

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.01.028

基于 LabWindows/CVI 的实时多任务光电观瞄装置操控软件

张智永, 周晓尧, 李廷鹏

(国防科学技术大学 机电工程与自动化学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 针对传统嵌入式实时操作系统不能快速实现操控软件开发的问题, 采用多线程机制实现车载光电观瞄装置操控台多种并发任务。介绍系统的总体结构, 利用 LabWindows/CVI 9.0 和外置通信卡、视频卡等工具, 探讨了采用多线程机制实现该操控台多种并发任务的方法, 并给出多线程、视频显示及信息叠加、通信次线程的具体实现方法以及系统试验结果。结果表明, 该程序能获得更快地响应、更小的阻塞和更全面的性能; 其人机界面简单, 重要信息指示明确, 简化用户操作。

关键词: 陀螺稳定平台; 操控台; 虚拟仪器; 多线程

中图分类号: TP311.5 **文献标志码:** A

Real-Time and Multitask Software Based on LabWindows/CVI in Manipulation Table of Electro-Optical Monitoring and Sighting Device

Zhang Zhiyong, Zhou Xiaoyao, Li Tingpeng

(School of Electromechanical Engineering & Automation, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Aiming at traditional embedded real-time operating systems have some difficulty in rapid development of operation and control software. Use multi-threading mechanism is adopted to realize the multiple concurrent tasks in control table of one electro-optical monitoring and sighting device. The system framework is introduced firstly. Then the method is discussed which could realize the multi-tasks based on the multi-threading mechanism of LabWindows/CVI 9.0 and tools such as external communication card and video-acquiring card. The detailed method to realize multi-threading, video display and information accession sub-thread, communication sub-thread is provided. The system experiment result indicated that the software could achieve fast response, minus block and better performance. The software also have some other specialty such as simplified human-machine interface, clear information indication and optimized user operate process.

Keywords: gyro stabilization platform; manipulation table; virtual instruments; multithreading

0 引言

车载光电观瞄装置属一体化综合被动式侦察、监视与引导平台, 主要用于完成复杂战场环境下对敌方地面或空中目标的探测、搜索、定位、识别和指示等功能。作为车载观瞄装置的重要组成部分之一, 操控台是车内操作人员对装置进行工作模式选择、观瞄对象选择、图像信息获取和探测器控制等多种并发操作的平台。为实现该平台的上述主要功能, 平台操控软件必须具备协调平台通信、视频处理、界面处理、目标信息解算等多种并发任务的能力。传统的嵌入式实时操作系统(如 VxWorks)开发成本较高、周期较长、调试难度较大, 对快速实现该车载光电观瞄装置操控软件的开发并不适合。

LabWindows/CVI 是美国的 National Instruments 公司推出的一套交互式虚拟仪器系统开发平台。它以 ANSI C 为核心, 将功能强大、使用灵活的 C 语言与用于数据采集、分析和显示的测控

专业工具有机地结合起来, 为数据采集系统、过程监控系统、自动测试环境等软件提供了理想的开发平台。特别是 LabWindows/CVI 6.0 之后的版本, 强化和丰富了多线程技术的实现机制, 使运行在多线程操作系统和多核处理器上的程序获得最优异的性能。故基于 LabWindows/CVI, 对该车载光电观瞄装置操控软件进行设计。

1 系统总体结构

车载光电观瞄装置是一类车载机电控制系统, 需具备精确调转和稳定任务负载的双重功能。鉴于稳定平台工作环境为高空条件, 必须借助桅杆升起支撑。考虑到系统桅杆的悬臂支撑模式和风载荷作用, 要求简化平台结构、控制体积和重量, 设计时采用两轴稳定平台系统。按照任务负载的功能要求, 两轴平台的第一级为方位轴, 第二级为俯仰轴。各轴间通过轴承、电机连接, 构成传统的内俯仰-外方位两轴伺服平台形式。

收稿日期: 2010-07-05; 修回日期: 2010-08-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50805144); 湖南省自然科学基金资助项目(09JJ4029)

