前随着AI技术的日趋成熟, 其技术已逐渐融入到工业生产之中。本文以AI技术在工业生产的应用为模型, 通过该技术在配电网故障

诊断中的应用为研究对象, 研究AI技术在配电网故障诊断中的应用, 通过搭建配电网模型, 设计基于配电网模型的故障数据采集、归类体系结构, 为配电网故障诊断做基础, 应用AI技术诊断配电网故障, 协助配电网维护工作。

关键词

AI技术, 故障诊断, 数据归类

Copyright © 2020 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

目前 AI 技术的应用如火如荼, 如何将 AI 技术应用至工业生产成为研究的热点[1]。本文选择电网的结构和规模为研究对象, 主要是配电网一旦发生故障, 将会给人们的生活带来极大不便, 对工业生产和社会经济造成极大损失。所以人们对电网运行提出了更高的可靠性、安全性和品质等方面的要求。但是配电网在运行过程中, 因为多种因素的影响, 总会出现避雷器爆炸、配电变压器超负荷等故障, 导致断电情况, 影响工业正常生产, 造成社会经济损失。因此配电网故障诊断是配电网非常重要的一个环节, 影响着社会经济变化和人们的正常生活。但是在传统的配电网故障诊断中, 配电网故障报警器会存在干扰、故障报警位置不准确、警报中心接到错误或不完整信息等问题, 导致配电网故障检修人员不能及时检修配电网[2]。因此提出将 AI 技术应用在配电网故障诊断, 利用 AI 的支持向量机对输入的故障进行快速的归类, 利用 AI 的神经网络对故障进行自我学习诊断处理, 以期可以快速、准确判断配电网存在故障的具体类别, 确定故障的具体位置, 便于检修和事故后快速恢复。

2. 搭建配电网模型

配电网中开关和二次测量、保护设备之间存在一对一的映射。因此设配电网的开关设备为 B , 一次开关设备为 b , 一次开关设备 b 对应的二次测量为 i , 保护设备为 e , 则配电网的开关设备可以表示为 $B = (b, ie)$ [3]。而在配电网开关设备上, 不止链接了一个一次设备, 还链接着其他一次设备, 通过控制配电网开关, 对其他一次设备进行供电, 因此可以用输用电设备、智能开关设备表示配电网拓扑信息集 D , 设输用电设备为 E , 输用电设备个数为 N_E , 即 $E = \{E_j | j \in 1, 2, 3, \dots, N_E\}$, 配电网开关设备个数为 N_B , 即 $B = \{B_i | i \in 1, 2, 3, \dots, N_B\}$, 则有:

$$D = (B, E, T) \quad (1)$$

式中 T 为输用电设备、智能开关设备电网拓扑关系, 即

$$T = \{(B_i, E_j), B_i \in B, E_j \in E, i = 1, 2, \dots, N_j; j = 1, 2, \dots, N_B\}。$$

