



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104361586 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201410606800. 8

(22) 申请日 2014. 10. 31

(71) 申请人 国网上海市电力公司

地址 200122 上海市浦东新区源深路 1122 号

(72) 发明人 何冰 刁冠勋 刘新平 朱炜  
陆峰 俞震亮 朱立峰 朱春晖

(74) 专利代理机构 上海三和万国知识产权代理  
事务所(普通合伙) 31230

代理人 蔡海淳

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

G07C 3/00(2006. 01)

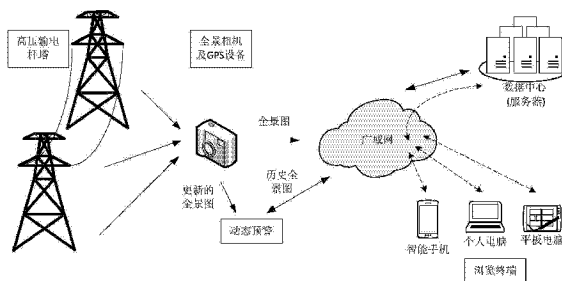
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

基于全景图的电力杆塔维护与预警系统

(57) 摘要

一种基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,属设备监控领域。其采用图像处理的配准技术,首先对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点;其首先通过提取电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;其次对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量找到匹配的特征点对;然后分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;最后通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息,能进一步降低电力杆塔故障率。可广泛用于电力杆塔与维护与预警领域。



1. 一种基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,包括采集某一指定高压输电线路电力杆塔全体或局部的外形照片图像,将不同时刻所采集的该电力杆塔的图像存储、对比和分析,利用所采集的电力杆塔全体或局部外形图像的变化,判断被监控电力杆塔的金属结构是否处于稳定、安全状态;其特征在于:

所述的电力杆塔维护与预警系统包括被监控的电力杆塔、全景图采集设备、全景图处理软件、GPS 定位设备、全景图数据服务器、全景图浏览系统、智能图像处理系统、PC 或者是手持移动终端浏览设备;

其所述的全景图采集设备包括一台笔记本电脑及带有已经内标定好的六摄像头的全景相机,用于获取采集点电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的侧面图像照片信息;

其所述的全景图处理软件用于将某一时刻或时间段内对指定采集点电力杆塔拍摄的一组或多组侧面图像照片,拼接成一个指定时刻或时间段内被监测电力杆塔的全景图像,使用户可看到该时刻或时间段内被监控电力杆塔  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的全空间信息;

其所述的 GPS 设备与所述的全景图采集设备相配合,用于获得所述采集点电力杆塔的地理坐标信息;

其所述的全景图数据服务器用于存储指定采集点电力杆塔的各侧面图像照片或全景图像;

其所述的全景图浏览系统用于通过 PC 或者是手持移动终端浏览设备来浏览保存在全景图数据服务器上的电力杆塔的全景图信息和对应的地理坐标信息;

其所述的智能图像处理系统采用图像处理算法,对不同时刻或时间段被监控电力杆塔的全景图像进行分析处理,最终根据分析结果给出被监控电力杆塔相应金属结构变化的预警信息;

所述的电力杆塔维护与预警系统,通过所述的全景图采集设备,对被监测的电力杆塔各个侧面的侧面图像照片进行图像数据采集,得到某一时刻或时间段内被监测电力杆塔各个侧面的侧面图像信息;

所述的电力杆塔维护与预警系统,利用现有的全景图处理软件将获得的六张侧面图像导入全景图软件,自动生成该电力杆塔最终的全景图;

所述的电力杆塔维护与预警系统,其所述的全景图采集设备带有 GPS 接口,在拍摄采集点电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的侧面图像照片的同时,由 GPS 设备获得采集点电力杆塔的地理坐标信息,所述的采集设备通过 GPS 接口与 GPS 设备连接获得对应电力杆塔的地理坐标信息,并作为一个字段输入与相应的电力杆塔全景图相关联,得到了与该地理坐标点相对应的电力杆塔全景图影像;

所述的电力杆塔维护与预警系统,在所述的全景图数据服务器中,建立包含电力杆塔全景图与地理坐标信息的数据库,当维护人员输入电力杆塔的坐标或者在浏览器中地图上直接点击相应的热点时,可通过在网页上渲染三维图形图像的 WEBGL 技术,来显示电力杆塔  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的信息;

所述的电力杆塔维护与预警系统,通过所述的全景图采集设备,定期获取不同时刻或时间段内某一被监测电力杆塔各个侧面的侧面图像信息,得到不同时刻或时间段的、与对应地理坐标点相对应的电力杆塔全景图影像;

