

基于物联网技术的智能变电站辅助系统及应用

林 敏

(江苏省电力公司,江苏 南京 210024)

摘 要:物联网技术的快速发展为智能变电站的辅助系统优化与信息融合提供了基础。文中结合国网 220 kV 西泾智能变电站,介绍物联网技术中的数据采传输系统,提出了基于改进 SOM 方法的传感器优化布置方案;针对现有辅助系统数据标准不统一的问题,研究基于 IEC 61850 标准的统一建模方法,提出了基于物联网的辅助系统管控平台架构方案。

关键词:物联网技术;智能变电站;辅助系统

中图分类号:TM63

文献标志码:A

文章编号:1009-0665(2013)06-0019-04

国网公司提出加快建设统一坚强智能电网的发展战略,指出要更加注重应用先进的网络信息和自动控制等技术提高电网的智能化水平。物联网利用各种信息传感设备,实时采集任何需要监控、连接、互动的设备或过程等各种需要的信息,并形成一个巨大的信息交互共享网络,实现对相关设备的统一管理。物联网技术具有节点与节点之间信息自动采集、分析、处理等特点,体现信息化、自动化、互动化特征,其在统一坚强智能电网建设中有广泛的应用前景^[1-4]。

变电站辅助系统是指为保障变电站主设备正常工作的支撑系统,其包括图像监视、安全警卫、火灾报警、消防、采暖通风、检修防误入间隔系统等等。目前,常规变电站配置的各辅助系统均为独立设置,不具备智能交互能力,系统之间的数据共享和集成度不高。不同厂商制造的辅助系统采用了各自的私有协议,无法与站内其他设备和系统互通信息,缺乏统一的管理与展示平台,不能满足智能变电站对信息集成管理的需求^[5,6]。

1 智能变电站传感器系统

1.1 信息采集类型

为实现智能变电站辅助系统的集成应用,需要采集比常规变电站更加丰富的信息,包括变电站设备的运行温度、检修间隔的视频信息、站内巡检视频信息、变电站水浸信息、围墙震动信息、高压围栏入侵信息、红外对射入侵信息、SF₆ 泄漏信息、主变红外热像信息等。这些信息均由布置在宿主设备的传感器采集完成,并通过不同的传输网络给辅助分析系统,实现所有数据的高级应用。

1.2 传感器网络组合

1.2.1 有线传感器网络

对于信息传输要求带宽大、可靠性高以及布线施工比较简单信息,例如视频、振动、消防、门禁等信

息采用有线传感方式。(1) 高清视频传感器节点。通常采用 H.264 高清标准的视频信号带宽高达 8 Mb/s, 适合选择有线传输方式, 采用 100 Mb/s 的以太网和 1 Gb/s 的交换机, 交换机到视频服务器采用 1 Gb/s 的光纤网络。(2) 墙体震动传感器节点。每个震动传感器的实时采样速率为 64 kb/s, 处于连续工作状态, 其传输速率达 500 kb/s, 传输距离达 200 m, 选择 CAN 总线。(3) 消防报警器传感器。限于消防法规的管制, 消防报警器只能选用专用有线传输网络, 该种网络将供电和通信集成于 2 根信号线中, 通过消防管理部门的检测准予使用。(4) 门禁 RFID 阅读器。针对通用型门禁阅读器, 选择有线方式, 具体采用以太网管理。(5) 无线传感器骨干节点。骨干节点将收集到的节点信息传输回平台, 传输距离要求高达 500 m, 选择有线方式, 采用 RS-485 总线。

1.2.2 无线传感器网络

电气绝缘要求高或布线困难, 且数据传输速率低的信息, 适合采用无线方式传输, 例如高压设备运行温度监测节点, 环境温湿度节点, 机柜门磁开关节点、水浸节点等。

2 传感器布置算法

智能变电站从建筑结构上分为多个功能区域, 各个区域由于电气设备安装位置和建筑结构不同, 对传感器节点的布设要求也不相同, 在考虑无线节点布设方案时必须对节点布置方案进行研究, 尽可能采用优化布置的方案。现有无线传感器网络的节点布置的方法可分为几何覆盖法和智能布置法。

2.1 几何布置算法

几何布置法是指根据现场设备的安装位置, 按照一定的空间规则布置传感器, 实现对设备的监测。几何布置法可分为点覆盖、区域覆盖和栅栏覆盖算法。该方法的特点是需要保证监测范围内任一点至少属于一个传感器的监测范围, 同时尽量减少各传感器之间的范

