

# 监控画面数据调度软件的设计与实现

郝朝,山寿

(中国飞行试验研究院,陕西西安 710089)

**摘要:**在飞行试验中,实时监控是保障飞行安全和提高工作效率的重要环节。目前飞行试验实时监控采用 C/S 架构,数据调度软件作为遥测数据实时处理软件(服务器端)与监控画面之间的桥梁,起着关键作用。为了解决同时驱动多幅监控画面与兼容多种数据协议的问题,提出了一种监控画面数据调度软件设计方案。该软件采用 C++ 语言设计,通过 UDP 组播或者 FTP 的方式实时接收服务器参数名,通过 UDP 组播接收数据,采用 TCP/IP 协议与多幅实时监控画面进行数据交互。利用模块化和多线程的设计思路,提高了软件的数据处理效率,保证实时性和功能的可扩展性。目前该软件已成功应用于多个型号任务试飞中,实际应用效果表明该软件能够同时与多幅监控画面完成数据交互,满足实时监控需求,有效保证型号试飞安全。

**关键词:**飞行试验;实时监控;TCP;UDP;数据交互

**中图分类号:**TP311.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2018)09-0172-04

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2018.09.035

## Design and Realization of Data Dispatching Software of Monitoring Display

HAO Zhao, SHAN Shou

(Chinese Flight Test Establishment, Xi'an 710089, China)

**Abstract:** In flight test, real-time monitoring is an important part of ensuring flight safety and improving work efficiency. At present, C/S architecture is used in flight test real-time monitoring. Data dispatching software plays a key role as a connection between telemetry data real-time processing software (server side) and monitoring display. In order to solve the problem of driving multiple monitoring display and compatible multiple data protocols concurrently, we propose a scheme for data dispatching software of monitoring display. The software is designed by C++ language and receives server parameters by UDP multicast or FTP in real time and data by UDP multicast. It uses TCP/IP to interact with multiple real-time monitoring displays for data. With modular and multi-threaded design ideas, data processing efficiency of the software is improved to ensure real-time and functional extendibility. At present, the software has been successfully applied to plenty of types flight test. The practice shows that the software can complete data interaction with multiple monitoring displays concurrently to meet real-time monitoring needs and effectively ensure the type test flight safety.

**Key words:** flight test; real-time monitoring; TCP; UDP; data interaction

## 0 引言

飞行试验遥测监控是确保试飞安全、提高试飞效率、缩短试飞周期的重要手段<sup>[1-2]</sup>。目前飞行试验中遥测实时监控模式为 C/S 架构<sup>[3]</sup>,服务器端进行遥测数据实时接收与解析,通过 UDP 组播<sup>[4-5]</sup>方式将数据发送给监控终端。监控画面以数字、曲线和图表等形式进行显示<sup>[6]</sup>。实时数据处理系统主要基于 PCM 信号同步解调板卡(TTC/Ulyssix)开发<sup>[7]</sup>,不同板卡的数据接口协议不同。另外,目前的数据调度软件仅支持

同时与一幅监控画面完成数据交互,无法满足同时查看多幅监控画面的需求。

基于以上分析,开发了新的监控画面数据调度软件来满足型号试飞实时监控任务需求,融合现有的多种遥测服务器数据接口,能够同时与多幅监控画面完成数据交互,有效保证试飞监控安全。

## 1 软件设计

数据调度软件运行在监控终端,是遥测数据实时

收稿日期:2017-11-10

修回日期:2018-03-05

网络出版时间:2018-05-16

基金项目:国家国防科技工业局国防基础科研项目(JCKY2016205B006)

作者简介:郝朝(1990-),男,工程师,硕士,研究方向为飞行试验软件开发和数据处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180515.1702.072.html>

处理软件(服务器端)与实时监控软件之间的桥梁,主要完成按照 UDP 组播协议接收服务器端的实时处理发送的参数名和工程量数据。如果服务器参数名过多,则采用 FTP<sup>[8-9]</sup>的方式下载参数名文件,通过 TCP/IP<sup>[10-12]</sup>协议与实时监控画面进行数据交互,依据实时监控画面发来的参数名列表,计算得到实时监控画面参数名在服务器参数名列表中的位置,从服务器发来的数据包中挑选相应的数据,重新组包后发送给实时监控软件。

