

文章编号: 2095-2163(2020)05-0148-04

中图分类号: TP23

文献标志码: A

倾斜式平板检测仪器运动控制系统的多线程应用

冯方, 王绍杰, 金伟伟

(合肥工业大学 仪器科学与光电工程学院, 合肥 230009)

摘要: 当前平板显示技术正迅猛发展, 本文以工业应用为目标, 设计了倾斜式平板检测仪器运动控制系统, 系统采用上下位机编程, 上位机人机界面要与下位机、图像处理单元以及远程监视端3个单元进行通信, 因此提出了多线程编程的实现方法。由人机界面主线程创建3个子线程, 每个子线程都封装 socket 用于通信, 3个子线程分别实现相应单元与人机界面的消息交互。

关键词: 多线程; 人机界面; 通信

Multi-threaded Application of Motion Control System of Tilt Flat Plate Testing Instrument

FENG Fang, WANG Shaojie, JIN Weiwei

(School of Instrument Science and Opto-electronics Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

[Abstract] The current flat-panel display technology is developing rapidly. This article aims at industrial applications. A tilt-type flat-panel detection instrument motion control system is designed. This system uses upper and lower computer programming. The upper-machine human-machine interface should be connected to the lower computer, image processing unit, and remote. The three units on the monitoring side communicate with each other, so a multi-threaded programming implementation method is proposed. Three child threads are created by the main thread of the human-machine interface, and each child thread encapsulates a socket for communication. The implementation method of three sub-threads to realize the interaction between the corresponding unit and the human-machine interface message is described.

[Key words] Multithreading; HMI; Communication

0 引言

近年来随着科学技术的飞速发展, 平板显示技术也日新月异, 显示屏的应用范围也越来越广泛。小到智能手表、手机, 大到笔记本电脑、液晶电视, 平板显示屏的尺寸越来越大, 分辨率也越来越高, 因此对平板检测系统的分辨率、扫描定位精度和稳定性都提出了更高的要求。自动光学检测 (Automatic Optic Inspection, AOI) 是指采用光学成像技术获取被测目标的图像, 再通过图像处理和识别算法读取被测目标的缺陷信息^[1]。而在平板检测系统中, 除了与图像处理识别算法单元通信, 还要与 AOI 系统的控制器端通信。

在显控软件开发时, 一般包含以下几种功能: 界面显示, 通信数据收发, 数据处理与转换以及数据提交与分发。而实现这些功能就需要多线程与通信机制相结合。多线程可使编程任务简化和模块化, 可以提高处理器的效率, 提高数据吞吐量^[2]。在现代计算机体系中, 应用程序通常都是多线程运行。

1 系统设计

倾斜式平板显示屏自动光学检测系统 (简称倾斜式平板检测系统) 是集运动控制、在线检测和工业计算机为一体的自动化精密仪器。系统简图如图 1 所示。首先玻璃基板在上料区就位, 检测到玻璃基板到来后, 由电机带动传动轮拖动玻璃基板匀速经过扫描区域, 图像处理单元经过处理分析后向系统发送要进行复检位置的指令, 而后控制玻璃基板到达指定位置进行复检后下料。

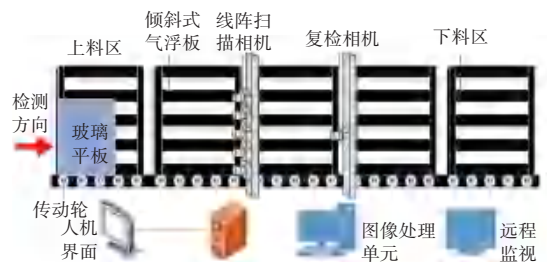


图 1 倾斜式平板检测系统

Fig. 1 Inclined flat panel inspection system

基金项目: 国家重大科学仪器设备开发专项(2013YQ220749)。

作者简介: 冯方(1995-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 测试计量技术与仪器。

收稿日期: 2020-01-16

上位机部分是工业平板电脑, 负责人机交互, 信息转换和整机控制。软件主界面如图 2 所示。人机交互界面 HMI 需要实时显示系统的运行状态, 提供设备的运行接口。人机界面要与下位机、图像处理单元和远程监视端 3 个单元进行通信。实现人机界面与 PLC 运动控制系统实时交互, 图像处理单元 (IMP) 反馈控制以及远程监视 (RMT) 功能。图 3 为以人机界面为基础的软件架构。通过以太网人机界面与运动控制器连接。人机界面读取运动控制器 MP2300S 内的数据, 经解析和转换后, 显示在人机界面上; 人机界面同时还要接收用户输入的一些指令, 并将这些指令解析为运动控制器可以识别的命令。



