

基于 Android 智能终端的区域自动站 巡检维护系统设计与实现

甘志强, 陆土金

(海南省气象探测中心, 海口 570203)

摘要: 为提高气象装备保障水平, 解决传统设备保障时, 调试工具笨重、转换线复杂多样, 调试软件参数和设备调试命令繁多, 设备状态信息无法全面掌握等带来的维修工作费时费力, 效率低等难题, 基于 Android 和蓝牙技术研制一套集自动站设备检测与调试、数据查询及站点管理为一体的自动气象站设备巡检维护系统; 系统采用模块化设计, Java、C++ 语言编写, 界面设计简洁, 清晰, 可实现对现有自动气象站设备站点信息、采集信息及运行状态的全面监控, 方便业务人员进行站点设备调试、维修及信息查询, 为自动站设备维护人员提供快速、便捷设备维修支撑; 系统运行于移动便携 Android 智能终端, 操作简单、携带方便, 满足自动站现场维修工作需求, 有效的提高自动站保障效率, 减少工作量。

关键词: 装备保障; Android; 蓝牙技术; 便携; 智能终端; 自动气象站

Design and Implementation of Inspection and Maintenance System for Automatic Weather Station Based on Android Smart Terminal

Gan Zhiqiang, Lu Tujin

(Hainan Provincial Meteorological Exploration Center, Haikou 570203, China)

Abstract: In order to improve the level of meteorological equipment guarantee and solve the time consuming and inefficient problems of traditional equipment guarantees, which have bulky debugging tools, complex and varied conversion lines, numerous debugging software parameters and equipment debugging commands, and unrecoverable equipment status information. It proposes a set of inspection and maintenance system which integrates automatic station equipment detection, debugging, data query and site management for automatic weather station equipment based on Android and Bluetooth technology. The system adopts modular design, written in Java and C++ language. The interface design is simple and clear. It can realize the comprehensive monitoring of the existing automatic weather station equipment site information, collection information and operation status, and facilitate the business personnel to carry out site equipment debugging, maintenance and information inquiries. It provides fast and convenient equipment maintenance support for automatic station equipment maintenance personnel. The system runs on the mobile portable Android intelligent terminal, which is easy to operate and convenient to carry, and meets the needs of the on-site maintenance work of the automatic station, effectively improving the efficiency of the automatic station and reducing the workload.

Keywords: equipment guarantee; Android; bluetooth technology; portable; intelligent terminal; automatic weather station

0 引言

随着自动气象站网建设快速推进, 智能化、集约化自动站设备成为气象信息采集的主流。面对数量众多、型号不一、分布广泛的自动气象站(简称气象站)设备, 特别是针对高山、海岛及环境恶劣的野外站点巡检维护作业时, 传统的自动站维护模式给工作人员带来了巨大的压力和不便, 严重影响了工作效率, 主要表现在: 1) 维护人员需携带较重的调试设备(笔记本电脑)及各种转接线, 较多的设备物资携带、搬运不便, 费时费力; 2) 现场检测、调试

的环境恶劣, 特别是下雨、大风、高温等不良天气条件下, 传统笔记本+转接线的调试模式无法使用; 3) 设备调试过程不仅要牢记各类调试命令、繁琐的调试步骤, 还要现场电话咨询相关设备情况及中心站数据查询, 遇到信号差或值班人员忙时, 不能快速判断数据是否到达中心站^[1-3]。面对传统的站点维护模式带来的弊端, 如何快速、便捷、全面地了解站点设备运行状态信息, 并在设备故障时快速获取故障信息, 完成故障排除, 确保设备稳定可靠运行, 是自动站检修维护人员必备技能。

近年来, 海南省气象部门在全省建设各类气象站 644 套, 其中区域自动气象站(简称区域站) 500 余套, 站点分布广, 许多在野外和海洋海岛, 交通不便, 工作环境恶劣, 站点维修保障工作非常困难, 迫切需要一套便携式自动站巡检维护系统, 提供稳定可靠的现场检测支撑, 以有效缩短野外、海岛等自动站的巡检维护的时间, 提高工作效率