监控画面数据调度软件根据功能划分为网络初始化配置、参数名接收与处理、数据接收、数据挑选、数据发送、数据存储与显示、状态显示等模块,如图 1 所示。采用模块化设计思想便于软件后续功能的扩展与升级。网络初始化设置模块实现从配置文件中读取组播接收服务器配置信息,对 UDP 组播接收服务器数据进行初始化设置。将常用的服务器组播地址和端口号配置以 XML 文件的形式进行存储,XML 结构为树形结构,可读性和可扩展性较强,方便修改与调用。参数名接收与处理模块实现组播接收服务器并对其进行解析,得到服务器参数名列表。数据接收模块实现组播接收服务器数据并对其进行分析。命令通信模块实现与监控画面的指令交互,作为 TCP 服务器端,接收监控画面的连接请求。数据挑选模块实现从服务器数据中挑选出每幅监控画面所请求的参数值。数据发送模块实现将每幅监控画面的参数进行重新组包,以一定速率通过相应套接字发送给相应监控画面。数据存储与显示模块按照一定格式将指定参数保存为文本文件(\*.txt),可以作为后续数据分析绘图的参考,并实时显示服务器各参数对应的工程量,以便对监控画面中各参数显示进行调试。状态显示模块对当前监控画面连接情况等相关信息进行显示。

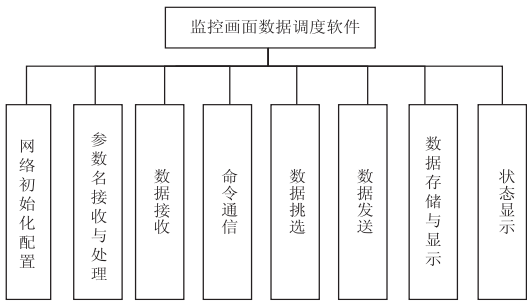


图 1 软件功能结构

软件运行流程如下:

(1) 读取网络配置信息文件,初始化;

(2) 服务器端数据交互线程与实时监控软件交互线程<sup>[13-14]</sup>独立并行;

(3) 接收到服务器参数名字符串后解析得到服务器参数名列表,接收到监控画面参数名字符串后解析

得到监控画面参数;

(4) 计算监控画面各参数在服务器参数名列表中的位置;

(5) 接收到服务器数据后,根据各实时监控画面的需要,通过挑选相应工程数据重新组包发送给相应的实时监控画面。

软件运行流程如图 2 所示。

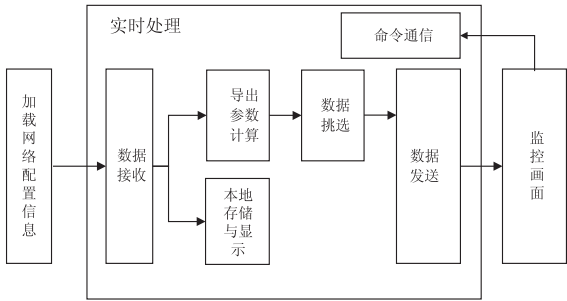


图 2 数据调度软件运行流程

2 软件实现

图 3 给出了数据调度软件与监控画面之间的数据交互过程。二者之间建立了两个 TCP 连接,一个用来发送参数名,一个用来传输数据。当监控画面与数据调度软件建立数据连接时,都会生成一个单独的 SOCKET<sup>[15]</sup>,利用该 SOCKET 向监控画面发送数据。

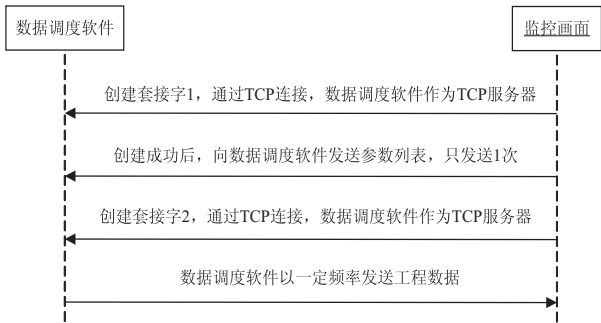


图 3 数据交互过程

软件采用 C++Builder 平台进行开发,UDP 组播采用异步套接字 WSAsyncSelect 实现防止进程阻塞,当接收到服务器数据时,会触发 FD\_READ 消息。UDP 组播的流程为:采用 WSStartup 的初始化 Winsock;创建套接字;采用 bind 将套接字与组播端口号进行绑定;加入组播组。如果服务器参数名字符串过长,超过 65 534 字节,无法通过 UDP 协议发送,则采用 FTP 的形式进行传输。使用 TNMFTP 控件实现,Port 设置为 21,Host 为服务器 IP 地址,采用 anonymous 匿名方式访问服务器,连接成功后采用 Download 方式将参数名文件下载到本地,读取文件得到服务器参数名列表。

TCP 数据交互采用 C++Builder 平台下的 TServerSocket 控件,参数名 ParSocket 的端口设为 4100,数据 DataSocket 的端口设为 6101。当有监控画面接入并发