所述的电力杆塔维护与预警系统,通过动态更新的两个不同时刻或时间段的同一电力

杆塔的全景图影像,利用智能图像处理技术,智能分析与预警可能出现的对电力杆塔的危害,提醒电力部门进行对应的维护与防范措施,从而避免对电力杆塔的危害以及带来的损失。

2. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的对电力杆塔的危害至少包括电力杆塔倾斜或电力杆塔断裂;导致所述电力杆塔断裂的外在因素包括雷击、冻凝、非法拆卸或盗窃。

3. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的全景采集设备一次获取采集点电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的图像信息,将采集到的六面图像信息导入全景图软件,自动生成最终的电力杆塔全景图;所述的全景采集设备对电力杆塔的重点部位进行高精度拍摄成像,并将重点部位的高精度图像作为一个字段输入存入数据库中,与全景图相关联,在全景图浏览系统中,在全景图上采用工具软件在全景图上划出各个重点部位,并通过工具软件与重点部位高精度图像建立链接,当用户需要查看电力杆塔重点部位的状态时,可直接点击全景图相应的“热点”来显示电力杆塔重点部位的高精度图像。

4. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的全景图软件包括造景师或漫游大师软件。

5. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的工具软件包括 Dreamweaver 软件。

6. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的全景采集设备在采集所述的全景图时,同步获取采集点的 GPS 信息。

7. 按照权利要求 1 或 3 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是在所述的全景图输入到全景数据服务器时,全景图作为该采集点的一个图像数据输入其记录为当前采集点的图像信息,全景图的 GPS 信息作为该采集点的一个字段输入表达该点的坐标位置,查询采集点的全景图时,可以同时查询到采集点的 GPS 信息,反之亦然;其所述的全景图建立了与 GPS 信息的关联;同样,其所述重点部位的高精度图像同样也作为另一个图像输入与全景图建立相对应的关联关系。

8. 按照权利要求 1 或 3 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的全景图浏览系统可通过 PC 或者是手持移动终端浏览设备来浏览,在 PC 上利用鼠标或者是键盘可  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  角度观察电力杆塔状态,可“缩进”和“拉伸”全景图,同时根据需  
要想查看重点部位的状态时,可直接点全景图相应的“热点”来显示该电力杆塔的重点部位高精度图像,在手持移动终端利用触摸屏也可  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  角度观察电力杆塔状态,可缩进和拉伸全景图,同样根据需  
要想查看重点部位的状态时,可直接点全景图相应的热点来显示电力杆塔的重点部位高精度图像。

9. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的采集设备带有 GPS 接口,由 GPS 设备获得地理坐标信息,采集设备通过 GPS 接口与 GPS 设备连接获得实时地理坐标信息,全景图作为该采集点的一个图像数据,全景图的 GPS 信息也作为该采集点的一个位置信息存入所述的全景图数据数据库,通过全景图与 GPS 信息的关联,查询采集点的全景图时可以同时查询到采集点的 GPS 信息,反之亦然。

10. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的

采集设备带有高速输出接口,可实时将采集到的图像数据输出到电脑中存储;其所输出的图像数据中带有 GPS 信息。

11. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的全景图数据服务器包含有高压输电线路的全景图数据与地理坐标信息以及 GIS 信息数据。

12. 按照权利要求 1 或 3 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是在所述的全景图浏览系统中可在 GIS 地图上通过热点的位置找到相应位置或者是最近位置的电力杆塔全景图并进行  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的浏览,并可在全景图的热点上进行该电力杆塔的重点部位高精度图像查看。

13. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的全景图浏览系统可以浏览电力杆塔全景图,同时可以从数据库中获得与之关联的 GPS 信息, GPS 信息包含该电力杆塔的经度与纬度,在 GIS 地图上通过经度与纬度来确定该电力杆塔的位置。

14. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的电力杆塔维护与预警系统采用如下方法进行图像的配准处理:

(a) 对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点。系统提取的是电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理中的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;

(b) 对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量找到匹配的特征点对;

(c) 分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;

(d) 通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息。

15. 按照权利要求 14 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的电力杆塔维护与预警系统对两张不同时期的全景图采用智能配准技术,通过配准后可得到变化区域,再从变化区域回溯到全景图上进行分析,判断被监测的电力杆塔是否有危害发生。

16. 按照权利要求 1 所述的基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其特征是所述的电力杆塔维护与预警系统采用图像处理的配准技术,首先对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点;

所述的电力杆塔维护与预警系统提取电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;

所述的电力杆塔维护与预警系统对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量,找到匹配的特征点对;然后分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;最后通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息。

