

基于图形化的通信光缆管理方法

虎啸¹,刘钰²,汪茂越²,刘蕾²,肖丹²,郝海泉²

(1. 重庆大学 输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆 400044; 2. 国网重庆市电力公司 市区供电分公司, 重庆 400015)

摘要:针对传统光缆路由管理方法存在的路由数据准确率低、管理分散和共享性差等问题,提出了一种基于图形化的光缆路由管理方法。建立基于网络地理信息系统(WebGIS)的光缆路由数据模型,采用隐马尔可夫模型(HMM)的地图匹配算法将空间数据与光缆路由有机结合,确保路由资料 and 现场实际的一致性;并基于 ThinkPHP 框架构建了表格-模板转换平台,完成 Excel 格式的配线资料与路由地理信息的同步显示。该方法能满足运维人员对光缆信息查询和光缆快速定位的需求。

关键词:网络地理信息系统;光缆路由;隐马尔可夫模型;ThinkPHP 框架

中图分类号:TM73 文献标识码:B 文章编号:1002-5561(2019)03-0030-03

DOI:10.13921/j.cnki.issn1002-5561.2019.03.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Graphical-based management method of communication optical cable

HU Xiao¹, LIU Yu², WANG Maoyue², LIU Lei², XIAO Dan², HAO Haiquan²

(1. State Key Laboratory of Power Transmission Equipment & System Security and New Technology, University Of Chongqing, Chongqing 400044, China; 2. State Grid Chongqing Electric Power Company, Chongqing Power Supply of Chongqing Electric Power Company, Chongqing 400015, China)

Abstract: To solve the problem of management method on communication cable routing information such as dispersive cable data hard to share and poor matching degree with real data, this paper proposes a graph-based information management method which is used to establish the optical cable routing data model based on the internet geographic information system(WebGIS). This system adopts the algorithm of map matching based on hidden Markov model (HMM) to combine both the spatial data and cable properties closely, which ensures the uniformity of routing data between materials and real devices, and the table-template conversion platform based on ThinkPHP frame work is constructed to display both wiring data in Excel format and routing geographic information synchronously, which meets the requirements of operation and maintenance personnel for information query and rapid positioning of optical cable.

Key words: WebGIS; cable routing; hidden Markov model; ThinkPHP frame work

0 引言

重庆市区供电公司光缆线路主要采用沟道敷设。运维人员需要借助计算机辅助设计(CAD)图纸资料来确定光缆的路由走向,但市政施工使现场参照物发生

收稿日期:2018-10-29。

基金项目:国网重庆市电力公司项目(2018 渝电科技自 9#)资助。

作者简介:虎啸(1994-),女,硕士研究生,获得 2014-2017 学年度国家奖学金和“2017 届四川省优秀大学毕业生”荣誉。主要研究方向为电力设备在线监测与故障诊断。参与了国网重庆市电力公司科技项目 3 项,项目内容主要涉及通信光缆路由资源管理方法研究、空心电抗器故障分析与在线监测系统研制和 0.4kV 无功补偿设备在冲击与谐波时性能研究及参数选择研究。



变化,导致运维人员无法准确地掌握光缆路由信息,直接影响光缆的抢修效率。而传统 CAD 绘制光缆路由资料管理方法存在制图周期长、图纸信息有限、共享性能差和更新不同步等问题,为此,国内部分运营商开始尝试采用 ArcGIS 地理软件和 Google 地球软件,将光缆路由与真实地理环境相结合,以提高光缆路由资料的实用性^[1-4]。但这些方法都存在光缆路径不易辨识和背景照片更新不及时的问题。因此,本文提出基于图形化光缆路由管理方法。

1 系统分析与设计

本文采用客户机/服务器结构(C/S)和浏览器/服务

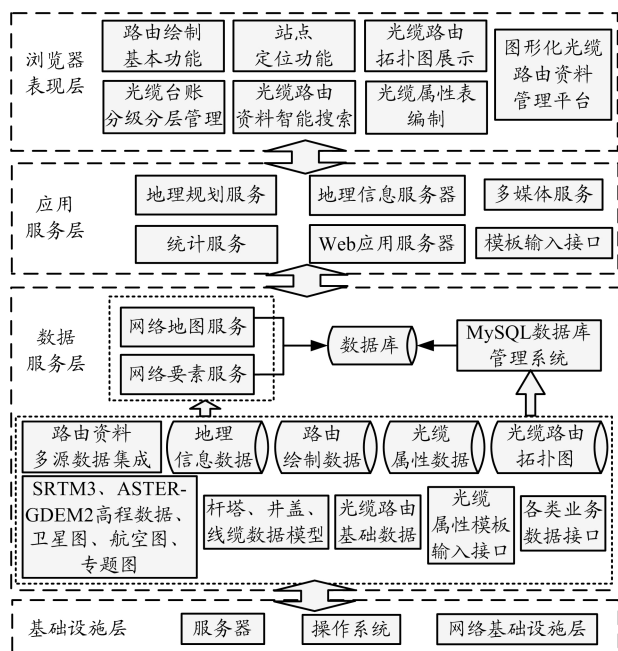


图1 光缆路由管理系统架构设计

器结构(B/S)混合构架的图形化光缆路由管理系统设计,其系统构架如图1所示。

该系统共分成4层:基础设施层、数据服务层、应用服务层和浏览器表现层。基础设施层为系统提供运行所需的服务器、操作系统和网络等基础设施;数据服务层为各类应用服务提供地理信息、路由资源和工程情况等数据支持;应用服务层为基础地理信息系统和光缆路由数据分析提供应用服务组件;浏览器表现层提供光缆路由绘制、图形化展示、智能化搜索和台账分层分级管理的业务功能。

