

Wireless Image Monitoring System for Transmission Lines Based on JPEG2000

Liangzhu Xu, Lin Lei, Jianhua Wang, Xunrong Liu, Lijuan Ma
KaiLi PowerSupply, Kaili, Guizhou 556000, China

Abstract: An image monitoring system for transmission lines is proposed and implemented in this paper. The architecture and function is introduced at first, then the process of JPEG2000 ROI coding technology is presented. This system selects ADSP-BF533 to compress the video and H7100 GPRS module to transmit the compressed data, at the same time, the monitoring center use B/S mode to store the received data. This system is simple and useful, it provides a new solution for examining and repairing the transmission lines.

Keywords: Transmisson Lines; JPEG200; Interesting coding; GPRS

基于 JPEG2000 的输电线路无线图像监控系统

许良柱, 雷霖, 王建华, 刘顺荣, 马丽娟
贵州凯里供电局, 凯里 贵州 556000

摘要: 提出了一种适用于输电线路等电力行业的图像监控系统, 介绍了系统的基本结构和功能特点, 给出了 JPEG2000 感兴趣编码技术的实现过程。该系统采用 ADSP-BF533 芯片对视频数据进行硬件压缩, 通过 H7100 GPRS 无线传输模块对数据进行传输, 在监控中心采用 B/S 模式对接收到的数据进行存储和访问, 具有结构简介、功能强大的特点, 为输电线路的巡视及状态检修提供了一种新的解决方法。

关键词: 输电线路; JPEG2000; 感兴趣编码; GPRS

1. 引言

随着国民经济的快速发展, 目前全国的高压输电线路已经达到几百万千米。为了及时掌握输电线路的工作状况, 保障电网的安全运行, 必须对输电线路的环境参数及周边状况进行全天候检测。完全人工定期巡检工作非常量大, 而且难以做到全天候、广覆盖[1]。与人工巡视相比, 远程图像监控系统可以大大节省巡检人员的工作量。现有的输电线路远程图像监控系统一般采用在输电线铁塔安装多部摄像头, 然后将图像、温度、湿度等数据通过光纤传输到监控中心, 监控中心对收到的图像及相关数据进行分析, 然后决定是否对线路进行检修。但是, 由于我国幅员辽阔, 输电线路具有分布区域、广传输距离长、地形条件复杂多变等特点, 该方法成本太高且实施难度大, 不适合普及应用。考虑到我国 GPRS/CDMA 网络覆盖了全国大部分地区, 黄敏等[2]提出通过 CDMA1X 网络对输电线路进行视频监控, 但是通过 CDMA1X 传输 MPEG-4 视频流存在如下问题[3]: (1) 无线通信网络带宽有限, 即使是 CDMA, 在通常情况下的传输速率也只有 70~80kbps,

尽管 MPEG-4 压缩比较高, 相对于有限的网络带宽, 其压缩后的数据量依然很大; (2) 无线信道误码率高, 由于视频压缩过程中采用了帧间运动估计、补偿技术, 一帧数据出错会影响到后续解码图像的质量。若不采用运动估计和帧间预测技术, 仅采用静止图像编码技术能够很好的克服上述问题^[4]。

JPEG2000 是 ISO/ITU-T 组织制定的最新的静止图像压缩标准, 与 JPEG 相比, 它的压缩比更高, 同时, 由于采用小波变换技术, 它能够很好的克服 JPEG 图像块效应的缺点, 不仅如此, 它还具备很多新的技术特征, 如可伸缩编码、感兴趣区域编码及抗误码编码等, 这些特性使得 JPEG2000 更适合于在无线网络中进行传输^{[5][6][7]}。

本文提出并实现了一种基于 JPEG2000 的输电线路图像监控系统, 该系统充分利用了 JPEG2000 感兴趣区域编码的特点, 解决了 GPRS 传输宽度有限的问题。同时, 系统集成了气象条件监测功能, 能够很好的实现对输电线路和周边环境的全天候监控, 为输电线路的巡视及状态检修提供了一种新的解决方法。

2. 系统基本结构

输电线路无线图像监控系统结构如图 1 所示。

整个系统主要由省公司监控中心、地市局监控中心及监控终端几部分组成。监控终端安置在塔杆的合适位置, 定时/实时完成现场图片、环境温度、湿度、风速、风向等信息的采集, 通过 GPRS 网络通信模块将采集到的数据打包发送至地市局监控中心或者管理人员的手机上。监控中心软件对接收到的数据进行分

析, 得到线路的状态信息, 同时, 监控中心还可以对监控终端进行远程参数设置。各地市局的监控中心与省公司监控中心采用 LAN 或 WAN 方式组网, 省公司监控中心通过 LAN/WAN 直接调用各地市局监控中心的监控数据, 及时的了解该省相应线路的工作情况。管理人员根据接收到的图片信息可以及时了解输电线路现场情况, 及时对由于导线覆冰、地灾、火灾、导线悬挂物、杆塔被盗等因素引起的电力事故进行维修, 保障电网的安全运行。