收稿日期: 2018-07-27; 修回日期: 2018-08-23。

基金项目: 2014 年中国气象局气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2014M42); 海南省气象局科研项目(HNQXQN201510)。

作者简介: 甘志强(1986-), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事大气探测信息处理方向的研究。

和质量,切实为气象预报、预警、服务工作提供基础保障。本文结合海南省气象设备维护工作实际,利用当今先进电子应用技术,设计一套在便携智能终端(平板电脑/智能手机)上运行的自动站设备巡检维护系统,通过蓝牙通信和智能化图形界面设计,实现对站点设备参数设置及设备信息的智能监测、查询、显示,省去携带笨重的调试工具、大量调试线、转换线及对繁琐设备调试命令记忆,便于携带,操作简单,特别适用于野外区域站设备的维护维修,有效提高站点设备维护效率,减少工作量。

1 总体设计方案

1.1 系统设计功能需求

根据现有自动气象站设备,设计一套集自动站现场信息监测、站点信息查询、采集数据查询、中心站数据查询及站点管理为一体的自动站维修维护支持系统,主要设计目标如下:

- 1) 自动实现对自动站运行状态信息的智能检测;
- 2) 实现对自动站实时采集数据信息查询显示;
- 3) 实现对自动站历史采集数据的查询显示;
- 4) 实现对自动站通信模块通信参数信息的智能设置;
- 5) 提供通用信息调试接口,满足用户自主使用需求;
- 6) 实现通过 GPRS 网络完成对远端中心站数据传输情况查询;
- 7) 提供自动站故障库满足,现场维护、故障信息的登记和上传;
- 8) 提供系统知识库满足用户获取远端技术支持;
- 9) 能完成自动站和智能终端之间蓝牙通信连接。

1.2 系统功能框架

系统设计实现 3 大主要功能,分别为自动站现场检测、远端数据查询、维护维修支持,并在各分模块中实现系统相应功能。打开软件进入用户登录界面,用户输入用户名密码后连接远程服务器验证用户名密码是否正确,然后进入主界面,主界面下共设 7 个可操作模块,系统框架如图 1 所示。

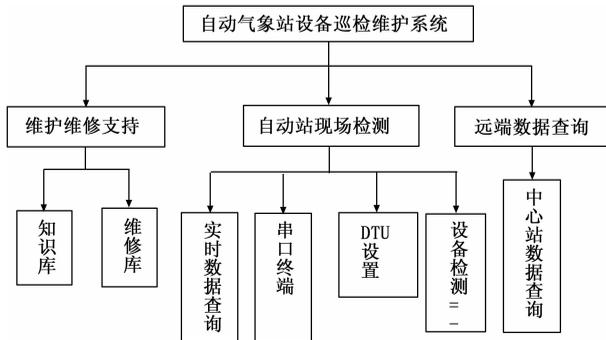


图 1 系统功能结构框图

主要功能如下:

- 1) 现场检测模块实现对自动站设备信息的检测、显示及参数设置功能。选中该模块,首先需通过站点设备型号

选择,完成蓝牙匹配连接。连接成功后,用户可根据功能选择设备检测功能、实时数据查询功能、串口终端及 DTU 设置功能。设备监测实现对站点设备运行信息进行实时监测显示,包括采集器状态(时间、版本信息、自检信息、内部存储信息等)、站点信息(海拔高度、经纬度、电池电压、通信情况等)及实时采集数据等;数据查询功能通过功能按键实现对采集器分钟数据和小时数据的查询显示;串口终端提供灵活的调试窗口,用户可通过自定义参数完成与采集器信息通信,满足用户对特殊功能模块调试;DTU 设置模块根据站点信息及通信参数实现对 GPRS 无线通信模块参数的一键设置,省去常见 DTU 参数设置的繁琐步骤和复杂命令,野外操作方便。

