

配网架空线路故障区域定位与隔离的研究

李晓东

(无锡供电公司, 江苏 无锡 214061)

摘 要: 随着社会经济的发展, 配电自动化是配电系统发展的必然趋势, 配网架空线路故障区域定位与隔离是其核心功能之一。实际工程应用中, 由于各种因素的干扰使得配网线路故障定位结果不能准确、可靠, 因此通过监测数据借助算法实现故障的定位相当有必要性。论文针对 BP 网络存在的一些不足进行了相应的改进, 研究了一种新型神经网络——神经逻辑网络算法, 并通过实际算例验证了该算法的可行性与有效性。

关键词: 配网架空线路; 故障区域定位; 分层拓扑模型; 改进 BP 网络; 三直逻辑神经网络

0 引言

随着社会经济的迅速发展, 人民的生活水平在不断的提高, 对电能的依赖性也越来越强, 同时现代社会要求有更高的供电可靠性和电能质量, 配电自动化系统(DAS)是配电系统发展的必然趋势。配网架空线路一旦发生故障, 则需要立刻进行故障定位。在这样一种背景下进行配网架空线路故障区域定位问题的研究, 目的是寻找一种较好的故障定位方法方便现场处理。

1 配网架空线路故障定位和隔离的传统算法研究

针对目前国内外配网架空线路进行故障定位所利用的故障信息来源, 本文讨论利用配网架空线路自动化信息进行故障定位的方法——基于 FTU 的故障定位法。

基于 FTU 故障信息实现配网架空线路故障定位和隔离的算法主要分为两类: 一类是以图论知识为基础, 结合故障电流分析, 根据配电网的基本拓扑结构进行故障定位; 另一类是以粗糙集理论、遗传算法、人工神经网络等算法为代表的人工智能型故障定位算法。本章着重讨论基于分层拓扑模型的配网架空线路故障定位与隔离算法及其改进算法。

1.1 基于分层拓扑模型的配网架空线路故障定位改进算法

1.1.1 一维搜索算法

数学领域中讲述的一维搜索算法提供了一种逼近目标值的方法, 而配网架空线路的分层拓扑模型确定了一个配网架空线路的顶点区间及顶点顺

序, 因此将两者结合起来, 就可以对基于分层拓扑模型的配网架空线路故障定位进行改进, 优化故障定位的过程, 提高故障定位的速度。

对分法就是一种利用目标函数的导数进行一维搜索的有效算法, 每搜索一次, 区间都要压缩一半。在实际应用过程中, 该方法已经得到了充分的应用并且验证了其正确性与高效性。

1.1.2 故障定位改进算法的实现

利用对分法实现故障区段的搜索, 如图 1 所示, 需要事先确定搜索区间, 通过计算中间一点的函数值就可以实现区间压缩一半, 不断进行此操作, 直到满足要求为止。

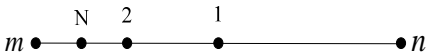


图 1 对分法搜索原理图

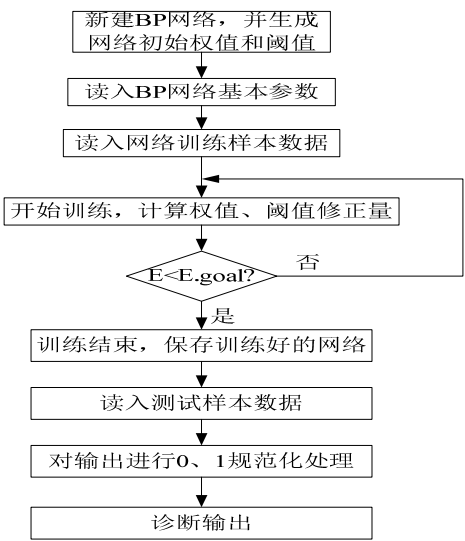


图 2 程序设计流程图

2 基于改进 BP 网络的配网架空线路故障定位

2.1 神经网络在配网架空线路故障定位中应用

论文采用的是人工神经网络中的改进 BP 网络模型进行配网架空线路故障定位, 算法的具体流程图如图 2。

2.2 运用 MATLAB 中神经网络工具箱进行 BP 网络设计

在 MATLAB 神经网络工具箱中, 有很方便的构建神经网络的函数。对于 BP 网络的实现, 主要有四个基本函数, 分别对应四个基本步骤。

(1) 新建 newff

要实现一个 BP 网络的训练和仿真, 首先需要创建一个 BP 网络, 函数 newff 便可以完成。

(2) 初始化 init

newff 在建立 BP 网络的同时, 会自动调用初始化函数, 根据缺省的参数对网络的连接权值和阈值进行初始化, 这些初始化值通常是在(-1,1)均匀分布的随机数。使用函数 init 也可以对网络进行自定义的初始化。

