

检索报告

2018 级 电气工程及其自动化 院系 电气工程 专业

学 号 180127041

姓 名 梁世佳

一 课题的分析

1、 课题的名称：

机器学习在电力系统负荷预测的应用

2、 课题涉及到的主要概念进行分析

剖析出相关概念、隐含概念，从而拟出检索的中英文检索词。

从课题字面上选		从课题内涵选（同义词、近义词、上下位词）	
中文（英文）		中文（英文）	
机器学习	machine learning	深度学习	deep learning
电力系统	power system、electric power system、power systems	大数据	large data、big data
负荷预测	load forecasting load forecast load prediction	神经网络	Neural network neural networks
		电网	power network、power grid
		负载/负荷	load
		人工智能	artificial intelligence、AI
		算法	algorithm(s)
		精度	accuracy

3、 总体检索思路

你目前对这个课题了解的大致情况，以及你希望解决的问题。由此你准备如何展开（国内、国外、年限、文献类型）。

电力负荷分析与预测：电力负荷预测是制定发电计划和电力系统发展规划的基础，精确的负荷预测对于电力系统经济、安全、可靠地运行具有重要意义。

我国工业用电在全社会用电中所占的比例比较大，工业用户准确的负荷预测可以降低用电成本，对电力系统规划和优化运行有着重要的作用。随着智能电网时代的发展，电力用户侧数据量剧增，传统的负荷预测方法难以应付更大的数据量和更强的随机性。

希望解决的问题：找到合适的模型对电力负荷进行预测，能达到较高的准确率。

搜索国内外机器学习用在电力负荷预测的算法，对它们的准确性进行对比。对过去 20 年的参考文献进行阅读，研究的课题主要运用场景在国内，故搜索的参考文献基本以中文为主，外文文献参考经典的文献。

二 检索过程记录

该部分为综合检索报告的主体部分，主要分为网络资源、图书资料、中文期刊、外文期刊以及其他文献检索。包括对所选用的数据库、检索年限、检索词、检索策略（即逻辑检索

表达式)以及检索结果等的记录。

1 百度学术

1.1 检索式

检索词=机器学习,电力负荷预测 AND 时间= 1998 - 2018

1.2 找到的结果(截图第一页)

福大图书馆

电子资源

纸质资源

全部免费

时间

1998-2018

领域

电气工程 (141)

计算机科学与... (82)

仪器科学与技术 (23)

+

核心

中国科技核心... (106)

北大核心期刊 (94)

CSCD 索引 (47)

+

获取方式

免费下载 (243)

登录查看 (163)

付费下载 (0)

+

关键词

找到505条相关结果

按被引量

研究点分析

机器学习

电力负荷预测

支持向量机

模式识别

数据挖掘

统计学习理论

相关热搜词

1 机器学习 4915 次检索

2 支持向量机 2524 次检索

3 遗传算法 3609 次检索

4 数据挖掘 3931 次检索

5 电力负荷预测 912 次检索

6 模式识别 5413 次检索

7 统计学习理论 1222 次检索

8 人工智能 3222 次检索

9 决策树 3433 次检索

10 神经网络 5197 次检索

新浪微博网信息传播分析与预测

微博内容三类综合特征,使用机器学习的分类方法,对给定微博的用户转发行为进行预测...北京市电力公司刘波国防科技大学计算机学院郑曙安徽工业大学计算机学院罗军舟...

曹玖新, 吴江林, 石伟, ... - 《计算机学报》 - 被引量: 102 - 2014年

来源: 万方 / 知网 / 维普 / 道客巴巴 / or.nsfc.gov.cn

收藏 引用 批量引用 免费下载

基于支持向量机的故障智能诊断方法研究

支持向量机是一种基于统计学习理论的机器学习方法,它很好地执行了统计学习理论的...翟永杰 基于支持向量机的故障智能诊断方法研究[D].河北:华北电力大学,2004...

翟永杰 - 《华北电力大学(河北)》 - 被引量: 94 - 2004年

来源: 万方 / 知网 / 豆丁网 / 道客巴巴 / 百度文库

收藏 引用 批量引用 免费下载

基于蚁群支持向量机的短期负荷预测

在统计学习理论基础之上发展起来的针对小样本数据且具有优良推广性能的机器学习...魏俊,周步祥,林楠 基于蚁群支持向量机的短期负荷预测 电力系统保护与控制,2009魏...

魏俊, 林楠 - 《电力系统保护与控制》 - 被引量: 61 - 2009年

来源: 万方 / 知网 / 维普 / 《电力系统保护与控制... / 爱学术

学术很专业,搜索很简单,给你一个无广告的搜索APP

1.3 你选定的最相关的结果(要求必须可直接看原文)

基于蚁群支持向量机的短期负荷预测

第37卷 第4期
2009年2月16日

电力系统保护与控制
Power System Protection and Control

Vol.37 No.4
Feb.16, 2009

基于蚁群支持向量机的短期负荷预测

魏俊¹, 周步祥¹, 林楠², 邢义¹

(1.四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065; 2.四川电力职业技术学院, 四川 成都 610072)

摘要: 支持向量机(SVM)是一种在统计学习理论基础之上发展起来的针对小样本数据且具有优良推广性能的机器学习方法,阐述了SVM的基本原理及特性,并采用一种新的适用于连续问题的蚁群优化算法(MG-CACO)对SVM核函数的参数进行了优化,同时介绍了基于MG-CACO算法的支持向量机技术的设计思想和特点,并对一实际电网的短期负荷预测进行了实例研究,其结果验证了基于MG-CACO算法的支持向量机预测方法提高了预测精度,此方法在短期负荷预测中的可行性和有效性。

关键词: 支持向量机; 连续蚁群算法; 参数优化; 短期负荷预测

1.4 说明选择该文的原因,从中你是否有新的想法(线索)

该文的被引量最高,从搜索的结果来看,大部分论文所研究的负荷预测以短期负荷为主,考虑是什么原因导致的。

2 图书搜索（读秀）

要求查找与你课题有关的信息，主要是相关的概念、或者涉及到的具体的研究方法、实验方法的介绍。

2.1 检索式

书名= 电力负荷预测 AND 分类：工业技术

2.2 具体的检索结果，即概念的解释、研究方法或实验方法具体的操作过程等（截图表示）。

张谦著. 智能电力负荷预测系统研究与实现[M]. 中国质检出版社；中国标准出版社. 2013.

第 2 章 经典电力负荷预测方法	(6)
2.1 电力负荷预测概述	(6)
2.2 数据预处理技术	(7)
2.3 回归分析预测方法	(8)
2.4 时间序列预测方法	(14)
2.5 灰色预测方法	(18)
2.6 优选组合预测方法	(23)
第 3 章 智能电力负荷预测方法	(29)
3.1 考虑气象因素影响的神经网络预测方法	(29)
3.2 考虑气象影响因素的重大节日负荷预测方法	(39)
3.3 基于质量控制图的自适应神经网络预测方法	(42)
3.4 基于支持向量机的神经网络负荷预测方法	(54)
3.5 预测模型误差分析与精度判断	(60)

牛东晓，曹树华，卢建昌等编著. 电力负荷预测技术及其应用[M]. 北京：中国电力出版社. 2009.

