

智能充电站管理系统设计与研究

段芃芃, 刘 锂

(成都理工大学 工程技术学院, 四川 乐山 614007)

摘 要:随着电动汽车技术的发展和环境的问题,电动汽车的应用正加速发展,然而公共充电站的管理面临位置信息、电量信息、维护信息、充电系统状态等多项信息资源共享难的问题。结合 GIS 技术、空间分析算法、分布式资源服务技术、物联网技术,文中设计和研究了电动汽车充电站智能管理系统,实现了充电站位置信息查询、智能选择充电站、最短路径导航、电量信息实时查询、充电设备使用时间、智能提示维护、维护智能管理以及健康状态智能提示等功能,有效解决了公共充电站管理中存在的问题。以峨眉山市为实例进行验证和测试,对实现的系统进行了模拟测试,结果表明各项功能实现效果好,系统智能程度高。该研究为电动汽车充电站管理提供了一种管理思路和技术参考。

关键词:电动汽车充电站;智能管理;GIS 技术;分布式资源服务

中图分类号:TP319

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)06-0200-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.06.041

Design and Research of Intelligent Charging Station Management System

DUAN Peng-peng, LIU Li

(Engineering Technical College of Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

Abstract: With the development of electric vehicle technology and environmental problems, the application of electric vehicle is accelerating. However, the management of public charging station is faced with difficulties in sharing multiple information resources, such as location information, power information, maintenance information and charging system status. Combined with GIS technology, spatial analysis algorithm, distributed resource service technology, Internet of Things technology, we design and study an electric vehicle charging station intelligent management system to realize the charging station location information query, intelligent selection charging station, the shortest path navigation, real-time information query, charging equipment usage time, intelligent prompt maintenance, maintenance intelligent management and health state intelligence prompt, which effectively solves the existing problems in the management of public charging station. Taking Emeishan City as an example, the system has been simulated and tested. The effect of each function is excellent, and the intelligence of the system is high. The research in this paper provides a management idea and technical reference for the management of electric vehicle charging station.

Key words: electric vehicle charging station; intelligent management; GIS technology; REST

0 引 言

当前庞大的汽车拥有量使得汽车燃油消耗量已成为世界石油消耗的主体,而且化石燃料燃烧后产生的废气对自然环境也造成了巨大的污染。近年来,国内各大城市普遍出现污染的主要原因就是汽车尾气的超量排放。

有效节能、减少环境污染,成为各国关注的焦点。电动汽车以电代油,能够实现“零排放”,是解决能源和环境问题的重要手段之一。

以电动汽车为代表的新一代节能与环保汽车是中国乃至全球发展的必然趋势^[1]。

当前电动汽车充电站^[2]相对分散,充电站内充电桩运营管理不统一,充电桩电量信息、充电桩使用时间、充电桩健康状况等信息收集困难,无法实现数据共享。而充电站的管理模式偏向无人值班或配置较少人员值守的现状。因此,设计一个现代化城市的充电站智能管理系统,对电动汽车的发展和普及,具有非常重要的意义和实际实用价值。

收稿日期:2018-07-24

修回日期:2018-11-27

网络出版时间:2019-03-06

基金项目:2015 年度四川省教育科研项目(15ZB0366)

作者简介:段芃芃(1981-),男,讲师,硕士,研究方向为高性能计算、大数据、云计算。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190306.1017.084.html>

1 系统技术设计

电动汽车充电管理系统的设计核心是:直观方便掌握各充电站的位置分布,实时地显示各充电站内充电桩的电量情况,全局掌握各充电桩的使用次数及健康状况,充电桩智能的提示维护消息,以及各项数据的智能统计。根据其核心的设计思想,采用了GIS技术^[3]、空间分析算法^[4]、分布式资源服务^[5]和物联网技术^[6]进行系统框架设计。

GIS技术,采用了“一张图”^[7]的设计思想,将研究区域地图上的所有相关信息矢量化为二维电子地图和空间数据信息,方便数据的地位和查找。将充电站的位置、充电桩电量、充电次数等数据信息以空间数据方式进行处理和关联。将完成的二维空间数据和电子地图发布到地图服务器。

