

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.02.021

基于 LabVIEW 的航空发动机测试系统

穆运明¹, 刘旺开¹, 尹禄高²

(1. 北京航空航天大学 航空科学与工程学院, 北京 100191;

2. 北京宇航系统工程研究所, 北京 100076)

摘要: 针对传统的人工测试发动机方法存在的耗时长、精度低、数据分析量大等问题, 介绍一种利用 LabVIEW 构建航空发动机测试系统的方法。测试平台实现了基于数据采集卡、串口及网络多数据来源的数据采集, 能方便地完成试验对象的环境适应性及可靠性测试。在软件开发过程中, 通过采用多线程技术和同步控制技术, 解决了多频率多任务数据采集的融合与协同控制问题, 提高了测试效率及效果。

关键词: 测试系统; LabVIEW; 多线程; 同步控制

中图分类号: TP274; V23 **文献标志码:** A

Aircraft Engine Test System Based on LabVIEW

Mu Yunming¹, Liu Wangkai¹, Yin Lugao²

(1. School of Aeronautics Science & Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China;

2. Beijing Institute of Astronautical Systems Engineering, Beijing 100076, China)

Abstract: The traditional method of engine test system existing time-consuming, low precision and massive data analysis problems, to improve this, introduced a method to constructing aircraft engine test system using LabVIEW. The test platform which is based on data acquisition card, serial and network can complete the environment adaptability and reliability test of the test object easily. Multi-threading technology and synchronization control technology are used in the software development process to solve the problem about integration and collaboration in the multi-frequency multi-tasking data acquisition system, and this method can improve the efficiency and effectiveness of the test.

Keywords: test system; LabVIEW; multi-thread; synchronous control

0 引言

航空发动机测试系统是在发动机进行地面模拟高空试验时, 对发动机本体和环境参数进行测试和采集的系统。对于飞机来说, 航空发动机的高空性能是一项重要指标, 如果发动机在高空由于压力和温度的变化而出现功率大幅下降、调节性能变差甚至突然停车的事故, 会给飞机的安全飞行造成重大的影响。在传统发动机测试系统中, 由于全部测试过程由试验人员手动操作, 存在耗时长, 精度低, 数据分析量大等问题。故利用 LabVIEW 软件设计实现了一套测试系统, 以方便地完成各种环境条件下的测试任务。

1 航空发动机测试系统结构

1.1 系统硬件结构

如图 1, 航空发动机试验台测试系统硬件构造由现场检测系统、计算机及接口系统、远程网络系统组成。现场检测系统负责对环境模拟试验中的所需环境参数以及试验对象的测试参数进行采集; 计算机及接口系统的作用是通过数据采集板卡、串口、

网卡从现场和控制计算机获取所需的试验数据。远程网络系统包括 2 部分: 一是测试系统计算机与控制系统计算机的数据共享; 二是将试验数据通过以太网采用广播模式发送数据拷贝。

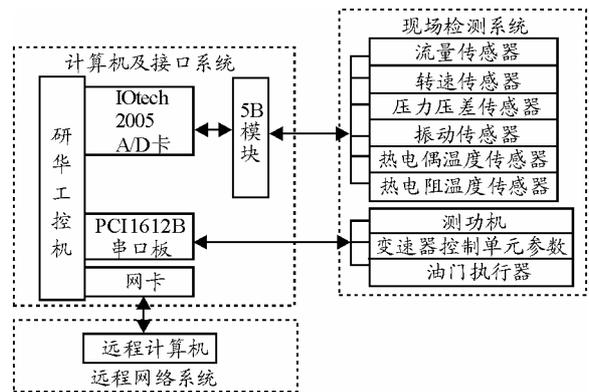


图 1 测试系统硬件结构

1.2 系统软件结构

测试系统软件使用 LabVIEW 编写, LabVIEW 是一种图形化的开发平台^[2], 为数据采集、信号分析、数据处理及数据各种形式的显示提供了丰富的功能模块, 用户可方便地调用, 避免了繁琐的编程^[3]。