围交叉。该方法的不足是没有根据被监测设备的重要性,实施以监测对象为依据的传感器布置。

2.2 智能部署算法

智能算法从物理学以及自组织迭代的角度来研究,其中比较有代表性的是VFA(Virtual Force Algorithm)方法和SOM(Self-Organized Mapping)方法。VFA的方法从物理学的角度出发,设定临界距离,假设当传感器节点之间的距离大于临界值时,节点间存在引力作用,当节点间距离小于临界值时,存在斥力作用。引力和斥力的大小跟距离有关,最后证明所有的节点在这种引力和斥力的作用下会达到某种平衡,从而达到对检测区域的覆盖。SOM方法基于网络中并不是所有的区域都是需要关心的区域,只有那些经常有事件发生的地方才是传感器节点最应该覆盖的地方,从而提出了事件驱动的概念。在SOM方法中,网络监测区域中分布的各事件点选择离自己最近的节点作为Winner节点,事件点是Winner节点移动的目标,每迭代一次,所有Winner节点移动一次,从而所有节点的相对位置变换一次,下一次迭代重新计算Winner节点,再次移动。

2.3 SOM算法改进

SOM算法是在了解所有事件的位置之后,优化节点与事件之间的相对位置。很明显,SOM的方法相比VFA更具目的性,但当某个节点不是任何事件的Winner节点时,那么这个节点便失去了它应有的作用,如果因为某些原因,初始分布时这种节点比较多,那么网络的覆盖率会下降,节点的利用率也会大大降低,这对于整个网络来说无疑是有害的。为了解决这个问题,经研究分析发现,原有的SOM方法只要做出一定程度的改进就可解决这种节点不能移动的现象,结合VFA算法的优势,将VFA算法中节点间相互的引力和斥力引入到SOM算法中,但不是应用于所有节点,而仅应用到那些不是任何事件Winner的节点,那些是事件Winner的节点继续应用原有的SOM算法。下面给出西泾变中针对SOM覆盖率的改进方法。

伪代码:

Step1. Set loops=0; Set MaxLoops=MAX_LOOPS;

Step2. While(loops < MaxLoops)

for($x_i \in \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_k\}$)/ * 对于每个事件 */

找出 x_i 的winner $_i$

for($s_i \in \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_k\}$)/ * 对于每个传感器节点

*/

if ($s_j \in \{winner_1, winner_2, winner_3, \dots, winner_k\}$)/ *

该节点不是任何事件的Winner*/

Calculate F_j ;

$W_j^{new} = W_j^{old} + \alpha_{VFA} * F_j$; /* 新坐标用虚拟力的方式更新 */

Else

$W_j^{new} = W_j^{old} + \alpha \sum_{i=1}^k (x_i - W_j^{old})$; /* 用SOM的方式更新节点

坐标 */

loops++;

Step3: output $s_i \in \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_k\}$; /* 输出迭代完成的节点 */

通过将VFA的虚拟力思想应用到被抛弃的节点,从而使得那些被抛弃的节点重新靠近事件,进而有机会成为某些事件的Winner节点,可以参与迭代,完成对事件的覆盖,提高网络的覆盖率。

西泾变中的节点布置采用圆型模型作为节点的感知区域模型,并使用改进的SOM算法作为节点的布置策略,各布置策略的效果如图1—4所示。

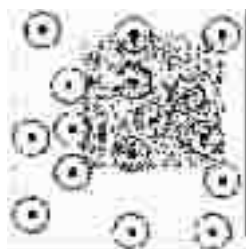


图1 初始分布

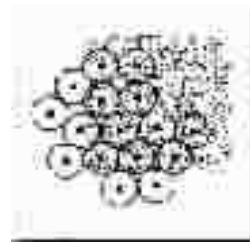


图2 VFA算法分布



图3 SOM算法分布



图4 改进SOM算法分布

由图1—4可看出,使用改进SOM算法的节点布置策略,不仅可以很好地实现了对事件的覆盖,而且节点的连通性能也有很大的提高。西泾变通过采用圆型模型作为节点的感知区域模型,并使用改进的SOM算法作为节点的布置策略,实现了在保证通信可靠性的基础上,提高无线传感网络的覆盖度。

3 协同感知与多源异构信息的融合

在多传感器系统中,各传感器感知的信息通常具有不同的特征:模糊的或者错误的,相互支持或互补,甚至是相互矛盾或竞争。同时,系统所处的环境也受到各种随机因素的影响而不断地变化。所以需要多个同一类型传感器或多种不同类型传感器进行协同感知,以实现对目标的全面准确检测^[7-9]。协同感知是信息融合的基础,用于在多传感网络系统中感知目标状态、各