作者简介: 张智永(1979-), 男, 安徽人, 博士, 讲师, 从事柔顺机构、嵌入式系统以及精密光电跟踪平台的测控技术研究。

系统中主要采用的硬件设备之间的连接关系如 图 1。

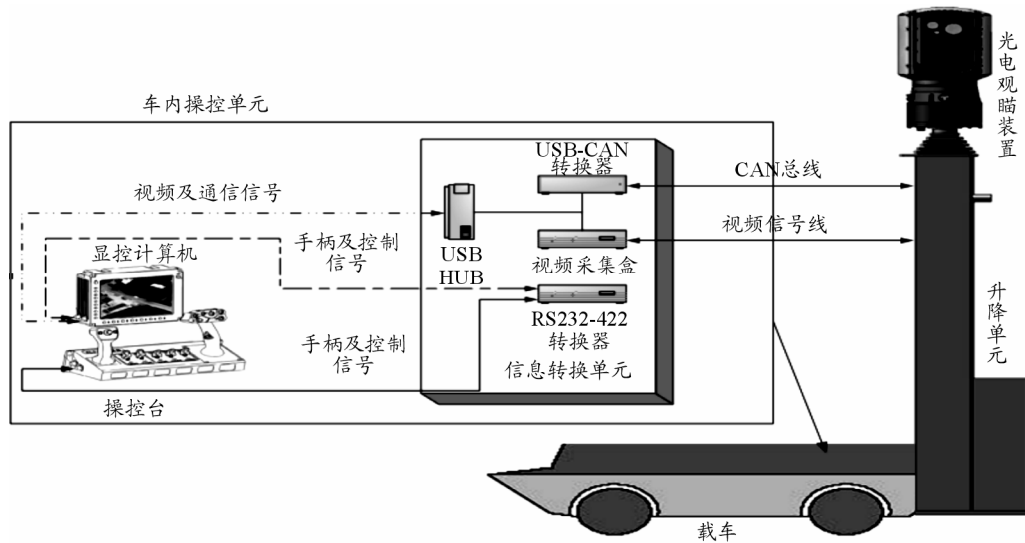


图 1 车载光电观瞄装置组成示意图

在该车载光电观瞄装置中，主要采用的硬件设备包括：显控计算机、操控台（包括控制手柄、开关）、信息转换单元（包括 RS232-RS422 转换器、MV-U2000 外置图像采集盒、USB-CAN 转换器）、桅杆升降控制单元、光电观瞄装置等。

显控计算机上的操控软件需要完成的主要任务：1) 桅杆的升降控制；2) 光电观瞄装置的方位/俯仰转动控制；3) 光电探测器的视场切换/调焦/测距等操作；4) 实时采集来自光电探测器的视频图像并叠加相关信息后实时显示；5) 实时接收来自操控台的用户操控信息；6) 目标参数实时测量计算。

以上这些测控操作需要操控软件具有多任务并行的能力，即设计多个线程，并且由于完成的任务不同，各线程的设计也不尽相同。该系统软件平台采用 NI 公司的 LabWindows/CVI 9.0，设计包括主线程、视频采集和信息叠加线程、CAN 总线通讯线程、RS232 串行通信线程，程序运行中最多时会出现 4 个线程并行运行的情形。

2 多任务软件总体设计

多线程技术的优点在于将进程分解为多个线程，在主线程外产生一个或几个辅助线程，用于完成数据读取、显示等任务。采用多线程的关键问题在于线程间的数据保护，即防止多个线程同时操作同一变量，导致逻辑错误。在 LabWindows/CVI 中，系统提供了一种所谓线程安全队列机制来保护共享数据，实现线程间安全的数据传输。其特点在于传输数据量大，且读取数据和写数据互不影响，数据传输基于事件模式，在队列数据达到指定数量自动

调用回调函数。对这种由辅助线程采集处理大量数据并传递给主线程进行显示的线程安全队列机制无疑是本操控软件的最佳选择。

该多线程架构主要通过线程安全队列开辟的缓存进行线程的同步与通信。在建立线程安全队列的同时设置回调函数，当有线程向线程安全队列添加数据或读取数据时，立即触发事件响应函数，这些函数存在于数据处理线程中，从而完成相应的数据处理功能。

按照软件实现的功能，把应用程序需要处理的任务分为用户界面控制、RS232 串行通信、CAN 通信、视频显示和处理、信息存储以及目标方位解算等 6 个任务，任务划分如图 2。

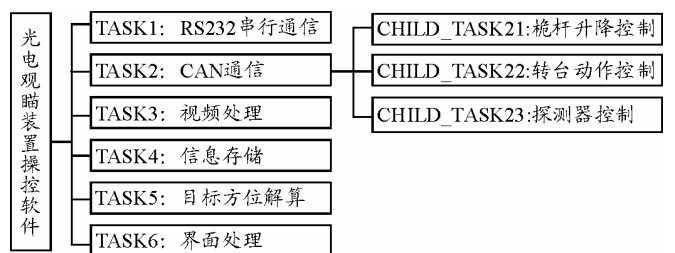


图 2 操控软件任务划分

TASK1_RS232 串行通信:负责显控计算机与操控台的通信，操控台发出的各种操作指令（控制手柄、开关等）经过操控台处理单元处理后以 RS422 数据帧的方式发出，经过一个无源 RS422-RS232 转换器后，变成 RS232 信号后进入到显控计算机。

