

文章编号: 2095-4980(2017)02-0230-04

站级天线类监控系统设计

程西娜, 蔡文斋*

(中国电子科技集团公司 第39研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 该项目为科学院天文类重大项目而设计, 站级天线类监控系统是整个大型监控系统的一部分。讨论了多台套站级监控系统的设计方法, 每套系统完成天线及各种有关天文类设备统一监控任务。讨论了使用Indy网络技术实现网络通信的方法, 设计一个与控制工程无关的底层内核框架模块, 在此基础上再设计各业务逻辑模块。重点论述了站级天线类监控系统业务逻辑部分的设计方法, 介绍了自动化流程的实现策略。该系统执行任务已近一年, 效果良好。

关键词: 天线; 监控系统; 航天测控; Indy组件; 自动化流程

中图分类号: TN820.4; TP311.11 **文献标志码:** A **doi:** 10.11805/TKYDA201702.0230

Design of station antenna monitoring system

CHENG Xina, CAI Wenzhai*

(The 39th Research Institute of CETC, Xi'an Shaanxi 710065, China)

Abstract: The project is designed for astronomy project from Academy of Sciences. The station antenna class monitor system is a large part of the monitoring system of the whole. The station antenna control system fulfills the monitoring task related to antenna and all of the astronomy equipments. The realization of network communication by Indy(Internet Direct) technique is discussed. A bottom core frame module is developed, which is irrelevant to the control project; on this basis, each logic module is designed. The design method of the logic part of the station antenna monitor system is presented in detail, as well as the implementation strategies of automation process. The proposed system has been put in use for almost one year with a good performance.

Keywords: antenna; monitoring and control system; aerospace measurement and control; Internet Direct; automation process

该项目为某航天测控工程的子项目, 要求建立多套台站级监控系统分别布局于我国多地, 旨在完成天文类射电源及卫星跟踪等相关深空探测科学试验任务。站级监控系统为该大项目的一个重要组成部分, 该项目由多台套大型天线设备及一系列天文类设备组成, 项目要求站监控系统作为整个站级指挥中心使用。每个站级设备系统执行同样功能, 任务分为手动方式与自动方式, 手动方式下可以单控系统内联入的任一设备动作, 自动方式下根据接收到的远端天文纲要文件自动安排任务执行。

1 总体设计

1.1 系统硬件需求

图1中, 站监控系统与其他计算机均使用交换机网络连接, 而天线监控计算机需要各种硬件板卡连接到其他硬件传感器。天线监控计算机与天文设备控制计算机监控程序由另外的团队制作。站监控计算机与总站通信使用专线连接。

1.2 系统软件设计

1) 系统工作原理: 站控计算机首先从远端(专用网连接线路, FTP服务器)计算机使用ftp软件将当天或者未

来几天的天文纲要文件下载到本站控计算机，同时下载弹道文件。站控计算机软件系统在各手动方式下测试各被控设备正常后，站控计算机监控软件打开这个纲要文件，解析出纲要文件内容并转化为天线控制机使用的数据参数文件、本站使用的计划文件。当计划文件装载成功后，软件自动

进入全自动控制流程完成天线自动跟踪、自动天文设备数据记录、其他各设备参数自动配置等任务，其中在每个具体时段要自动设置天线计算机所控制的各传感器参数值，要求站监控系统应能监控到各种外接设备的监控物理参数并自动存贮，要求站监控系统作为指挥控制中心完成自动化控制任务。

2) 软件总体设计：软件设计为单进程、多线程结构形式，使用 Delphi 开发工具制作，因大监控系统及各级监控系统均由本团队制作，软件总师将这些不同的监控系统设计为一个统一体，依据界面图标选择进入各自的监控系统。该策略适用于任何一个监控软件，用此方法设计了全套监控系统^[1]。

