

# 基于数据分区的负荷密度显示的实现

李双伟<sup>1</sup>, 范斗<sup>2</sup>, 王康元<sup>1</sup>, 邱家驹<sup>1</sup>, 鄢安河<sup>2</sup>

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 河南省电力公司, 河南 郑州 450052)

**摘要:** 以 Arc/info 作为开发平台, 提出电力系统区域负荷密度分区显示的实现方法, 将地理信息系统与电力系统节点数据相结合, 应用最近邻优先吸收算法将区域负荷节点进行分区, 并结合实例表明该方法简洁可靠, 能够满足实际需要。

**关键词:** 负荷密度; GIS; ARC/INFO; 最近邻优先吸收法

## Implement of visualization of load density based on data-partitioning

LI Shuang-wei<sup>1</sup>, FAN Dou<sup>2</sup>, WANG Kang-yuan<sup>1</sup>, QIU Jia-ju<sup>1</sup>, YAN An-he<sup>2</sup>

(1. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Henan Electric Power Corporation, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** This paper introduces how to implement the visualization for load density based on data-partitioning. By combining geographical information with nodal operation data of power system, making the regional nodes of load clustered by using Nearest Neighbors Absorbed First clustering algorithm. Example on test grid shows that the proposed method is simple, reliable and competent for the practical operation of power network.

**Key words:** load density; GIS; ARC/INFO; Nearest Neighbors Absorbed First

中图分类号: TM734 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)03-0042-03

## 0 引言

随着我国电网规模的不断扩大, 电网的基础数据也越来越多, 凭借调度人员的经验进行操作已经不能够满足电力系统稳定运行的需要, 有必要将结合地理信息系统<sup>[1]</sup>的可视化技术引入到电力系统中, 用来有效地获取、存储、修改、操作、分析和显示所有与地理有关的信息。

电力系统的数据库通常是基于地理主接线、发电厂和变电站的, 区域负荷如果只是以数字的形式表现出来, 在需要监控较大区域的电网运行状态时, 就不能完全反映整个区域的具体负荷状况, 具有较大的局限性。引入可视化技术, 对负荷密度进行直观的图形显示, 能够清晰明确地将每个地区的实时负荷展现在操作人员的眼前, 有利于操作人员迅速掌握整个地区电力负荷的分布情况和发展趋势。

### 0.1 现状简介

目前, 电力系统的分区负荷密度显示通常直接按照行政区域划分为不同的负荷密度显示区域, 在同一行政区内使用统一的指标参数, 即认为在同一行政区内负荷是均匀分布的, 这一方法虽然简单直

观, 但是由于行政区的划分是为了满足行政管理的需要来划分的, 如果该区域所辖范围比较大, 那么即使在同一行政区内, 负荷的分布规律也可能存在较大的差异。在这种情况下, 在一个行政区域内仍然采用统一参数进行分区负荷密度显示会存在较大误差, 为操作带来不便。

### 0.2 本文的工作

首先介绍了最近邻优先吸收算法 NN- AF (Nearest Neighbors Absorbed First) 的基本思想; 然后提出采用最近邻优先吸收(N- NAF)算法实现对行政区域分区, 显示分区负荷密度的方法; 接着以某省四个行政区为例进行了聚类分区分析, 得到负荷密度图, 最后给出结论。

## 1 算法介绍

聚类是数据挖掘中的一种重要的研究手段, 所谓聚类, 就是将物理或抽象对象的集合组成为由类似的对象组成的多个类或簇的过程。目的是使得类或簇内部差异尽可能小, 类或簇之间的差异尽可能大。一般采用数据之间的物理距离来描述相似度, 数据间的距离越大, 相似度越小, 反之则相似度越

大。一个理想的聚类算法应当具有较强的可扩展性、适应性、以及对用户的输入要求低、能够处理高维数据等优势。

最近邻优先吸收算法 NNAF 就是一种典型的聚类算法<sup>[2]</sup>。最近邻优先吸收算法 NNAF 的基本思想是：空间中的每一点和与之最近的点属于同一类的可能性最大。如果两个距离最近的点之间的距离小于等于用户输入的距离阈值，那么就可以将这两点归为同一类或簇。当某一聚类所包含的元素个数大于用户输入的数量阈值时，则该类数据成为一个真正的聚类，否则为噪声数据集合。