根据(1)式表述的输用电设备、智能开关设备电网拓扑关系, 将智能开关设备视为支路, 输用电设备视为节点, 进而构成配电网模型图, 如图 1 所示。

3. 故障数据归类

故障数据先利用支持向量机来进行机器学习[4]。把故障数据分成为出线端故障和电源端故障两大类。

故障数据利用 SVM 概念，将每个数据项绘制为 3 维的空间中的点，每个故障特征值对应特定坐标的值，对故障进行分类检索。见图 2 为 SVM 故障分类。

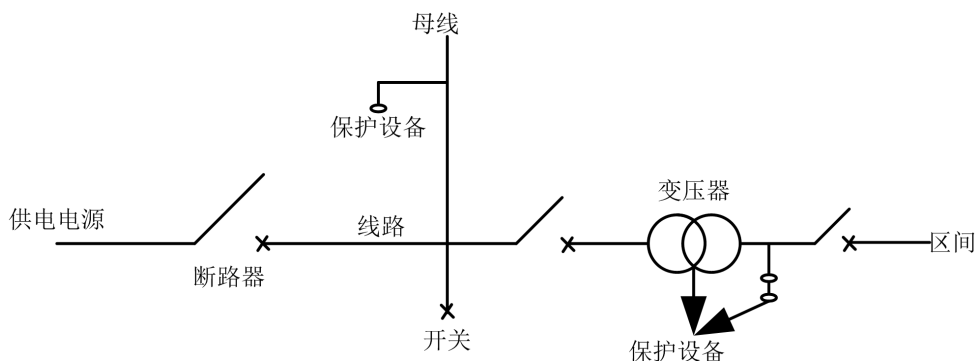


Figure 1. Distribution network model
图 1. 配电网模型图

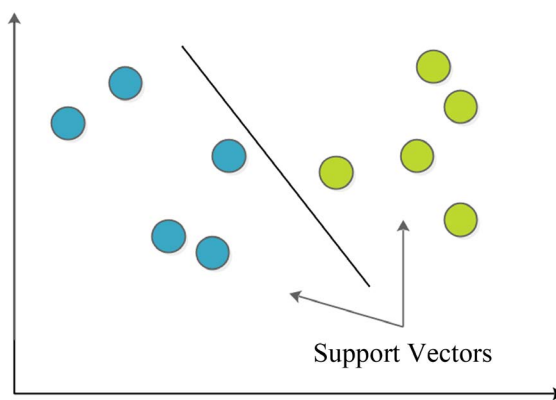


Figure 2. SVM fault classification
图 2. SVM 故障分类

由于故障数据有两个特征，所以该数据需在二维空间中绘制这两个变量。在该图上的每个点都有两个坐标表示。利用 SVM 支持向量分类机再将分出的两类数据两两拆分，其中线路端故障分类为母线故障、线路故障，电源端故障分类为变压器故障及电源故障，归类为四种不同的分类组。

接着利用神经网络对四类不同的故障进行分析[5][6]，对各类故障进行分析，并通过神经网络的自学习功能，提高自动故障诊断的准确性。如图 3 为神经网络部分代码：

```
[trainsample.p, valsample.p, testsample.p] = dividerand(p, 0.7, 0.15, 0.15);
[trainsample.t, valsample.t, testsample.t] = dividerand(t, 0.7, 0.15, 0.15);
.....
% 学习率设置
net.trainParam.lr = 0.01;
% 动量因子的设置，默认为0.9
net.trainParam.mc = 0.9;
% 显示的间隔次数
net.trainParam.show = 25;
```

Figure 3. Part code of neural network
图 3. 神经网络部分代码

4. 设计故障数据采集体系结构

根据配电网模型，采集配电网故障数据，改变传统的配电网故障数据获取模式，其主要故障数据包括保护设备、断路器、电网拓扑，因此基于 AI 技术准则，设计的故障数据采集体系结构，如图 4 所示。