(3) 训练 train

函数 train 使用的是批处理方式, 大大提高了训练的速度, 并且在训练过程中, 用图形显示网络误差随学习次数的变化。

(4) 仿真 sim

函数 sim 用来对网络进行仿真, 从而对网络的训练结果进行评价。

2.3 算例仿真和结果分析

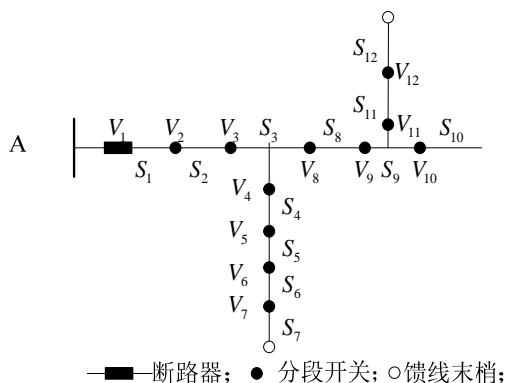


图3 子配网架空线路结构图

选取子配网架空线路结构图 3, 首先将各节点进行编号, 然后采用馈线段与其相应节点开关统一编号的方法对馈线段也进行编号, 如图 3 所示, 共

有十二个节点, 对应十二条馈线段。

(1) 网络结构的设计

BP 网络采用只有一个隐含层的三层网络结构, 将图 3 所示的子配网架空线路每条馈线段故障作为一种故障样本模式, 提取特征量。

(2) 网络基本参数设置

网络的学习最大训练次数设为 Max.epochs=1000, 网络目标误差为 E.goal=0.0001, 网络动量因子取为 $\eta=0.9$, 训练迭代过程的显示步长为 20, 隐层神经元的传递函数取为 tansig, 输出层神经元的传递函数为 logsig。

(3) MATLAB 的 m 语言程序实现

为了寻找最佳的隐层节点数, 定义一个误差矩阵 *Error* :

$$Error = Y - T \quad (1)$$

式(2.1)中: *Y* 为网络训练后的实际输出矩阵, *T* 为网络的目标输出矩阵。以误差矩阵 *Error* 的范数作为整个网络逼近误差 *res*, 即

$$res = norm(Error) \quad (2)$$

通过“试凑法”, 不断改变三层 BP 网络的隐层节点数, 进行训练, 得到网络的逼近误差和收敛速度。网络训练结果如图 4, 5。

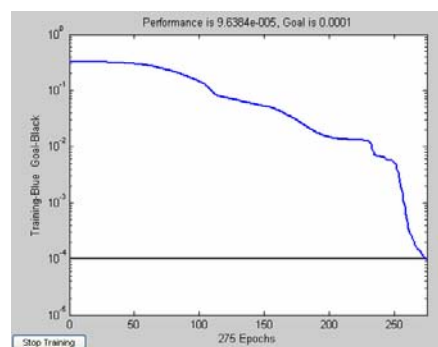


图4 改进 BP 网络的训练误差性能曲线

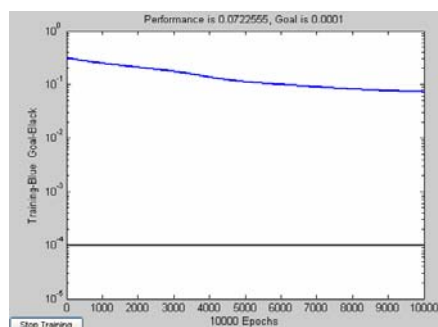


图5 传统 BP 网络的训练误差性能曲线

对比图 4 和图 5 可知, 改进后的 BP 网络具有很快的收敛速度, 克服了传统 BP 网络收敛速度慢

的缺点,更加满足实时应用的要求。

3 多值逻辑神经网络

多值神经网络(Multi-Neural Logic Network, MNLN),是融合模式处理和逻辑推理两种机制于一体的一种集成模式,呈现出来的基本形式仍然是一神经网络,不同之处在于网络的输入、输出以及节点间的每个连接弧所带的权值已经不是单个数值,而都是有序数对。

3.1 三值神经网络

三值神经网络是多值神经网络(MNLN)的基本形式、也是应用最多的形式之一,它的每一节点的有序对仅与(1, 0)、(0, 1)、(0, 0)三值之一相关联,这三个值的逻辑含义分别代表“真”、“假”、“未知”。

简单的三值神经网络如图6所示。

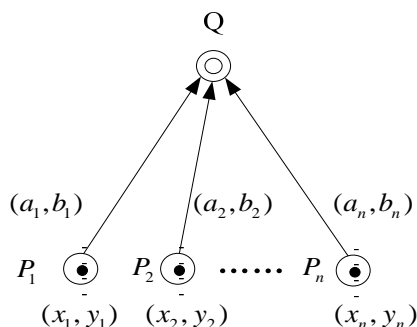


图6 简单的三值神经网络结构图

3.2 基于三值神经网络与改进BP神经网络组合的配网架空线路故障定位

当配网架空线路发生故障时,FTU上传故障信息中的畸变信息可以先通过神经网络进行有效的纠错,将这些经过纠错的故障信息作为改进BP神经网络的测试样本输入矢量集,便实现了配网架空线路的高容错性故障定位。