负荷预测的概念和原理

第一节 负荷预测概念和原理

电力系统的任务是给广大用户不间断地提供优质电能,满足各类负荷的需求。

一、负荷预测概念

负荷是指电力需求量或者用电量,即广义负荷,而需求量是指能量的时间变化率,即功率。也可以说,负荷是发电厂、供电地区或电网在某一瞬间所承担的工作负荷。对用户来说,用电负荷是指连接在电网的用户所有用电设备在某一瞬间所消耗的功率之和。

1. 负荷按物理性能划分

负荷按物理性能分为有功负荷和无功负荷。

(1) 有功负荷:是把电能转换为其他能量,并在用电设备中真实消耗掉的能量,计算单位为 kW (千瓦)。

(2) 无功负荷:在电能输送和转换过程中,需要建立磁场(如变压器、电动机等)而消耗的功率。它仅完成电磁能量的相互转换,并不做功,在这个意义上称为“无功”,计算单位为 kvar (千乏)。

2. 负荷按电能的划分

负荷按电能的产、供、销生产过程分为发电负荷、供电负荷和用电负荷。

(1) 发电负荷:指某一时刻电网或发电厂的实际发电出力的总和,计算单位为 kW。

(2) 供电负荷:指供电地区内各发电厂发电负荷之和,减去发电及供热厂用电负荷,加上从供电地区外输入的负荷,再减去向供电地区外输出的负荷,计算单位为 kW。

(3) 用电负荷:指地区供电负荷减去线路和变压器中的损耗后的负荷,计算单位为 kW。

3. 负荷按时间的划分

负荷按时间分为年、月、日、时、分负荷。

4. 售电量及用电量

(1) 售电量:是指电力企业售给用户(包括趸售户)的电量及供给本企业非电力生产(如修配厂用电)、基本建设、大修理和非生产部门(如食堂、宿舍)等所使用的电量。

(2) 用电量,是指电网(或电力企业)的售电量与自备电厂自发自用电和其售给附近用户的电量之和。

王建军著.智能挖掘电力负荷预测研究及应用[M].北京:中国水利水电出版社.2013.

第3章 基于知识挖掘技术的智能负荷预测综述	54
3.1 知识挖掘理论及研究现状	54
3.2 利用知识挖掘理论结合智能预测方法的必要性	63
3.3 利用知识挖掘结合智能负荷预测的研究思路	65
3.4 基于知识挖掘技术的负荷数据规范设计	67
3.5 基于知识挖掘的数据预处理研究	73
第4章 基于知识挖掘技术的BP网络日负荷曲线预测研究	78
4.1 日负荷曲线预测及预测方法选择	78
4.2 仅含负荷数据下基于相似度的BPNN协同日负荷曲线预测	79
4.3 含天气数据时基于知识挖掘的BPNN协同日负荷曲线预测	83
第5章 基于知识挖掘的自适应参数的支持向量机协同中长期负荷预测研究	91
5.1 中长期智能负荷预测方法选择支持向量机的理由	91

3 中文论文检索（期刊论文、学位论文、会议论文）

3.1 检索式（最终的）

(AB = 机器学习+神经网络+大数据+深度学习+人工智能) AND (AB=负荷预测)

3.2 检索平台设置和检索结果页面需截图（最终的 图中必须体现检索结果的条数）

知网 (CNKI) 文献检索平台

跨库选择(4)

作者发文检索 句子检索 一框式检索

(AB = 机器学习+神经网络+大数据+深度学习+人工智能) AND (AB=负荷预测)

检索表达式语法

检索

发表时间: 从 到

网络首发 增强出版 数据论文

可检索字段:
SU=主题, TI=题名, KY=关键词, AB=摘要, FT=全文, AU=作者, FI=第一责任人, AF=机构, JN=文献来源, RF=被引文献, YE=年, FU=基金, CLC=中图分类号, SN=ISSN, CN=统一刊号, IB=ISBN, CF=被引频次

示例:
1) TI='生态' and KY='生态文明' and (AU % '陈*王') 可以检索到篇名包括'生态'并且关键词包括'生态文明'并且作者为'陈'姓和'王'姓的所有文章;
2) SU='北京''奥运' and FT='环境保护' 可以检索到主题包括'北京'及'奥运'并且全文中包括'环境保护'的信息;
3) SU=('经济发展'+可持续发展)'转变'+泡沫' 可检索'经济发展'+可持续发展'有关'转变'的信息, 并且可以去除与'泡沫'有关的部分内容。

分组浏览: 主题 发表年度 研究层次 作者 机构 基金

工程技术(自科)(1490) 基础与应用基础研究(自科)(391) 行业技术指导(自科)(48) 基础研究(社科)(33) 行业指导(社科)(23)
高级科普(自科)(21) 专业实用技术(自科)(7) 职业指导(社科)(3) 政策研究(自科)(3) 标准与质量控制(自科)(2) 基础教育与中等职业教育(1)

排序: 相关性 发表时间 被引 下载

中文文献 外文文献

列表 摘要

每页显示: 10 20 50

已选文献: 5 清除 批量下载 导出/参考文献 计量可视化分析

找到 2,198 条结果 1/110

	题名	作者	来源	发表时间	数据库	被引	下载	阅读
1	基于XGBoost算法的新型短期负荷预测模型研究	陈剑强; 杨俊杰; 楼志斌	电测与仪表	2018-12-11 10:44	期刊	58	HTML	
2	地铁冰蓄冷空调系统负荷预测研究	陈哲; 张九根; 陈洁	现代电子技术	2018-12-03 17:30	期刊	36	HTML	
3	开放售电环境下用户短期负荷预测方法	杨本臣; 张军; 于坤鹏	电工电能新技术	2018-11-30 16:12	期刊	29	HTML	
4	基于AMPSO-EIman的微电网短期负荷预测	刘晓悦; 孙海鹤	工业控制计算机	2018-11-25	期刊	16	HTML	
5	一种改进果蝇算法优化神经网络短期负荷预测模型	王亚琴; 王耀力; 王力波; 常青	电测与仪表	2018-11-25	期刊	6	HTML	
6	GRU神经网络短期电力负荷预测研究	周萍; 高雷; 李晨光; 姜展龙	科技创新与应用	2018-11-22	期刊	75	HTML	
7	智能配电网大数据典型应用场景研究	戴庆华; 晏治喜; 李铭钧; 陈跃辉; 朱亮	电力大数据	2018-11-21	期刊	4	HTML	
8	基于深度神经网络的中期电力负荷预测	王军	重庆工商大学学报(自然科学版)	2018-11-12	期刊	156	HTML	
9	基于时间序列嵌入的电力负荷预测方法	田英杰; 苏运; 郭乃网; 姚博; 施悦	计算机应用与软件	2018-11-12	期刊	19	HTML	
10	基于深度森林算法的电力系统短期负荷预测	陈吕鹏; 殷林飞; 余清; 王克英	电力建设	2018-11-01	期刊	151	HTML	
11	城市燃气小时负荷预测模型研究	刘金源	工业加热	2018-10-30	期刊	16	HTML	

3.3 选择最有代表性的论文 15 篇，并针对其中 10 篇具体说明选择的理由。（要求 3 种文献类型都要，以参考文献的格式）

选择理由：以下 6 篇文章在最终检索结果中被引次数最多的，且是中国电气工程学报或中南大学学报(自然科学版)上的文章，有较大的参考性。从时间跨度来说，有 2000 年左右的，也包含最近 3 年的文章。

<input checked="" type="checkbox"/>	1	短期负荷预测的支持向量机方法研究	李元诚; 方廷健; 于尔铿	中国电机工程学报	2003-06-30	期刊	540	2281	📈	🔗
<input type="checkbox"/>	2	BP神经网络的改进研究及应用	刘天舒	东北农业大学	2011-04-08	硕士	368	13471	📈	🔗
<input checked="" type="checkbox"/>	3	基于数据挖掘的SVM短期负荷预测方法研究	牛东晓; 谷志红; 邢锦; 王会青	中国电机工程学报	2006-06-25	期刊	239	3070	📈	🔗
<input checked="" type="checkbox"/>	4	基于遗传算法优化参数的支持向量机短期负荷预测方法	吴景龙; 杨淑霞; 刘承水	中南大学学报(自然科学版)	2009-02-15	期刊	219	3246	📈	🔗
<input checked="" type="checkbox"/>	5	基于神经网络的负荷组合预测模型研究	谢开贵; 李春燕; 周家启	中国电机工程学报	2002-07-30	期刊	218	1118	📈	🔗
<input type="checkbox"/>	6	基于神经网络的电力系统短期负荷预测研究	周佃民; 管晓宏; 孙健; 黄勇	电网技术	2002-02-24	期刊	207	1296	📈	🔗
<input checked="" type="checkbox"/>	7	电力用户侧大数据分析与并行负荷预测	王德文; 孙志伟	中国电机工程学报	2015-02-05	期刊	156	9346	📈	🔗
<input type="checkbox"/>	15	基于神经网络的电力系统短期负荷预测研究	谢宏	中国电机工程学报	2002-01-30	期刊	152	898	📈	🔗
<input checked="" type="checkbox"/>	16	智能配电网大数据应用需求和场景分析研究	刘科研; 盛万兴; 张东霞; 贾东梨; 胡丽娟	中国电机工程学报	2015-01-20	期刊	110	5815	📈	🔗
<input type="checkbox"/>	17	基于支持向量机的电力系统短期负荷预测	潘峰; 程清忠; 杨镇非; 张磊; 潘震东	电网技术	2004-11-05	期刊	150	970	📈	🔗

