



DBN 深度学习算法在反窃电系统中的应用

李丹丹, 葛冰玉, 黄文雯, 谢磊, 钱升起

(国家电网有限公司信息通信分公司, 北京 100761)

摘要: 随着经济的发展, 电力需求逐渐增大, 但由于电力系统在电量自动化的技术方面相对落后, 窃电现象屡禁不止。传统的反窃电手段一般都围绕加强电能计量装置进行技术改造, 管理效率较低, 而深度学习的目的是利用构建多层神经网络模型的方法来学习图像、文本、语音等数据的潜在特征, 在分类问题上有很好的效果, 在众多复杂领域成功应用的深度学习算法为解决反窃电问题提供了新的有效途径。主要介绍了 DBN 的结构与学习算法和基于 DBN 算法的反窃电模型, 最后进行了实验, 对结果进行了分析。

关键词: 深度学习; 反窃电系统; DBN

中图分类号: TM76

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019038

Application of DBN deep learning algorithm in anti stealing electricity system

LI Dandan, GE Bingyu, HUANG Wenwen, XIE Lei, QIAN Shengqi

State Grid Information & Telecommunication Co., Ltd., Beijing 100761, China

Abstract: With the development of economy, the electric power demand increases gradually, but because of the relative backwardness in the automation of electricity, the phenomenon of electric stealing is common. But the traditional anti electric stealing means generally centered around how to strengthen the technical transformation of the electric energy metering device, and the management efficiency is low. The purpose of deep learning is to use the method of constructing the multi-layer neural network model. To learn the potential features of image, text, voice and other data, it also has good effect on the classification problem. The successful application of the deep learning algorithm in many complex fields provides a new effective way to solve the problem of anti stealing electricity. The structure and learning algorithm of DBN and the anti-stealing model based on DBN algorithm was mainly introduced. Finally, experiments were carried out and the results were analyzed.

Key words: deep learning, anti stealing electricity system, deep belief network

1 引言

随着我国经济的快速发展, 各行业的用电需

求量不断增大, 电力工业在国民经济的所有部门中扮演提供基础动力的角色。供电企业作为基础产业之一, 在计算机及通信和网络技术方面都有



较快的发展,广泛应用了自动化技术、信息技术等通信技术,但仍然存在很大的问题,例如在电量自动化管理方面技术落后、窃电现象屡禁不止等。许多用电客户在利益的驱使下,利用电力设备及管理等方面的漏洞,使用多种方法实施窃电行为,使用方法层出不穷,有反接、调相序、伪造铅封、跨接、使用电磁干扰、改极性等,造成了巨大的经济损失。

而传统的反窃电手段都是围绕如何加强电能计量装置进行技术改造的,但随着反窃电技术的提高,针对新技术的窃电技术也在不断更新。各电力企业公司根据多年的经验,针对不同的窃电手段形成的防范措施大都集中在硬件上,且没有很好的软件系统提供支持,管理效率较低,因此引入大数据平台来处理海量数据显得非常有必要。

深度学习的目的是利用构建多层神经网络模型的方法来学习图像、文本、语音等数据的潜在特征,训练数据逐层进行传递。与传统的神经网络学习方法相比,深度学习算法的优势在于单独训练各层神经网络,使训练效率和准确度都有很大的提高。深度学习算法采用的是无监督学习方式,解决了传统神经网络易陷入局部极小值的问题。深度学习算法不仅被应用于预测领域,在分类问题上也有很好的效果,这也是将深度学习应用于反窃电问题的理论前提。在众多复杂领域成功应用的深度学习算法为解决反窃电问题提供了新的有效途径。

2 DBN 的结构与学习算法

DBN (deep belief network, 深度置信网络) 模型最早是由 Hinton 等人于 2006 年首次提出的, DBN 的模型结构如图 1 所示。可以看出 DBN 是由多个 RBM (restricted Boltzmann machine, 受限玻尔兹曼机) 叠加在一起形成的。DBN 由可见层、多个隐藏层和输出层构成,可见层同时也是输入层。