送参数名字符串时,会触发 ParSocket 的 OnClientRead 事件,采用 ReceiveText 接收到字符串后,分析得到该监控画面的参数,并将该画面存入监控画面队列 listView 中。当监控画面发起数据请求时,会触发 DataSocket 的 OnAccept 事件,同时生成一个对应的 SOCKET 用来进行数据传输。当有监控画面关闭时,会触发 DataSocket 的 OnClientDisconnect 事件,通过对监控画面队列 listView 进行遍历查找,如果找到与当前监控画面对应的 SOCKET,则从 listView 中剔除。

监控画面向数据调度软件发送的参数列表是以字符串形式发送的,该字符串中每个参数名之间用#隔开。数据调度软件按照参数列表中的参数定义向监控画面发送数据,参数数值都是浮点数类型,占用 4 个字节。

建立以下结构体来存储监控画面的相关信息:

```
struct VIEW
{
//监控画面参数名
char chrName[512][50];
//监控画面参数个数
int ParaNum;
//监控画面每个参数在服务器参数列表中的位置
int index[512];
//向监控画面发送数据的套接字
SOCKET sData;
}
```

参数挑选流程如图 4 所示。对监控画面的参数名进行遍历,在服务器参数名列表中查找该参数,如果找到,则将该参数 index 设为相应的位置,否则将 index 设为-1。

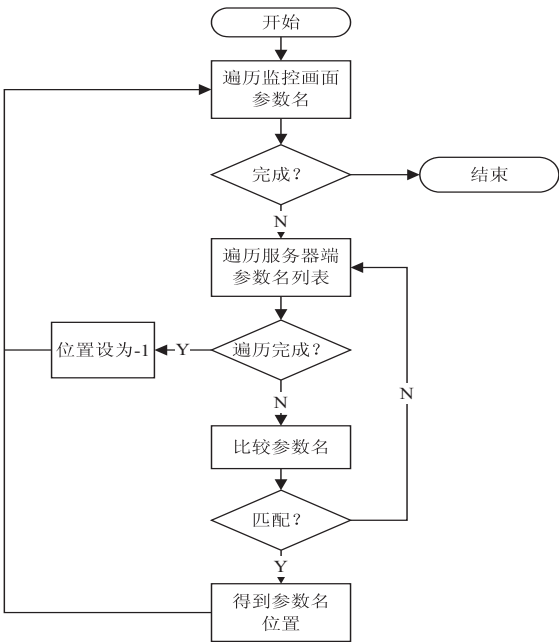


图 4 参数挑选流程

数据发送流程如图 5 所示。对所有当前连接的监控画面进行遍历,如果该画面中参数不存在,则将其值设为 0.0,否则从服务器数据中挑选出工程量,并重新组包并发送给监控画面。

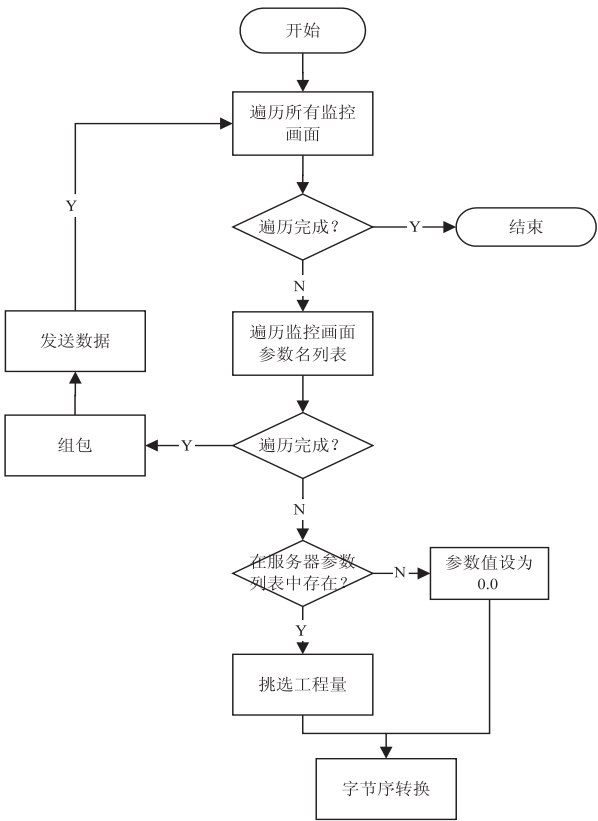


图 5 数据发送流程

关键代码如下:

```
void TransferData()
{
float * ppv;
int * pvv;
for(int j=0;j<listView->Count;j++)
{
float f[512] = {0.0};
VIEW * vTemp = (VIEW *) listView->Items[j];
for(int i=0;i<vTemp->Paranum;i++)
{
if(vTemp->index[i]<0)//参数不存在
f[i] = 0.0;
else
f[i] = serverData.data[vTemp->index[i]];
ppv = &f[i];
*ppv = htonl( ((int *)ppv));
f[i] = ((float *)ppv);
}
send(vTemp->sData, (char *)f, 514 * 4, 0);
}
}
```