中国电机工程学报

Proceedings of the CSEE

核心期刊 SA JST Pж(AJ) EI CSCD

中南大学学报(自然科学版)

Journal of Central South University(Science and Technology)

核心期刊 CA SA EI CSCD

以下对 6 篇文章进行说明：

[1]李元诚,方廷健,于尔铿.短期负荷预测的支持向量机方法研究[J].中国电机工程学报,2003(06):55-59.

此文章的参考文献基本都是外文的，一般来看，负荷预测最先发展是在国外，具有可借鉴性，在后续的外文参考文献会借鉴本文的所引用的外文参考文献。

的应用。研究结果表明,应用SVM方法比BP神经网络法有更高的预测精度和鲁棒性,SVM法比BP网络之所以性能更优,其原因在于BP网络不能得到全局解,因为它采用梯度下降法优化权值,这一优化过程只能保证收敛到其中的一个点,而在SVM算法中,训练SVM就相当于解决一个线性约束的二次规划问题,因而SVM的解是唯一的、全局的和最优的。

SVM算法以及产生这一算法的统计学习理论,第一次提出了小样本统计学问题,为解决有限样本情况下机器学习问题提供了有力的理论基础。

参考文献

- [1] Liu K. Comparison of very short-term load forecasting technique[J]. IEEE Trans. Power Systems, 1996,11(2): 877-882.
- [2] Hippert H S, Pefreira C E, Souza R C. Neural network for short-term load forecasting: A review and evaluation[J]. IEEE Trans. Power Systems, 2001,16(2): 44-54.
- [3] Muller K R, Smola A J, Ratsch G, et al. Prediction time series with support vector machines[C]. In Proc. of ICANN'97, Springer LNCS 1327, Berlin, 1997, 999-1004.
- [4] Papadakis S E, Theoharis J B, Kiarizis S J, et al. A novel approach to short-term load forecasting using fuzzy neural net-works[J]. IEEE Trans. Power Systems, 1998,13(2): 480-492.
- [5] Vapnik V, Golowich S, Smola A. Support vector method for function approximation, regression estimation, and signal processing[M]. Cambridge, MA, MIT Press, 1997, 281-287.
- [6] Smola A J. Regression estimation with support vector learning machines[D]. Technische Universität München, 1996.
- [7] Vapnik V N. The nature of statistical learning theory[M]. New York: Springer, 1995.
- [8] Mukherjee S, Osuna E, Girosi F. Nonlinear prediction of chaotic time series using support vector machines[C]. Proceedings of IEEE NNSP '97, Amelia Island, FL, 1997.
- [9] Smola A J, Schölkopf B. A tutorial on support vector regression[R]. NeuroCOLT Tech. Rep. TR 1998-030, Royal Holloway College, London, U.K., 1998.
- [10] Shevade S K, Keerthi S S, Bhattacharyya C, et al. Improvements to SMO algorithm for SVM regression[J]. IEEE Trans. on Neural Network, 2000,11(5): 1188-1193.

收稿日期: 2002-10-12。

作者简介:

李元诚(1970-)男,博士研究生,主要研究为基于人工智能技术的电力负荷预测与电力市场理论;

方廷健(1938-)男,研究员,博士生导师,主要研究方向为人工智能技术及其在电力系统中的应用;

于尔铿(1936-)男,教授,博士生导师,长期从事电力系统分析与控制的研究,近期主要研究方向为能量管理系统与电力市场。

(责任编辑 喻银凤)

[2]牛东晓,谷志红,邢棉,王会青.基于数据挖掘的SVM短期负荷预测方法研究[J].中国电机工程学报,2006(18):6-12.

本文所使用的预测方法与文献[1]所使用的方法相同,说明此方法在负荷预测上可行性。

基于数据挖掘的 SVM 短期负荷预测方法研究

牛东晓, 谷志红, 邢 棉, 王会青
(华北电力大学工商管理学院, 河北省 保定市 071003)

Study on Forecasting Approach to Short-term Load of SVM Based on Data Mining

NIU Dong-xiao, GU Zhi-hong, XING Mian, WANG Hui-qing
(School of Business Administration, North China Electric Power University, Baoding 071003, Hebei Province, China)

ABSTRACT: The support vector machine (SVM) has been successfully applied to the load forecasting area, but it has some disadvantages of very large data amount and slow processing speed. Using advantages of the data mining technology in processing large data and eliminating redundant information, a SVM forecasting system based on data mining preprocess was proposed to search the historical daily load with the same meteorological category as the forecasting day and to compose data sequence with highly similar meteorological features. Taking the new data sequence as the training data of SVM, the data amount was decreased and the processing speed was improved. This approach has achieved greater forecasting accuracy comparing with the method of single SVM and BP neural network.

KEY WORDS: power system; data mining; meteorological factor; support vector machines; short-term load forecasting

摘要: 支持向量机方法已成功地应用在负荷预测领域, 但在训练数据时存在数据处理量太大、处理速度慢等缺点。为此提出了一种基于数据挖掘预处理的支持向量机预测系统, 引用在处理大数据量、消除冗余信息等方面具有独特优势的数据挖掘技术, 寻找与预测日同等气象类型的多个历史短期

高的最大困难就是短期负荷受到多种随机干扰因素的影响和需要多种不同的预测模型拟合。其中, 对短期负荷曲线变化影响最大的干扰因素是气象因素, 如果不考虑气象因素, 无论采用何种技术建立预测模型, 均会导致预测失败, 且误差较大, 影响电网的稳定运行。目前, 其他研究人员一般情况下采用人工神经网络模型、遗传算法模型和小波分析模型^[1-4]进行短期负荷预测, 其中人工神经网络模型应用最为广泛。但普通神经网络模型^[5-6]大多不考虑气象因素影响, 并且出现了一些新的问题。例如, BP网络学习算法实际上是利用梯度下降法调节权值使目标函数达到极小, 而目标函数仅为各给定输入和相应输出差的平方和, 导致了BP网络过分强调克服学习错误而泛化性能不强; 隐单元的数目难以确定, 网络的最终权值受初始值影响大等。

最近, 由贝尔实验室的 Vapnik 等提出了一种被称为支持向量机(Support Vector Machines, SVM)的机器学习算法^[7-8], 它与传统的神经网络学习方法不

[3]吴景龙,杨淑霞,刘承水.基于遗传算法优化参数的支持向量机短期负荷预测方法[J].中南大学学报(自然科学版),2009,40(01):180-184.