各级监控系统业务要求各不相同，通信链路连接数也不相同，界面也形式各异，为了统一处理，将全套监控系统进行了抽象化设计。先设计一个与业务逻辑无关的核心框架，完成 48 路网络读写及调试，在此基础上再分开设计各业务逻辑部分。核心框架部分使用 Indy 组件的 TidUDPServer 和 TidUDPClient 组件构成全套通信系统。Indy 组件包是国际开源组织开发的全套网络组件库，已经内置在 Delphi 开发环境中，使用 IdUDPServer 组件完成网络读，配置完 IdUDPServer 组件后，重载服务器读消息函数方法，在该方法中得到从网络传来的数据，该方法是后台线程自动激活的，只要网络开放的端口有数据传来，则函数自动调用，这样开发者重载该方法后就自动读到了数据，不需要再写网络读函数。

重载 TidUDPServer1 的 UDPRead 函数完成网络数据读

```

procedure
TPublicNetForm16.IdUDPServer1UDPRead(
Sender: TObject;
AData: TStream;
ABinding: TIidSocketHandle);
//UDP 控件 1 收到数据
begin
DecodeIntex:=1;
DeCodeNetAny(DecodeIntex,DecodeIntexProject,Server39Enable,AData,ABinding);
//调统一分派函数完成数据结构分发
end;

```

函数中参数 AData 为已经读好的数据，ABinding 参数中可以得到发送方的地址和端口号。

网络数据发送部分设计为网络发送函数，参数中 Client 代表界面中对应的网络组件，调用时带入实际界面中的网络组件变量即可。这样各业务逻辑层编程开发者使用时只调函数即可快速完成网络发送任务。

```

procedure
UdpClientSendBuffer(Active:Boolean;
Host:String;           //网络地址
Port:dword;           //网络端口
const SendBuffer;     //发送缓冲区指针
SendLength:dword;    //发送长度
Client:TidUDPClient); //网络组件

```

通信数据结构定义成抽象的网络结构数据，编制出一个统一的分派函数完成网络读数据到具体业务数据的交换，该部分由核心层模块完成，略之。

2 站级业务逻辑部分实现

核心框架层完成所有网络通信任务并将数据有条不紊地放置在各业务逻辑所需结构中。使用发送消息

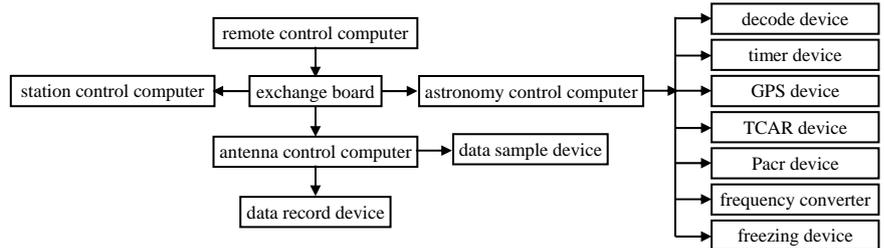


Fig.1 Hardware structure of station monitoring system

图 1 站监控系统硬件示意图

PostMessage^[2](窗口句柄, 消息号, 0, 0)形式函数通知各业务逻辑模块数据已读到, 并告知具体业务逻辑窗口(界面), 剩下的工作就是各业务逻辑模块去处理这个消息, 编制自己的消息处理函数完成显示、处理、存贮等一系列工作。

各业务逻辑部分(包括该站级监控系统)设计出自己的图文并茂界面, 对 Delphi 程序员而言这是非常快捷的一件事, 各业务逻辑程序开发者不再关心整个程序的通信及调度任务, 只需要开发出界面及完成这个用户消息函数即可。各业务逻辑监控系统数据结构依据各自通信协议进行了统一定义, 为单独的 INC 文件, 使用关键字 packed 包装^[3], 这样编译器就解释成一字节对齐的内存分配方式, 核心框架层分派函数将网络通信缓冲区的内容复制到业务逻辑模块的协议缓冲区, 使用 CopyMemory(业务逻辑数据结构指针, 抽象网络读结构指针, 网络读长度)函数一次就将各业务逻辑所需的数据放置好, 不再需要数据转换^[4], 这样各业务逻辑模块的自定义消息函数就可以直接使用自己的具体结构数据。