空间分析,主要采用了附近设施点分析、最短路径分析^[8]和缓冲分析技术。附近设施点分析用来分析附近的充电站位置,并通过电量、健康状况和位置等条件的综合对比进行筛选,显示最优的充电站位置信息。最短路径分析用来生成当前位置与最优的充电站位置

的最短路径。缓冲分析用来查找充电站指定范围内的维修部门,并定位显示。

分布式资源服务,即REST^[9]面向资源服务的技术,地图服务、空间数据信息、充电数据实时采集等,采用REST面向资源服务的技术在服务器进行发布,客户端通过服务提供的URL方式进行读取,在性能上达到实时性强,响应速度快,稳定性高,出错率低,扩展性好。

物联网技术,基于物联网设计的充电桩电量数据通过专业的传感器获取当前的使用时间、电量信息、状态信息等数据,然后通过GPRS/3G/4G网络将数据实时上传到远程数据接收模块。最后数据通过访问服务器的REST资源地址,通过客户端进行结果呈现。

2 系统功能设计

以实用性、高效性、功能完整性、可扩展性以及智能性为设计原则,系统模块功能总体分为“用户服务模块”和“充电站管理模块”两部分,如图1所示。

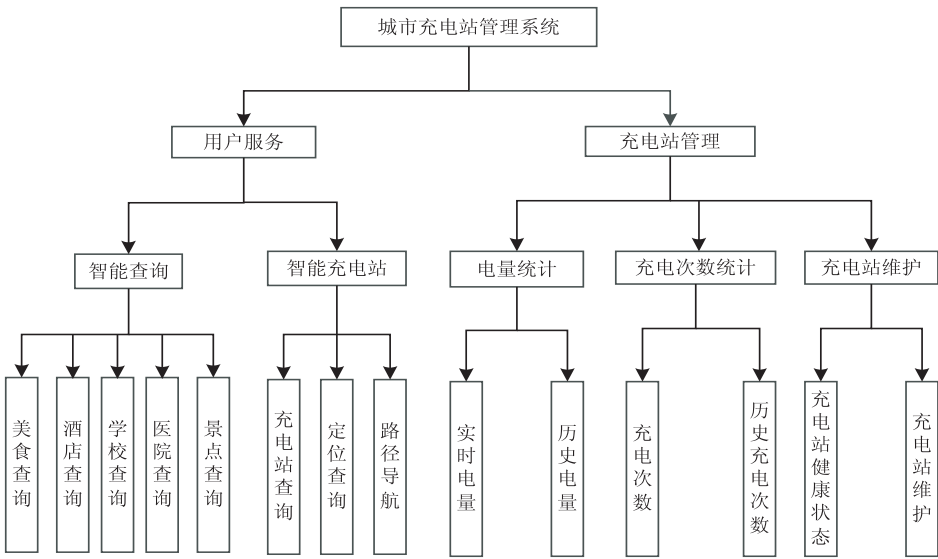


图1 系统总体功能划分

用户服务模块主要是为客户提供服务,满足用户对城市充电站查询导航和其他城市信息点的需求。包括了城市信息智能查询和智能充电站查询。

用户可以有多种查询方式查询所需地点,可以由已知地点名称关键字直接输入检索查询相应多个地点,也可以由查询对话框下拉菜单的分类图标进行智能查询。智能查询是为用户提供快速查找地点的一个功能,该功能定位快速准确,满足广大客户需求,主要的实现过程为在地图上查询然后显示。

充电站智能查询,根据电动汽车用户需求手动定位,查询附近充电站,按照路线实现查询,为用户提供智能的导航功能,查找最近的充电站。包括了充电站

名查询、定位查询和路径导航。

在充电站智能查询下拉菜单栏中选择分类图标充电站或者检索关键词充电站,点击“查询”按钮后,查询的相应地名图片及其他信息显示于左侧智能查询结果栏中;打开右上角悬浮框点击“设置我的位置”按钮,在地图上定位当前位置,显示当前位置详细信息;点击“查找附近充电站”按钮,地图上显示查找附近充电站,附近充电站详细信息显示于右侧结果栏中,查看路线,路线导航。