在以上文章的基础上结合了新的算法,也从其他文献得知,将几种算法用来对负荷进行预测成为那个时期的主流。

基于遗传算法优化参数的支持向量机短期负荷预测方法

吴景龙 杨淑霞 刘承水

华北电力大学工商管理学院 北方联合电力有限责任公司 北京城市学院城市信息应用研究所

导出/参考文献 + 关注 分享 收藏 打印

摘 要: 通过研究参数选择和支持向量机预测能力的影响, 建立利用遗传算法优化参数的支持向量机负荷预测系统。通过遗传算法对支持向量机 (SVM) 预测模型的各项参数进行寻优预处理, 找到最优的参数取值, 然后, 代入支持向量机SVM预测模型中, 得基于遗传算法的支持向量机 (GA-SVM) 模型, 利用此模型对短期电力负荷进行预测研究。通过实例验证, 选择河北某地区2005-03-02至2007-05-22每天各个时段的数据进行分析, 并且选择SVM模型与BP (Back propagation) 神经网络进行对比。研究结果表明: 用GA-SVM算法得到的均方根相对误差仅为2.25%, 比用SVM模型和BP神经网络所得的均方根相对误差分别低0.58%和1.93%。所提出的测试方法克服了传统参数选择方法存在的缺点 (如研究者往往凭经验和有限的实验给定一组参数, 而不论参数制定的合理性), 提高了支持向量机的预测精度。

关键词: 遗传算法; 支持向量机; 参数优化; 负荷预测;

[4]谢开贵,李春燕,周家启.基于神经网络的负荷组合预测模型研究[J].中国电机工程学报,2002(07):85-89.

[5]王德文,孙志伟.电力用户侧大数据分析并行负荷预测[J].中国电机工程学报,2015,35(03):527-537.

[6]刘科研,盛万兴,张东霞,贾东梨,胡丽娟,何开元.智能配电网大数据应用需求和场景分析研究[J].中国电机工程学报,2015,35(02):287-293.

本文是综述类文章,总结了配电网大数据的来源和特征,从智能配电网中的应用场景出发,分别从配电网负荷预测、运行状态评估与预警、电能质量监测和评估、基于配电网数据融合的停电优化等方面进行分析,归纳了配电网大数据关联模型建模方法和配电网大数据分析手段。能够通过本文了解大数据在电网应用的背景知识。

DOI: 10.13334/j.0258-8013.pcsee.2015.02.004

文章编号: 0258-8013 (2015) 02-0287-07

中图分类号: TM 71

智能配电网大数据应用需求和场景分析研究

刘科研, 盛万兴, 张东霞, 贾东梨, 胡丽娟, 何开元

(中国电力科学研究院, 北京市 海淀区 100192)

Big Data Application Requirements and Scenario Analysis in Smart Distribution Network

LIU Keyan, SHENG Wanxing, ZHANG Dongxia, JIA Dongli, HU Lijuan, HE Kaiyuan

(China Electric Power Research Institute, Haidian District, Beijing 100192, China)

ABSTRACT: There are a lot of multi-source heterogeneous data in smart distribution network (SDN), and the scale and characteristics of these data in accordance with the all features of the big data. Firstly, the source and characteristics of big data in distribution network (DN) were summarized. Then, loads forecasting of DN, operation evaluation and warning in DN, and power quality monitoring and assessment were analyzed from the perspective of SDN application scenario. Bad data identification in multi-source data fusion was investigated from different application system and different data structure perspectives. In addition, the modeling method of data association and analytical approach of DN data were generalized. The powerful computation and analysis condition can become potential by using big data technique application in SDN. The analysis results from big data can provide strong support for plan and safety operation, and the health level of

关键词: 大数据; 智能配电网; 场景分析; 风险预警; 运行评估

0 引言

在信息技术中, 大数据是指无法在一定时间内, 用常规的工具软件(如现有数据库管理工具或数据处理应用)对其内容进行抓取、管理、存储、搜索、共享、分析和可视化处理的由数量巨大、结构复杂、类型众多数据构成的大型复杂数据集^[1-2]。大数据具有4V特点, 即高容量(Volume)、快速性(Velocity)、多样性(Variety)和价值密度低(Value)。大数据带来的挑战在于它的实时处理, 而数据本身也从结构性数据转向了非结构性数据, 因此使用关系数据库对大数据进行处理是非常困难的。

配电网处于电力系统的末端, 具有地域分布

分隔符

[7]贾振堂. 人工神经网络在智能电网中的应用回顾与展望[A]. 中国电工技术学会自动化及计算机应用专业委员会、中国电器工业协会设备网现场总线分会、全国电器设备网络通信接口标准化技术委员会. 2015 年全国智能电网用户端能源管理学术年会论文集[C]. 中国电工技术学会自动化及计算机应用专业委员会、中国电器工业协会设备网现场总线分会、全国电器设备网络通信接口标准化技术委员会: 中国电工技术学会自动化及计算机应用专业委员会, 2015: 10.

本文出自 2015 年全国智能电网用户端能源管理学术年会论文集。是一篇综述类文章, 有助于了解神经网络在负荷预测中过去几年的运用, 也为神经网络负荷预测提供新思路。

该学会在学术领域有一定的地位, 参考性较强。

中国电工技术学会（China Electrotechnical Society 英文缩写：CES）成立于1981年，是经民政部依法注册登记的、由电气工程领域科技工作者自愿组成的学术性、非营利性法人社团，是党和国家联系广大电气工程科学技术工作者的桥梁与纽带，是发展我国电气工程事业的重要社会力量。学会业务主管为中国科学技术协会，办事机构主管为国务院国有资产监督管理委员会。

2015年3月选举产生了中国电工技术学会第八届理事会，产生192名理事，59名常务理事，任期五年。理事会由我国电气工程科技和产业界有造诣的科技工作者和企业家组成，其中两院院士9人。电气工程领域众多的科研院所、高等院校和企事业单位为本会团体会员和理事单位。

中国电工技术学会下设工作总部、8个工作委员会、56个专业委员会，与17个省、市学会保持着密切联系。现有个人会员5万余名，高级会员2000余名，团体会员1500余个。

中国电工技术学会涉及的专业领域包括：电机与电器、电力电子与电力传动、电力系统及其自动化、电工理论与新技术、高电压与绝缘。致力于：电工理论的研究与应用；电气技术的研究与开发；电力装备与电气产品的设计、制造；电气测试技术；电工材料与工艺；电气技术与电气产品在电力、冶金、化工、石化、交通、矿山、煤炭、建筑、水工业、新能源等领域中的应用，等等。

状态网络（ECHO state network），又简称为回声网络。

者。RN能够在一些要求苛刻的应用中表现出良好的结果，如语音识别、节能无线通信，它能够为来自不同接点的数据捕捉其中隐藏的非线性关系。

其试验平台包括一个基于IEEE 30总线模型的电网仿真器和一个计算机网络仿真器。然后，模拟一系列不同强度的完整性攻击，例如重播，坡道，脉冲，缩放，随机等。结果显示了算法的有效性。

2 忆阻神经网络在电网中的研究与应用

忆阻器本质上就是一个有记忆功能的非线性电阻器。忆阻器的英文 Memristor 来自“Memory（记忆）”和“Resistor（电阻）”两个词的合并。早在1971年，美国加州大学伯克利分校的华裔科学家蔡少棠教授就从理论上预言了忆阻器的存在。2010年，美国惠普公司实验室研究人员证实了电路世界中的第四种基本元件——记忆电阻器，简称忆阻器（Memristor）的存在。

忆阻器在功能上是目前已知的最接近神经元突触的器件，研究结果显示，纳米忆阻器可以有效地以大脑的模式来响应同步电压脉冲，具有构筑模拟神经网络的基础条件。神经网络的核心工作是训练网络的权值，然而在实际应用中这个工作往往是非常耗时的。因此，人工神经网络最好能够采用硬件

3 基于智能电表的负荷预测新思路

随着智能电网的发展和先进计量基础设施（Advanced Metering Infrastructure, AMI）的部署，电力部门可以获得更为细致的实时用户信息^[8]。例如智能电表，它是智能电网技术的关键组成部分，能够通过通信网络时常获取用户的电能消费信息，以及其他数据。

一个很有意义的工作是如何在电表数据的基本功能（测量电能以便生成账单）之外，充分挖掘和利用这些智能表计的数据。这开辟了一条崭新的途径，给电力单位提供了前所未有的机会，使之有能力更好地管理电网，也让用户更好地控制自己的消费。

传统上，负荷预测考虑的是系统级的数据，而很少考虑较低层次的消费情况，如区域级、站级、变压器级、馈线级及家庭级。无论在学术理论上还是在工业实际应用中，高电压等级的负荷预测已经做得很好。但是利用智能电表数据进行的预测却十分有限，因为以前缺乏家庭级的详细负荷数据。不同于传统聚合的系统级预测，基于AMI可以从一个新的视角进行负荷预测，从很短期的负荷预测，到长期负荷预测，可以基于系统级、区域级、馈电

[8]陈剑强,杨俊杰,楼志斌.基于XGBoost算法的新型短期负荷预测模型研究[J/OL].电测与表:1-7[2018-12-20].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1202.TH.20181208.1005.018.html>.