2) 远端数据查询模块通过 GPRS 无线网络实现本地对中心站数据查询并通过离线地图位置信息及列表显示自动站采集数据信息。

3) 维护维修支持模块包含故障库和知识库两个部分,故障库方便现场维护人员登记自动站巡检维护现场情况信息,通过网络上传至省局中心故障库,方便自动站维护、管理;知识库主要实现维修技术支持,通过访问网络云库,查询相关技术手册、文档等,快速解决技术盲点,完成故障处理。

1.3 系统工作流程

系统设计成外置蓝牙模块+Android 智能终端的形式,Android 智能终端需配备蓝牙功能并支持蓝牙 4.0 协议及 GPRS 无线上网功能。由于区域站数据采集器多采用的是 RS-232 标准通信协议与外界进行通信连接^[4],因此设计蓝牙模块为标准的 RS-232 通信接口与采集器连接。将蓝牙模块设置与采集器串口参数匹配并上电,完成蓝牙模块串口与采集器串口连接,打开 Android 终端蓝牙功能,用户登录系统 APP,完成设备间蓝牙连接,通过功能模块实现对区域站设备的调试、检测、参数设置及维护工作;同时智能终端通过 GPRS 网络,访问中心站数据库,完成对中心站站点信息的查询工作。由于数据中心网络为专用网络,则需经过防火墙实现与数据中心或省级运行监控系统(ASOM2.0)进行数据交互,实现数据查询^[5-6]。

2 系统模块设计

系统采用模块化设计实现全部功能,主要包括蓝牙模块和移动端 APP。蓝牙模块主要实现自动站与智能终端之间无线通信连接,移动端 APP 主要完成对自动站数据的查询、显示、数据录入及中心站数据查询。

2.1 蓝牙模块设计

系统研制外置蓝牙模块与自动站采集器调试串口相连,实现自动站串口通信与蓝牙通信转换。蓝牙模块采用 BLK-MD-BC04-B 蓝牙适配器模块,该模块是深圳市博陆科电子科技有限公司专为智能无线数据传输而打造,支持 SPP 蓝牙串口协议,具有成本低、体积小、功耗低、收发灵敏性高等优点^[7],只需配备少许的外围元件就能实现其

强大功能。本设计针对其内嵌的标准蓝牙协议栈的 RS-232 接口, 通过 MAX232 芯片配备外围电路将蓝牙协议信号转换为 RS-232 标准信号输出, 转换电路如图 2 所示。

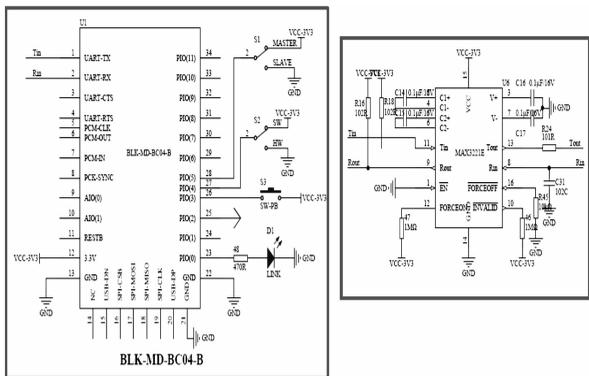


图 2 蓝牙适配器转串口输出电路

设计完成后, 模块采用 3.3 V 锂电池供电, 通过串口连接即可完成采集器与蓝牙模块之间通信连接, 进而实现自动站与智能终端间通信连接, 完成二者间信息的无线透传。

2.2 Android 应用软件设计

系统基于 AndroidSDK2.0 以上技术和蓝牙网络技术, 通过 JAVA、C++ 语言编写, Eclipse 编辑, 运行于 Android 终端的应用程序 APP。系统设计实现 3 大功能模块, 在各大模块的基础上细分小功能模块, 再对各功能模块进行详细的功能设计、UI 界面设计和代码编写^[8]。