充电站管理模块主要是管理员通过统计图管理充电站电量信息、充电站充电次数,处理充电站维护任务和查看充电站健康状态,以提高工作效率,降低管理员

的工作强度。包括电量统计、充电次数统计和充电站维护。

电量统计:统计充电站当前电量、历史电量和输入输出电量,便于管理员做好相应的登记工作,从统计图表形象直观地得出当月、当季甚至这一年每个充电站电量情况,有利于充电站后续推广,增加其经济效益。

充电次数统计:包括充电站当前使用次数统计和历史充电次数统计,方便管理员比较不同地点充电站的充电次数差别,了解充电站电池使用情况,为更换充电站电池提前做出安排,有效降低充电站管理员的工作强度。

充电站维护:当充电站充电次数过多而到达警戒区间,充电站系统智能检测发出警报,管理员通知维修人员前来维修,充电电池不再重复使用时,充电站健康状态为红色,提醒管理员更换电池。

3 智能化数据处理

智能化数据处理主要包括路径分析算法、缓冲分析算法和最近设施分析算法。

(1) 路径分析。

路径分析指的是通过道路交通网根据用户需求对所需要的路线进行分析,用户也可以根据起点和终点的输入自动生成到达目的地路径。所求的路径一般都是通过算法实现的最短路径分析。

在解决最短路径问题时,最常用的算法有 Dijkstra^[10] 算法、A* 算法、Bellman-Ford 算法、Floyd-Warshall 算法、Johnson 算法。而文中使用 Dijkstra 算法,通过算法和 C# 代码来实现最短路径分析功能。

图 2 为 Dijkstra 算法的无向图,设 A 为起点,求 A 到其他各顶点(B、C、D、E、F)的最短路径。线上所标注为相邻线段之间的距离,即权值。选入 A,此时 S=<A>最短路径 A→A=0,以 A 为中间点,从 A 开始找;选入 C,此时 S=<A,C>,最短路径 A→A=0, A→C=3,以 C 为中间点,从 A→C=3 这条最短路径开始找;选入 B,此时 S=<A,C,B>,最短路径 A→A=0, A→C=3, A→C→B=5,以 B 为中间点,从 A→C→B=5 这条最短路径开始找。其他的 D、E、F 根据该方法也可以找到最短路径。

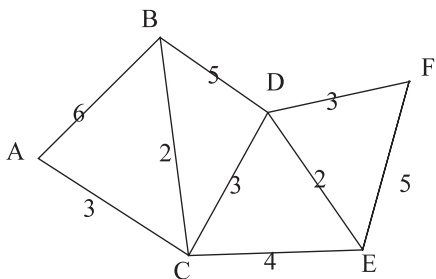


图 2 Dijkstra 算法的无向图

(2) 缓冲区分析。

缓冲区分析是在管理系统中进行城市信息和充电站信息查询过程中,进行范围查询的搜索查询,主要的实现原理是对该区域进行缓冲区分析。下面主要讲解一下进行缓冲区分析的算法过程。

首先,缓冲区分析即是基于空间目标拓扑关系的距离分析。空间目标 O_i 缓冲区定义为:

$$B_i = \{x: d(x, O_i) \leq R\}$$

即对象 O_i 的半径为 R 的缓冲区是全部距 O_i 的距离 d 小于等于 R 点的集合。 d 一般指最小欧氏距离。空间目标集合的半径为 R 的缓冲区是单个物体缓冲区的并集。

(3) 附近设施分析算法。

附近设施分析算法的原理是给定已知点和权值区间,求在此权值区间限制内从给定点出发所能到达的所有节点的路径。常用算法是普利姆(Prim)小生成树算法。

利用普利姆算法^[11]来构造最小生成树的过程是从集合中一个顶点 $U = \{u_0\}$ 作为初态,寻找与集合 U 中顶点相邻并且具有最小代价边的另一个顶点,直到将集合 U 扩充至 $U = V$ 为止。

假设有 $N = (V, E)$ 是连通网,TE 是连通网 N 中最小生成树的边的集合。令算法从 $U = \{u_0\}$ ($u_0 \in V$) 且 $TE = \{\}$ 开始,对以下操作进行重复执行:

在所有的 $u \in V$ 中, $v \in V - U$ 的边 (u, v) 中找出最小边 (u_0, v_0) 并将此边并入集合 TE,同时在 U 集合中并入 v_0 。