[9]王亚琴,王耀力,王力波,常青.一种改进果蝇算法优化神经网络短期负荷预测模型[J].电测与仪表,2018,55(22):13-18+24.

以上两篇都是最近新发表的，且都是来自核心期刊，是最新研究的结果，对现阶段负荷预测的研究非常有帮助

机器学习

加密

密码

检索历史

基于XGBoost算法的新型短期负荷预测模型研究

基于机器视觉的零件自动识别研究

中国计算机视觉行业研究报告

基于ARIMA-BP组合模型的聚餐饮O2O企业订单预测研究

基于Django的校园管理系统的设计与开发

清空

基于XGBoost算法的新型短期负荷预测模型研究

网络首发

1

基于XGBoost算法的新型短期负荷预测模型研究

网络首发

2

地铁冰蓄冷空调系统负荷预测研究

陈哲; 张九根; 陈洁

现代电子技术

2018-12-03 17:30

期刊

36

HTML

3

开放售电环境下用户短期负荷预测方法

杨本臣; 张军; 于坤鹏

电工电能新技术

2018-11-30 16:12

期刊

29

HTML

4

基于AMPSO-E1man的微电网短期负荷预测

刘颖悦; 孙海鹏

工业控制计算机

2018-11-25

期刊

16

HTML

5

一种改进果蝇算法优化神经网络短期负荷预测模型

王位琴; 王继力; 王力

电测与仪表

2018-11-25

期刊

6

HTML

6

GRU神经网络短期电力负荷预测研究

周萍; 高瑾; 李晨光; 姜辰龙

科技创新与应用

2018-11-22

期刊

75

HTML

RSS订阅

投稿

分享到

电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation

核心期刊

基本信息

主办单位: 哈尔滨电工仪表研究所

出版周期: 半月

ISSN: 1001-1390

更多介绍

出版信息

专辑名称: 工程技术II

专题名称: 电力工业

出版文献量: 11465 篇

评价信息

(2018版) 复合影响因子: 0.962

(2018版) 综合影响因子: 0.673

北京大学《中文核心期刊要目总览》来源期刊:

[10]简献忠. 深度学习在短期电力负荷预测中的应用[A]. 中国高科技产业化研究会智能信息处理产业化分会.第十二届全国信号和智能信息处理与应用学术会议论文集[C].中国高科技产业化研究会智能信息处理产业化分会:中国高科技产业化研究会,2018:4.

本文来自会议文章，能代表一个行业的发展趋势。

中国高科技产业化研究会简介

2018-05-11 11:02

中国高科技产业化研究会于1993年10月成立。是国家民政部依法登记注册的科技型法人社团，由中国科学技术协会主管，相继挂靠在中国航天科技集团公司和中国航天科工集团公司，具有广泛社会联系和影响。

发展高科技，是时代的强音，是历史的呼唤。1993年，邓小平提出“发展高科技实现产业化”的号召，为了贯彻邓小平“发展高科技实现产业化”的号召，由王大珩、王淦昌等著名科学家和经济学家发起，建立中国高科技产业化研究会。

中国高科技产业化研究会的中心任务是促进高科技实现产业化，着重发挥四个方面的作用:决策咨询作用;科技成果转化推动作用;学术交流促进作用;高科技产业化方面人才培养作用。

中国高科技产业化研究会工作的主要渠道是积极开展四个层面的工作:加强与中央和地方政府相关部门的联系，争取指导与支

以下来自学位论文

[11]龙鑫. 基于 Spark 和 Holt-Winters 模型的短期负荷预测方法[D].西南交通大学,2017.

[12]程宇也. 基于人工神经网络的短期电力负荷预测研究[D].浙江大学,2017.

[13]石德琳. 基于神经网络的电力负荷预测研究与实现[D].山东大学,2016.

[14]王德文,孙志伟.电力用户侧大数据分析并行负荷预测[J].中国电机工程学报,2015,35(03):527-537.

[15]陈伟淳. 基于多神经网络的智能电网短期负荷预测研究[D].华南理工大学,2012.

3.4 描述你查找过程中检索策略调整的情况。例如最初的检索策略如何，经过怎样的调整形成最终的检索策略，包括如何调整检索字段，如何调整检索词等

首先使用的是高级检索，因为本课题相近的词汇比较多，高级检索无法输入多个近义词，故考虑使用专业检索。

最初的检索式：(AB = 机器学习+神经网络) AND (AB=负荷预测)

(AB = 机器学习+神经网络) AND (AB=负荷预测)

检索表达式语法

检索

发表时间: 从 到

网络首发 增强出版 数据论文

结果中检索

可检索字段:
SU=主题, TI=题名, KY=关键词, AB=摘要, FT=全文, AU=作者, FI=第一责任人, AF=机构, JN=文献来源, RF=被引文献, YE=年, FU=基金, CLC=中图分类号, SN=ISSN, CN=统一刊号, IB=ISBN, CF=被引频次
示例:
1) TI='生态' and KY='生态文明' and (AU % 陈*王') 可以检索到篇名包括'生态'并且关键词包括'生态文明'并且作者为'陈'姓和'王'姓的所有文章;
2) SU='北京' and FT='环境保护' 可以检索到主题包括'北京'及'奥运'并且全文中包括'环境保护'的信息;
3) SU=(经济发展*可持续发展)*转变*泡沫 可检索'经济发展'或'可持续发展'有关'转变'的信息, 并且可以去除与'泡沫'有关的部分内容。

分组浏览: 主题 发表年度 研究层次 作者 机构 基金

免费订阅

短期负荷预测 (754) 神经网络 (681) 计算机网络 (591) 电力负荷预测 (417) 负荷预测 (387) 电力系统 (314) 人工神经网络 (302) 负荷数据 (213)
BP神经网络 (194) 日负荷预测 (158) 电力系统负荷 (146) 预测模型 (121) 数学模型 (120) 支持向量机 (114) 遗传算法 (113) >>

排序: 相关性 发表时间 被引 下载

中文文献 外文文献 列表 摘要

每页显示: 10 20 50

已选文献: 0 清除 批量下载 导出/参考文献 计量可视化分析

找到 2,052 条结果 1/103 >

考虑到可能还有其他近义词：如大数据、人工智能等会影响结果，故添加了几个近义词或相关词。

检索式：(AB = 机器学习+神经网络+大数据+深度学习+人工智能) AND (AB=电力负荷预测) 添加“电力”一词在“负荷预测”前，想限定在特定学科上，发现检索出来的结果变少了，且与上一次检索时缺少了很多相关的文章，考虑到是因为“负荷预测”一词在基本只在电力领域被使用，所以，在最后一次的检索中，就去掉了“电力”一词。

(AB = 机器学习+神经网络+大数据+深度学习+人工智能) AND (AB=电力负荷预测)

检索表达式语法

检索

发表时间: 从 到

网络首发 增强出版 数据论文

结果中检索

可检索字段:
SU=主题, TI=题名, KY=关键词, AB=摘要, FT=全文, AU=作者, FI=第一责任人, AF=机构, JN=文献来源, RF=被引文献, YE=年, FU=基金, CLC=中图分类号, SN=ISSN, CN=统一刊号, IB=ISBN, CF=被引频次
示例:
1) TI='生态' and KY='生态文明' and (AU % 陈*王') 可以检索到篇名包括'生态'并且关键词包括'生态文明'并且作者为'陈'姓和'王'姓的所有文章;
2) SU='北京' and FT='环境保护' 可以检索到主题包括'北京'及'奥运'并且全文中包括'环境保护'的信息;
3) SU=(经济发展*可持续发展)*转变*泡沫 可检索'经济发展'或'可持续发展'有关'转变'的信息, 并且可以去除与'泡沫'有关的部分内容。