2 基于网络地理信息系统(WebGIS)的光缆路由数据模型

光缆路由的地理信息数据包括空间数据和属性数据。通过标识符将 WebGIS 中的空间数据与光缆数据库系统中的属性数据相关联,构成基于 WebGIS 的光缆路由数据模型,如图2所示。

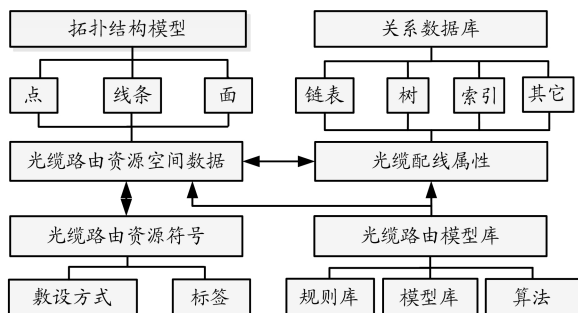


图2 基于 WebGIS 的光缆路由数据模型

2.1 光缆路由数据采集

本文对重庆市区公司骨干网现有的 203 条光缆进行采集,形成主拓扑。采集信息包括光缆路由基础地理位置信息(杆塔、井盖、站点和光缆路径)和光缆配线属性信息(名称、芯数、长度、类型、盘号、纤芯序号、业务名称和纤芯情况)。

2.2 光缆路由图层划分

WebGIS 的光缆路由数据的信息空间包含光缆路由资源图层和地理图层。光缆路由资源图层主要用于显示光缆路径、敷设方式和配线属性信息,包括光缆路径绘制层、杆塔层、井盖层、属性层和路由规划层等;地理图层主要用于显示光缆路由背景地理信息,包括城市区域层、街道层和交通设施层等。

2.3 WebGIS 光缆路由数据模型基本功能实现

为完成背景地图显示、光缆路由数据图层选取、拓扑图按比例缩放和平滑拖动的基本操作功能,前端通过 Openlayers 调用网络地图服务(WMS)和网络要素服务(WFS),将地理服务信息呈现在客户端的浏览器中,同时接收用户对地图的基本操作指令。

本文编写 JavaScript 代码对 Openlayers 中的地理应用程序进行开发,此处以本方案中调用 WFS 为例。首先,完成对 ol. format. WFS(WFS 数据格式)实例的设置;然后,对 ol. Layer. Vector(地图矢量图层)的 ol. Source. Vector(矢量图层的数据来源)实例设置其数据来源、地理坐标系及数据解析器;最后,将构造完成的 ol. layer. Vector 实例加入 ol. Map(地图)实例的 layers(图层)属性,与 ol. layer 类中定义的其它图层子类实现 WebGIS 光缆路由数据要素图层的叠加。同时,利用 controls(控件)属性加载地图缩放控件,实现光缆路由拓扑图缩放比例;利用 view(可视区域)属性结合 Scroller(滚动器)实现光缆路由拓扑图的平滑移动。

3 基于隐马尔可夫模型(HMM)的地图匹配算法

本系统采用 HMM 的地图匹配算法对光缆路径轨迹序列和地图中的道路信息进行相似度匹配^[9]。将观测到的全球定位系统(GPS)定位点作为每个隐马尔可夫状态的观察值,在满足高斯分布的误差区域中确定每个状态的隐变量。在每个状态建立的过程中,需要求解发射概率和转移概率来确定候选路径和最终路径。光缆维护人员以驱车测绘方式采集光缆线路,本文在传统的 HMM 地图匹配算法中加入了测绘车的速度 v_i 和道路限速 v_{lim} ,发射概率如下:

$$P(z_t | r_t) \times S(v_t, v_{lim}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \delta_z} e^{-0.5 \left(\frac{\|z_t - x_{t,i}\|}{\delta_z} \right)^2} \times \frac{v_t}{\max(0, v_t - v_{lim}) + v_{lim}} \quad (1)$$

其中, z_t 为到 t 时刻为止的观察值, r_t 为每个观察值对应状态的隐状态变量值, π 为初始状态概率分布, $\|z_t - x_{t,i}\|$ 为观察点到候选点之间的大圆距离, δ_z 为测量误差的标准差, $P(z_t | r_t)$ 为传统 HMM 地图匹配算法的发射概率^[6], $S(v_t, v_{lim})$ 为光缆路径信息采集车的速度 v_t 和道路限速 v_{lim} 的相似度。由式(1)可知,速度比值 $S(v_t, v_{lim})$ 越接近 1, 路由轨迹与候选道路匹配的概率越大, 从而提高算法轨迹点定位的准确性。