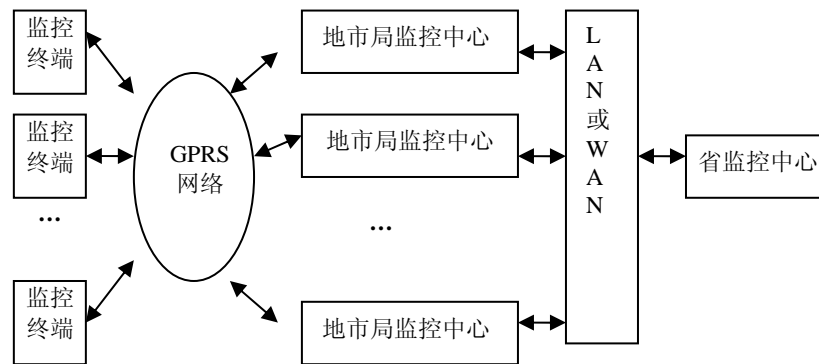


图 1 输电线路无线图像监控系统结构。

3. 系统总体设计

3.1 监控终端

监控终端是整个图像监控系统的核心。监控终端设备外壳是一个满足 IP65 防护等级的机箱, 机箱顶部是太阳能电池板, 机箱内部安装了中央处理单元、GPRS 通讯模块、蓄电池和太阳能电源控制器等。其中, 中央处理单元的主芯片选用美国 ADI 公司的 Blackfin 系列芯片 ADSP-BF533。Blackfin 系列处理器是新一代嵌入式处理器, 它采用 MSA 架构技术, 具有 600MHz 的核内时钟, 300MHz 主频, 有很强的并行处理和 DMA 能力, 提供 IUT-656 PPI、RS-232 及 SPI 等接口, 同时还提供专门的视频指令和硬件支持, 很方便视频的输入和输出处理。

监控终端的主要功能有:

(1) 视频信息的采集、压缩和发送。摄像头采集到的视频信号通过 ADV7183 进行 A/D 转换后输入到 ADSP 的 PPI 接口上, PPI 接口在 ITU-656 模式下, 采用 DMA 方式将视频数据写入到外部存储器 SDRAM

K4S641632 中。若 SDRAM 中存放了一帧完整的数据, ADSP 将会对数据进行 JPEG2000 压缩处理, 最后通过 RS-232 接口将压缩后的数据发送到 GPRS 模块, 由 GPRS 将信号发送出去。其中, GPRS 模块选用的是深圳市宏电技术开发有限公司的 H7100 GPRS DTU, 该 GPRS 模块提供了 RS-232 接口, 能够与 ADSP-BF533 实现无缝连接, 并且内置自动网络连接和协议处理模块, 无需后台计算机支持, 一开机就能自动附着到 GPRS 网络上, 与数据中心建立通信链路, 随时收发数据。

(2) 环境监测数据的采集和发送。温湿度传感器、风速传感器、风向传感器和雨量传感器等环境监测设备将采集到的数据通过 SPI 接口发送给 ADSP, ADSP 对数据进行打包, 最后通过 GPRS 模块发送到监控中心。

(3) 摄像头远程控制。接收到远端监控中心的命令后, 监控终端实时控制摄像头镜头的伸缩、云台旋转, 使得管理人员可以多角度观察塔杆和输电线路的情况。

(4) 电源控制。监控中心根据需要, 实现特定的电源控制策略, 开启或关闭摄像头电源及监控终端的视频数据通道, 保证系统低功耗运行。同时, 中央控制单

元也会定期检查蓄电池电压以保证监控终端的正常运行。

3.2 摄像头

摄像头需选用室外安装型, 可根据实际需要选取固定镜头、可变焦距镜头或带红外功能的镜头, 也可以根据需要来配置云台。

3.3 供电系统

系统采用太阳能对蓄电池进行浮充的方式供电, 太阳能供电系统由控制器、电池板和蓄电池三部分组成[8]。其中, 控制器选用光控型, 电磁板的功率为20~40W, 蓄电池容量为25A·h~40A·h。

3.4 环境监测设备

在塔杆上安装温湿度传感器、风速传感器、风向传感器和雨量传感器等设备, 监控终端将这些设备监测到的数据打包发送到监控中心。

3.5 监控中心软件

监控中心软件系统是本系统的重要组成部分, 它能提供强大的查询、比较、分析、打印功能, 通过监控中心软件, 管理人员可以及时了解输电线相关设备及周围环境的变化情况, 为事故的预防、判断和处理提供实时依据。

监控中心软件系统采用B/S结构。服务器端软件接收到各个监控点采集的图像及环境监测数据后, 将数据存放到数据库中。用户用Web浏览器即可访问服务器, 随时查阅监控线路的图像资料和环境信息, 通过对数据进行分析判断是否有故障发生。同时, 用户也可以根据实际需求向终端设备发送控制命令。