免费订阅

排序: 相关性 发表时间 被引 下载

中文文献 外文文献 列表 摘要

每页显示: 10 20 50

已选文献: 0 清除 批量下载 导出/参考文献 计量可视化分析

找到 628 条结果 1/32 >

题名 作者 来源 发表时间 数据库 被引 下载 阅读

4 外文文献

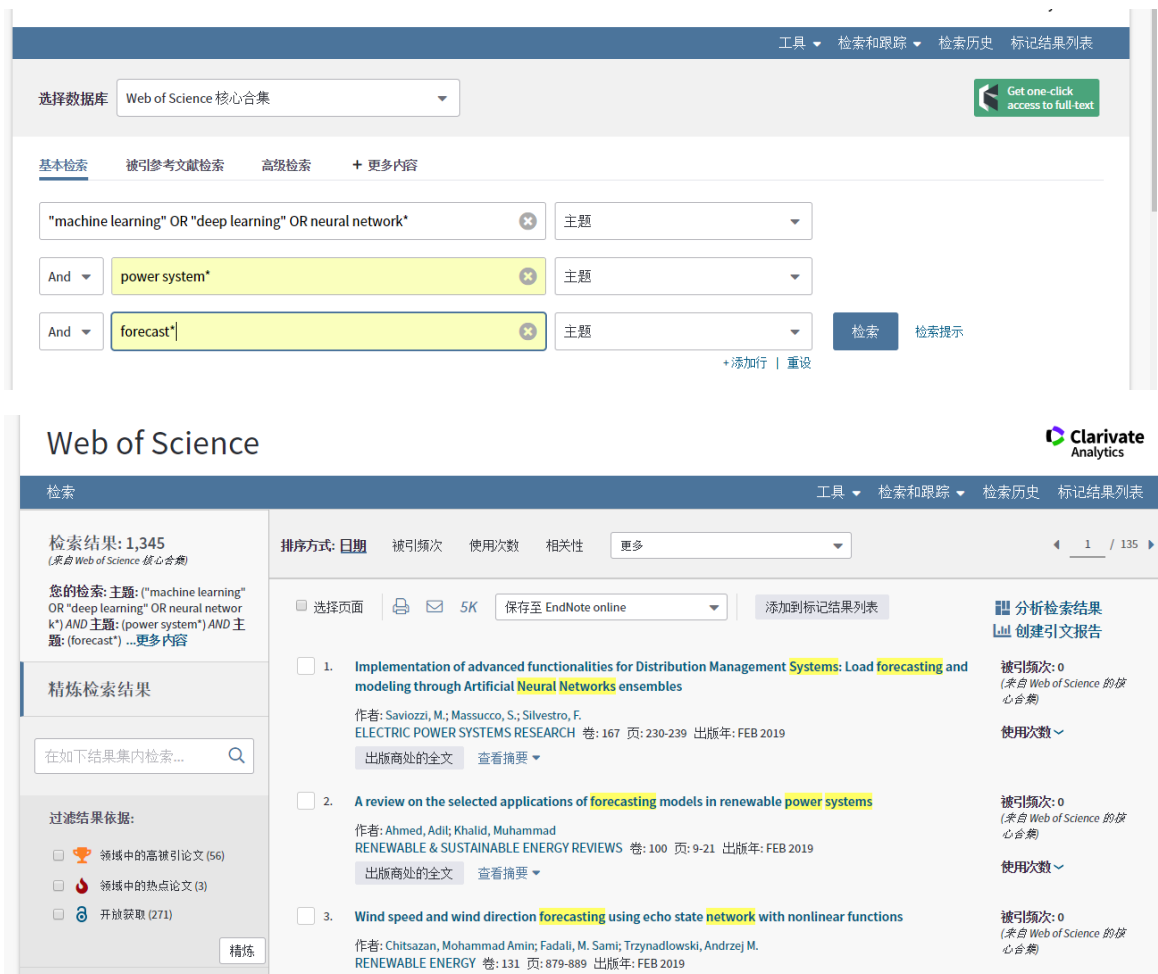
4.1 检索工具

SCI 检索

4.2 检索式（最终的）

(主题="machine learning" OR "deep learning" OR neural network*) AND (主题= power system*)
AND (主题= forecast*)

4.3 检索平台设置和检索结果页面需截图（最终的）



4.4 选择最有代表性的 5 篇论文（以参考文献的格式），说明选择的原因

[1] AHMED A, KHALID M. A review on the selected applications of forecasting models in renewable power systems[J]. RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, 2019,100:9-21.

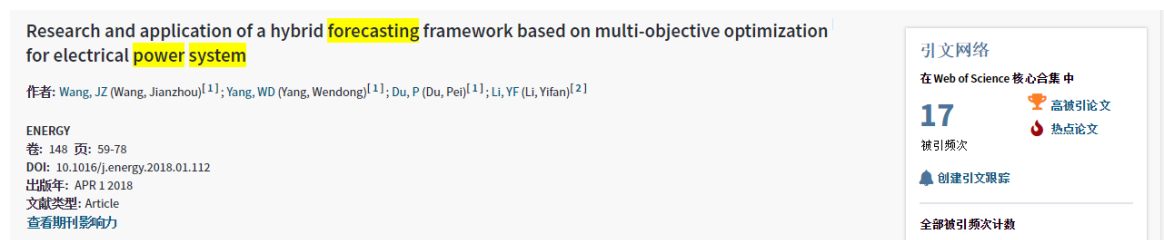
本文章介绍了可再生资源 and 功率预测模型的选定应用的文献综述。根据过去十年高质量研究出版物起草的，且是最近发表的，有一定代表性和参考价值。

[2] SAVIOZZI M, MASSUCCO S, SILVESTRO F. Implementation of advanced functionalities for Distribution Management Systems: Load forecasting and modeling through Artificial Neural Networks ensembles[J]. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH,

2019,167:230-239.

本文提出了两种高级功能的设计和实现:负荷预测和负荷建模,这两种算法都是基于人工神经网络(ANN)的集成。文章说明在实际配电网取得的良好性能,鼓励利用这两种技术来处理需求不确定性,以有效利用可控资源,并面对资源的随机行为。并且也是最近新发表的。

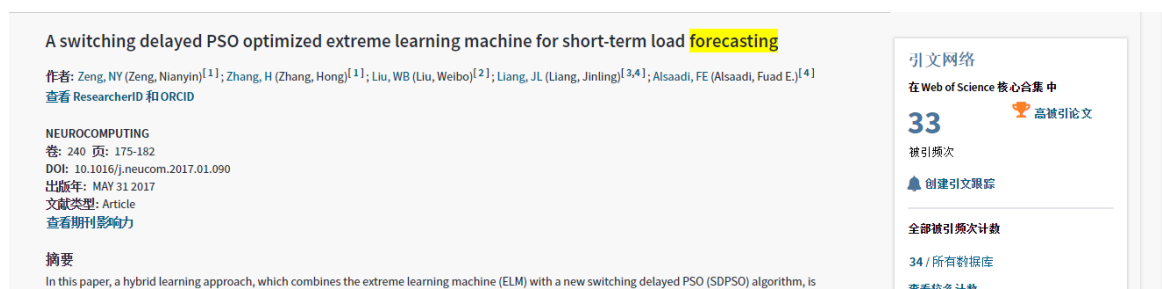
[3] WANG J, YANG W, DU P, et al. Research and application of a hybrid forecasting framework based on multi-objective optimization for electrical power system[J]. ENERGY, 2018,148:59-78.



