

基于 Freeman 链码特征值的示功图分类识别研究

肖维民, 葛艺晓

(安徽工业大学 计算机系, 安徽 马鞍山 243000)

摘要: 示功图分析是目前比较常用的油井故障诊断方法, 基于神经网络的示功图分类识别要求准确地提取示功图的特征值, 特征值的质量直接关系到示功图识别的效率和可靠性。传统的示功图特征值提取方法计算量很大, 与油井现场的实时性要求相悖。为了解决这一问题, 提出了用 Freeman 链码来表达示功图特征, 对示功图的识别进行研究。分析了示功图 Freeman 链码的提取方法以及典型工况链码特征, 建立示功图链码特征样本库, 给出了示功图识别的方法步骤, 在 MATLAB 下进行仿真验证。结果表明, Freeman 链码特征值能够有效地分类出各种典型工况示功图, 神经网络具有更快的收敛速度和更高的识别效率。

关键词: Freeman 链码; 示功图; 神经网络; 故障诊断; MATLAB 仿真

中图分类号: TP389.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2015)02-0025-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2015.02.006

Research on Classification and Identification of Indicator Diagram Based on Freeman Chain-code Eigenvalues

XIAO Wei-min, GE Yi-xiao

(Department of Computer Science, Anhui University of Technology,
Ma' anshan 243000, China)

Abstract: The analysis of indicator diagram is a commonly-used method for diagnosing oil well faults. The classification and identification of indicator diagram based on neural network requires the accurately extracted eigenvalues, the quality of which is directly related to the recognition rate and recognition reliability of the indicator diagram. However, the traditional method for extracting eigenvalues needs a great amount of calculation, so it runs counter to the real-time requirements of the well sites. To solve this problem, attempt to illustrate features of indicator diagram by the Freeman chain-code and then research its identification. Firstly, analyze the extracted methods of indicator diagram Freeman chain-code and the typical features of working condition chain code. Then, try to establish a sample library for the indicator diagram chain code features. Finally, provide a practicable method and procedure for the identification of indicator diagram and meanwhile carry out the simulation validation under MATLAB. The results reveal that the Freeman chain-code eigenvalues can sort out all kinds of typical working condition indicator diagrams. Therefore, the neural network will have faster convergence speed and higher recognition efficiency.

Key words: Freeman chain-code; indicator diagram; neural network; fault diagnosis; MATLAB simulation

0 引言

抽油机在运行过程中容易产生各种故障, 必须及时准确地掌握抽油泵在井下的工作状况。示功图分析是判断抽油机井下工况的常用手段, 可以结合经验数据, 分析油井工作制度是否合理, 抽油设备与油层和原油的性质是否适应等, 从而拟定合理的采油工艺措施和检泵周期, 降低不必要的费用和损失, 提高油田生产效率^[1]。

Freeman 链码对示功图每一个边界点只需要一个代表方向的数字就可以代替两个坐标值, 因此用链码跟踪轮廓的方向可以大大减少边界表示所需的数据量, 也可以降低计算难度^[2]。通过实验, 发现 Freeman 链码能够准确表达出示功图的直线、拐点和曲线特征, 可以用作示功图的特征值。按照所提取出的示功图特征值, 建立示功图识别神经网络模型, 用采集的典型示功图样本训练网络, 能够对示功图进行分类识别。

收稿日期: 2014-02-25

修回日期: 2014-05-29

网络出版时间: 2014-12-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61003311); 安徽省高校省级自然科学基金资助项目(KJ2011A040)

作者简介: 肖维民(1962-), 男, 副教授, 研究方向为人工智能、计算机网络; 葛艺晓(1989-), 男, 硕士, 研究方向为人工智能、计算机网络。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141227.1340.010.html>

1 Freeman 链码

Freeman 链码是对图像轮廓的一种编码表达方法,其特点是利用若干具有特定长度和方向的直线段依次连接,形成目标的边界^[3-4]。在实际操作中,对同一边界,如果起始点不同,或者目标旋转,链码会发生变化。因此要对链码做起点归一化和旋转归一化。起点归一化通过最小自然数法来处理链码,旋转归一化通过取差分码的方法来解决^[5]。该课题选用八方向 Freeman 链码表示示功图边界,每个示功图数字化后可以形成 N 条链,每条链指向八个方向中的一个,如图 1 所示,每个角度值代表当前边界点坐标指向下一个边界点坐标的方向。图 2 给出了一种典型工况示功图的以 S 点为起点的八方向链码表示。

该曲线以 S 为起点的 Freeman 码为:

122220000001166566664245345433(1)。

起点归一化后为:

000000116656666424534543312222(0)。

旋转归一化后为:

000001050710006621611770610006。

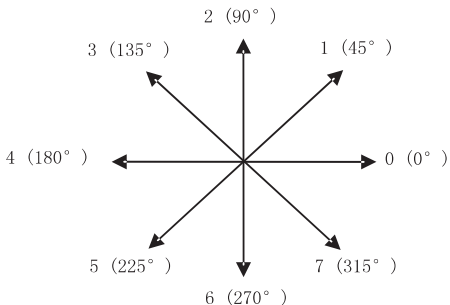


图 1 八方向链码表示

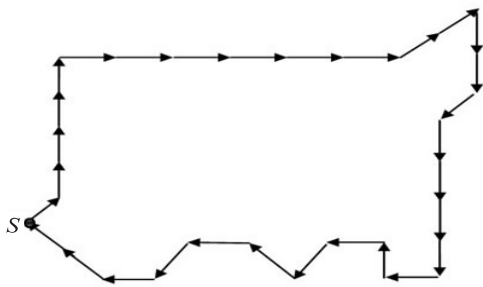


图 2 泵上碰示功图及八方向链码表示

2 示功图特征值提取

2.1 示功图边界点的选取

选择边界点有两种方法,一种是等间隔选点,一种是等距选点。由于示功图里包含了 N 个边界点坐标 (N 远大于 30),所以无论一共有多少点,总可以等间隔选择到 30 个边界点。但是由于曲线段中有“点密部”和“点疏部”,如果示功图的主要特征出现在点疏部,很可能选的点会刚好跳过这个特征线段。等距选

点法,是指选择的每两个点之间经过的曲线段长度相等。如图 2 所示的典型工况,这个示功图的最大特征就在于在上冲程将要结束的时候,载荷突然变得非常大,而在示功图右上方产生一个凸起。如果用等间隔法选点,选择的边界点可能正好跳过这个凸起,而等距选点对局部凸起等重要特征的拟合更加准确。

采用等距选点法,产生 Freeman 链码,如果选点太少无法表达足够的特征,选点太多又会增加神经网络训练难度,经过反复实验,选取 30 个点,已足够表达示功图中的所有直线、拐点、曲线特征。

2.2 基于差分码的特征值提取

2.2.1 起点归一化

对相同的边界,链码的起始点选择非常关键,起始点不同,所得到的边界链码也会不同。针对此问题,可以对链码采取起点归一化的方法。具体方法是把一个从任意点开始产生的链码看成一个由各方向数构成的自然数。将这个自然数按照一个方向循环,以使得构成的自然数的值达到最小,将这个转换后的链码的起点当作归一化后的新起点^[6]。如图 3 所示,以四方向链码为例加以阐述。



图 3 起点归一化

2.2.2 旋转归一化

边界旋转以后,边界链码也会随着变化^[7]。针对此问题,可以对链码采取旋转归一化的方法。相对比较简单的方法是把边界链码看成一个循环序列,用一阶差分码视为新的链码,即原前后链码的差异大小。如图 4(a) 和 (b),以四方向链码为例加以阐述。

如图 4(a) 所示的原边界旋转为图 4(b) 所示的新边界时,前者的链码是 1110303232,后者的链码是 0003232121,同样的边界但是链码完全不相同,但是它们的一阶差分码都是 0033133133,完全一致,这就解决了旋转后相同边界链码不一样的问题。

设两 Freeman 码值分别为 C_1 和 C_2 ,二者差分:

$$|\Delta| = |C_1 - C_2| = |C_2 - C_1|$$

差分码的绝对值大小表示方向角的变化幅度,符号表示方向角的变化方向,可以得到如下规律:

- (1) 若 $\Delta = 0$,则 C_1, C_2 码值没有变化,说明方向角不变;
- (2) 若 $\Delta = \pm 1$,则 C_1, C_2 码值相邻,说明方向角转变 45° ,正负号代表顺时针和逆时针转变(下同);
- (3) 若 $\Delta = \pm 2$,则 C_1, C_2 间隔一个码值,说明方向