1) 登录界面实现。登录界面采用 XUtlis 开源框架^[9]提供的 HttpUtils 工具类, 采用 POST 请求, 对用户输入的用户名和密码推送的服务接口进行验证, 验证通过后回调函数 onSuccess () 进入主界面。其核心代码如下:

```
HttpUtils http = new HttpUtils();
http.send(HttpRequest, HttpMethod.POST, ApiUrl, param,
new RequestCallBack<String>()
{
@Override
public void onSuccess(ResponseInfo<String>responseInfo) {
Gson gson = new Gson();
.....
return;
}
```

2) 主界面实现。主界面下主要有 8 个可操作的模块按钮, 主界面由 GridView 组成, Gridview 使用自定义的 BaseAdapter 适配器最大限度的定义视图, 通常只需要实现 BaseAdapter 类的 getCount, getItem, getView, getItemId 函数即可, 其中 getView 函数实现对子 item 视图定制。当点击不同的 GridView 不同的 item 时候, 触发点击事件, 在 onItemClick 函数中根据索引号启动 intent (意图) 进入不同的分模块子界面。实现函数如下:

```
public View getView(int position, View convertView, View-
```

Group parent) {.....}

3) 分模块界面实现。进入现场检测分模块, 用户需首先进入站点选择界面, 完成站点型号选择及蓝牙匹配连接后, 才可以进入其他分模块, 实现相关功能。在站点型号选择界面内, 通过 Android 提供的列表选择框 (Spinner) 选择调试站点设备型号信息, 包括设备厂家及设备型号, 通过点击连接按钮, 出发启动蓝牙匹配事件, 通过调用系统内部蓝牙接口 API 接口函数, 启动设备蓝牙功能, 并通过设备查找及设备配对实现蓝牙连接。蓝牙连接完成后, 可进入设备监控、数据查询、设备调试及 DTU 设置功能模块。执行模块功能函数, 通过调用内嵌的采集器信息查询命令, 完成数据交换, 并对数据进行解析和显示, 完成自动站站点运行状态的监控及信息查询。蓝牙串口读写函数如下:

```
public StringWriteandRead (String sendstring, booleanneed_read)
{
String recvString = "";
clearRecvBuffer();
SendString(sendstring);
if(! need_read)
returnrecvString;
if(wait_for_ready(MAX_WAITTIME)>0)
{
recvString = RecvString();
}
return recvString;
}
```

4) 知识库模块主要通过获取省局网络服务器中的技术文档, 借助第三方软件打开选择的文档文件进行查看。由于服务器采用的是电脑本身进行设计, 安装了相应的 apache 程序, 并利用了其 8080 端口, 通过获取输入流来获取相应文件后显示, 实现代码如下:

```
Stringurl = http://172.22.69.136:8080/Awmfiles/Files;//要提交的目标地址。
InputStreaminputStream = getResources().openRawsource(R.raw.stations);//获取目标文件
```

5) 故障库模块界面中, 用户根据文本框提示填写对应的故障信息如站点编号、处理时间、填报人、故障描述、原因分析、现场图片等, 生成标准的故障报告单, 系统自动读取故障单中站点编号和处理时间生成文档名称, 通过直接通过 HTTP 协议提交数据到网络服务器存储。故障单中现场图片框可调用系统相机和相册, 完成图片信息录入, 图片左右切换采用视图翻转工具 (ViewPager), 适配器采用 PagerAdapter, 每一个图片对应一个 ImageView, 先把所有的 Imageview 放入一个 List 之中, 通过 PagerAdapter 几个共有函数实现图片左右滑动。