## 基于全景图的电力杆塔维护与预警系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于设备监控领域,尤其涉及一种用于对高压输电线路电力杆塔金属构件结构的稳定、安全状态进行监控、预警的系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着社会与经济的发展,电力杆塔的维护工作出现了新的问题。

[0003] 在上海地区,目前分布着 220kV 及以上输电线路 4000 多公里,铁塔数千基。对这些电力杆塔的状态进行维护和信息的收集是很重要的工作,对保障电网的安全运行和提供决策依据有重大的意义。

[0004] 传统的电力杆塔为维护只有简单的数据系统,描述了电力杆塔的各种信息如位置、运行状态、检修记录等等,传统的记录只是文字信息,并不能在地图上全面的看到所有电力杆塔的位置,不能综合的看到整体的信息,部分系统加上 GIS 信息也只能从地图上查到相应的电力杆塔所在信息,同样只是文字信息而不能得到电力杆塔的直观的状态信息。目前有在其中加入了电力杆塔的数字图像信息,根据 GIS 的信息可查看到对应的电力杆塔的数字图像,但这种查看得到的信息是片面的不全面的,难以连续、直观、立体的了解到电力杆塔的信息。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其采用图像处理的配准技术,首先对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点;该系统提取电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;其次对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量找到匹配的特征点对;然后分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;最后通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息,可进一步降低电力杆塔故障率。

[0006] 本发明的技术方案是:提供一种基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,包括采集某一指定高压输电线路电力杆塔全体或局部的外形照片图像,将不同时刻所采集的该电力杆塔的图像存储、对比和分析,利用所采集的电力杆塔全体或局部外形图像的变化,判断被监控电力杆塔的金属结构是否处于稳定、安全状态;其特征在在于:

[0007] 所述的电力杆塔维护与预警系统包括被监控的电力杆塔、全景图采集设备、全景图处理软件、GPS 定位设备、全景图数据服务器、全景图浏览系统、智能图像处理系统、PC 或者是手持移动终端浏览设备;

[0008] 其所述的全景图采集设备包括一台笔记本电脑及带有已经内标定好的六摄像头的全景相机,用于获取采集点电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的侧面图像照片信息;

[0009] 其所述的全景图处理软件用于将某一时刻或时间段内对指定采集点电力杆塔拍

摄的一组或多组侧面图像照片,拼接成一个指定时刻或时间段内被监测电力杆塔的全景图像,使用户可看到该时刻或时间段内被监控电力杆塔  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的全空间信息;

[0010] 其所述的 GPS 设备与所述的全景图采集设备相配合,用于获得所述采集点电力杆塔的地理坐标信息;

[0011] 其所述的全景图数据服务器用于存储指定采集点电力杆塔的各侧面图像照片或全景图像;

[0012] 其所述的全景图浏览系统用于通过 PC 或者是手持移动终端浏览设备来浏览保存在全景图数据服务器上的电力杆塔的全景图信息和对应的地理坐标信息;

[0013] 其所述的智能图像处理系统采用图像处理算法,对不同时时刻或时间段被监控电力杆塔的全景图像进行分析处理,最终根据分析结果给出被监控电力杆塔相应金属结构变化的预警信息;

[0014] 所述的电力杆塔维护与预警系统,通过所述的全景图采集设备,对被监测的电力杆塔各个侧面的侧面图像照片进行图像数据采集,得到某一时刻或时间段内被监测电力杆塔各个侧面的侧面图像信息;

[0015] 所述的电力杆塔维护与预警系统,利用现有的全景图处理软件将获得的六张侧面图像导入全景图软件,自动生成该电力杆塔最终的全景图;

[0016] 所述的电力杆塔维护与预警系统,其所述的全景图采集设备带有 GPS 接口,在拍摄采集点电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的侧面图像照片的同时,由 GPS 设备获得采集点电力杆塔的地理坐标信息,所述的采集设备通过 GPS 接口与 GPS 设备连接获得对应电力杆塔的地理坐标信息,并作为一个字段输入与相应的电力杆塔全景图相关联,得到了与该地理坐标点相对应的电力杆塔全景图影像;

[0017] 所述的电力杆塔维护与预警系统,在所述的全景图数据服务器中,建立包含电力杆塔全景图与地理坐标信息的数据库,当维护人员输入电力杆塔的坐标或者在浏览器中地图上直接点击相应的热点时,可通过在网页上渲染三维图形图像的 WEBGL 技术,来显示电力杆塔  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的信息;

[0018] 所述的电力杆塔维护与预警系统,通过所述的全景图采集设备,定期获取不同时时刻或时间段内某一被监测电力杆塔各个侧面的侧面图像信息,得到不同时时刻或时间段的、与对应地理坐标点相对应的电力杆塔全景图影像;

