

遥测数据实时处理软件系统及其应用

祁 春 段宝元

(中国飞行试验研究院, 西安 710089)

摘要 介绍了遥测数据实时处理软件系统的组成及功能, 并着重阐述了系统的网络通信与工作流程。该系统采用了 TCP 和 UDP 通信相结合的方式满足了试飞实时监控任务的要求, 并灵活运用视图驱动程序简化了系统的扩展与维护工作。整个系统操作简单、运行稳定可靠, 为试飞实时监控提供了重要手段。

关键词 飞行试验 遥测数据 实时处理 TCP/UDP

中图法分类号 TP319; **文献标志码** A

飞行试验是航空研究的四大技术手段之一, 它贯穿于研究、设计、鉴定、生产和使用的全过程, 是最直接、最准确、最终的试验手段^[1], 具有技术综合性强、风险性大、耗资大、周期长等特点^[2]。遥测数据实时处理软件系统为各类试飞的测试数据进行实时和事后处理提供了手段和平台, 该系统自投入使用以来, 已成功完成了多个型号的实时监控任务, 为试飞指挥、工程技术人员及时提供了必要的数据依据, 也为试飞安全提供了重要保障。本文介绍了一种基于 TCP 和 UDP 协议的遥测数据实时处理软件系统, 实际应用表明整个系统运行稳定、可靠, 满足飞行试验实时监控任务要求。

1 系统的组成及功能

遥测数据实时处理软件系统在结构上由三部分组成: 前端服务程序、视图驱动程序和图形显示程序, 如图 1 所示。

前端服务程序运行于服务器上, 主要完成对解调后的遥测 PCM 数据进行采集、原始数据存盘, 根据预先提供的带头文件完成对 PCM 数据的取位、拼

接、工程量转换等操作, 并根据总监控参数名文件将所需要的参数数据通过网络发送到局域网各监控计算机, 供视图驱动程序和图形显示程序使用。原始数据存盘是以逻辑数据帧的形式保存在本地磁盘上, 其数据结构如图 2 所示, 横排数据称为子帧, 竖排数据称为副帧, 两者的最小单位是 PCM 字, 根据带头文件经过相应处理之后即为具有实际意义的遥测参数数据。对于感兴趣的飞行数据还可实现现场再现, 完成指定时间段的数据回放。而且在前端服务程序中可完成具体参数的简单事后处理工作。

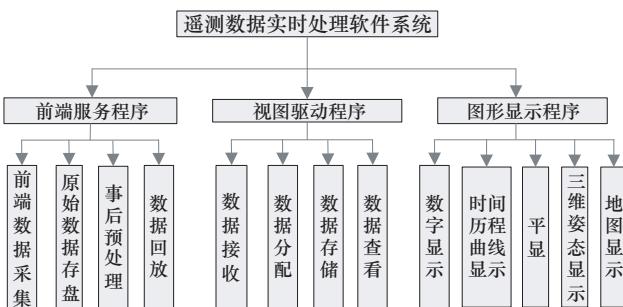


图 1 系统组成与功能

视图驱动程序位于前端服务程序和图形显示程序之间, 运行于各监控计算机上, 完成网络数据流的接收、查看和存储工作, 并在和图形显示程序的通信过程中完成各监控画面所需数据的分配与传输。同时, 视图驱动程序可对各型号飞机的图形

2010 年 7 月 8 日收到

第一作者简介: 祁 春(1983—), 男, 湖北省黄冈市人, 助理工程师, 硕士, 研究方向: 计算机应用与数据处理。E-mail: qichun1983@163.com。

显示程序进行集中分类管理,简化了图形显示程序的维护与管理工作。视图驱动程序的最大特点是它大大提高了图形显示程序的开发效率,各图形显示程序只需简单地将所需要的参数传递给视图驱动程序即可获得相应的数据,而不必关心该参数在网络数据流中的具体位置。

图形显示程序由不同的监控画面程序组成,运行于各监控计算机上,供试飞指挥和工程技术人员使用。主要完成监控参数的图形显示,包括数字、时间历程曲线、飞机平显、飞机三维姿态和地图等图形显示形式。

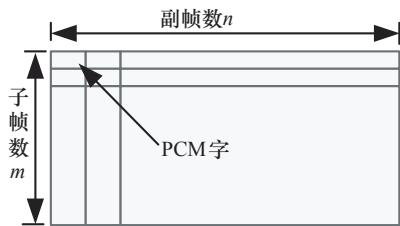


图 2 数据存储的全帧逻辑结构

2 系统的网络通信及工作流程

本系统的网络通信基于 TCP 和 UDP 协议的,并采用 WinSock 的网络编程接口实现了其网络通信功能。TCP(Transmission Control Protocol, 传输控制协议)是一种面向连接的协议,允许从一台计算机发出的字节流无差错地发往网络上的其他计算机。