6) 远端数据查询模块主要通过网络端口访问云服务

器, 根据访问的地理位置信息和采集数据信息, 通过离线地图以数据列表的形式显示查询的数据信息。

3 关键技术与实现

3.1 蓝牙通信技术

本系统在进行自动站现场调试时, 首先需对站点设备型号进行选择, 点击连接按钮, 系统提示用户打开设备蓝牙功能, 并搜索寻找匹配的蓝牙设备, 对找到的设备以列表形式显示设备信息, 完成连接, 系统显示连接成功, 此时用户可进行自动站设备相关现场调试工作。外置蓝牙模块通过蓝牙适配器内的蓝牙串口协议实现串口通信与蓝牙通信之间转换, 用户在连接前只需简单设置下蓝牙串口的串口通信参数, 将蓝牙串口与采集器串口相连, 就可实现采集器与外界的无线蓝牙通信。在设计智能终端蓝牙通信时, Android 提供了 BluetoothAdapter 类, 代表了本机的蓝牙适配器对象, 该类提供了开关蓝牙设备、扫描蓝牙设备、设置及获取蓝牙状态信息。通过调用 startDiscovery () 方法查找周围蓝牙设备, 注册广播接收者, 当有新蓝牙设备搜索到时添加到设备列表。设备连接成功后实现客户端和服务端机制, 在服务端线程调用 accept () 方法监听线程, 在客户端调用 connect () 方法发起连接请求。构建蓝牙通信连接后, 不管是服务器还是客户端机制, 彼此都会连接对应的 BluetoothSocket 对象, 获取对应的输入字节流 (inputstream) 和输出字节流 (outputstream), 调用 read (byte []) 和 write (byte []) 方法来分别实现对数据流的读和写, 实现蓝牙数据通信功能^[10-11], 通信原理如图 3 所示。

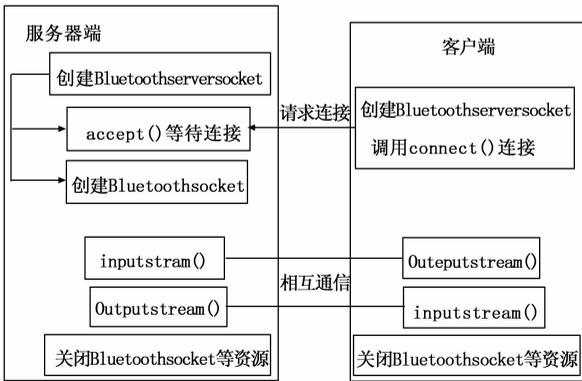


图 3 蓝牙通信原理图

3.2 远程数据查询技术

为实现野外作业时工作人员能方便快捷了解站点与中心站间数据传输情况, 减少传统模式下, 维护人员通过电话联系中心站值班人员询问查询站点数据信息, 手续繁琐、实时性差, 本系统集成一套通过移动网络访问中心数据库, 查询数据传输实况。系统设计基于 Android 系统使用 Api-cloud 技术完成客户端开发, 主要通过针对现在业务使用的 CIMISS 数据系统, 通过数据采集抓取最新的 CIMISS 数据包, 并在本地生成文件, 把本地的数据文件解析为 sql 语

句, 把解析好的 sql 语句从省局内网推送到云服务器, 把 sql 文件数据录入数据库以供 App 使用, 数据流程如图 4 所示。

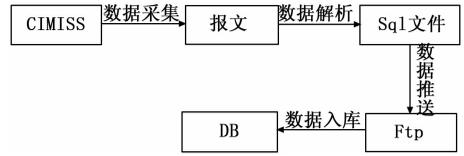


图 4 数据访问处理流程

当用户使用该功能时, 需保证移动智能端设备无线 GPRS 网络正常。打开系统后, 设备自动获取当前地理位置信息 (GPRS 获取当前经纬度信息), 根据地理位置信息自动查询距离当前最近的自动站, 并对该自动站当前数据进行展示。系统通过调用离线地图, 根据自动站信息自动定位站点位置, 用户可通过站点名称或站点站号实现对指定站点信息的查询显示。