[0019] 所述的电力杆塔维护与预警系统,通过动态更新的两个不同时时刻或时间段的同一电力杆塔的全景图影像,利用智能图像处理技术,智能分析与预警可能出现的对电力杆塔的危害,提醒电力部门进行对应的维护与防范措施,从而避免对电力杆塔的危害以及带来的损失。

[0020] 具体的,其所述的对电力杆塔的危害至少包括电力杆塔倾斜或电力杆塔断裂;导致所述电力杆塔断裂的外在因素包括雷击、冻凝、非法拆卸或盗窃。

[0021] 具体的,其所述的全景采集设备一次获取采集点电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的图像信息,将采集到的六面图像信息导入全景图软件,自动生成最终的电力杆塔全景图;所述的全景采集设备对电力杆塔的重点部位进行高精度拍摄成像,并将重点部位的高精度图像作为一个字段输入存入数据库中与全景图相关联,在全景图浏览系统中,在全景图上采用工具软件在全景图上划出各个重点部位,并通过工具软件与重点部位高精度图像

建立链接,当用户需要查看电力杆塔重点部位的状态时,可直接点击全景图相应的“热点”来显示电力杆塔重点部位的高精度图像。

[0022] 进一步的,其所述的全景图软件包括造景师或漫游大师软件。

[0023] 进一步的,其所述的工具软件包括 Dreamweaver 软件。

[0024] 其是所述的全景采集设备在采集所述的全景图时,同步获取采集点的 GPS 信息。

[0025] 具体的,在所述的全景图输入到全景数据服务器时,全景图作为该采集点的一个图像数据输入其记录为当前采集点的图像信息,全景图的 GPS 信息作为该采集点的一个字段输入表达该点的坐标位置,查询采集点的全景图时,可以同时查询到采集点的 GPS 信息,反之亦然;其所述的全景图建立了与 GPS 信息的关联;同样,其所述重点部位的高精度图像同样也作为另一个图像输入与全景图建立相对应的关联关系。

[0026] 其所述的全景图浏览系统可通过 PC 或者是手持移动终端浏览设备来浏览,在 PC 上利用鼠标或者是键盘可  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  角度观察电力杆塔状态,可“缩进”和“拉伸”全景图,同时根据需查看重点部位的状态时,可直接点全景图相应的“热点”来显示该电力杆塔的重点部位高精度图像,在手持移动终端利用触摸屏也可  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  角度观察电力杆塔状态,可缩进和拉伸全景图,同样根据需查看重点部位的状态时,可直接点全景图相应的热点来显示电力杆塔的重点部位高精度图像。

[0027] 其所述的采集设备带有 GPS 接口,由 GPS 设备获得地理坐标信息,采集设备通过 GPS 接口与 GPS 设备连接获得实时地理坐标信息,全景图作为该采集点的一个图像数据,全景图的 GPS 信息也作为该采集点的一个位置信息存入所述的全景图数据数据库,通过全景图与 GPS 信息的关联,查询采集点的全景图时可以同时查询到采集点的 GPS 信息,反之亦然。

[0028] 其所述的采集设备带有高速输出接口,可实时将采集到的图像数据输出到电脑中存储;其所输出的图像数据中带有 GPS 信息。

[0029] 其所述的全景图数据服务器包含有高压输电线路的全景图数据与地理坐标信息以及 GIS 信息数据。

[0030] 具体的,在所述的全景图浏览系统中可在 GIS 地图上通过热点的位置找到相应位置或者是最近位置的电力杆塔全景图并进行  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的浏览,并可在全景图的热点上进行该电力杆塔的重点部位高精度图像查看。

[0031] 其所述的全景图浏览系统可以浏览电力杆塔全景图,同时可以从数据库中获得与之关联的 GPS 信息,GPS 信息包含该电力杆塔经度与纬度,在 GIS 地图上通过经度与纬度来确定该电力杆塔的位置。

[0032] 更进一步的,所述的电力杆塔维护与预警系统采用如下方法进行图像的配准处理:

[0033] (a) 对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点。系统提取的是电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理中的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;

[0034] (b) 对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量找到匹配的特征点对;

[0035] (c) 分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;

[0036] (d) 通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息。

[0037] 本发明技术方案所述的电力杆塔维护与预警系统对两张不同时期的全景图采用智能配准技术,通过配准后可得到变化区域,再从变化区域回溯到全景图上进行分析,判断被监测的电力杆塔是否有危害发生。

[0038] 进一步的,其所述的电力杆塔维护与预警系统采用图像处理的配准技术,首先对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点;

[0039] 所述的电力杆塔维护与预警系统提取电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;