该文章成功地开发了一种基于多目标蜻蜓算法(MODA)的混合预测框架,以同时实现高精度和可靠的稳定性。该框架由数据预处理、优化、预测和评价四个模块组成。在该框架中,为了克服单目标优化算法的缺点,将 MODA 作为优化模块的一部分,对 Elman 神经网络 (ENN) 模型进行优化。并结合数据预处理和评价模块,分别对该框架进行综合评价,以提高预测性能。实证结果表明,该预测框架可作为电网规划管理的有效工具。

本文是高被引文章且是最近发表的,提出来一种新的算法,在我研究的内容中可以参考此算法来进行分析。

[4] ZENG N, ZHANG H, LIU W, et al. A switching delayed PSO optimized extreme learning machine for short-term load forecasting[J]. NEUROCOMPUTING, 2017,240:175-182.



该文章是高被引文章。

在该文章中,针对短期负荷预测问题,提出了一种将极端学习机(ELM)与新的切换延迟PSO(SDPSO)算法相结合的混合学习方法。实验结果表明,与径向基函数相比,所提出的学习算法可以获得更好的预测结果神经网络(RBFNN)算法。可以作为负荷预测的算法之一来进行精度对比。

[5] NOWOTARSKI J, WERON R. Recent advances in electricity price forecasting: A review of probabilistic forecasting[J]. RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, 2018,81(1):1548-1568.

本文是一篇综述类文章,对于了解国外负荷预测技术的发展特别是智能电网的发展有重要的参考价值,且是高被引文章。

[检索](#) [返回检索结果](#) [工具](#) [检索和跟踪](#) [检索历史](#) [标记结果列表](#)

[出版商的全文](#) [保存至 EndNote online](#) [添加到标记结果列表](#)

第 1 条, 共 4 条

Recent advances in electricity price forecasting: A review of probabilistic forecasting

作者: Nowotarski, J (Nowotarski, Jakub)^[1]; Weron, R (Weron, Rafal)^[1]
[查看 ResearcherID 和 ORCID](#)

RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS
卷: 81 页: 1549-1568 子辑: 1
DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.234
出版年: JAN 2018
文献类型: **Review**
[查看期刊影响力](#)

引文网络

在 Web of Science 核心合集中

15
被引频次

[创建引文跟踪](#)

全部被引频次计数

4.5 选择其中一篇可直接下载全文的列出篇名，并拷贝全文的第一页（**直接截图第一页**）



Recent advances in electricity price forecasting: A review of probabilistic forecasting



Jakub Nowotarski, Rafal Weron*

Department of Operations Research, Wrocław University of Science and Technology, 50-370 Wrocław, Poland

ARTICLE INFO

Keywords:
Electricity price forecasting
Probabilistic forecast
Reliability
Sharpness
Day-ahead market
Autoregression
Neural network

ABSTRACT

Since the inception of competitive power markets two decades ago, *electricity price forecasting* (EPF) has gradually become a fundamental process for energy companies' decision making mechanisms. Over the years, the bulk of research has concerned point predictions. However, the recent introduction of smart grids and renewable integration requirements has had the effect of increasing the uncertainty of future supply, demand and prices. Academics and practitioners alike have come to understand that probabilistic electricity price (and load) forecasting is now more important for energy systems planning and operations than ever before. With this paper we offer a tutorial review of probabilistic EPF and present much needed guidelines for the rigorous use of methods, measures and tests, in line with the paradigm of 'maximizing sharpness subject to reliability'. The paper can be treated as an update and a further extension of the otherwise comprehensive EPF review of Weron [1] or as a standalone treatment of a fascinating and underdeveloped topic, that has a much broader reach than EPF itself.

1. Introduction

In their analysis of research in time series forecasting, covering the period 1982–2005 and summarizing over 940 papers, De Gooijer and Hyndman [2] conclude that the use of prediction intervals and densities, or *probabilistic forecasting*, has become much more common over the years, as 'practitioners have come to understand the limitations of point forecasts'. Nevertheless, back in 2013, when Weron started writing his review [1], this did not seem to be the case for *electricity price forecasting* (EPF).¹ The article speculated, however, that probabilistic forecasting was one of five directions that should and would develop over the next decade or so. Somewhat surprisingly, this 'prophecy' has already come true. After a decade of limited interest, probabilistic EPF gained momentum with the Global Energy Forecasting Competition (GEFCom2014), which commenced in August 2014 and focused solely on probabilistic energy (load, price, wind and solar) forecasting [3]. The price track attracted 287 contestants worldwide and the best ranking teams were later invited to submit a paper to the 2016 special issue of the *International Journal of*

Forecasting, see Section 2. Altogether, seven price forecasting articles appeared in the issue, marking the beginning of the era of probabilistic EPF.

Naturally, the GEFCom2014 competition was not the reason, rather the effect of increased interest in probabilistic energy forecasting. The energy industry has been going through a significant modernization process. In the last decade, the increased market competition, aging infrastructure, introduction of smart grids and renewable integration requirements have had the effect of probabilistic load and price forecasting becoming more and more important to energy systems planning and operations [4–7]. And probabilistic forecasting has a lot to offer, in particular, improved assessment of future uncertainty, ability to plan different strategies for the range of possible outcomes, increased effectiveness of submitted bids and possibility of more thorough forecast comparisons [1,8,9].

However, probabilistic EPF is an underdeveloped topic, with both academics and practitioners not using the correct evaluation or testing procedures (as discussed below). With this paper we offer a much needed tutorial review that explains the complexity of the available

* Corresponding author.

E-mail addresses: jakub.nowotarski@pwr.edu.pl (J. Nowotarski), rafal.weron@pwr.edu.pl (R. Weron).

¹ To avoid ambiguous and verbose presentation – unless stated otherwise – we use the term *price forecasting* to refer to *electricity price forecasting*. We also use EPF as the abbreviation for both *electricity price forecasting* and *electricity price forecast*, while PEPF for *probabilistic EPF*. The plural form, i.e., *forecasts*, is abbreviated EPFs and PEPFs, respectively.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.234>

Received 19 September 2016; Received in revised form 15 March 2017; Accepted 25 May 2017

Available online 16 June 2017

1364-0321/© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

4.6 列出我校购买的外文数据库中还有哪些数据库收藏有与你专业相关的内容信息，写出数据库的名称

IEEE、EI

5 综合结果分析

通过这次检索，你觉得你的课题是否有创新性，如果有，主要体现在哪些方面；如果没有，主要存在什么问题，拟如何改进。

通过本次检索我觉得我的课题具有一定的创新性,因为新的算法和预测的框架在不断的出现,选择对特定系统进行负荷预测的算法具有很强的工程意义。

三 文献综述

机器学习在电力系统负荷预测的应用

梁世佳

摘要:

电力产业在国民工业系统中具有支柱作用,电力的平稳运行关乎国民经济的命脉。在电力系统管理中,电力负荷预测至关重要。准确的电力负荷预测能够为电力系统的平稳运行、制定合理电价、电力实时调度提供重要依据[1]。

本文将国内外现有的用于负荷预测的机器学习算法进行整理对比,由于电力负荷预测受经济、天气、国内外等非数值特征影响,本文旨在提出一种可以对这些非数值特征进行量化的方法并利用机器学习算法对实际负荷进行预测,以提高精确度。

关键词:

机器学习、神经网络、电力系统、负荷预测、算法

前言:

电力系统负荷预测对电力经济调度、电力生产计划、分析电力系统安全有着重要作用。有助于电力服务公司做出决策、对企业能耗管理、社会的能源合理使用有重要的经济意义和社会效益[2]。电力系统正在所有部门、所有电压水平上发生重大变化。可再生能源(RES)的日益渗透、能源市场的自由化、活跃客户的扩大、促进可持续和低排放政策的绿色能源政策的日益扩散,是电力系统发展的主要推动力[3]。当前随着人工智能的发展,新的预测算法不断涌现,但是没有哪一种算法可以适用所有的情况,故本文旨在提出一套负荷预测算法的选择系统,有助于企业选择合适的算法对自身的电力负荷进行预测。

负荷预测技术概述

1) 负荷预测的分类

负荷预测分为三类:短期预测、中期预测和长期预测。在现代电力系统中,负荷的变化迅速,对负荷预测的精度、预测速度要求越来越高,故现在电力系统中还将超短期负荷预测纳入其中[4]。