种信息的变化等,通过将感知到的信息传输到管控平台进行数据特征提取,信息融合和判断决策,实现对感知目标状态信息的智能化应用。

采用事件驱动策略可以及时发现系统或周围环境中发生的异常事件,并快速通知给管控平台,从而快速作出反应。事件驱动策略能自动捕捉各个协同传感模块采集的事件信息,对其进行处理并通知上层处理系统,为协同感知提供技术基础。在事件驱动策略中,事件处理流程按逻辑被分为4层:事件源、事件通道、事件处理和下游事件驱动活动。策略完整地覆盖了协同感知模型、事件源、事件处理和下游事件驱动活动分别对应协同感知模型中的信息源、信息管理和信息效果表示。在多传感系统中,由各种传感器负责收集信息,并把处理后的信息传输到融合处理系统。同时根据传感器采集信息的内容,可以得知协同系统中的全局信息,从而根据各自的协同机制作出反应,完成协同处理工作。(1)在策略模型中,事件源即各种传感器感知的信息。为了在每次感知的信息获取后能够被执行,需要对采集的信息生成格式统一的标准事件,并将其放入事件通道中。(2)事件通道通常是一个消息传递网络,在事件源和事件处理引擎之间传递格式标准化的事件消息。(3)事件处理是事件驱动架构的核心,实现协同感知中的信息管理。它利用一个复杂事件处理引擎,处理搜集到的基本信息,从而得到更加有效的信息。(4)下游事件驱动活动主要负责将得到的复杂事件信息发送给信息融合系统。事件管理模型模块主要负责对事件元数据的管理。事件元数据包括事件定义、事件模式匹配条件和处理规则等。

西泾变智能辅助系统中,采取事件驱动协同感知模型以实现有效的协同感知。在安防系统中,振动、红外等传感器采集到的砸墙、人员或动物进入变电站等信息作为事件源,传感网络作为事件通道,在管控平台进行事件处理,通过振动的报警精确位置和红外的翻墙告警协同,确认异常入侵,管控平台调用相应视频采集,得到可靠的入侵事件,通过下游事件驱动活动,发送信息融合系统进一步处理。此外,在消防和水浸系统中,同样采用事件驱动策略的协同感知,有效降低虚警率,提高信息可靠性。

4 辅助系统 IEC 61850 标准化建模

IEC 61850 标准吸收了面向对象建模、组件、软件总线、网络、分布式处理等领域的最新成果,已成为目前智能变电站网络通信标准。西泾变的智能监测和辅助控制系统中,结合 IEC 61850 标准提出了一种物联网数据交换应用规范,即实现特定通信服务映射(SCSM)对无线传感网(WSN)的映射。通过 GOOSE

数据传输服务实现传感器数据的上送,由于物联网对于低功耗方面的特殊要求及无线传输的限制,相对 ISO/IEC 8802-3 上的映射做了适当的精简,同时不提供在线模型读取及在线配置服务,配置信息以 ICD 方式提供。IEC 61850 标准中没有物联网传感器相关的建模,本文提出了一种传感器建模方式,实现传感器之间的无缝互连,在有联动要求的设备之间实现互操作。传感器设备模型扩展如表 1—3 所示。

表 1 高压电气设备运行温度传感器模型 (WSN-001/MEAS/STMP)

建模信息	属性名	属性类型	M/O	语义
公用逻辑节点信息	Mod	INC	M	模式
	Beh	INS	M	行为
	Health	INS	M	健康状态
测量信息	NamPlt	LPL	M	逻辑节点铭牌
	Tmp	MV	M	传感器温度

表 2 温湿度传感器模型(WSN-001/MEAS/SHGT)

建模信息	属性名	属性类型	M/O	语义
公用逻辑节点信息	Mod	INC	M	模式
	Beh	INS	M	行为
	Health	INS	M	健康状态
测量信息	NamPlt	LPL	M	逻辑节点铭牌
	Tmp	MV	M	传感器温度
	Hum	MV	M	传感器湿度

表 3 给排水传感器模型(WSN-001/MEAS/SWSD)

建模信息	属性名	属性类型	M/O	语义
公用逻辑节点信息	Mod	INC	M	模式
	Beh	INS	M	行为
	Health	INS	M	健康状态
状态信息	NamPlt	LPL	M	逻辑节点铭牌
	AlmFlth	SPS	O	污物告警
	AlmLv	SPS	O	水位告警
测量信息	ValSup	MV	M	用水量
	ValDr	MV	M	排水量
	ValLev	MV	M	水箱水位

5 辅助系统智能管控平台

智能变电站辅助系统由多个子系统构成,这些子系统需要一个公共的管控平台来统一进行管理和控制。站端管控软件集成了站端所有的辅助系统,与集控站智能辅助系统主机完成自动数据交换,接受集控站智能辅助系统主机的命令^[10]。智能辅助系统具备与变电站综合自动化设备的 IEC 61850 协议通道接口,实现各子系统数据集中展示和统一管控的功能。管控系统功能架构图如图 5 所示。

