

基于 Windows 系统的数控机床网络监控系统研发

花维维¹,倪俊芳¹,李国防¹,周东风²,杨波²

(1. 苏州大学 机电工程学院,江苏 苏州 215021;

2. 苏州优备精密智能装备股份有限公司,江苏 苏州 215021)

摘 要:传统模式下的数控机床运行操作是在 DOS 系统下进行的,操作界面不直观,频繁死机,软件升级换代比较困难,现采用 Windows 系统与数控机床实现通信、网络监控系统远程实时监控。系统基于无线通信技术和 C# 软件,在无线局域网的环境下采用 Client/Server 模式、TCP 协议、socket 编程技术进行多线程编程和数据传输;实现数控端数据发送和客户端接收、数据传输中报错、实时监控以及数控设备程序的管理。应用中实时反馈数控机床的运行状态,达到稳定、可靠、便于升级维护的工作要求。

关键词:数控机床;网络监控;C#编程;TCP 协议;Windows

中图分类号:TP277.2;TG659 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2020)04-0115-04

Research on Network Monitoring System for CNC Devices Based on Windows System

HUA Weiwei¹, NI Junfang¹, LI Guofang¹, ZHOU Dongfeng², YANG Bo²

(1. School of Mechatronics, Soochow University, Suzhou 215021, China;

2. Suzhou UB Precision Co., Ltd., Suzhou 215021, China)

Abstract: In the traditional mode, the operation of CNC machine tools is monitored by DOS system. The operation interface is not intuitive. It is difficult to frequently crash and upgrade software. The Windows system is used to communicate with CNC machine tool and do the remote real-time monitoring by the network monitoring system. Based on wireless communication technology and C# software, Client/Server mode, TCP protocol and socket programming technology are adopted in the environment of wireless LAN for the multi-thread programming and data transmission in the system, thus realizing the data transmission, client receiving, error reporting in the data transmission, real-time monitoring, and management of CNC equipment programs. The operating state of the CNC machine tool is fed back in time in the operation, thus achieving the requirements of its smooth operation and easy upgrade and maintenance.

Keywords: CNC machine tool; network monitoring; C# programming; TCP protocol; Windows

0 引言

数控机床网络监控是可以通过无线或有线网络进行传输的一种数据流,可跨地域实现远程监控,解决了数控机床人工监控费时费力的问题^[1]。国外数控机床一般都配备一套高级远程的故障诊断和支持系统,如西门子、AB 等公司都为各自机床提供了远程支持服务,该服务以 B/S 模式为主流,能在线反馈信息,实现对数控机床实时工作状态监测和程序运转情况的检测,其应用系统能客观地通过 Internet 达到实时监控数控机床、对数控机床发生的故障进行分析并采取相应的应急措施^[2]。国内对数控机床监控技术进行研究的高校主要有南京航空航天大学、重庆大学、大连理工大学、华中科技大学等^[3],主要都基于 C/S 模式,存在布线冗长繁琐,响应速度慢的缺点。本文基于 Windows 系统进行开发,对 Windows PC 端与数控端的无线数据传输进行研究,采用无线通信技术、多线程处理以及 Socket 编程的方法,以期达到能实时反馈数控机床的运行状态。

1 总体方案设计

1.1 采用无线通信技术进行网络监控

在 C/S 的模式下,数控机床端只需对数据管理并对数据加密,所负责的功能较少,而 PC 端则不然。首先用户在使用 PC 端时,PC 端需要有和用户实现人机交互的界面,通过网络发送请求造成服务器资源不对等,很明显在这样的模式下,客户端工作任务明显要高于服务器,造成了客户端的任务较重和服务器任务较轻的问题^[4]。

在局域网的环境下,通过输入数控端控制器的 IP 地址与 PC 相连,实现实时的数据传输以及通过在 PC 端实现对数控机床的程序管理及数据报警。

1.2 数控端和 Windows PC 端的 TCP/IP 协议

TCP 3 次建立连接,4 次断开连接的原理图,如图 1 所

基金项目:苏州科技局重点产业技术创新—重点研发产业化项目(SGC201836)