[0040] 所述的电力杆塔维护与预警系统对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量,找到匹配的特征点对;然后分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;最后通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息。

[0041] 与现有技术比较,本发明的优点是:

[0042] 1、本发明的技术方案采用基于全景图的电力杆塔维护模式,可提供比平面图像更多的信息,浏览全景图时的沉浸式体验给维护人员连续、直观、立体的了解到电力杆塔的当前状态,有助于提前发现问题和解决问题,并给决策者提供更为直观的决策依据;

[0043] 2、本发明的技术方案结合 GIS 技术,建立数据服务中心,对电力杆塔的各种数据和信息进行有效管理,可直接由 GIS 提供的坐标信息查询到电力杆塔的全景实景信息为管理人员提供更鲜活的第一手资料,为进一步的判断和处理工作等提供科学的判断依据;

[0044] 3、本发明的技术方案结合智能图像处理技术,对动态更新的全景图进行智能分析和处理对可能出现的对电力杆塔的危害做出预警,大大提高了预警处理的时效性,为进一步排除隐患提供了更多的依据。

## 附图说明

[0045] 图 1 为本发明的系统架构示意图;

[0046] 图 2 为电力杆塔全景图采集过程示意图;

[0047] 图 3 为电力杆塔全景图浏览流程示意图;

[0048] 图 4 为基于全景图的电力杆塔状态动态预警流程示意图。

[0049] 图中,1 为电力杆塔,2 为全景图采集设备,3 为景图处理软件,4 为 GPS 设备,5 为全景图数据服务器 +GIS,6 为全景图浏览系统,7 为智能图像处理系统,8 为 PC 或者是手持移动终端浏览设备。

## 具体实施方式

[0050] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0051] 图 1 中,本发明技术方案所提供了一种基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,包括电力杆塔 1、全景图采集设备 2、全景图处理软件 3、GPS 设备 4、全景图数据服务器 +GIS 5、全景图浏览系统 6、智能图像处理系统 7、PC 或者是手持移动终端浏览设备 8。



[0052] 所述电力杆塔全景图采集系统采用有一台高配置的笔记本电脑（配置有 SSD 硬盘）作为采集全景图时的数据接收源，带有已经内标定好的六摄像头的全景相机与相应的处理软件，外置移动电源和携行背包组成。

[0053] 图 2 中，采集人员以步行为主，在电力杆塔附近选取合适的观察点采集电力杆塔前、后、左、右、上、下六面的图像信息，用全景图处理软件生成全景图并结合 GPS 设备获得的实时的 GPS 信息直接导入到电脑中作为数据源，此数据可实时通过广域网传送数据中心也可先存储在本地待返回后统一传送给全景图数据服务器，并结合中心服务器存储的高压输电线路 GIS 信息相结合。同时要根据需要取得电力杆塔重点部位的影像作为相应高压电力杆塔的附加的信息。

[0054] 图 3 中，电力杆塔全景图浏览系统由全景图服务器 +GIS 系统、PC 或者是手持移动终端可灵活的查看电力杆塔的全景信息。普通 PC 机或者是智能终端、平板电脑、智能手机等智能设备中任何一种 HTML5+WEBGL 设备都能方便的查询并浏览电力杆塔全景图。

[0055] 查询有两种，一种是根据 GIS 地图上的地理信息查询附近的电力杆塔全景图并  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的浏览，可拉伸与缩放镜头，其中还可根据需要查看电力杆塔重点关注部位的相关图像；另一种是根据当前浏览的电力杆塔全景图反过来查询在 GIS 地图上的位置。用户可用键盘、鼠标、触摸屏、直观的浏览电力杆塔的全景图。

[0056] WEBGL(Web Graphics Library, Web 图形库)是一种 3D 绘图标准,这种绘图技术标准允许把 JavaScript 和 OpenGL ES 2.0 结合在一起,通过增加 OpenGL ES 2.0 的一个 JavaScript 绑定,WEBGL 可以为 HTML5Canvas 提供硬件 3D 加速渲染,这样 Web 开发人员就可以借助系统显卡来在浏览器里更流畅地展示 3D 场景和模型了,还能创建复杂的导航和数据视觉化。显然,WEBGL 技术标准免去了开发网页专用渲染插件的麻烦,可被用于创建具有复杂 3D 结构的网页页面,甚至可以用来设计 3D 网页游戏等等。

[0057] 本发明按照基本功能可以划分为:电力杆塔全景图采集、后台全景数据维护与管理、电力杆塔状态维护查询、智能预警四个方面,实现这四项基本功能的详细工作流程如图 3 所示。