NNAF 算法的实现聚类是一个不断循环的过程，首先任选一个点，将该点的类别属性划分为类别 A，然后依次计算这个点与其他点的距离，从这些点中选择最近的一点规定为该点的最近邻点，然后将该点的最近邻点和以该点为最近邻点的点均划为类别 A，循环操作，直至满足算法的终止条件即出现互近邻点和已归类邻点<sup>[3]</sup>，使得类别 A 中点不再增加。然后再寻找未归类点重复以上步骤，使用 NNAF 算法进行聚类，直至满足终止条件，使每个点都属于各自的聚类，此时聚类过程成功结束。

## 2 数据的存储格式

本文采用 ERIS 公司出品的 Workstation ARC/INFO 8.0 作为开发平台，使用 C++ 作为编程语言，将地理信息与电力系统数据结合起来，与地理特征有关的图形数据由 ARC/INFO 的关系数据库管理系统 INFO 来管理，电网参数数据库基于公共信息模型 CIM 设计，参数的存储基于 Oracle8i。通过在 Oracle 数据库和 INFO 数据库中对相关项设置统一的 ID 号，即可以将两个数据库关联起来。

点密度图使用点符号来表示多个地理位置上数据分布的实际数据，一个点符号代表指定数量的观察值，点符号的密集程度表示数据分布的趋势，生成区域点密度图使用了 ARC/INFO 中区域的存储方式。

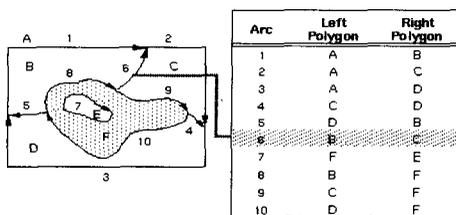


图 1 左/右多边形拓扑结构

Fig.1 The polygon/polygon topology

在 ARC/INFO 中，弧表示线性特征、多边形的

边界或两者同时表示。每条弧线在 ARC 文件中有一个记录，每个记录中包含弧线的用户标识符、位置和形状信息（由一组坐标定义）以及起始结点和终止结点。如果包含多边形特征，ARC/INFO 使用左/右多边形拓扑结构（图 1）来定义邻接性。

多边形表示面状特征。ARC/INFO 使用多边形/弧线拓扑结构来定义多边形（图 2）。

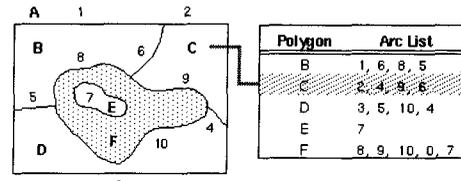


图 2 多边形/弧线拓扑结构

Fig.2 The polygon/arc topology

区域特征类型提供了一种扩充的方式模拟复杂的面域，区域可以像多边形一样使用，但是它们能更有效地表示复杂的面域。ARC/INFO 中区域的数据存储方式如图 3 所示。

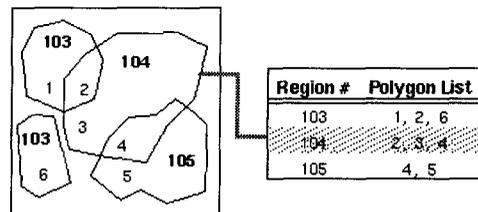


图 3 区域的数据存储方式

Fig.3 The data storage of region

## 3 应用 NNAF 算法到电力系统

将 NNAF 引入到电力系统中，需要考虑电力系统的一些特殊情况，据此对 NNAF 算法进行一些优化。

首先，NNAF 算法适用于处理高维数据空间中的点集合，在电力系统中，关于负荷密度问题上，一般只需要考虑平面二维平面数据即可，据此可以对 NNAF 算法进行简化，处理二维坐标以提高效率。

第二，NNAF 算法需要用户设置一个距离阈值来进行聚类操作，因此距离阈值的设定对聚类的准确性具有极大的影响，在电力系统中可能存在某个负荷测点所联系的范围较大，就需要为其单独设置距离阈值，以提高聚类准确度。

第三，在 NNAF 算法中，只有当某一聚类所包含的元素个数大于用户输入的数量阈值时，则该类数据成为一个真正的聚类，否则为噪声数据集合。而在应用到电力系统为负荷数据进行分区时，所有的数据都是有效的，不存在噪声数据，因此作为判

定的数量阈值也是不需要的,不需要考虑此项判定。

### 4 算例分析

河南省电网是华中电网的重要组成部分,本文选取河南省电网中供电负荷相对较大,地理位置上邻接的洛阳、郑州、新乡和焦作四个供电区进行分析,系统中生成负荷密度图所使用的负荷值为直接通过 EMS 读取实时区域负荷值得到,具体实现的流程图如图 4 所示。