Hinton 等人提出的 DBN 学习算法,通过一个

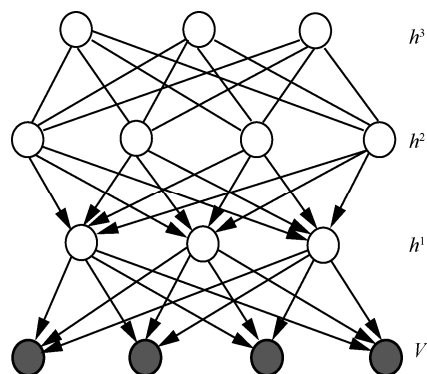


图 1 DBN 模型结构

个 RBM 的训练来最终达到 DBN 学习的目的,即一层一层地训练,该训练主要分为两个步骤,首先是自下而上,单独且无监督地训练每一层 RBM。由于单独训练每层的 RBM 不会对其他层的 RBM 造成影响,因此对每一层的训练能够得到该隐藏层对可见层的较好表达,但整个 DBN 模型不能对输入数据做较好的表达。为了改善 DBN 这个缺陷,一般会在 DBN 的最后加上一层有监督的学习网络,本文采用 BP 神经网络,以实现对整个 DBN 自顶向下的微调。这个微调过程可以看作 BP (back propagation) 神经网络初始化权值的过程。这种调整能够改善 BP 神经网络易陷入局部最优以及训练时间过长的问題。因此第二个步骤就是最后一层 BP 神经网络在接收前面 RBM 的输出后,有监督地训练微调 BP 神经网络。这两个步骤被研究者分别取名为预训练和微调。

对于有监督学习网络,可根据具体应用场景的不同,选择不同的有监督学习算法。DBN 神经网络训练效率较其他深度神经网络模型都要高,得益于其可以简化为对多个 RBM 的训练,而 RBM 的训练又可以通过对比散度算法进行快速训练,极大地提高了训练的效率。

3 基于 DBN 算法的反窃电模型

深度学习算法在语音识别、图像识别等诸多领域已经取得了显著的应用成果,但将深度学习算法应用到反窃电领域的还没有先例。基于 DBN

算法的反窃电模型的设计思想是将处理过的数据分为训练数据集和测试数据集,利用训练数据集数据训练 DBN 模型,再用训练好的模型对测试数据集进行验证,得到该算法的分类准确性,其流程如图 2 所示。