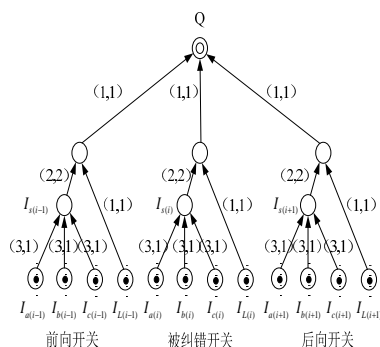


图7 基于三值神经网络的故障信息纠错模型

3.2.1 基于三值神经网络的故障信息纠错模型

给出基于三值神经网络故障信息纠错的模型如图7所示。

3.2.2 算法基本流程

基于三值神经网络和改进BP神经网络组合的配网架空线路故障定位算法基本流程如图8所示。

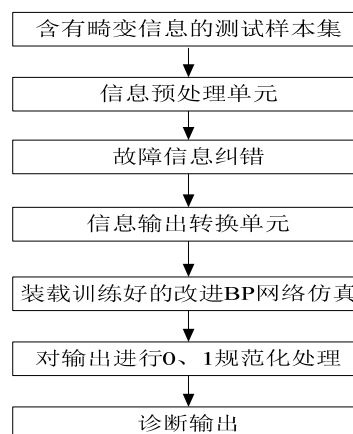


图8 算法的基本流程图

3.2.3 算例仿真和结果分析

首先将具有畸变信息的测试样本通过三值神经网络纠错模型进行故障信息纠错,得到的输出作为改进BP网络的输入P。然后加载训练好的改进BP网络,进行仿真测试。

运行结果如下:

Y =							
Columns 1 through 8							
0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
0.0175	0.0175	0.0175	0.2844	0.0017	0.0000	0.1389	0.1389
0.0024	0.0024	0.0024	0.0043	0.0058	0.0008	0.3082	0.3082
0.0020	0.0020	0.0020	0.0058	0.1272	0.0005	0.0010	0.0010
0.0005	0.0005	0.0005	0.0003	0.0024	0.7153	0.0002	0.0002
0.0005	0.0005	0.0005	0.0001	0.0131	0.3805	0.0223	0.0223
0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0003	0.0348	0.0348
0.0006	0.0006	0.0006	0.0027	0.0001	0.0001	0.0074	0.0074
0.0078	0.0078	0.0078	0.1265	0.1025	0.2517	0.0002	0.0002
0.9790	0.9790	0.9790	0.9714	0.9765	0.6050	0.9701	0.9701
0.0193	0.0193	0.0193	0.0638	0.0635	0.0002	0.0249	0.0249
0.0136	0.0136	0.0136	0.0017	0.0049	0.0001	0.0354	0.0354
Columns 9 through 13							
0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000			
0.0104	0.0104	0.0013	0.0632	0.0632			
0.2811	0.2811	0.0098	0.0038	0.0038			
0.0967	0.0967	0.0000	0.0073	0.0073			
0.0002	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001			
0.0004	0.0004	0.0120	0.0004	0.0004			
0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0006			
0.0000	0.0000	0.0185	0.0020	0.0020			
0.0379	0.0379	0.9786	0.0002	0.0002			
0.8454	0.8454	0.0190	0.9744	0.9744			
0.0022	0.0022	0.0006	0.3229	0.3229			
0.0006	0.0006	0.0000	0.1750	0.1750			

进行0、1处理后的输出为:

Y =												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

对比基于改进 BP 网络的故障定位和基于三值神经逻辑网络和改进 BP 网络组合的故障定位这两种算法可知,对于相同的故障畸变信息样本,后者比前者在容错性能上提高了 23.07%。

4 结束语

运用三值神经逻辑网络和改进 BP 网络相结合的定位算法则大大提高了配网架空线路的容错性能,基本实现了配网架空线路的高容错性故障定位,具有较高的工程适用价值。

参考文献:

[1]束洪春,王晶,葛耀中.基于故障投诉电话信息的配网架空线路故障诊断方法[J].电力系统自动化,2000,24(8):39-41.

[2]蔡建新,刘健.基于故障投诉的配网架空线路故障定位不精确推理系统[J].中国电机工程学报,2003,23(4):57-61.

[3]廖志伟,孙雅明,叶青华.人工智能技术在电力系统故障诊断中应用[J].电力系统及其自动化学报,2003,15(6):71-79.

[4]刘会家,李宁.一种基于FTU的馈线故障定位优化算法[J].继电器,2004,32(10):40-43.

[5]刘健,王兆安.配网架空线路故障区域判断和隔离[J].西安交通大学学报,2000,34(2):7-10.

[6]周羽生,周有庆,戴正志.基于FTU的配网架空线路故障区段判断算法[J].电力自动化设备,2000,20(4):25-27.

作者简介:

李晓东(1986-),男,江苏无锡人,配电线路工,E-mail: tian.guo.424@163.com。