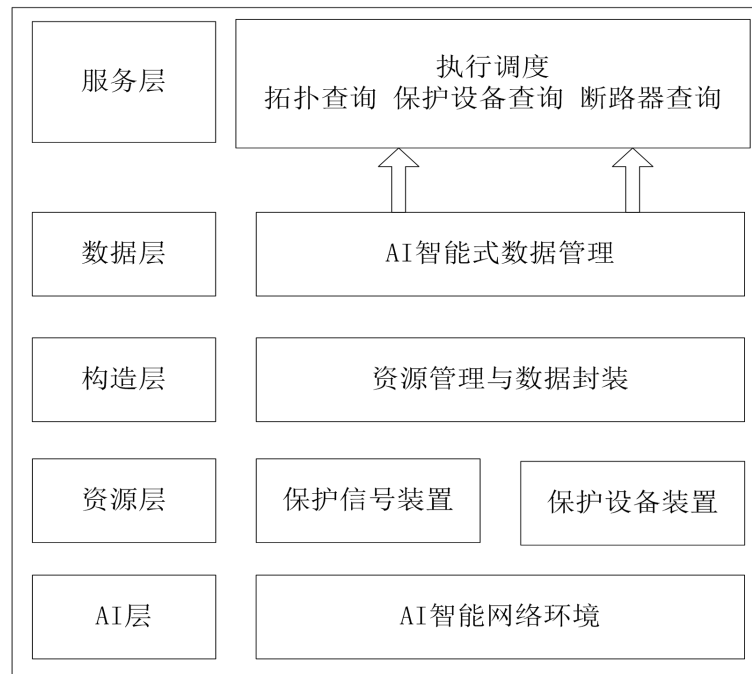


Figure 4. Fault data acquisition architecture
图 4. 故障数据采集体系结构图

根据 AI 技术准则，设计出如图 2 所示基于 AI 层的基础智能网络，连通配电网通信设备及物理设备，通过资源层收集故障信号传达信息并对传递回的故障信息进行诊断，并将故障诊断结果送往构造层，通过构造层管理封装数据，送往数据层，该层管理着配电网的所有信息及故障数据，会自动识别查询，根据故障情况，轻重程度，第一时间送达至服务层，由配电网检修人员根据数据层的信息，进行人员调度、抢修配电网[7]。该配电网故障数据采集体系为 AI 层、资源层、构造层、数据层、服务层五层[8] [9]，只能为配电网检修人员提供配电网实时数据，不能判断数据具体来源。设计故障数据采集体系结构，只是为配电网故障诊断做基础，避免过多的数据干扰配电网故障诊断结果，让配电网故障诊断具有良好的扩展性[10]。

5. AI 技术诊断配电网故障

使用 AI 技术诊断配电网故障，以确保各类故障信息精确提供给诊断程序，针对采集到的故障数据，所发出的故障警报信息，采用 AI 矩阵 G 表示配电网故障警报信息。则有：

$$G_{ij} \begin{cases} 0, & \text{支路 } j \text{ 无故障警报信息} \\ 1, & \text{支路 } j \text{ 有故障警报信息} \end{cases} \quad (2)$$

针对(2)式发出的故障警报，确定其故障警报具体位置，定义成 AI 技术矩阵 A ，则有：

$$A = \begin{pmatrix} 1 & & \dots & & & & & & 0 \\ 1 & 1 & & & & & & & \\ & 1 & 1 & & & & & & \\ & & 1 & 1 & & & & & \vdots \\ \vdots & & & 1 & 1 & & & & \\ & & & & 1 & 1 & & & \\ & & & & & 1 & 1 & 0 & 1 \\ & & & & & & 1 & 1 & \\ & & & & & & & 1 & \\ 0 & & \dots & & & & & & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

其故障位置警报矩阵定义为 R ，根据位置矩阵 R 与故障警报矩阵 G 和模型矩阵 A 的关系，归一化计算符号定义为 $\&$ ，则有：

$$R = \&AG(AG) \quad (4)$$

将配电网故障分为母线故障、变压器故障、电源故障、线路故障四种，则故障警报矩阵 G 为：

$$G = \begin{pmatrix} 0 & & & & & & & & \\ & 0 & & & & & & & \\ & & 1 & & & & & & \\ & & & 1 & & & & & \\ & & & & 0 & & & & \\ & & & & & 0 & & & \\ & & & & & & 0 & & \\ & & & & & & & 0 & \\ & & & & & & & & 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

位置矩阵 R 为：

$$R = \begin{pmatrix} 0 & & & & & & & & \\ 0 & 0 & & & & & & & \\ & 0 & 0 & & & & & & \\ & & 1 & 0 & & & & & \\ & & & 1 & 0 & & & & \\ & & & & 0 & 0 & & & \\ & & & & & 0 & 0 & & \\ & & & & & & 0 & 0 & \\ & & & & & & & 0 & 0 \\ & & & & & & & & 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