图 2 人机界面

Fig. 2 Interactive interface

倾斜式平板检测系统根据图像处理单元的处理结果控制系统进行复检动作。图像处理单元不是直接控制运动控制器, 而是通过上位机即人机界面作为控制接口。图像处理单元与人机界面使用一套自定义的通信协议, 人机界面作为控制指令的中转站, 将图像处理单元发来的指令转换为运动控制命令, 并且将结果信息反馈给图像处理单元。

人机界面作为仪器设备的一部分, 安装在工业现场。为了能够远程监视设备的运行状态, 人机界面还要提供数据转发功能, 为远程用户提供监视服务。



图 3 软件架构

Fig. 3 Software Architecture

2 多线程

进程和线程是理解程序运行的基础, 进程是系统资源分配的基本单位, 而线程是 CPU 调度的基本

单位, 它以某种规则轮流享用进程资源完成自身任务^[3]。单核时对 CPU 的时间进行切片轮换执行多个任务, 当时间足够小的时候, 可以认为是多个任务在同时执行。采用多线程技术可以将程序划分成多个独立的任务, 显著提高其性能。在倾斜式平板检测系统中使用多线程技术, 可以防止阻塞, 保证数据的收发互不干扰, 还不会影响到界面的正常使用。

在倾斜式平板检测系统中, 人机界面要与下位机、图像处理单元以及远程监视单元通信。由于系统状态指示等数据繁多, 所以由人机交互界面作为主线程创建 3 个子线程 IMP, PLC 和 RMT 子线程分别负责各个子线程与对应单元的通信。主线程负责界面交互, 3 个子线程则分别负责不同的数据通信。

本系统是基于 MFC 对话框模式开发的人机界面应用程序, 主窗口由 MFC 类向导自动生成。主线程由 CWinThread 的派生类创建, CWinThread 支持用户界面线程和工作线程两种类型。由于本系统需要接收, 发送和处理消息, 所以开辟的子线程都是用户界面线程。使用 CWin Thread 类派生 PLC、IMP、RMT 子线程类 CThreadforPLC、CThreadforImage、CThreadforRemote, 并为每个类增添成员变量和成员函数。当程序启动开始运行时, 初始化人机界面, 通过调用全局函数 AfxBeginThread 创建 PLC、IMP、RMT 3 个子线程。

3 线程间通信

通信是创建子线程最主要的目标, 包括初始化通信端口、组织数据、发送数据、接收数据和解析数据。子线程使用 MFC 封装的 Socket 类通信, 因此子线程需要定义通信 Socket 成员变量, 同时开辟发送缓冲区和接收缓冲区。

子线程采用异步通信的方式, 须重写标准通知函数。在客户端 (PLC 子线程) 重写 OnConnect、OnReceive、OnClose, 在服务器端 (IMP、RMT 子线程) 重写 OnAccept、OnReceive、OnClose, 在重写的函数内设置通信状态、建立连接和收发数据。

TCP/IP 协议的应用开发接口的事实标准是 Socket (套接口)。使用 Socket 可以隐藏网络底层复杂的结构与协议, 能够抽象地对网络进行操作^[4]。本系统使用的是 MFC 对 Windows Socket 的封装类, 是对 Socket API 的又一次封装。倾斜式平板检测系统创建的 3 个子线程都拥有它们自己的通信 Socket, Socket 管理数据收发, 各个线程负责数据处理。套接字有流式套接字、数据报式套接字和原始套接字三种, 是通信双方的一种约定。数据报套接

字使用的是 UDP 协议,流式套接字采用的是 TCP 协议^[5]。使用 CAsyncSocket 类在 MFC 应用程序中可以轻松处理多个网络协议,针对本系统的通信协议采用流式套接字编程。流式套接字通信如图 4 所示。