4 系统软件实现及效果展示

将此软件在华为荣耀系列手机上装载运行, 在野外进行自动站维修维护时, 只需随身携带手机和配套的蓝牙小模块, 无需携带数据线和电脑等笨重调试设备, 通过串口蓝牙通信连接, 实现对自动站状态 (站点运行状态监测及实时采集数据监测) 自动监测和采集数据的实时查询 (分钟数据和小时数据); 通过 GPRS 无线网络访问远端数据中心中心站数据库数据情况; 通过访问网络服务器, 获取远端技术支持, 快速完成现场测试维修工作。系统运行界面干净整洁, 操作简单, 功能全面, 能快捷的显示自动站状态信息及采集数据信息, 同时可完成相关参数的设置, 完全满足自动站维护人员现场维护工作的需求。系统经显示使用测试, 设备站点选择界面如图 5 所示, 现场监测运行界面如图 6 所示, 自动站数据查询界面如图 7 所示, 知识库和故障库运行界面如图 8~9 所示。



图 5 主界面

通过对本软件的多次测试和效果检验得出的主要结论有: 1) 系统结构较为完善, 软件启动快速, 运行状态稳定; 2) 软件符合设计方案要求, 除了能够完全满足自动站维护人员野外现场自动站设备维修维护工作需要, 实现对自动站现场工作全流程提供帮助, 方便工作人员全面获取



(a) 站点选择测试 (b) 设备监测 (c) 串口终端 (d) DTU 设置

图 6 现场监测运行界面图



图 7 自动站查询系统



图 8 故障库

自动站运行状态信息及远端中心站数据查询显示, 还为业务操作带来了便利, 方便管理人员实现站点信息管理工作, 有效提高气象装备保障的行业效率。

5 结论

本文结合海南省自动气象站维护、维修工作实际, 基于 Android 平台研发一套自动气象站设备巡检维护系统手机 APP, 基本实现了自动站站信息现场显示、参数设置及数据远端查询等相关功能, 为区域自动站维护工作提供有



图 9 知识库

效的技术支撑。设置故障库信息, 方便管理人员进行站点设备管理等工作, 保证自动站设备稳定可靠运行。系统设计完成后, 可根据用户工作需求实际进行二次开发, 完善数据库、优化界面及添加相关功能模块等。经外场试验, 系统运行稳定, 界面设计合理, 运行平台开放, 操作简单, 便携、智能, 具有较强的实用性, 特别是对野外高山、海岛等恶劣环境下自动站维修维护工作提供极大地便利, 在气象现代化建设大潮下, 为气象设备稳定可靠运行及气象数据服务工作带来一定的帮助。

参考文献:

[1] 中国气象局综合观测司. 区域气象观测站建设指导意见 [R]. 北京: 中国气象局综合观测司, 2009.

[2] 韦庆铃, 韩宇龙, 李艳萍, 等. 蓝牙与 Android 技术在区域自动气象站维护中的应用 [J]. 气象研究与应用, 2016 (37): 127 - 128.

[3] 王林, 陈孟琼, 朱砂, 等. 基于 Android 系统的区域站监控手机客户端设计 [J]. 气象海洋水文仪器, 2017, 1 (3): 63 - 65.

[4] 郝玉杰. 区域自动气象站远程故障诊断系统设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2015.

[5] 赵冰, 崔鑫, 谢寒生. 海南气象信息传输实时监控系统的设计与实现 [J]. 计算机技术与发展, 2017, 27 (10): 193 - 196.

[6] 帅红, 马尚昌, 张素娟, 等. 基于 Android 的气象站信息查询控制系统设计 [J]. 气象科技, 2016, 44 (5): 740 - 743.

[7] 深圳市博陆科电子科技有限公司. 博陆科电子 BLK-MD-BC04-B 蓝牙模块技术手册 [R]. 深圳: 深圳市博陆科电子科技有限公司, 2011.

[8] 韩志平, 李颖, 欧阳双. 基于 Android 平台开发气象雷达“小助手”APP 软件设计与实现 [J]. 气象科技, 2016, 44 (5): 562 - 566.

[9] 李刚. 疯狂 Android 讲义 [M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2013, 730 - 734.

[10] 冯基钊, 赵航涛. Android 蓝牙编程技巧 [J]. 信息与电脑, 2016 (21): 143 - 144.

[11] 肖明, 赵刚. 基于 Android 平台的蓝牙温度数据采集系统研究 [J]. 无线互联科技, 2015 (23): 112 - 113.