根据故障警报矩阵 G 和位置矩阵 R 则可以判断配电网故障警报发出的具体位置。

根据配电网位置确定配电网故障元件，需要 AI 技术诊断配电网故障规则。针对四种配电网故障，提出配电网故障诊断规则。

AI 技术诊断配电网故障时，并未监测到上述故障，则表示配电网运行正常。基于 AI 技术诊断配电网故障流程，如图 5 所示。

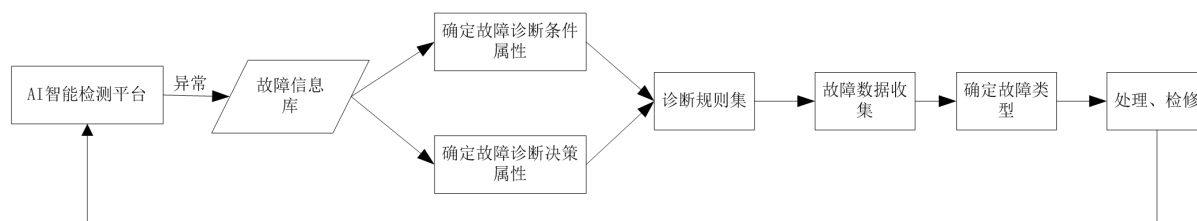


Figure 5. Flow chart of distribution network fault diagnosis

图 5. 配电网故障诊断流程图

6. 结束语

综上所述, 利用 AI 技术对配电网故障进行快速数据采集、归类及自学习, 提高自动故障诊断的准确性, 对配电网故障诊断中的应用研究具有十分重要的意义, 目前的配电网建设结构和规模虽已经满足人们的日常所需和社会经济发展需求, 但其庞大的结构体系和错综复杂的线路连接, 影响着配电网检修人员对配电网故障的诊断。AI 技术可以帮助配电网检修人员确定配电网故障位置、故障原因、故障零件。但是配电网的故障诊断影响着配电网检修的速度、恢复程度, 为此必须不断深入研究配电网故障诊断方法, 以期加快配电网检修速度, 提高配电网故障诊断的准确率。

基金项目

本课题得到浙江理工大学本科生科研创新计划重点项目(2019ZD-28)资助。

参考文献

- [1] 中国电子技术标准化研究院. 人工智能标准化白皮书(2018 版) [Z]. 北京: 中国电子技术标准化研究院, 2018: 37-42.
- [2] 陶飞达, 黄智鹏, 王东芳, 等. 配电网故障智能诊断技术综述[J]. 机电工程技术, 2020, 49(1): 16-18.
- [3] 刘杰荣, 张耀宇, 关家华, 等. 基于量测大数据和数学形态学的配电网故障检测及定位方法研究[J]. 智慧电力, 2020, 48(1): 97-104.
- [4] 许子非, 岳敏楠, 李春基. 基于改进变分模态分解与支持向量机的风力机轴承故障诊断[J]. 热能动力工程, 2020, 35(1): 5-7.
- [5] 杨文字, 谢应明, 闫坤, 等. 基于灰色关联 BP 神经网络的压缩式蓄冷系统中的水合物生成量预测[J]. 化工进展, 2020, 39(7): 5-10.
- [6] 何昊晨, 张丹红. 基于多维社交关系嵌入的深层图神经网络推荐方法[J]. 计算机应用, 2020, 40(7): 3-8.
- [7] 王秋杰, 金涛, 梅李鹏, 等. 基于模型分层的配电网故障诊断方法[J]. 电力自动化设备, 2020, 40(1): 73-79.
- [8] 贾志成, 张智晟, 刘远龙, 等. 基于 RS-SVM 算法的配电网故障诊断方法[J]. 广东电力, 2019, 32(9): 107-114.
- [9] 杨挺, 黄志勇, 盆海波, 张亚健, 牛宇卿. 基于拓扑势均衡的配电网信息物理系统规划算法[J]. 电网技术, 2017(12): 3988-3995.
- [10] Lin, X., Zhao, F. and Wu, G. (2012) Universal Wavefront Positioning Correction Method on Traveling-Wave-Based Fault-Location Algorithms. *IEEE Transactions on Power Delivery*, **27**, 1601-1610. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2012.2190108>