第一作者简介:花维维(1995—),男,硕士研究生,研究方向为机电一体化。

示。TCP 在工作时 PC 端和数控机床端之间进行数据传输^[5];数控端发送数据,客户端就会回应,并询问发送时间;最后数控机床端就会回应发送数据的时间。

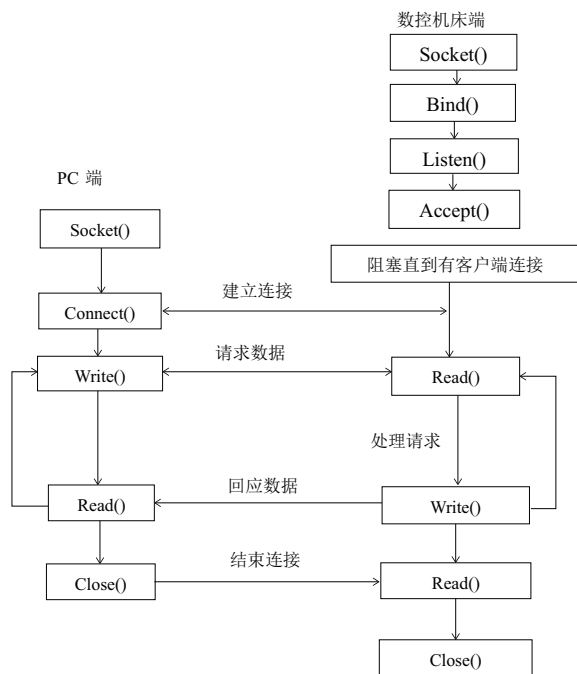


图 1 基于 TCP/IP 协议的通信流程

1.3 多线程编程

多线程编程主线程有且只有一个,但是可以有多个工作分线程。对于传输数控机床的运行状态、数据文件,这些工作非常耗时。针对该逻辑并发性的问题,要实现多任务同时进行,采用 C#编程时,需将这种功能加载进去。在 Windows 操作系统下能够容易地并发任务。

PC 端首先会发出和数控机床端请求连接的信号要求;数控机床端收到请求后,这时另一个工作线程就会被新建,用于储存 PC 端的数据^[6]。为了数据传输得稳定,需要创建新的进程来保证服务器对客户端的连接实现工作间不存在干涉。

线程的创建、挂起、恢复以及终止等是通过函数调用^[7]的。创建线程经由函数方法 Thread() 来实现,服务器监听路径的代码如下:

Try

```

{tcp = new server3.AsyncTCPServer(6000); //开辟 6000 通道
tcp.ClientConnected += Tcp_ClientConnected; //建立客户端
连接协议
tcp.ClientDisconnected += Tcp_ClientDisconnected; //断开
客户端链接协议
tcp.DataReceived += Tcp_DataReceived; //数据接收连接协议
tcp.Start(); } //连接开始

```

2 编程与调试

2.1 数控端和客户端数据传输

数控端数据在传输时被 TCP 协议进行封装,在端口

6000 接收到请求后,传输过程如下:

1)数控机床端实时发送数据,TCP 协议将要发送的数据流进行分割。

2)TCP 将数据进行序号的编辑,数控端数据以数组的形式进行传输。以数组形式传输时可方便随机访问,并且数据传输是连续的,且客户端接收时按照确认序号进行文件接收。

3)在数据传输到达目的地时,数据杂乱无章,通过 TCP 协议收到确认序号的信号,再将数据进行整合,让数据传输避免错乱。

在上述数据传输过程中,须保证数据传输稳定性和抗干扰能力,如果弄丢一个数据块,TCP 将不会接收数据或者直接丢掉这一段的内容。程序在数据传输时,将接收到的字节数据转化为字符串,本系统使用的是 json 格式的数据传输方法。

2.2 数控端数据发送与 Windows PC 端数据接收

由于采取了多线程编程,每当一个客户端接入数控机床时,数控机床端就建立了一个新的线程来接收 PC 端发送的请求^[8]。该线程通过 While 循环不断接收来自客户端的信息,若无数据传输时线程中的 recv() 函数阻塞。一个判断语句用来判断接收数据是否为消息数据。当条件满足时,系统会进行判断“是文件数据”,因此客户端需要做好接收数据的准备,数据发送/接收机制如图 2 所示,具体步骤如下:

1)文件夹 arrMsgRec 会在程序启动后创建,会保存所有的数控程序。当满足 (arrMsgRec[0] == 48 && js) 这个判断条件时,判断接收到的数据为消息数据。

2)接收数据的那一端先创建套接字。

3)接收发送端连接,将接收的数据存入变量 byte[] arrMsgRec,由插入的 while 函数进行无限循环接收数据的操作,实现实时监控功能。

4)执行后续操作。将接收到的字节数据转化成字符串,关闭文件,关闭传输套接字。

数据传输时采用 try {} 和 catch {} 语句^[9]来进行数据传输的对错评判。如果数据传输发生错误,程序会立即报错,将程序进行终止,以免程序跑乱。数据报错程序如下:

```

void RecMsg()
{ while (true)
{ byte[] arrMsgRec = new byte[1024 * 1024 * 2]; //定义
一个 2M 的缓存区;
int length = -1; //将接收到的数据存入到输入 arrMsgRec 中;
try { length = sockClient.Receive(arrMsgRec); //接收数据,
并返回数据的长度;
}
catch (SocketException se) //出错
{ Console.WriteLine("异常;" + se.Message);
return; }
catch (Exception e)
{ Console.WriteLine("异常;" + e.Message);
return; }
if (arrMsgRec[0] == 48 && js) //表示接收到的是消息数据;

```

```
{string strMsg = System.Text.Encoding.UTF8.GetString( arrMsgRec,
1, length - 1).Replace(" +", " ");} //将接收到的字节数据转化成字符串;
```

```
set( strMsg );} }
```