在两个 TCP 主机之间可以交换数据之前,必须先相互建立会话,通过确认和按顺序传递数据来确保数据的可靠传输。TCP 一般应用在要求数据传输具有较高可靠性的场合。UDP(User Datagram Protocol, 用户数据报协议)提供尽量传递的无连接数据服务,它不能确保或确认数据传递或数据顺序,由使用 UDP 的程序负责提供传输数据所需的可靠性。对同一个局域网来说,使用 UDP 能够获得良好的性能,它能够满足数据传输量不太大、数据实时性较高的应用场合,在这种情况下,UDP 的低开销和多播能力比 TCP 更合适^[3,4]。

充分考虑 TCP 和 UDP 协议的各自特点,本系统

采用了 TCP 和 UDP 相结合的通信方式以满足试飞实时监控的实时性和数据可靠性的要求。在实时性方面,前端服务程序采用 UDP 的通信方式,将遥测数据广播给局域网中各监控计算机,以降低系统的资源开销,获得较高的数据传输效率。在数据可靠性方面,一是前端服务程序采用 TCP 的通信方式,在和各视图驱动程序的一次通信连接中,将总监控参数名可靠地传输给视图驱动程序。二是视图驱动程序和图形显示程序之间只采用 TCP 的通信方式,以使视图驱动程序可靠地获取各监控画面所要求的参数名,并结合总监控参数名从前端服务程序发送的 UDP 数据流中筛选出相应的数据,然后可靠地传输给各个监控画面,完成数据的图形显示。该系统在实时状态下的网络通信及工作流程如图 3 所示。

前端服务程序首先需要完成系统状态检测,加载型号飞机的带头文件和总监控参数表文件。带头文件包含了同步字、位速率、帧长、字长,起止帧号等信息,用于对 PCM 采集卡的设置。同时,利用 WinSock 提供的套接字函数(socket 函数)创建好流式套接字(TCP 通信)和数据报套接字(UDP 通信)。对于 TCP 的通信部分,首先将流式套接字置入监听(listen 函数)模式,当有视图驱动程序的连接请求(connect 函数)时,接受(accept 函数)请求并向请求方发送(send 函数)监控总参数表,最后断开(close-socket 函数)与该视图驱动程序之间的 TCP 连接,以减少系统资源的占用。在本系统中,视图驱动程序采用定时器定时向前端服务程序发送连接请求,当连接成功后则关闭定时器。这样,可避免因前端服务程序于视图驱动程序后启动而造成无法连接的情况。当解调后的 PCM 遥测数据经过位、帧同步之后,前端服务程序便可进行实时采集。采集的原始数据一方面进行存盘,另一方面则根据带头文件的 ICD 定义,将码值转换成具有实际意义的参数数据,然后以 UDP 的形式将数据广播到局域网。

视图驱动程序收到(recv 函数)总监控参数表和 UDP 数据包后,一方面将数据包的时间和总监控参数表显示在面板上,以判断网络通信是否正常;