### 3 应用效果

数据调度软件主界面如图6所示。软件会自动识别当前目录下所有的监控画面(\*.exe)。可以快速打开监控画面,消息框中可以看出飞机型号、服务器参数个数以及监控画面的连接情况等信息。当接收到服务器数据时,信号灯为绿色,如果无信号,则信号灯为红色。

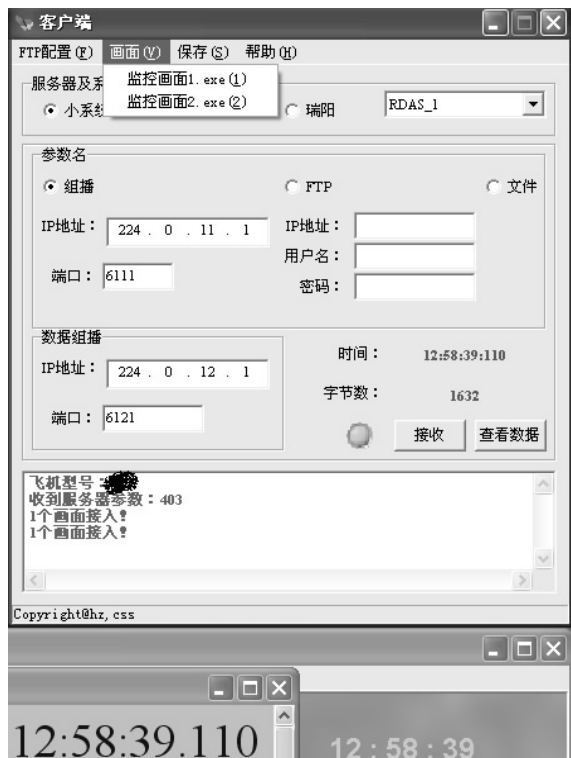


图6 数据调度软件主界面

### 4 结束语

为了实现与多幅监控画面完成数据交互并兼容多种数据传输协议,设计了监控画面数据调度软件。采用多线程并发与SOCKET编程技术,通过UDP组播或者FTP的方式实时接收服务器参数名,通过UDP组播接收工程量数据,采用TCP/IP协议与多幅实时监控画面进行数据交互,根据各监控画面参数需求进行参数挑选重新组包后发送给相应监控画面。该软件已经应用在各型号试飞实时监控中,实时性、正确性和可

靠性得到验证,可同时查看多幅监控画面,有效提高了试飞效率,保障了试飞安全。

#### 参考文献:

- [1] 宗思瑶,尚丽娜. TTS技术在飞行试验遥测监控中的应用[J]. 测控技术,2014,33(3):110-112.
- [2] 杨哲,叶冰,张芹芹. 飞控系统故障告警实时监控软件的设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2017,25(6):112-114.
- [3] 杨赞国,高敬惠. 基于C/S模式的网络信息管理系统设计与实现[J]. 微计算机信息,2005,21:27-29.
- [4] GU Yunhong, GROSSRAN R L. UDT: UDP-based data transfer for high-speed wide area networks[J]. Computer Networks,2007,51(7):1777-1799.
- [5] 王伟,蓝雯飞,高伟华. 用Socket实现UDP协议下的网络通信[J]. 软件导刊,2009,8(9):115-117.
- [6] 张芹芹,刘丹. 基于LabVIEW的某航电系统监控软件设计[J]. 中国科技信息,2014(20):128-129.
- [7] 杨哲,王鹏,徐茜. 基于RTR的遥测数据实时处理软件的设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2016,24(1):165-167.
- [8] 吴珂,卢秉亮,张磊. 基于FTP协议客户端软件的实现[J]. 沈阳航空工业学院学报,2006,23(4):39-42.
- [9] ROBINSON L. Transferring files with file transfer protocol (FTP)[J]. International Journal of Information Management,1994,14(5):390-391.
- [10] 罗莉琴,詹祖桥. Windows网络编程[M]. 北京:人民邮电出版社,2011.
- [11] YOUM B J, PARK J. TCP/IP protocol over IEEE-1394 network for real-time control applications[C]//IFAC proceedings. [s.l.]:IEEE,2005:38-40.
- [12] 于宏亮. TCP与UDP的原理及其在网络编程中的区别[J]. 科技信息,2007(22):186.
- [13] COURBIN P, LUPU I, GOOSSENS J. Scheduling of hard real-time multi-phase multi-thread (MPMT) periodic tasks[J]. Real-Time Systems,2013,49(2):239-266.
- [14] 郝文化. Windows多线程编程技术与实例[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.
- [15] 罗亚非. 基于TCP的Socket多线程通信[J]. 电脑知识与技术,2009,5(3):563-565.