下一段为内存数据一字节对齐的 delphi 程序类型说明方法

//-----类型定义-----站控向 ACU(Antenna control computer)发天线控制命令-----

```
type
TSetNetCommand=packed record    //关键字 packed 表示内存数据一字节对齐
FrameBegin:byte;
Count:word;.....
.....
Param1:double;                //参数 1...N    .....
Param2:double;
.....
FrameEnd:byte;
end;
```

下一段代码演示从某网络接口读完成后从抽象网络读缓冲区到用户自定义缓冲区的分发过程,

```
if FromIp=NetFromIpMain5 then
begin CopyMemory(@SetNetAntennaToAll,@ReadBuffer,AData.Size);
PostMessage(ControlForm39Handle,WM_ReadNet39Finish5,0,0);    //向上上位机主控页面发送消息
PostMessage(AntennaFormHandle,WM_ReadNet39Finish1,0,0);    //向上位信息显示页面发送消息
end;
```

3 系统关键问题

3.1 纲要文件解析

天文纲要文件是按国际天文类标准形式提供的文本文件形式, 包含各种任务参数, 每次文件内容均不相同, 文件规定各个时段各物理参数值。编程时使用 TStringList 组件统一装入内存, 再使用二级 TStringList 循环解析方法^[5], 首先分离出所有相关段落, 再经过多次循环分离各具体物理参数的方法。设计了专门的解析子函数完成多个分离数据的解析, 最终完成各参数解析并产生软件要使用的计划文件。

在项目中软件带各设备实现真实任务时, 本团队与其他天文类工程人员发现, 仅凭纲要文件是不能够执行自动任务的, 科学院系统的科学家们希望执行观测任务时, 要能够自动切换观测对象, 纲要文件解析的参数不够, 需要加入其他对应的参数文件, 这个参数文件每行数据要根据计划时间可编辑, 因每次纲要文件中计划参数太多(比如执行两天的跟踪任务, 每个时间段需要几分钟, 这些时间段及起始时间都是变化的), 要在每个时间段内去配置更改参数文件的对应项, 这个任务非常繁琐, 为此特别设计一个小程序, 读纲要文件中有关计划段的内容, 自动产生参数文件, 这样用户在执行任务前可以改这个由小软件产生的参数文件内的参数, 就解决了手动生产参数文件的繁琐问题, 解放了用户大量手工劳动。这里使用了 TStringList 组件、TMemo 组件技术。

3.2 自动化流程设计

自动化任务执行前, 界面上首先运行网络同步子程序使整个系统时钟一致工作, 这样总站与分站的测量站计算机就设置成统一时钟, 时钟守时及精确度设置的工作由专用的对时软件提供, 对时软件执行后, 在后台自动将本计算机时间设置为统一时间, 程序员使用 GetLocalTimer 函数返回的就是统一时间。

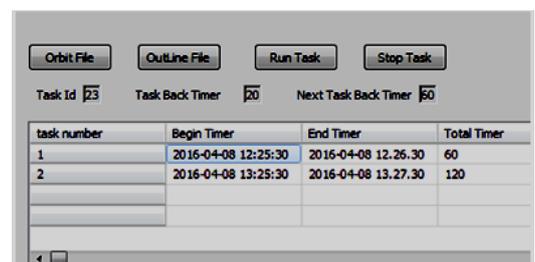


Fig.2 Interface of automatic control
图 2 自动化流程界面

程序首先完成纲要文件解析后, 站控系统软件将生成本次任务计划文件, 该文件排出整个跟踪任务各段计划, 使用 TstringGrid 组件在软件界面上可以看到全部任务表, 每一时段各参数设置也一目了然, 启动开始按钮则进入全自动执行过程, 见图 2。全自动执行过程使用一秒级的 TTimer 组件实现, 进入执行态后, 界面给出倒计时表示, 到了任务时间, 程序自动发出各参数设置指令给天线控制计算机和天文设备控制计算机, 天文设备控制计算机依据控制指令完成有关的天文类设备控制, 天线设备控制计算机根据站控制计算机的指令完成其他各硬件传感器控制任务和天线驱动任务。每一时段任务执行完成后, 再次指令天线到下一等待位置, 准备进入下一次任务, 如此循环, 完成计划中各种有关的跟踪卫星或者射电源的天文观测任务。为了快速模拟出自动执行流程, 专们设计了倒计时系统输入参数可调, 这样在任何时间都可以启动任务流程观察执行准确否^[6], 该方法在联试试验中节约了大量程序员时间。