TASK2_CAN 通信:负责显控计算机与桅杆升降控制单元、光电观瞄装置的通信。

TASK3_视频处理:负责视频图像的接收、显示、

信息叠加。

TASK4_信息存储:负责视频图像、有关目标信息、载体姿态信息等的存储。

TASK5_目标方位解算:负责接收测距信息、平台航向姿态信息和平台方位、俯仰角信息,经过数学解算得出目标方位和距离信息。

TASK6_界面处理:负责系统的工作模式控制和信息显示等。界面更新占用 CPU 资源较多,如果采集数据后立即更新界面显示,就会导致程序效率急剧下降,阻塞其它线程。因此,在主界面线程设置了一个定时器,每 100 ms 更新一次界面,从而保证系统实际工作中界面上数据的更新不会占用太多的运行时间。

操控软件的界面包括:

1) 工作模式控制:可以控制系统的 4 个工作模式,包括启动、搜索、跟踪和自检等模式; 2) 视频显示:显示红外或 CCD 视频信号,并叠加载序列号、方位、距离等必要信息; 3) 探测控制:可以控制白光 CCD、红外热像仪、激光测距机等探测器的工作状态; 4) 平台控制:可以通过手动或自动模式控制平台的搜索角度和跟踪角度; 5) 桅杆控制:可以控制桅杆升降,并实时给出桅杆高度信息。

3 多任务软件的实现

3.1 多线程调度机制

在典型的 LabWindows/CVI 多线程程序中,使用主线程创建、显示并运行用户界面,在次线程中运行其它的对时间要求很高的操作(如数据通信、视频显示等)。LabWindows/CVI 提供了 2 种在 LabWindows/CVI 的次线程中运行代码的高级机制,分别是线程池(Thread Pools)和异步定时器(Asynchronous Timers)。线程池适用于需要连续地执行多次或在循环中执行的任务,而异步定时器适用于在固定时间间隔内执行的任务。

在车载观瞄装置操控软件设计中,使用主线程创建、显示并运行用户界面;使用由外置图像采集卡提供的库函数支持的专用图像采集回调函数作为专门的视频处理线程;对时间要求较高的操作,如 RS232 通信和 CAN 通信,使用异步定时器产生的次线程定时执行,定时周期为 10 ms;对于执行时间比较长的任务,如信息存储和目标方位解算,使用优先级较低的 2 个次线程来完成,对于用户界面上非叠加视频信息的更新,使用软定时器控件 Timer 回调函数实现,设定更新周期为 100 ms。在

所有的并发线程中,负责视频显示和处理的线程优先级最高,用户界面线程次之。整个软件的线程调度与数据传输机制如图 3。

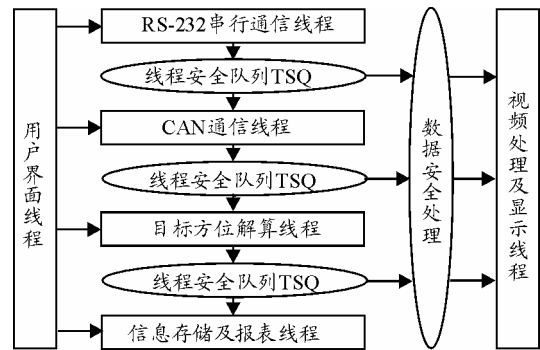


图 3 多线程的调度与数据传输

在 LabWindows/CVI 9.0 中的主线程中,使用 CmtScheduleThreadPoolFunction 函数,把需要在次线程中执行的函数名传递给该函数,线程池调度该函数在它的一个次线程中运行。根据线程池的设置和当前状态,线程池可以创建一个新线程,使用一个已经存在的空闲线程,或者等待一个活动的线程空闲来执行需要调度的函数。

对于异步定时器的创建,使用 NewAsyncTimer 函数把需要在次线程中执行的函数名称传递给它,并且设定每次函数执行的时间间隔。传递给 NewAsyncTimer 的函数被称为异步定时器回调函数(Callback Function),异步定时器回调函数原型必须为: int CVICALLBACK FunctionName (int reserved, int timerId, int event, void *callbackData, int eventData1, int eventData2)。

3.2 视频显示及信息叠加线程的实现

对于车载光电观瞄装置而言,目标图像信息的获取是其关键功能之一。该装置采用 MV-U2000 便携式外置图像采集盒,可通过 USB2.0 总线和主机连接,适用于野外、活动场所和工作环境狭小的场合。根据 MV-U2000 生产厂家提供的 Windows SDK (Windows Software Development Kit, Windows 软件开发工具)程序开发包,结合若干 Windows API (Application Programming Interface, 应用程序编程接口)函数请求操作系统完成一些较为底层的服务。

在程序的主线程对采集卡完成必要的参数设置后,通过调用 MV_StartCap 函数启动图像卡采集连续图像到内存,在图像采集过程中,用户可以通过回调函数得到图像数据。回调函数的指定通过 MV_SetCallBack 函数完成。回调函数原型为 void WINAPI streamcallback (LPBYTE lpBuf, long len,