考虑到光缆路径可能敷设于弯道, 本文在转移概率中加上了弯道权重进行计算:

$$\frac{1}{\beta} \exp \left(- \frac{\sum_{i=1}^n (d_i + w_{lum} \times u_{v_i \times v_{i+1}})}{\beta} \right) \quad (2)$$

其中, β 表示常量, 由指数函数拟合确定; d_i 表示第 i 个弯道距离; w_{lum} 表示第 i 个弯道的默认权重; $u_{v_i \times v_{i+1}}$ 表示第 i 个弯道的定义权重, 该定义权重由弯道角度确定。

我们采用 Vertibi 算法求出概率值最大的隐状态序列^[7], 将序列中的隐状态点串联起来, 组成实际光缆路由轨迹。

4 AirThink 表格-模板转换平台设计

本文采用模板式录入数据。模板本质上就是一段超文本标记语言(HTML)代码, 用户在 HTML 中添加链接和相互关联的输入框等, 通过网格和表单的形式在地图中呈现。然而, 光缆配线资料最初是通过 Excel 表格编制完成, 在 WebGIS 地图上无法直接显示表格, 因此, 需要借助 AirThink 表格-模板转换平台将 Excel 格式的光缆配线资料转换为符合 WebGIS 模板显示要求的 HTML 代码。

4.1 开发平台的选择

该平台借助现有的 WebGIS 技术, 采用 B/S 结构设计, 选用超文本预处理器(PHP)和结构化查询语言(MySQL)搭建系统环境^[8], 以 ThinkPHP 为系统开发框架, 编程语言主要为 PHP 和 HTML。

4.2 设计模式

本文采用基于 ThinkPHP 框架的模型-视图-控制器(MVC)模式^[9], 如图 3 所示。该模式负责数据库的

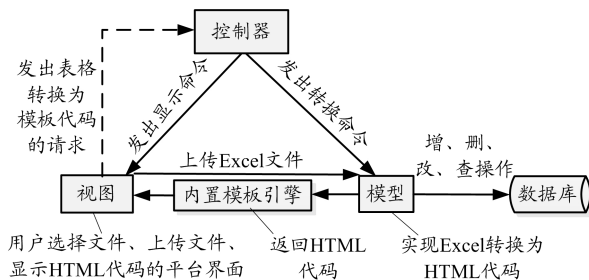


图 3 基于 ThinkPHP 框架的 MVC 模式

增、删、改和查的操作。内置模板引擎用于实现 Excel 转换为 HTML 代码的功能, 视图用于平台界面设计, 同时接受用户选择文件、上传文件等操作; 控制器用于协调模型和视图以完成用户的需求。当单击 Air-Think 页面上传文件时, 控制器命令模型构件去处理表格转换模板的请求, 将处理结果返回给视图, 通过视图来显示转换后的模板代码。

5 结束语

基于图形化的通信光缆线路管理方案是在 WebGIS 基础上开发的光缆路径和配线统一管理信息系统, 现已实现对市区公司骨干网 203 条光缆路由拓扑图的高精度绘制、光缆资源的统一管理和分级展示。

通过对通信光缆路由信息的有效管理, 提高了光缆资料的实用性、共享性和智能性, 有助于缩短光缆故障判断时间和通信故障平均处理时间, 为新建线路与原有线路间的有效联络提供设计依据。

参考文献:

- [1] 郑立, 裴孟翔, 杨芳利. GIS 在光缆线路监测系统中的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2006, 34(13): 77-79.
- [2] 杨泽菲. 光网监测系统的 GIS 模块实现技术 [J]. 光通信技术, 2009, 33(2): 36-38.
- [3] 刘钰, 郝海泉, 谭真, 等. 结合小波去噪与 GIS 地图的光缆故障定位 [J]. 光通信技术, 2014, 38(10): 60-62.
- [4] 何书毅, 吴春吉, 龙致远, 等. 区域电网光缆线路智能监测系统的数据传输技术研究[J]. 现代电子技术, 2017, 40(13): 118-121.
- [5] 高文超, 李国良, 塔娜. 路网匹配算法综述 [J]. 软件学报, 2018(2): 225-250.
- [6] GOH C Y, DAUWELS J, MITROVC N, et al. Online map-matching based on Hidden Markov model for real-time traffic sensing applications [C]//International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (15th IEEE ITSC), September 16-19, 2012, Anchorage, USA. New Jersey: IEEE, 2012: 776-781.
- [7] 郝晓平, 李焯. 基于基站定位数据的地图匹配研究 [J]. 电子科技, 2017, 30(7): 1-4.
- [8] 徐俊强, 史香雯. PHP+MySQL 动态网站设计实用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.