收稿日期: 2010-09-08; 修回日期: 2010-11-16

作者简介: 穆运明 (1986—), 男, 河南人, 硕士研究生, 从事计算机测量与控制研究。

系统的软件结构图如图 2。整个系统以任务管理为中心,完成了航空发动机测试系统的硬件管理、数据采集、数据管理、数据监控及网络通讯等功能。

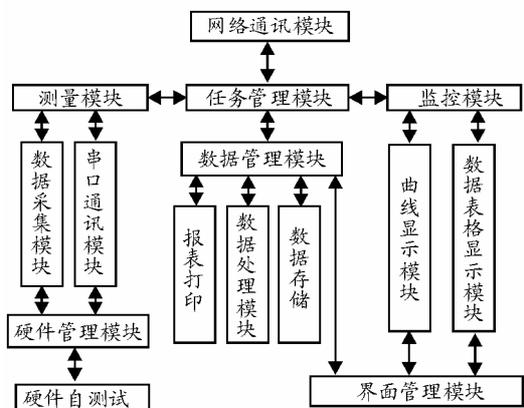


图 2 测试系统软件结构

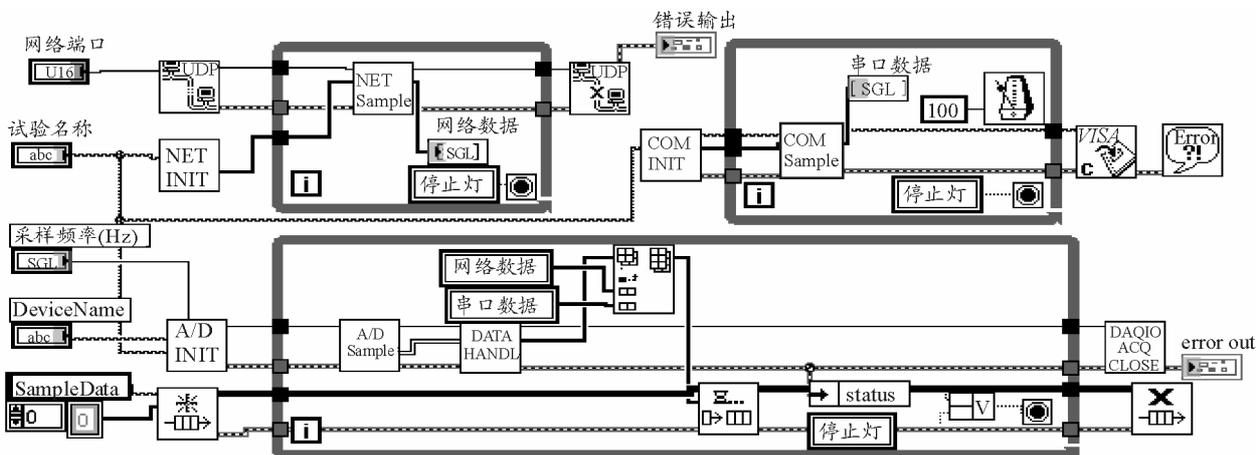


图 3 基于多线程的多数据源采集

该数据采集系统中包含 3 个采样频率,为了保证数据的完整性,笔者设定数据采集卡的采集为采集主线程,在该线程中对所有采集数据进行融合与协同。例如,当串口或网络的采集速度低于数据采集卡的采集速度时,通过局部变量可对低速的数据进行重复取值,从而调和各采集设备间的矛盾。

2.2 多任务的协同

数据采集系统软件设计,最简单的做法就是在 一个循环内顺序地执行采集、分析显示^[4]。在这种模式下,可以保证采集到的所有数据都能够得到分析显示。由于多个任务运行在同一个线程上,故当一个任务在执行时,其他任务就不能运行。如果想在 这种单线程操作模式下以高速采集获得大量数据并在 用户面板上显示图形,处理器不得不在分析显示上花费大量的时间,可能会影响数据的采集,导

2 关键技术

2.1 多数据源的采集

该数据采集系统的数据来源既有数据采集卡,也有串口数据和来自监控计算机的网络数据,所测量的参数既有温度等慢变信号,也有振动等变化率较快的信号。根据采样定理,系统采样周期如果设成统一的较低的采样频率,会使得信号无法重构。如果都设成较高的采样频率则系统不仅是低效的,而且各数据源间的矛盾差异甚至变得无法调和。因此,笔者根据不同的测量需求,采用多线程技术协调不同数据源间数据的融合与同步,为数据采集卡、串口、网络各开辟一个线程。利用 IOtech 公司提供的驱动函数以及 LabVIEW 自带的串口、网络通讯 VI 编制数据采集程序框图如图 3。

致数据丢失。

利用 LabVIEW 的并行机制对上述采样的模式进行改进。把采集、分析显示分别放入独立的循环中,在每一个循环中执行一种操作。循环之间通过本地变量传递数据。但这样做容易因竞态条件发生读写冲突,由于两个循环运行速度不匹配,可能造成数据丢失或重复显示^[5]。

鉴于以上结构的缺陷,该数据采集系统的程序框图如图 4,建立平行并且彼此独立运行的任务,利用队列作为两个循环的数据管道^[6],在不同任务之间传递信息。

队列相当于两个循环间的一个缓存空间,利用它来弹性调节两个循环的速度差,从而很好地解决了竞态问题。如果数据分析显示任务不能与数据采集任务保持一致,那么数据采集任务在安置额外的数据进入队列之前,它一定等待分析显示任务来完