PVOID Parma), 其中 LPBYTE lpBuf 为指向图像数据地址, long len 为图像数据大小。

为了将有关字符和图形实时叠加到视频图像中, 操控软件采用了基于 Windows API 函数的内存图像拷贝技术, 其具体思路是根据视频图像的大小在内存中事先开辟若干位图空间, 该位图空间的实际数据由上述视频采集回调函数的 lpBuf 指针进行内存拷贝得到, 然后在内存中对该位图指定位置的字符和图形叠加操作, 叠加完成后使用位块操作类 API 函数(如 BitBlt、StretchBlt 等)将该位图拷贝到屏幕的指定区域, 实现视频图像的实时显示。

3.3 通信次线程的实现

通信任务包括 CAN 通信次线程和 RS232 次线程, 两者均采用预先定义长度的数据帧完成输入和输出操作。在操控软件的设计中, 采用查询方式实现通信, 即在由较快的异步定时器回调函数中查询通信缓冲区中的数据长度, 达到指定长度后调用读函数将通信数据读出放入线程安全队列中。数据的输出也在异步定时器回调函数中完成, 即通过在该函数中查询数据输出标志, 有待输出数据即通过写函数输出, 为保证其占用时间的可控, 限定每个定时周期输出数据帧的长度。

3.4 系统运行界面

考虑到车载系统运行环境的需要, 该操控软件的界面设计采用仿机载平视显示器的风格, 主要操作均采用触摸式按钮完成, 主要信息均在视频图像上叠加显示, 界面风格力求简单, 操作方便。其中

(上接第 76 页)

完善软件状态监控记录; 三是督促工厂严格落实软件参数“三级管理”授权制度, 即: 1) 操作工人: 只能使用, 不能修改; 2) 技术人员: 有在工艺要求范围内的参数修改权; 3) 系统管理员: 有程序参数修改权; 四是做好软件系统备份工作, 在软件出现错误影响正常生产时, 可用备份软件对错误系统进行直接恢复。

4.4 提高自身综合业务素质, 适应“软检测”要求

烟火药自动混药生产线集机械、电子技术、液压技术、控制技术、计算机技术、系统工程等于一体, 它要求军代表的质量监督、检验验收工作应从过去手工硬件检测逐步过渡到脑力的“软检测”。例如评定加工实施的工艺路线、研究质量波动趋势、摸索柔性线加工特点等, 这就要求军代表具备更广

在红外探测器工作状态下对目标进行激光测距和方位解算时的界面如图 4。

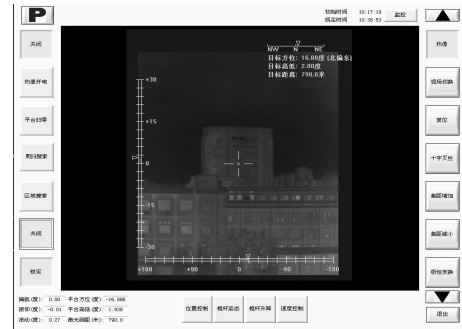


图 4 系统运行界面实例—红外探测和测距

4 结论

该系统使用多线程技术, 有效地实现了视频采集和信息叠加、串行通信和 CAN 通信等实时性较强任务。同时, 其人机界面简单, 重要信息指示明确, 大大简化了用户的操作, 方便了操作人员在野外复杂环境下的工作, 在实际应用中取得了良好效果。

参考文献:

- [1] 张毅刚, 乔立岩. 虚拟仪器软件开发环境: LabWindows/CVI 6.0 编程指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 黄伟杰, 王新民. 基于 LabWindows 的实时多任务加载总控台软件设计[J]. 科学技术与工程, 2008, 8(1): 283-286.
- [3] 李敏智. 基于 LabWindows/CVI 的数据采集与监控系统的设计与实现[D]. 武汉: 武汉理工大学硕士学位论文, 2009.
- [4] 杨东升, 高峰. 多线程技术在虚拟仪器开发软件 LabWindows/CVI 中的实现[J]. 电测与仪表, 2005, 42(3): 39-41.

泛的知识面。因此军代表要加强新知识、新技术、新检测手段的学习, 以适应装备质量工作软件方面更高的要求。

5 结束语

通过对自动混药生产线的总体概况、生产线各重要单机设备的功能和结构进行介绍, 重点分析了烟火药自动混药生产线的技术特点, 并提出了在质量监督中需要主要的问题。该研究为适应“软检测”要求提供了理论基础。

参考文献:

- [1] 潘功配, 杨硕. 烟火学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1997.
- [2] 刘玉海, 潘仁明. 烟火药剂使用安全性能分析[J]. 火炸药学报, 2002(2): 30-45.