从每种常见的典型故障示功图中各选取一个样本,和一个正常工况的样本组成测试样本,测试结果如表 2 所示。

比较表 1 和表 2 可知,此神经网络模型的识别效果比较理想,除了“稠油”情况有较大偏差,但并不影响判断,其余的识别都很靠近理想输出。

表 2 工况类型与测试结果

工况类型	输出结果											
泵上碰	0.957 5	0.018 8	-0.001 8	0.029 6	-0.012 0	0.019 6	-0.014 2	0.024 2	-0.022 3	-0.019 1	0.021 0	
泵下碰	-0.003 2	0.989 1	0.005 3	0.007 6	-0.002 1	0.009 8	0.012 7	-0.006 3	-0.015 2	-0.004 9	0.007 3	
供液不足	0.045 7	-0.001 5	0.998 5	0.030 4	-0.006 0	-0.000 2	-0.026 0	0.007 0	-0.046 0	-0.017 4	0.033 3	
气锁	0.004 2	0.009 3	-0.039 3	0.971 1	-0.021 7	0.017 5	0.018 6	0.007 1	0.025 0	0.023 6	-0.008 2	
双凡尔漏失	-0.010 8	0.004 8	0.004 0	0.003 8	0.988 7	0.006 4	0.013 1	0.003 4	0.004 1	-0.009 2	-0.008 2	
固定凡尔漏失	-0.000 5	-0.024 1	0.029 2	-0.013 7	-0.012 1	1.007 3	0.006 0	-0.007 9	0.030 7	-0.018 5	-0.006 8	
游动凡尔漏失	0.011 6	0.005 1	0.005 0	-0.018 6	0.012 2	-0.004 0	1.002 7	-0.030 1	0.005 0	-0.014 5	0.016 3	
柱塞脱出工作筒	-0.002 0	0.027 7	-0.010 0	-0.027 0	0.030 2	-0.047 2	0.060 3	1.020 7	-0.037 5	0.022 5	-0.037 2	
活塞遇卡	-0.004 4	0.003 5	-0.007 7	-0.001 5	-0.001 5	0.008 0	-0.007 9	-0.003 9	1.002 3	0.014 5	-0.001 1	
稠油	-0.045 1	0.030 1	-0.000 9	0.022 6	-0.007 7	0.006 9	0.008 7	-0.030 4	0.016 9	0.699 2	0.000 2	
正常工况	-0.009 1	-0.018 4	-0.012 4	-0.014 5	-0.040 4	0.058 3	-0.036 1	-0.098 1	-0.028 9	-0.044 0	0.971 3	

4 结束语

Freeman 链码因其能用较少数据来存储较多信息,而被广泛地应用到模式识别、图像表示等领域。把基于 Freeman 链码的差分码当作示功图的特征值,能够比较准确地表达出示功图的直线、拐点以及曲线特征,BP 神经网络经过训练,表现出了不错的识别效果,测试输出基本上与理想输出相吻合,所以基于 Freeman 链码的示功图特征值具有一定的使用价值。

参考文献:

[1] 杨理践,徐世文,高松巍. 基于 BP 神经网络的有杆抽油系统故障智能判断[J]. 沈阳工业大学学报,2004,26(6):667-669.

[2] 赵宇,陈雁秋. 曲线描述的一种方法:夹角链码[J]. 软件学报,2004,15(2):300-307.

[3] 余博,郭雷,赵天云,等. Freeman 链码描述的曲线匹配方法[J]. 计算机工程与应用,2012,48(4):5-8.

[4] Gonzalez R C, Woods R E. Digital image processing[M]. 2nd ed. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,1982.

[5] 林明星,王晓华,管志光,等. 基于差分码的图像特征提取方法研究[J]. 仪器仪表学报,2004,25(4):465-466.

[6] 章毓晋. 图像处理和分析基础[M]. 北京:高等教育出版社,2002:214-215.

[7] 刘辉,张云生,张印辉,等. 基于差分链码曲率的转炉火焰边界弯曲度计算[J]. 计算机工程与应用,2013,49(7):171-175.

[8] 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.

[9] 沈花玉,王兆霞,高成耀,等. BP 神经网络隐含层单元数的确定[J]. 天津理工大学学报,2008,24(5):13-15.

[10] Chen Ken, Yang Shoujian. Effect of multi-hidden-layer structure on performance of BP neural network; probe[C]//Proc of 2012 8th international conference on natural computation. Chongqing, China:[s. n.],2012.


[11] 范佳妮,王振雷,钱锋. BP 人工神经网络隐层结构设计的研究进展[J]. 控制工程,2005,12(S0):105-109.

[12] 徐芃,徐士进,尹宏伟. 有杆抽油系统故障诊断的人工神经网络方法[J]. 石油学报,2006,27(2):107-110.

[13] Derek H J, Jennings J W, Morgan S M, et al. Sucker rod pumping unit diagnostics using an expert system[C]//Proc of Permian basin oil and gas recovery conference. Texas, the United States:[s. n.],1988.

[14] 飞思科技产品研发中心. 神经网络理论与 MATLAB7 实现[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

基于Freeman链码特征值的示功图分类识别研究

作者: [肖维民](#), [葛艺晓](#), [XIAO Wei-min](#), [GE Yi-xiao](#)
作者单位: [安徽工业大学 计算机系, 安徽 马鞍山, 243000](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2015 (2)

引用本文格式: [肖维民](#), [葛艺晓](#), [XIAO Wei-min](#), [GE Yi-xiao](#) [基于Freeman链码特征值的示功图分类识别研究](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015 (2)