[0058] 图 4 中,全景图的电力杆塔状态动态预警,采用先进的智能图像处理算法对不同时期的全景图进行分析处理,主要是采用图像特征点获取、智能图像配准、图像分析系统组成,根据图像分析的结果,给出相应的预警信息,给电力杆塔的稳定运行提供更进一步的保障。

[0059] 全景图是一种全新的展现物体信息的手段,已经用于虚拟旅行、城市导引、历史研究、古迹保护、风土和生活方式记录以及灾害应急控制中。通过全景技术,用户可看到  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的全空间信息,就好像用户直接站在采集站的前、后、左、右、上、下观看一样,给用户带来沉浸式感受。全景图的这种良好特点使用户可连续、直观、立体了解到全景所表达空间的全部信息,这是简单的平面图像所不能比拟的。

[0060] 在 GIS 信息中嵌入电力杆塔的全景图,并可在其中进行依地理信息的浏览,通过两者结合可以在地图上全面的看到所有电力杆塔具体位置,方便维护人员通过 GPS 信息快速的到达电力杆塔,也可以为之后新建电力杆塔的位置选择提供依据。通过全景图浏览系统使维护人员可以在任意时间地点通过 PC 和时下兴起的手持移动终端看到某个电力杆塔  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  信息,避免维护人员亲自到每个电力杆塔观察分析可能发生的危害,大大减

少了维护人员的工作量。

[0061] 本系统的预警技术采用图像处理的配准技术,首先对同一电力杆塔不同时期的全景图进行分析,提取特征,得到特征点。系统提取的是电力杆塔的外围轮廓,采用数字图像处理的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得到杆塔的轮廓点集;其次对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量找到匹配的特征点对;然后分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大的区域;最后通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息。

[0062] 本发明的目的就是更有效进行维护电力杆塔工作,基于全景图和 GIS、WEBGL,并结合智能图像处理技术,实现基于全景图的电力杆塔维护与预警系统。其中全景图采集系统生成电力杆塔的全景图,结合同步获取的 GPS 信息,导入到全景图服务器,结合 GIS 系统,可更有效的实现电力杆塔维护工作,提供更加直观、有效、实用的信息管理手段。同时采用智能图像处理技术,对全景图进行智能分析和处理,对可能出现的对电力杆塔的危害做出预警。

[0063] 本发明技术方案所提供的一种基于全景图的电力杆塔维护与预警系统,其包括电力杆塔、全景图采集设备、全景图处理软件、GPS 设备、全景图数据服务器、全景图浏览系统、智能图像处理系统、PC 或者是手持移动终端浏览设备。全景图采集设备为一台高配置的笔记本电脑(配置有 SSD 硬盘)及带有已经内标定好的六摄像头的全景相机,用于获取采集点前、后、左、右、上、下六面的图像信息。全景图处理软件可以将拍摄的一组或多组照片拼接成一个全景图像,使用户可看到 360°×180° 的全空间信息。全景图浏览系统为通过 PC 或者是手持移动终端浏览设备来浏览保存在全景图数据服务器上的电力杆塔的全景图信息。智能图像处理系统采用先进的智能图像处理算法对不同时期的全景图进行分析处理,最终根据分析结果给出相应的预警信息。通过全景图采集设备对电力杆塔进行数据采集,利用现有的全景图处理软件将获得的六张图像导入全景图软件自动生成最终的电力杆塔的全景图,由 GPS 设备获得坐标信息,并作为一个字段输入与相应的全景图关联,得到了对应地理坐标点的全景影像;在服务器中建立包含电力杆塔全景图与地理坐标信息的数据库,当维护人员输入电力杆塔的坐标或者在地图上直接点击相应的热点时,可通过已有的网页上渲染三维图形图像的技术 WEBGL 技术来显示电力杆塔 360°×180° 的信息;通过动态更新的两期不同时间的同一电力杆塔的全景影像,利用智能图像处理技术,智能分析与预警可能出现的对电力杆塔的危害如电力杆塔倾斜、雷击等外在因素导致电力杆塔断裂等,提醒电力部门进行维护与防范,从而避免对电力杆塔的危害以及带来的损失。

[0064] 所述的全景采集设备一次能获取采集点前、后、左、右、上、下六面的图像信息,同时采集设备带有 GPS 接口,GPS 设备获得坐标信息,采集设备通过 GPS 接口与 GPS 设备连接获得实时坐标信息。利用全景图软件最终生成电力杆塔的全景图,对电力杆塔的重点部位进行高精度拍摄成像。采集设备带有高速输出接口,可实时将采集到的数据输出到电脑中存储,输出的数据中带有 GPS 信息。生成的电力杆塔的全景图,在导入到全景图服务器时全景图作为一个字段,GPS 信息也作为一个字段输入,查询采集点的全景图时可以同时查询到采集点的 GPS 信息,反之亦然,GPS 信息就与相应的全景图建立关联,同时电力杆塔的重点部位的图像也可作为一个字段与全景图关联,全景图浏览系统中,在全景图上用已有的工