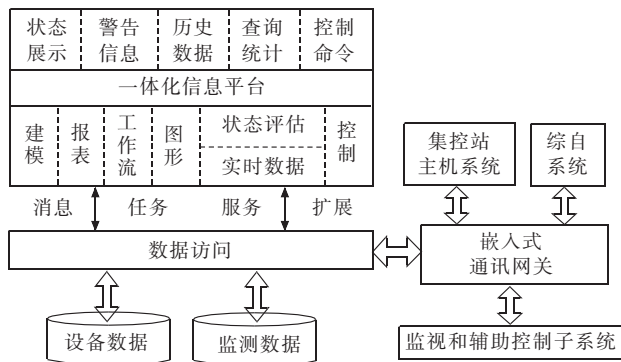


图5 站端智能管控系统功能架构图

站端智能管控系统是一个兼顾实时监控和历史分析的综合系统。通常来说,实时监测数据在使用过程中对实时性要求比较高,而历史数据对数据存储容量要求较高。主机系统目前采用关系型数据库来完成各种数据的存储,并预留对实时数据库的扩展,为远期接入高实时数据提供接口。

6 结束语

本文结合 220 kV 西泾智能变电站介绍了物联网技术在状态监测与辅助控制系统中的应用。研究基于多传感器协同感知与信息融合技术,提高变电站辅助系统的信息可靠性;基于 IEC 61850 标准建立无线传感网络功能模块的模型,实现不同系统之间的信息交互;开发了多技术融合的集成智能辅助管控平台,完成

全站状态监测及辅助系统数据的集中展示和智能管控,取得了较好的运行效果。

参考文献:

- [1] 卢志俊,黄若函,周招洋. 物联网技术在智能电网中的应用[J]. 电力系统通信,2010,31(213):50-52.
- [2] 王哲,孙纯军. 物联网技术在智能变电站中的应用[J]. 电力建设,2011,32(10):41-46.
- [3] 余贻鑫,栾文鹏. 智能电网述评[J]. 中国电机工程学报,2009,29(34):1-8.
- [4] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报,2009,23(12):1-7.
- [5] 鲁东海,孙纯军,秦华. 基于物联网技术的智能变电站辅助控制与监测系统设计与应用[J]. 华东电力,2011,39(4):567-571.
- [6] 曹一家,何杰,黄小庆,等. 物联网技术在输变电设备状态监测中的应用[J]. 电力科学与技术学报,2012,27(3):16-27.
- [7] 刘祥志,娄坚鑫,郑清风,等. 变电站视频监控系统行为识别功能设计与实现[J]. 电力系统自动化,2010,34(22):117-119.
- [8] 李娜,陈晰,吴帆,等. 面向智能电网的物联网信息聚合技术[J]. 信息技术. 2010,4(2):21-28.
- [9] 陈积明,林瑞仲,孙优贤. 无线传感器网络的信息处理研究[J]. 仪器仪表学报,2006,27(9):1107-1111.
- [10] 龚钢军,孙毅,蔡明明,等. 面向智能电网的物联网架构与应用方案研究[J]. 电力系统保护与控制,2011,39(20).

作者简介:

林敏(1956),男,福建福州人,高级工程师,长期从事电力系统运行管理工作。

System and Application of the Internet of Things in Smart Substation Auxiliary

LIN Min

(Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

Abstract: The rapid development of the Internet Of Things(IOT) technology provides basis for auxiliary system optimization and smart substation information fusion. By taking the 220 kV XiJing smart substation an example, the acquisition and transmission system, one of IOT technologies, is introduced in this paper. Based on the analysis, an optimal arranging scheme of sensors using modified SOM algorithm is proposed. Since the data standard of auxiliary systems is not unified, a unified modeling method based on IEC 61850 standard is studied, and an IOT based auxiliary systems' management and control platform architecture scheme is proposed.

Key words: Internet of Things, Smart substation, Auxiliary systems

(上接第 18 页)

Analysis of Relay Protection Tripping Caused by a Fault on Low Voltage Switch of Main Transformer

WANG Wendong

(Guohua Jiangsu Wind Power Co., Ltd., Yancheng 224200, China)

Abstract: A short-circuit failure of the main transformer caused by overheat of its low voltage switch contact in a wind power plant's 220 kV substation is studied. The reason of the fault, the action of relative 35 kV differential busbar protection, the main transformer protection and the wind turbines protection are analyzed. Based on the analysis of the operation rejection of main transformer's low voltage level back-up protection, countermeasures and suggestions for preventing fault, deploying protections configuration and reducing fault effect are presented to avoid similar accidents.

Key words: wind power plant; transformer substation; main transformers; switch; protection configuration