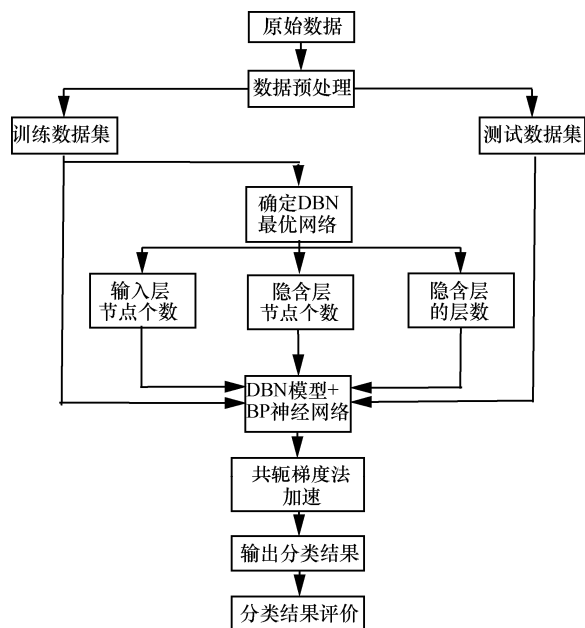


图2 基于 DBN 算法的反窃电流程

首先是准备数据。利用已收集到的用户用电及窃电数据,对原始数据做预处理,分成训练数据集和测试数据集两部分。

其次,利用训练数据集来构建 DBN 模型。采用实验分析方式确定 DBN 模型的参数,进而确定 DBN 的最优网络结构。这个过程有 3 个内容需要确定,分别是输入层的节点个数、隐含层的层数和各隐含层所包含的节点个数。在 DBN 的学习算法中关于权重更新的问题上,本文提出了两种方法,一种方法是通过实验的方式来确定权重的取值,另一种方法是通过讨论更新权重,并比较二者的差异。针对具体的用电数据,确定使用哪种方法能够获得更好的效果。在 DBN 算法中还涉及了其他参数,包括学习率以及算法中的常量值等,这些参数对结果的影响也很大,因此对这些参数的选定也做了

一定的研究。通过上述内容来创建基于 DBN 算法的反窃电模型。

再次,构建 DBN 算法和共轭梯度算法相结合的预测模型。在用训练数据集对 DBN 模型进行训练的过程中,由于受到算法的限制和数据量比较大等因素影响,训练速度往往比较慢,为了加快训练的速度,笔者用一个与网络权重 W 相关的函数来表示实际输出与目标输出间的误差,并用共轭梯度法不断地调整权重矩阵,最终得到使得该误差函数最小的权重矩阵 W ,即将 DBN 算法与共轭梯度法相结合的反窃电模型。

最后,进行结果对比。对相同的训练数据集和测试数据集,利用几个经典的参数模型和前馈神经网络进行汇率的预测,并将预测结果与 DBN 模型的结果相比较。比较测试数据集分类的准确性,分析将窃电用户判定为非窃电用户、将非窃电用户判定为窃电用户这两种误判的比例。

4 实验与预期结果分析

在实验过程中,对于去除如用户名、用户 ID、日期、逻辑地址等不相关因素的输入层,将当天用电量、峰值、谷值、累积用电量、峰值、谷值、当天气温峰值、气温谷值作为相关因素输入 DBN 模型中。

实验结果显示,当隐含层节点数为 16 时,对于反窃电问题实验的分类准确性最高。接下来,考虑具有两层隐含层情况的 DBN 模型。该具有两层隐含层的 DBN 模型输入节点数为 8,第一层神经元个数为 16,然后将第二层神经元个数在 3~20 变化。表 1 列出了隐含层为两层时,不同隐含层节点个数对分类准确性的影响。实验结果表明,当第二层隐含节点数为 8 时,分类准确度最好,因此,本文将 DBN 的第二个隐含层节点数设置为 8。

为了验证 DBN 方法与其他方法相比是否有更加优异的表现,本文在采用相同训练数据、测试数据的基础上,与 BP 神经网络方法、朴素贝叶



表1 DBN的第二隐含层的节点数对分类结果的影响

隐含层节点个数	分类准确性
4	90.2%
8	98.6%
12	88%
16	87%
20	86.4%

斯分类法、决策树分类法、逻辑回归分类法 4 种方法在反窃电问题的分类准确性方面进行了对比。本文借助了西安交大-美林数据挖掘研究中心研发的 Pluto 分析挖掘平台和 Tempo 平台来进行实验,调用已经封装好的算法模型,通过修改参数,传入数据文件的方式得到训练验证结果,再对结果进行计算整理,实验结果见表 2。

表2 各算法结果对比

项目	测试精度		
	False	True	总体
DBN 算法	98.88%	84.54%	98.60%
BP 神经网络分类	99.87%	38.14%	98.68%
朴素贝叶斯分类	99.32%	49.09%	98.19%
决策树分类	91.64%	39.18%	88.36%
逻辑回归分类	97.03%	30.93%	97.65%