成所装载数据的队列文件。在队列的协调下,2个循环完全可以各自运行,不顾及对方的情况,既提高了效率,又确保了数据的安全性。

同时,系统还设计了利用双频率对多任务进行协调,因为人眼的分辨能力所限,很多情况下我们对监控数据刷新的速度要求远低于数据采集速度,通过设置双频率,可以一次显示多次的采样值,不仅大大降低了处理器的载荷,也更利于试验员监控。

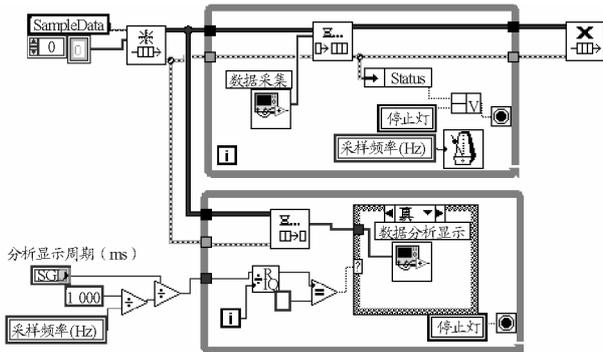


图4 多任务的协调控制

2.3 循环结构的控制

无论对于顺序驱动语言还是数据流驱动的语言,循环都是一种基本的流程控制。Labview 是数据流驱动的,而同一程序中,可能有多条相关或不相关的数据在同时工作,当需要同时控制这些数据时,就必须解决循环结构的控制问题。

以该系统整个数据采集停止命令为例。如果在数据采集卡、串口、网络的每个循环结构中设置一个停止按钮,要停止整个程序就必须把3个停止按钮都点击一次才行,因为3个循环是3条不同的数据,一个循环的停止按钮只能控制本循环结构的停止。要想同时控制多个不同循环中的数据,一个可行的方案就是在这些不同数据间建立一种联系,通过这种联系使控制信号能同时到达各个循环结构。

基于这种思路可以解决复杂的循环结构的控制,笔者利用属性节点在不同循环中建立联系,如图3和图4中的停止灯,从而实现了同时控制不同的循环结构。但是这里又引出了控制器的放置问题,一旦放置不合理,不仅不能实现不同循环的同时控制,还可能造成程序无法正常运行。控制器所处的位置要保证在控制命令发出时能够及时响应,如果把它放在数据采集模块的线程或者数据处理线程中,由于它们各自有自己的任务,较难及时响应控制器的要求。因此,较好的设计是独立建立一个人机交互的循环结构,把控制器放置于其中,以实现循环结构的的同时控制。

3 航空发动机测试系统的应用

应用该发动机测试系统对试验对象进行了环境适应性及可靠性试验,可对来自现场传感器、串口及主控计算机的数据进行实时采集分析。实践证明,该系统完全能满足系统要求的最高1000 Hz的采样频率。同时,还可以通过该软件的试验设置模块方便地对不同测试任务进行设置,在如图5所示的试验信息界面中设置好本次试验的采样频率、显示频率、采样模式以及数据库表格存储后,点击“开始采集”按钮,即可方便地通过各种方式监控试验过程。



图5 试验信息界面

4 结束语

该测试系统具有人性化的操作界面,编程方式灵活高效,研制周期较短,并实现了对数据采集卡、串口、网络多数数据源的采集、处理、分析、显和存储示,大大减轻了试验员的工作量,提高了测试效率。该系统利用多线程技术和同步控制技术,提高了测试效率及效果,有一定的工程应用及推广价值,对同类软件的开发有一定的借鉴及指导意义。

参考文献:

- [1] 王浚,黄本诚,万才大,等. 环境模拟技术[M]. 北京:国防工业出版社,1996.
- [2] Using LabVIEW to Create Multithreaded Applications for Maximum Performance and Reliability[R]. NI Development Zone, 2004.
- [3] 杨乐平,李海涛,赵勇,等. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [4] 范辉,张宇文,袁绪龙. 基于 LabVIEW 的水洞实验软件测控平台设计[J]. 测控技术,2007,26(12): 61-63.
- [5] 凌冬,刘建业,赖际舟. 基于 LabVIEW 的光纤陀螺测试分析平台实现研究[J]. 测控技术,2008,27(5): 48-51.
- [6] 朱墨,吴国清. 基于 LabVIEW 同步控制的数据采集监控仿真平台[J]. 计算机仿真,2006,23(2): 176-179.