2) 电力系统负荷预测的基本原理

负荷预测基于负荷以往的趋势来判断其未来一段时间内可能的发展情况及趋势。故要准确预测负载,必须有科学的原则来指导负载预测。可知性原理、可能性原理、连续性原理、相似性原理、反馈性原理[5]。

3) 影响负荷预测的因素

天气因素:天气因素对短期的负荷预测有着关键的作用。比如常见的的影响原因有气温的高低、空气中的湿度大小、风力状况、不同的天气类型等。

时间因素:时间因素也是一个不可忽略的因素,工厂上下班时间、节假日工厂停产、季节的变换。

随机因素:电力系统随机变化的特性往往造就了相当多的不确定因素。如国内外经济环境、天气因素等。

4) 负荷预测的方法

回归模型预测技术：线性回归预测主要分为一元线性回归预测和多元回归预测。在一元回归分析中，把一个自变量和一个因变量的关系用一条近似的直线来表示的方法就叫做回归分析叫做一元回归分析。

时间序列预测技术：时间预测序列就存在的某种规律建立和预测生成实际数据的随机过程的数学模型。模型建立起来，便可以用此模型进行实际的预测。

人工神经网络预测技术：神经网络最适合的应用领域应该属负荷预测。其预测的方法对比经典预测法和传统预测法有更高的准确度[6]。

小波分析预测技术：小波分析是频域和时域变换的分析方法。它在两种变换上都具有很好的局部化的性质，同时也能根据系统输入的信号的频率设置采样的时间。对于细微的信号有较好的捕获和分析能力。

5) 电力大数据分析

随着大数据技术的发展，对电力系统产生的海量数据有着极强的处理能力，运用并行化计算模型与内存并行化计算框架可以针对电力用户侧的大数据进行分析[7]。传统上，电力负荷预测考虑的是系统级的数据，而较少考虑低层次的消费情况，如区域级、家庭级。大数据分析能充分考虑各个级别的电力数据，以至于能有较高的精度在负荷预测上面[6]。

负荷预测算法介绍

1) 支持向量机预测 (Support Vector Machines(SVM))

它与传统的神经网络学习方法不同，实现了结构风险最小化原理(SRM)，它同时最小化经验风险与 VC 维的界 这就取得了较小的实际风险，即对未来样本有较好的泛化性能。SVM的另一个优点是它的训练等价于解决一个线性约束的二次规划问题，存在唯一解，解中只有一部分不为零 对应的样本就是支持向量。支持向量实际上是训练集的子集，对支持向量的最低分类等价于对训练集的分类。SVM 最初用来解决模式识别问题，目的是发现泛化性能好的决策规则。SVM 已经扩展为解决非线性回归估计问题，而且与神经网络方法相比，有着显著的优越性被认为是人工神经网络方法的替代方法[8-10]。

2) 长短期记忆 (LSTM) 模型

长短期记忆 (Long short-term memory, LSTM) 是一种特殊的RNN，主要是为了解决长序列训练过程中的梯度消失和梯度爆炸问题。简单来说，就是相比普通的RNN，LSTM能够在更长的序列中有更好的表现。LSTM内部主要有三个阶段，1. 忘记阶段。这个阶段主要是对上一个节点传进来的输入进行选择性地忘记。简单来说就是会“忘记不重要的，记住重要的”。2. 选择记忆阶段。这个阶段将这个阶段的输入有选择性地“记忆”。主要是会对输入进行选择记忆。哪些重要则着重记录下来，哪些不重要，则少记一些。3. 输出阶段。这个阶段将决定哪些将会被当成当前状态的输出[11]。

3) 神经网络算法

Back-Propagation (BP) 是一种多层的前馈神经网络，输入的信号往前传送，误差往反方向传播。在往前传送的过程中，输入的变量顺着输入层经隐藏层处理，直到输出层输出。后面一层神经的状态只受上一层神经元的控制。当输出层达不到预期设想的效果，那么神经网络的误差就会进入反向传播的阶段。从分析预测产生的误差来不断调节网络的权值和阈值，实现一个逐渐接近理想输出的预测值[12]。

4) 新型短期负荷预测模型

Extreme Gradient Boosting(XGBoost)由于计算速度快、模型表现好、在应用实践中表现出优良的效果和效率的特点，被广为运用。XGBoost 用于监督学习问题，利用训练数据，来预测目标变量。XGBoost 选择决策树作为它的弱学习器，在每次训练单个弱学习器时，都将上一次分错的数据权重提高一点再进行当前单个弱学习器的学习，然后通过加入新的弱学

习器,来努力纠正前面所有弱学习器的残差,最终把多个学习器加权求和在一起用来进行最终预测[13]。

基于多目标蜻蜓算法 (MODA) 的混合预测框架,以同时实现高精度和可靠的稳定性。该框架由数据预处理、优化、预测和评价四个模块组成。在该框架中,为了克服单目标优化算法的缺点,将MODA作为优化模块的一部分,对Elman神经网络 (ENN) 模型进行优化。并结合数据预处理和评价模块,分别对该框架进行综合评价,以提高预测性能[14]。

总结:

本文对从负荷预测的分类、原理、影响负荷预测的因素、常见的负荷预测方法对负荷预测技术进行了简要概述。并对几种负荷预测算法进行介绍。

四 参考文献

- [1]. 石德琳, 基于神经网络的电力负荷预测研究与实现, 2016, 山东大学. 第 65页.
- [2]. Ahmed, A. and M. Khalid, A review on the selected applications of forecasting models in renewable power systems. RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, 2019. 100: p. 9-21.
- [3]. Saviozzi, M., S. Massucco and F. Silvestro, Implementation of advanced functionalities for Distribution Management Systems: Load forecasting and modeling through Artificial Neural Networks ensembles. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH, 2019. 167: p. 230-239.
- [4]. 程宇也, 基于人工神经网络的短期电力负荷预测研究, 2017, 浙江大学. 第 74页.
- [5]. 陈伟淳, 基于多神经网络的智能电网短期负荷预测研究, 2012, 华南理工大学. 第 73页.
- [6]. 贾振堂与赵飞, 人工神经网络在智能电网中的应用回顾与展望, in 2015年全国智能电网用户端能源管理学术年会2015: 中国上海. 第 10页.
- [7]. 王德文与孙志伟, 电力用户侧大数据分析并行负荷预测. 中国电机工程学报, 2015(03): 第527-537页.
- [8]. 李元诚, 方廷健与于尔铿, 短期负荷预测的支持向量机方法研究. 中国电机工程学报, 2003(06): 第55-59页.
- [9]. 牛东晓等, 基于数据挖掘的SVM短期负荷预测方法研究. 中国电机工程学报, 2006(18): 第 6-12页.
- [10]. 吴景龙, 杨淑霞与刘承水, 基于遗传算法优化参数的支持向量机短期负荷预测方法. 中南大学学报(自然科学版), 2009(01): 第180-184页.
- [11]. 简献忠, 任成国与王如志, 深度学习在短期电力负荷预测中的应用, in 第十二届全国信号和智能信息处理与应用学术会议2018: 中国浙江杭州. 第 4页.
- [12]. 王亚琴等, 一种改进果蝇算法优化神经网络短期负荷预测模型. 电测与仪表, 2018(22): 第 13-18+24页.
- [13]. 陈剑强, 杨俊杰与楼志斌, 基于XGBoost算法的新型短期负荷预测模型研究. 电测与仪表: 第1-7页.
- [14]. Wang, J., et al., Research and application of a hybrid forecasting framework based on multi-objective optimization for electrical power system. ENERGY, 2018. 148: p. 59-78.

四 评价与建议

这门课最大的收获就是掌握了 NoteExpress 这个工具，极大提高了我的写作效率，极大方便阅读文章，能做到真正的专注于文献阅读。信息检索应该是一门动手实践课，而且技术和工具也日益变化，不是很理解为什么还要进行卷面考试。不过最大的收获还是 NoteExpress。