在任务执行过程中, 站控计算机将收集各种状态信息后同时送给上一级监控系统, 该部分按统一组包方式完成网络发送。

在调试阶段, 发现有时在执行自动流程时任务执行时间量不准确, 经反复查询, 失误最终定位在 TTimer 时钟上, 大系统提供的仅是对时标准, 自动流程控制使用 TTimer 时钟是不准确的, 该时钟消息是 Windows OS 提供给开发者的一个定时器, 受其他各种消息影响较大, 后改为多媒体时钟后, 软件运行良好。

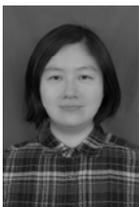
4 结论

站级监控系统是整体分机监控系统的一个重要组成部分, 核心框架层设计因篇幅所限未作深入论述, 主要介绍了站级天线类监控系统的实现, 核心框架层模块完成后台所有网络通信及其他内核调度任务, 业务逻辑层模块完成界面设计、数据处理、显示、存储、自动执行流程控制等任务, 整个系统采用统一的抽象设计, 各业务逻辑开发者不再关心内核是怎样工作的, 只操作公用数据区数据即可, 这样团队协作效率自然高。该套设备(天线站控)执行任务已近一年, 效果良好, 整个大系统监控正在逐步布局于全国多地, 希望文中方法对读者诸友有益。

参考文献:

- [1] (美)斯宾耐立思,(美)郭西奥斯. 架构之美[M]. 王海鹏,蔡黄辉,徐锋,译. 北京:机械工业出版社, 2009. (DIOMIDIS Spinellis, GEORGIOS Gousios. The Beauty of the Structure[M]. Translated by WANG Haipeng, CAI Huanghui, XU Feng. Beijing:China Machine Press, 2009.)
- [2] MARK Russinovich, DAVID Solomon. 深入解析 Windows 操作系统[M]. 5 版. 北京:人民邮电出版社, 2014. (MARK Russinovich, DAVID Solomon. In-depth Analysis the Windows Operating System[M]. 5th ed. Beijing:Posts and Telecom Press, 2014.)
- [3] 朱汉民. Delphi7 高级应用开发教程[M]. 北京:科学出版社, 2006. (ZHU Hanmin. Delphi7 Advanced Application Development Tutorial[M]. Beijing:Science Press, 2006.)
- [4] 范文庆,周彬彬,安靖. 精通 Windows API—函数、接口、编程实例[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009. (FAN Wenqing, ZHOU Binbin, AN Jing. Master Windows API—Function, Interface, Program Sample[M]. Beijing:Posts and Telecom Press, 2009.)
- [5] JEFFREY Richter. Windows 高级编程指南[M]. 3 版. 王书洪,刘光明,译. 北京:清华大学出版社, 1999. (JEFFREY Richter. Advanced Windows[M]. 3rd ed. Translated by WANG Shuhong, LIU Guangming. Beijing:Tsinghua University Press, 1999.)
- [6] 马特洛夫,萨兹兹曼. 软件调试的艺术[M]. 张云,译. 北京:人民邮电出版社, 2009. (NORMAN Matloff, Peter Jay SALZMAN. The Art of Software Debugging[M]. Translated by ZHANG Yun. Beijing:Posts and Telecom Press, 2009.)

作者简介:



程西娜(1983-), 女, 湖南省湘潭市人, 硕士, 工程师, 研究方向为航天测控工程开发研究、应用软件开发、软件测试. email:157989374@qq.com.

蔡文斋(1962-), 男, 安徽省宿州市人, 工程硕士, 高级工程师, 研究方向为航天测控工程开发研究、工程控制类应用开发研究、软件测试、新技术在工程化中的应用研究. email:122790435@qq.com.