表 2 中“False”表示将 false 正确判定为 false 的准确率,“True”表示将 true 正确判定为 true 的准确率。通过实验结果分析得出,BP 神经网络分类法、朴素贝叶斯分类法和逻辑回归分类法虽然总体的准确率比较高,但是在将 true 判定为 true 类问题上准确率较低,实验结果不理想。决策树分类法总体精度不高且对 true 类型判定也效果不好。而 DBN 算法无论是在将 false 判定为 false 问题上还是在将 true 判定为 true 的问题上都有较好的测试准确率。综上,可以得出,DBN 算法在反窃电问题上相较于这 4 类传统方法有更好的分类准确度。

5 结束语

本文将 DBA 算法理论模型应用到反窃电的

分类问题当中,最终确定了 DBN 反窃电模型结构,其输入层的节点数为 6;隐含层的层数为 2,其中第一层隐含层的神经元个数为 16,第二层隐含层的神经元个数为 8;输出层神经元的个数为 1。相较于其他数据挖掘算法,DBA 算法在反窃电问题上确实有其优势。通过对 DBN 算法的研究,相信在不久的将来,电力系统将会大规模应用本算法来解决反窃电问题,为电网节约反窃电成本,提高电力系统服务水平。

参考文献:

- [1] 张燕. 非线性系统的神经网络预测控制研究[D]. 天津: 南开大学, 2004.
ZHANG Y. Research on neural network predictive control for nonlinear systems[D]. Tianjin: Nankai University, 2004.
- [2] 王巍娟. 基于隐层改进的 BP 网络在织物染色配色中的应用研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2009.
WANG W J. Application research of improved BP network based on hidden layer in fabric dyeing and color matching[D]. Qingdao: Qingdao University, 2009.
- [3] WANG Z D, WANG B H, YAN T, et al. A distributed optical fiber monitoring system for anti-stealing of oil pipelines [J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 2008(4): 20
- [4] 杨新佳. 基于神经网络的教学质量评价模型研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2011.
YANG X J. Research on teaching quality evaluation model based on neural network[D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2011.
- [5] 黄丹, 黄伯元. 人工神经网络及其在医疗卫生中的应用[J]. 卫生职业教育, 2005, 24(4): 118-119.
HUANG D, HUANG B Y. Artificial neural network and its application in medical and health care[J]. Health Vocational Education, 2005, 24(4): 118-119.
- [6] 王映乔. 基于神经网络的汇率预测及系统设计[D]. 成都: 西南财经大学, 2007.
WANG Y Q. Exchange rate prediction and system design based on neural network[D]. Chengdu: Southwestern University of Finance and Economics, 2007.
- [7] 周开利, 康耀红. 神经网络模型及其 MATLAB 仿真程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

- ZHOU K L, KANG Y H. Neural network model and MATLAB simulation program design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005.
- [8] SAHU S, SHANDILYA S K. A comprehensive survey on intrusion detection in MANET[J]. International Journal of Information Technology and Knowledge Management, 2010, 2(2): 305-310.
- [9] 卢伟伟. Web 文本信息过滤方法研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.
- LU W W. Web text information filtering method research[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2007.
- [10] 潘晓. 基于神经网络的相机标定[D]. 西安: 西安科技大学, 2010.
- PAN X. Camera calibration based on neural network[D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2010.
- [11] 张怡. 基于深度学习的电力系统扰动后频率预测[D]. 济南: 山东大学, 2018.
- ZHANG Y. Deep learning based frequency prediction after power system disturbance[D]. Jinan: Shandong University, 2018.

[作者简介]



李丹丹(1990-), 女, 国家电网有限公司信息通信分公司工程师, 主要从事电力数据库方面的研究工作。

葛冰玉(1990-), 女, 国家电网有限公司信息通信分公司工程师, 主要从事电力通信信息安全方面的研究工作。

黄文雯(1989-), 女, 国家电网有限公司信息通信分公司工程师, 主要从事云计算方面的研究工作。

谢磊(1989-), 男, 国家电网有限公司信息通信分公司工程师, 主要从事信息系统应用层运维方面的研究工作。

钱升起(1991-), 男, 国家电网有限公司信息通信分公司工程师, 主要从事电力通信方面的研究工作。