具如 Dreamweaver 在全景图上划出各个重点部位,并通过工具与重点部位高精度图像建立链接。

[0065] 全景图浏览系统可通过 PC 或者是手持移动终端浏览设备来浏览,在 PC 上利用鼠标或者是键盘可  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  角度观察电力杆塔状态,可缩进和拉伸全景图,同时根据需  
要查看重点部位的状态时可直接点全景图相应的热点来显示电力杆塔的重点部位高精度  
图像,在手持移动终端利用触摸屏也可  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  角度观察电力杆塔状态,可缩进和  
拉伸全景图,同样根据需  
要查看重点部位的状态时可直接点全景图相应的热点来显示电  
力杆塔的重点部位高精度图像。

[0066] 所述的全景图数据服务器包括高压输电线路的全景图数据与地理坐标信息以及  
GIS 信息数据。

[0067] 电力杆塔全景图浏览系统中可在 GIS 地图上通过热点的位置找到相应位置或者  
是最近位置的电力杆塔全景图并进行  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$  的浏览,并可在全景图的热点上进行  
电力杆塔的重点部位高精度图像查看。

[0068] 同时电力杆塔全景图浏览系统中也可在通过当前的电力杆塔全景图从数据库  
中获得与之关联的 GPS 信息,GPS 信息包含该电力杆塔经度与纬度,在 GIS 地图上通过经度  
与纬度可以确定该电力杆塔的位置。

[0069] 本系统的预警技术采用图像处理的配准技术,首先对同一电力杆塔不同时期的全  
景图进行分析,提取特征,得到特征点;该系统首先提取的是电力杆塔的外围轮廓,采用数  
字图像处理的 Sobel 算子和 Canny 算子提取,并对两个算子提取的边界轮廓进行并集后得  
到杆塔的轮廓点集;其次对两幅图像的轮廓点集进行相似性度量找到匹配的特征点对;然  
后分析每一对的特征点对的位移差关系,得到图像空间坐标变换参数,确定点对变化较大  
的区域;最后通过配准后可得到变化区域,统计变化区域的大小占全景图大小的比例来判  
断是否有危害发生,超出预定比例则发出预警消息。