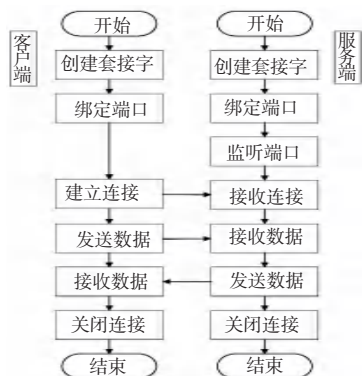


图 4 流式套接字通信

Fig. 4 Streaming socket communication

3.1 PLC 子线程

倾斜式平板检测系统采用运动控制器 MP2300S 来实现系统的底层运动控制功能。MP2300S 内置的 218IFA 模块是 10Base-T/100Base-TX 的 Ethernet 接口,也是 MP2300S 标准配备的通信接口^[6]。本系统采用的是 218IF-01 中 TCP/IP 应用层五个协议中的 MEMMOBUS/TCP 来构建通信网络。数据由标题、218 标题和应用数据三部分构成,如图 5 所示。

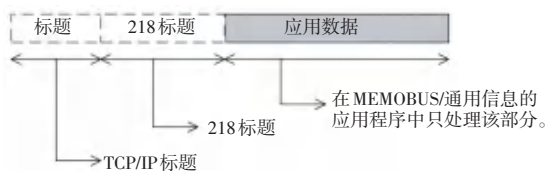


图 5 协议数据格式

Fig. 5 Protocol data format

当人机界面与下位机 PLC 通信时,人机界面为客户端,下位机 PLC 为服务器端,使用 CAsyncSocket 异步通信类派生 PLC 子线程通信类 CPLCClientSocket。在这个类的构造函数中指定 socket 服务的线程,并在这个类中重写 OnConnect、OnReceive、OnClose 用于通信服务,调用子线程 CThreadforPLC 中的同名函数完成相应的功能。

将 PLC 的动作通过两个参数定义区别可以作为人机界面程序与 PLC 控制程序的接口协议。PLC 子线程接收读命令响应数据、写命令响应数据和错误响应数据三种类型数据。读命令将接收到的响应数据拷贝到主界面输入缓存区,主界面根据接收到

的这些数据显示系统运行状态。写命令由人机界面或者图像处理单元发送,写命令响应数据的功能查看这个命令有没有成功写入。错误响应数据指下位机 PLC 反馈回来的错误代码。

3.2 IMP 子线程

图像处理单元和远程监视端不直接与下位机运动控制器通信。在和人机界面通信的时候,人机界面作为服务器端,IMP 和 RMT 作为客户端,创建服务器端通信 Socket,在 IMP 子线程通信类的构造函数中指定 socket 服务的线程,这个类重写了 OnAccept、OnReceive、OnClose 用于通信服务。以 CAsyncSocket 类作为通信接口,在 IMP 子线程的同名函数中发送和接收数据。

图像处理单元需要给运动控制器发送复检指令,则要保证成功建立图像处理单元到下位机 PLC 的通信信道,IMP 不直接与下位机 PLC 通信,那么就需要保证图像处理单元到人机界面以及人机界面到下位机 PLC 的通信连接成功;而后对人机界面至下位机 PLC 的通信信道是否被占用进行检测,假如人机界面正在占用信道发送命令,图像处理单元不能发送指令到下位机 PLC 的;最后还需要检测下位机 PLC 是否正在执行命令,如果下位机 PLC 还没有结束上一条命令的动作,则不会执行当前命令的动作。如图 6 所示。

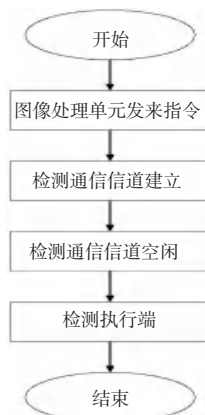


图 6 IMP 指令流程

Fig. 6 IMP instruction flow

检测通信信道是否建立:使用 Socket 通信的基础是保证各个 Socket 已初始化并成功连接。在主界面类中定义一个 m_iSocketok 成员变量,标志 PLC、IMP、RMT 子线程通信 Socket 有没有顺利初始化,这个变量的第 0 位表示 PLC 通信状态、第 1 位表示 IMP 通信状态、第 2 位表示 RMT 通信状态。当每个通信 Socket 初始化,连接成功时置为 1,当关闭连接状态或者是通信中断时置为 0。通过检测这个