当集合 $U = V$ 时,结束重复执行操作,结束时集合 TE 中必然有 $n-1$ 条边,此时 $T = (V, \{TE\})$ 为连通网 N 的最小生成树。

(4) 分布式面向资源服务。

文中采用的分布式面向资源的服务,就是采用 REST 模式,REST 模式^[12]的服务与复杂的 SOAP、XML-RPC^[13]对比更加简洁,越来越多的服务开始采用 REST 模式进行设计和实现。

在 REST 中一切都被认为是一种资源,每个资源都由 URI 标识。对资源的操作包括获取、创建、修改和删除等方法,使用的都是统一的接口,而不像 SOAP 风格那样的服务,每个服务方法名称都是不同的;而且每个请求都是独立的请求,资源的表现形式采用的是 JSON、XML 等多样化的数据返回形式。

REST 风格的工作原理,通信只能由客户端当面发起,表现为请求/响应的形式;通信的会话状态全部由客户端负责,系统的灵活性和扩展性更好;响应的内容可以在通信链的某处被缓存,可以改善网络效率;通信链的组件之间通过统一的接口相互通信,提高了交



图 5 充电次数专题图

用户由关键字搜索查询或者图标分类查询,准确地对充电站进行精确定位(见图6),并显示信息点详细信息,满足用户基本需求。



图 6 充电站智能定位

5 结束语

根据充电站的特点,以用户和充电站管理为研究对象,设计了城市充电站管理系统。结合 GIS 技术、空间分析算法、面向资源的 REST 分布式技术,实现了智能充电站管理系统,提供了充电站的智能查询、智能路径规划和导航、充电桩的智能电量管理、智能维护和设备的智能统计等功能,有效解决了电动汽车行驶中充电难的问题,提高了充电设施的利用率,满足了用户需求,降低了充电站管理员的工作强度。系统通过实例进行了验证和测试,各项功能达到了预计的目的。该系统的实现,具有一定的研究价值和经济意义,为智能充电站管理系统的研究提供了技术参考。

参考文献:

- [1] 曹秉刚. 中国电动汽车技术新进展[J]. 西安交通大学学报, 2007, 41(1): 114-118.
- [2] 宋永华, 阳岳希, 胡泽春. 电动汽车电池的现状与发展趋势[J]. 电网技术, 2011, 35(4): 1-7.
- [3] 左尧, 王少华, 钟耳顺, 等. 高性能 GIS 研究进展及评述[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(4): 437-446.
- [4] 邱强, 秦承志, 朱效民, 等. 全空间下并行矢量空间分析研究综述与展望[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(9): 1217-1227.
- [5] 黄宇, 吴维刚, 赵军平. 分布式云存储: 理论、技术、系统专题前言[J]. 软件学报, 2017, 28(8): 1927-1928.
- [6] 刘强, 崔莉, 陈海明. 物联网关键技术与应用[J]. 计算机科学, 2010, 37(6): 1-4.
- [7] 孙颖, 张新长, 张维. 基于数字城市建设的“一张图”应用模式研究[J]. 测绘通报, 2013(10): 34-36.
- [8] 汪晓洁, 郭文强, 王思秀, 等. 一种高效的最短路径完全动态更新算法[J]. 计算机工程与科学, 2016, 38(3): 449-453.
- [9] LENG Xiaopeng, LIU Dunlong, LUO Junsong, et al. Research on a 3D geological disaster monitoring platform based on REST service[J]. International Journal of Geo-Information, 2018, 7(6): 226-244.
- [10] AMMAR A, BENNACEUR H, CHÂARI I, et al. Relaxed Dijkstra and A* with linear complexity for robot path planning problems in large-scale grid environments[J]. Soft Computing, 2016, 20(10): 4149-4171.
- [11] 于勇, 张亚, 郭希娟, 等. 基于成功回路的凹多面体的剖分算法[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(2): 41-42.
- [12] MESFIN G, GRØNLI T M, MIDEKSO D, et al. Towards end-user development of REST client applications on smartphones[J]. Computer Standards & Interfaces, 2016, 44: 205-219.
- [13] 胡波, 谭良. HBase 架构中 RPC 客户端的通信性能优化[J]. 计算机科学, 2016, 43(4): 97-101.