[0070] 本发明可广泛用于高压输电线路电力杆塔的维护与预警领域。

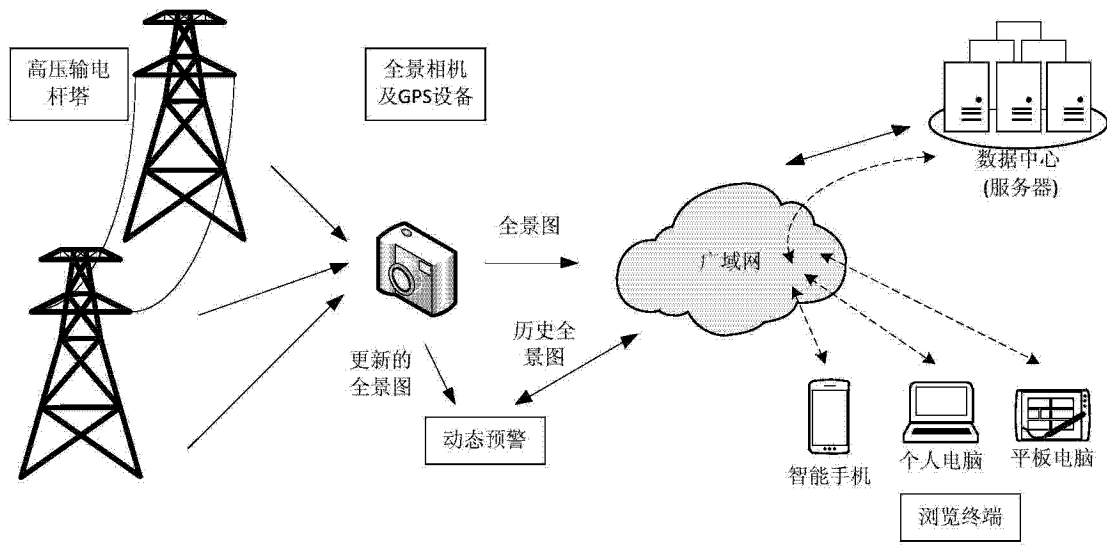


图 1

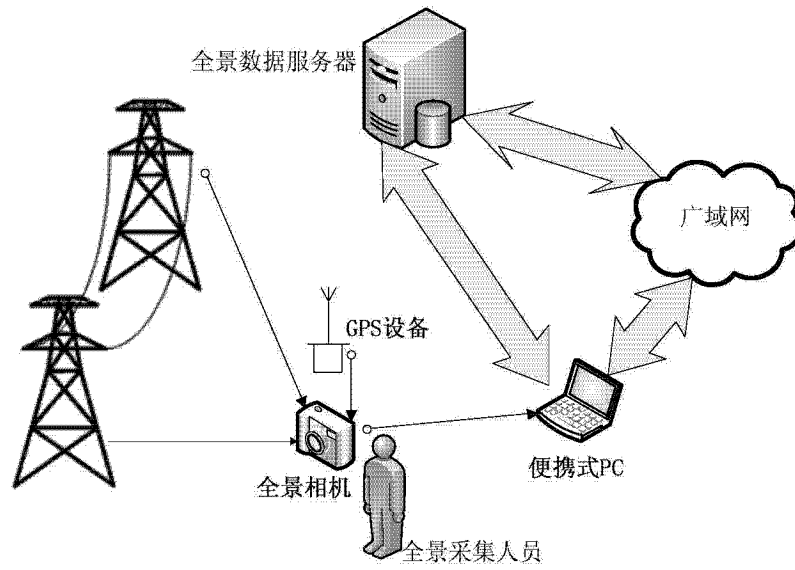


图 2

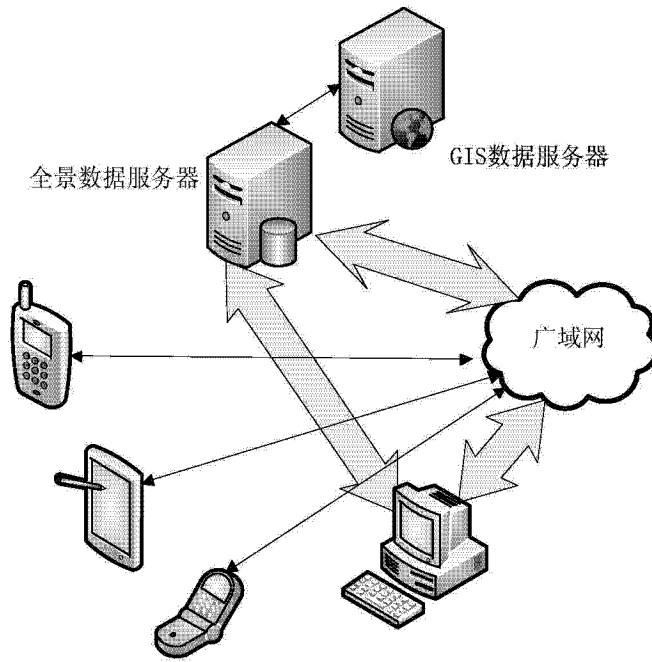


图 3

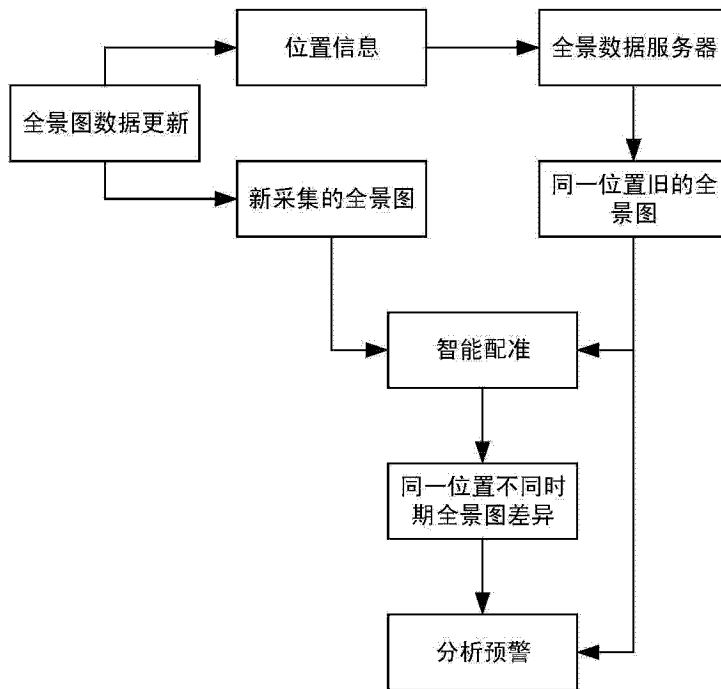


图 4