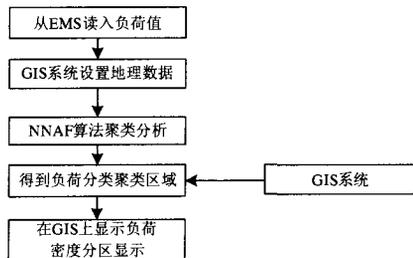


图 4 算例实现的流程图

Fig.4 Flow chart of application case

需要注意距离阈值  $d$  的取值,应该根据待处理点的实际位置情况分析,如果  $d$  取得过大,则可能形成的聚类不能够达到要求或孤立点太多;如果  $d$  取得过小,则又可能不能排除明显的干扰因素。本算例中距离阈值  $d$  取 0.477,对于实际的系统,用户在设定阈值大小时,可以根据实际的地图比例,进行多次试验,直到得出满意的聚类为止。

即可得到进行聚类分区后的负荷密度图(图 5)。

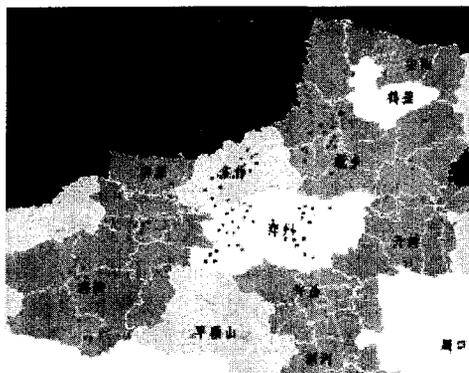


图 5 负荷密度采用 NNAF 分区显示图

Fig.5 The visualization of load density used by NNAF method

图 6 所示为目前比较常用的按行政区显示负荷密度法,即将供电负荷平均划分在整个行政区域,在地图上显示负荷密度。

将两幅图进行对比,我们可以明显看出,图 5 通过采用 NNAF 法对负荷数据进行分析,突破行政区的限制,进行聚类分区后得到负荷密度图,其所

示的负荷密度分区图能够更加明显地标识出高负荷区域。

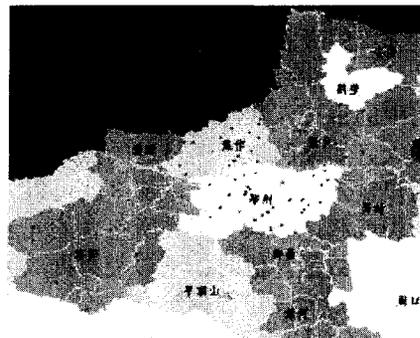


图 6 负荷密度按行政区分区显示图

Fig.6 The visualization of load density clustered according to administrative district

在图 6 所示的按行政区划分显示的负荷密度图中,由于整个行政区内负荷均为均匀分布,只能显示出各个行政供电区的总负荷情况,不能够将区域内部负荷的详细分布情况展现在系统操作人员的眼前,而这在进行区域负荷预测和分析系统运行状态时将带来较大不便。通过区域负荷密度分区显示则能够改进这种不足,操作人员可以更加关注高负荷区域,通过分析这些区域负荷的增长情况来预计系统负荷发展和分析系统的稳定性。

### 5 结论

区域负荷密度显示是现代电网调度运行监视、控制和系统管理分析的需要。负荷密度分区显示相比未进行分区的负荷密度能够提供图形上的直观显示,同时也更加准确。分区负荷密度显示指出了供电区中的高负荷区域,有效地避免了以往常常出现的总体容载比很高,但是局部电网却又出现轻载或超载的问题,有利于进行科学的分区负荷预测及电网规划。结果表明,采用最近邻优先吸收算法方法进行分区后显示负荷密度准确可靠,能够满足实际需要。

### 参考文献

[1] 王洪生, 孟庆梅. 地理信息系统在电力系统中的应用[J]. 东北电力技术, 2006, (11):50-52.  
 WANG Hong-sheng, MENG Qing-mei. The Application of GIS to the Power System[J]. Northeast Electric Power Technology, 2006, (11):50-52.  
 [2] 胡建军, 唐常杰, 李川, 等. 基于最近邻优先的高效聚类算法[J]. 四川大学学报, 2004, (11):93-99.