变量的值,可知通信信道是否成功建立。

检测通信信道是否空闲:在3种情况下人机界面会向下位机 PLC 发送数据:定时查询状态、用户界面操作和图像处理单元发来指令,由于有可能会存在时间上的并发冲突,因此需要考虑同步它们的发送动作。在主界面类中定义一个 bool 型成员变量 m_bPLCsend 记录 PLC 的通信状态,当它的值为 true 时表示正在发送数据,当它的值为 false 时表示此时没有发送数据。每次向下位机 PLC 发送命令之前,先查询 m_bPLCsend 的值,这个变量的值在人机界面向下位机发送命令的过程中会发生改变,在准备发送命令前将其值置 true,在发送完命令后将其值置 false。

检测下位机 PLC:在进行复检动作时,由人机界面向下位机 PLC 发送命令,首先检测下位机有没有完成上一个指令的动作。在人机界面主窗口类中定义一个成员变量 m_byteCMDOrder 表示 PLC 发送命令序号,这个序号的范围为 1~64,当人机界面向下位机 PLC 发送写命令时,这个成员变量的值会赋到写命令的数据中,之后该成员变量自增,当人机界面接收到下位机的响应命令时,这个值作为 PLC 数据结构成员 taskfinl 返回,通过查看 taskfinl 和成员变量 m_byte CMDOrder 的值是否相等,就可以判断下

位机 PLC 有没有完成上一个指令动作。

3.3 RMT 子线程

远程监视端要显示倾斜式平板检测系统的状态,则要向人机界面发送查询命令,RMT 子线程定义了一个临时的接收缓冲区,将主界面线程中记录系统状态的成员变量复制到临时缓冲区,经过整理后发送给远程端。

4 结束语

通过采用多线程多缓冲区结构来设计倾斜式平板检测系统的软件架构,保证了上位机人机界面与下位机、图像处理单元和远程监视端的高效通信,极大提高了实时性,完成了其基本功能要求。

参考文献

- [1] 卢荣胜. 自动光学检测技术的发展现状[J]. 红外与激光工程, 2008(S1):124-127.
- [2] 伍光胜, 宋信忠, 郑明辉. 多线程技术及其应用的研究[J]. 计算机应用研究, 2001, 18(1):33-36.
- [3] 任哲. MFC WINDOWS 应用程序设计, (第二版)[M]. 清华大学出版社, 2007.
- [4] 曹宁, 冯忠义. 基于客户/服务器模式的 Socket 网络编程[J]. 计算机工程, 1999(2):72-74.
- [5] 孙鑫. VC++深入详解(修订版)[M]. 北京:电子工业出版社, 2012.
- [6] 机器控制器 MP2300S 基本模块用户手册[M]. 日本:安川电机株式会社, 2009.

(上接第 147 页)

同理可以利用本文所提出方法进行迭代求解,由于篇幅限制不再展开叙述。

3 结束语

本文巧妙利用了方程的非线性,做到了对点的精确快速迭代,对于更为复杂的几何曲线,可以在该曲线上取若干离散点,利用本文所介绍的迭代法逐一进行拟合得到每个关节输出角度的序列,机械腿依次执行,便可以拟合出该条曲线。同时,如果该点在边界附近,误差会增大,大误差出现的频率会增加,所以选取这些点的时,可以利用误差剔除掉靠近边界的点,同时可行域范围可以适当缩减, z 取值范围可以控制在 $[0, 100]$ 。并且该迭代法可以推广到

更高自由度机械腿逆模型的求解上,有广泛的适用性。

参考文献

- [1] 达悦生, 郑楚悦, 孙茂荣. 机器人运动学模型建立的改进 DH 方法及正反解计算[J]. 机械与电子, 2019, 37(10):72-75, 80.
- [2] 庄文许, 李珂翔, 张昆明. 一种六自由度工业机器人逆运动学求解[C]// 中国造船工程学会电子技术学术委员会 2017 年装备技术发展论坛论文集.
- [3] 刘洋. 基于多目标粒子群算法的机器人逆运动学求解方法[J]. 现代计算机, 2020(10):13-17.
- [4] 马祺杰, 倪正顺, 李光, 等. 几何分域的多模块神经网络求解平面 3R 机械手逆运动学[J/OL]. 湖南工业大学报:1-7[2020-05-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1468.T.20191105.1116.002.html>.