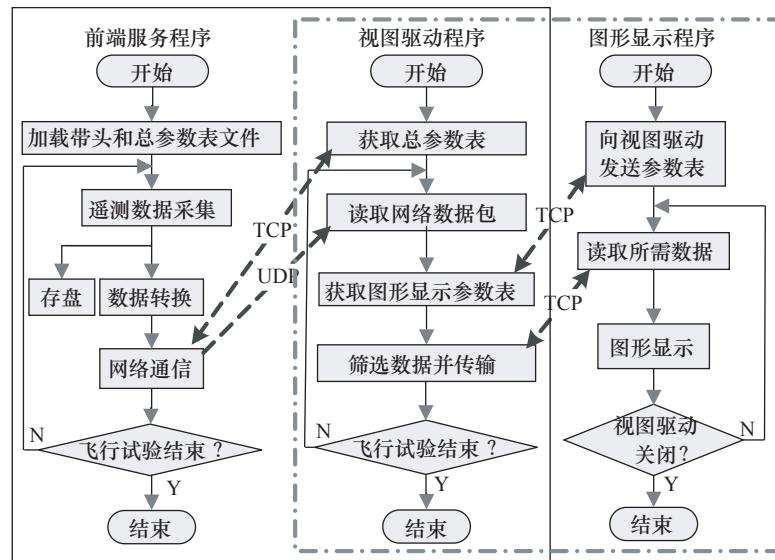


图3 系统实时状态下的网络通信及工程流程

另一方面和试飞指挥员和工程技术人员选择的监控画面程序建立 TCP 通信连接,其过程和前端服务程序与视图驱动程序之间的 TCP 通信部分相似,只不过这里的 TCP 连接直到试飞监控结束后或监控画面关闭时才断开。对于多画面的显示,视图驱动程序则需要完成多个套接字的连接,分别接收来自不同监控画面程序的监控参数表,并找出它们与总监控参数表的位置的对应关系,然后按照该对应关系从 UDP 数据包中筛选出数据并存放在相应的缓冲区中,最后将缓冲区中的数据发送给各个监控画面程序。

图形显示程序的通信部分比较简单,主要完成与视图驱动程序的 TCP 连接。需要注意的是采用 WinSock 提供 recv 函数有时并不能从连接的套接字中一次返回所有的数据,这种情况下,可根据监控参数名数目和数据类型为 recv 函数指定接收的字节数,并从 recv 函数的返回值中判断实际接收的字节数,如果少于指定的字节数,则需要再次接收剩下的字节数,直至接收完为止。相对应的 send 函数也存在此种问题,可采用相同的方法处理。

从系统各个组成部分之间的相互作用关系看,整个系统构成了两级 Server-Client 模式,即作为中间层的视图驱动程序相对于前端服务程序为 Client 端,而相对于图形显示程序则为 Server 端,如图 3 中

两个虚线框所示。

3 实际应用

本系统集实时数据采集、存储、预处理、网络传输、图形显示、数据回放等众多功能于一体。采用两级 Server-Client 模式,既满足试飞实时监控的实时性要求,又保证了系统具有较高的数据可靠性,同时大大提高了图形显示程序的开发效率。该系统已成功完成了多个型号飞机的实时监控任务,图 4 和图 5 是某型号飞机的实际应用效果,分别为平显画面显示和三维姿态画面显示。整个系统操作简单、运行稳定流畅,易于管理和维护。

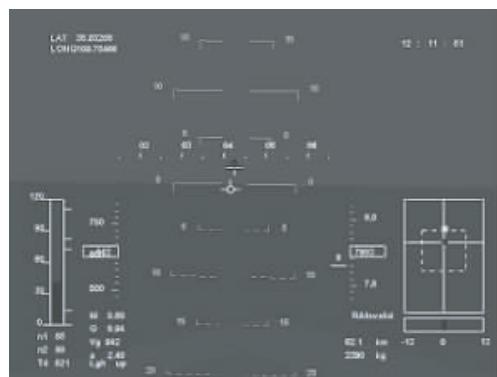


图4 某飞机的平显画面



图 5 某飞机的三维姿态画面

4 总结

遥测数据实时处理软件系统实现了飞行试验遥测数据的采集、存储、预处理、网络传输、多形式的图形显示和数据回放等功能。采用基于 UDP 和 TCP 协议相结合的方式,满足了试飞监控的实时性

和数据传输的可靠性要求。在结构上灵活地运用了处于中间级的视图驱动程序,使图形显示程序不必关心其参数在 UDP 数据流中的具体位置,数据的筛选工作由视图驱动程序负责完成,大大提高了图形显示程序的开发效率,也便于系统的扩展和维护。该系统已得到成功应用,为试飞实时监控提供了强有力的手段。

参 考 文 献

- 1 朱铁夫,尹春铭,邓建华. 飞行试验图形监视系统设计与仿真. 计算机仿真,2003;20(6):71—73
- 2 张建林. 试飞监控系统及其应用. 飞行试验, 2004; 20(3): 35—39
- 3 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8. 20 程序设计从入门到精通. 北京: 清华大学出版社,2007
- 4 肖新峰,宋 强,王立新. TCP/IP 协议与网络管理标准教程. 北京: 清华大学出版社,2007

Telemetry Data Real-time Processing Software System and Its Application

QI Chun, DUAN Bao-yuan

(China Flight Test Establishment, Xi'an 710089, P. R. China)

[Abstract] The composition and corresponding function of the telemetry data real-time processing system was introduced. Then the network communication mode and workflow was expounded emphatically. The system adopts the combination of TCP and UDP communication mode to meet the task of flight test monitoring requirements. Additionally, the work of expansion and maintenance of the system are simplified because of the flexible designing of the view driver program. The system has the characteristic of easy operation, stable, reliable and so on, which provides an important tool for the flight test monitoring.

[Key words] flight test telemetry data real-time processing TCP/UDP