(下转第 55 页 continued on page 55)

- [5] Ngamroo I, et al. Enhancement of Load Frequency Stabilization Effect of Superconducting Magnetic Energy Storage by Static Synchronous Series Compensator Based on Hinfinitiy Control[J]. Energy Conversion and Management.
- [6] Banerjee S, Chatterjee J K, Tripathy S C. Application of Magnetic Energy Storage Unit as Load-frequency Stabilizer[J]. IEEE Trans on Energy Conversion, 1990, 5(1): 46-51.
- [7] Nagaya S, et al. Field Test Results of the 5 MVA SMES System for Bridging Instantaneous Voltage Dips[J]. IEEE Trans on Applied Superconductivity, 2006, 16(2): 632-635.
- [8] Iglesias I J, Acero J, Bautista A. Comparative Study and Simulaion of Optimal Converter Topologies for SMES Systems[J]. IEEE Trans on Applied Superconductivity, 1995, 5(2): 254-257.
- [9] 蒋晓华, 等. 20kJ / 15kW 可控超导储能实验装置[J]. 电力系统自动化, 2004, (4): 88-91.
- [10] Hassan I D, Bucci R M, Swe K T. 400 MW SMES Power Conditioning System Development and Simulation[J]. IEEE Trans on Power Electronics, 1993, 8(3): 237-249.
- [11] Jiang Y, et al. Control Scheme Studies of Voltage Source Type Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES) Under Asymmetrical Voltage[J]. IEEE Trans on Applied Superconductivity, 2002, 12(1): 750-753.
- [12] Chen L, et al. Detailed Modeling of Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES) System[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2006, 21(2): 699-710.
- [13] Steurer M, et al. Interaction Between a Superconducting Coil and the Power Electronics Interface on a 100 MJ SMES System[J]. IEEE Trans on Applied Superconductivity, 2003, 13(2): 1806-1809.
- [14] 赵彩宏, 等. 基于电压补偿原理的超导储能—限流集成系统[J]. 电力系统自动化, 2006, (2): 68-71, 108.
- [15] 赵彩宏, 等. 具有故障限流功能的串联型超导储能系统[J]. 电力系统自动化, 2006, (4): 54-58.

收稿日期: 2007-06-22; 修回日期: 2007-07-24

作者简介:

黄晓华(1980-), 女, 博士研究生, 研究方向为超导储能在电力系统中的应用; E-mail: hxx80@mail.iese.ac.cn

李学斌(1975-), 男, 博士研究生, 研究方向为大功率电力设备的运行与控制;

张志丰(1967-), 男, 博士, 主要从事超导限流技术的研究。

(上接第 44 页 continued from page 44)

HU Jian-jun, TANG Chang-jie, LI Chuan, et al. An Efficient Multi-layer Clustering Algorithm based on Nearest Neighbors First[J]. Journal of Sichuan university, 2004, (11): 93-99.

- [3] 王鑫, 王洪国, 张建喜, 等. 基于数据分区的最近邻优先聚类算法[J]. 计算机科学, 2005, 32: 188-190.
- WANG Xin, WANG Hong-guo, ZHANG Jian-xi, et al. A Data-partitioning-based Nearest-Neighbors-First Clustering Algorithm[J]. Computer Science, 2005: 32, 188-190.

- [4] 苏琳, 康积涛. 地理信息系统在配电网规划与设计中的应用[J]. 华东电力, 2006(1): 64-66.

SU Lin, KANG Ji-tao. Application of Geographical Information System to Planning and Design of Distribution Network[J]. East China Electric Power, 2006, (1), 64-66.

- [5] Guha S, Rastogi R, Shim K. CUR; An Efficient Clustering Algorithm for Large Databases. In: Proc. of the ACM SIGMOD Int'l. Conf on Management Ant of Data[C]. Seattle: ACM Press, 1998. 73-84.

- [6] 张立庆, 刘耀新, 杜林. 2000 年河南电网图册[Z]. 河

南省电力公司, 2001. 37-69.

ZHANG Li-qing, LIU Yao-xin, DU lin. The Atlas of Henan power grid in 2000[Z]. Electric Power of Henan, 2001. 37-69.

- [7] ZHOU Shui-geng, et al. A Fast Density-based Clustering Algorithm[D]. Shanghai: Fudan University, 1999.

- [8] 陈昊, 吴杰, 高山. 模糊聚类分析在分区负荷预测中的应用[J]. 电力需求侧管理, 2006, (5): 12-15.

CHEN Hao, WU Jie, GAO Shan. Application of Fuzzy Clustering in Subarea Load Forecasting[J]. Application of Fuzzy Clustering in Subarea Load Forecasting[J]. Power DSM, 2006, (5): 12-15.

收稿日期: 2007-06-24; 修回日期: 2007-08-02

作者简介:

李双伟(1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统信息整合及数据平台; E-mail: lswzju@gmail.com

范斗(1968-), 男, 主任工程师, 主要从事电力系统自动化的工作;

王康元(1973-), 男, 讲师, 主要从事电力系统信息整合方面的教学与研究工作。