由于目前浏览器一般不支持JPEG2000图像的直接显示, 所以在客户端要安装JPEG2000客户端组件。

4. ROI 编码在输电线路图像监控系统中的应用

ROI 编码技术是 JPEG2000 的一项新的技术。ROI 编码技术对图像中的感兴趣区域进行无损或者近无损压缩, 对其他区域则采用有损压缩, 从而既可以获得期望的高质量图像信息, 又保持了较高的压缩比[9][10]。

在输电线图像监控系统中, 图像监控的对象包括绝缘子和导线的覆冰情况、输电线周边树木生长情况、线路周围建筑施工情况及塔材被盗等情况。为了减少编码时间, 降低压缩后的数据量, 根据输电线路图像监控对象的特点, 可以在传输过程中确定感兴趣区域,

对感兴趣区域进行高质量压缩编码, 同时最大限度减小非感兴趣区域的压缩后的数据量, 达到节省传输带宽和存储空间的目的。

具体过程如下: 传输开始时, 监控终端用分辨率较低的比特层面来传输图像; 用户获得该分辨率的图像后, 根据初始图像的大概轮廓, 定义自己感兴趣的区域, 并向监控终端发送 Switching Bitrate 标记。监控终端收到该标记后, 向量化前的比特层面中输入 ROI 编码切换标记、ROI 模板索引和 ROI 的几何形状信息, 以形成 ROI 编码模板。编码器根据 ROI 模板判断小波系数是否属于 ROI, 若不属于, 则忽略该系数; 否则, 对该系数进行重新编码。重新编码后的小波系数被输出到码流中, 并通过 GPRS 模块发送到监控中心, 该过程不断进行, 直到监控终端收到下一个 Switching Bitrate 标记或者该 ROI 的系数全部输出完毕。若监控终端收到下一个 Switching Bitrate 标记, 表明用户对该图像指定了多个感兴趣区域, 监控终端会对下一个感兴趣区域进行 ROI 编码; 若 ROI 系数全部输出完毕, 编码器将一个特殊的 ROI 标记插入比特层面中, 该标记表明后面的系数为非 ROI 编码系数, 对后面比特层中未被编码输出的系数, 编码器将切换到非 ROI 方式进行编码输出。

采用上述 ROI 编码方式, 监控终端可以根据用户的需求, 发送不同质量的图像区域。图 2 显示了选择 ROI 编码与不选择 ROI 编码的效果图, 图片大小为 352×288。其中, 2 (a) 为经过 JPEG2000 压缩后的低分辨率的图像, 压缩后大小为 1.71k; 图 2 (b) 为了看清楚绝缘子的情况, 选定绝缘子为 ROI 区域, 压缩后图像的大小为 6.39k; 图 2 (c) 为了看清楚导线和绝缘子的情况, 选定绝缘子和输电线路为 ROI 区域, 压缩后图像的大小为 11.85k。从图 2 可以看出, 当用户选定感兴趣区域后, 通过 ROI 编码, 在解码端可以获得高分辨率的感兴趣图像区域, 而感兴趣区域以外的部分被当作背景处理。



图 2 ROI 编码效果图 (a) 经过 JPEG2000 压缩后的低分辨率的图像; (b) 选定绝缘子为 ROI 区域; (c) 选定绝缘子和输电线路为 ROI 区域。

5. 结束语

输电线路及其相关设施遭受外力破坏是影响电网安全运行的重要因素。本文提出并实现了一种基于JPEG2000的输电线路无线图像监控系统,该系统集成了环境监测的功能,能够有效预测和发现输电线路故障。借助该系统,巡视人员无需外出,在监控中心就可以全面掌握输电线路的环境参数及周边状况,及时判断输电线路故障原因,并对故障做出反应。该系统对于保障电网的安全运行具有十分重要的意义,已在多个供电公司投入运行使用。

References (参考文献)

- [1] Wu GongPin, Xiao xh.,Xiao Hua.Overhead high voltage transmission line inspection robot prototype developed [J]. Power Systems, 2006, 30(13): P90-93 (Ch).
- [2] Huang Min,Li Da,Zhu Ting.CDMA1X network based on wireless video monitoring overhead transmission line system[J].Powe Systems,2007,31(5):105-107(ch).
- [3] Liu Feng,Video coding technology and international standards[M]. Beijing University of Posts and Telecommunications Press ,2005,7.
- [4] Christopoulos Charilaos,Skodra Athanassios.The JPEG2000 Still Image Coding System:An Overview[J].IEEE Transactions on Consumer Electronics,2000,46(4):1103~1127.
- [5] Chen Hanshen,Li Weizhong,Li Qiang. JPEG2000-based Wireless Video Surveillance System Design and Implementation [J],Computer calculation of information ,2006,22(8):166-169.
- [6] Liu Jinyang,Qi Feihu.Based JPEG2000 image transmission method for wireless[J],Computer Engineering,2004,30(13):140-142.
- [7] Chen Hailin,Yang Yuhang.Robust wireless channel JPEG2000 image transmission[J],Communications technology ,2003, 141; 11-13.