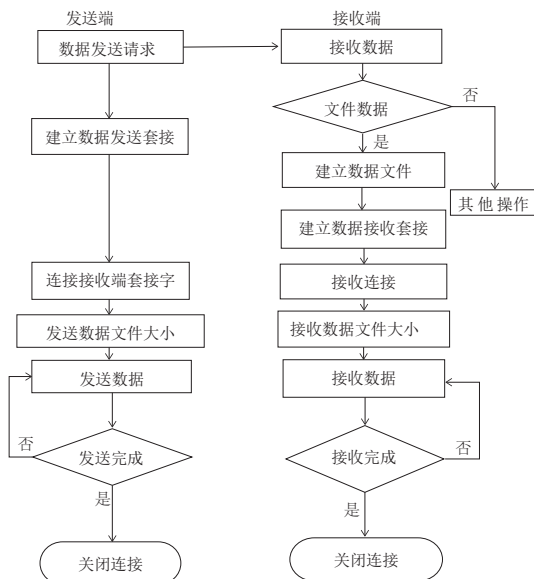


图2 数据发送/接收机制流程图

2.3 系统调试

系统实验平台如图3所示。Windows与数控机床在局域网的环境下应用无线通信技术,通过IP地址来匹配数控机床,还可以1台PC机同时监控多台数控机床运转状况。本文只匹配1台数控机床进行试验,测试结果如下:



图3 实验平台

1) 实现 Windows PC 端和数控端的连接进行数据传输:绝对定位 X12.375, Y20.370, 主轴转速 750 r/min, 刀具刀号 0400, 实际速度 746 r/min, 冷却状态打开, 主轴状态正转, 卡盘状态无效, 润滑状态关闭, 加工件数 10, 加工时间为 20.5 min, G 代码显示 G00 G98 G97 G40, 自动方式连续。如图4和图5所示。

2) 使用“上传按钮”进行数控端数据进行上传, 在远程客户端使用“接收按钮”后, 数据便能够实现传输功能

实时反馈信息, 数据传输速度很快, 如图6所示。

3) 现在改变数控端的数据状态, 绝对定位 X30.395、Y10.290。刀具刀号 0500, 实际速度 498 r/min, 冷却状态关闭, 主轴状态停止, 卡盘状态有效, 润滑状态打开, 加工件数 50, 加工时间为 2.25 min, G 代码显示 G00 G98 G97 G40, 自动方式连续。由图7和图8可见, 远程 Windows PC 端能够实时监控与更新。

4) Windows 查看程序系统, 使用“程序按钮”, 对数控设备中 CNC 程序进行监控以及对程序进行管理。在程序界面可以通过使用“返回按钮”进行切换。



图4 数控端



图5 Windows PC 端



图6 PC 端程序目录功能界面



图7 数控机床工作实时状态



图8 PC端的反馈状态

3 结语

本数控机床网络监控系统是基于 Windows 系统下进行的开发,采用客户端/服务器模式,服务器在每 500 ms 的状态下进行更新数据状态,能实时更新数据状态,易于更新升级数控系统,数控机床的反应速度加快,程序存储空间大。运用 C#语言编写了数控机床端和远程客户端软件与界面,实现了远程端与数控机床端在无线局域网下的数据通信、数据文件传输、客户端界面可以和程序界面相互切换等实时监控功能。本网络监控系统成本低、传输数据文件的速度快,能实时反映信息,便于管理,很大程度满足现阶段的功能要求。

参考文献:

- [1] 沈荣成,张秋菊,李克修,等. 基于分布式数控机床管控系统设计与应用[J]. 机械制造与自动化, 2018, 47(5):17-21.
- [2] 黄继威,林述温,周小宇. 基于 Linux 的开放式数控系统译码解释器的研究[J]. 机械制造与自动化, 2018, 47(5):140-143.
- [3] 连碧华,李俊,范晓文,等. 基于 FANUC 0i 系统 RS-232C 串口的 DNC 系统研究[J]. 中国高新技术企业, 2013(36): 18-21.
- [4] 魏建新. 飞行试验中多路视频数据实时处理系统设计与实现[J]. 电子设计工程, 2015(9): 81-83.
- [5] 罗小利,吴清烈,任鸿美.SaaS 软件服务基于大规模定制的数据层架构研究[J]. 电信科学, 2012(4): 21-22.
- [6] 袁磊. 基于 C/S 结构的数控设备网络化监控系统研究[D]. 北京:中国优秀硕士学位论文全文数据库, 2011(10): 34-37.
- [7] 陈浩,王昊翔,张荟,等. 基于 Internet 的生理参数监护系统的设计[J]. 自动化与仪表, 2013(8): 27-30.
- [8] 钟垣如. VC++编程技术与技巧研究[J]. 计算机与网络, 2015, 41(11): 71-72.
- [9] 赖立迅,裴晓兵,陆鹏. 基于内嵌以太网 FTP 传输的 PC 一对多 DNC 加工[J]. 中小企业管理与科技旬刊, 2017(12): 23-25.

收稿日期:2019-03-19

(上接第 90 页)

通过仿真分析可得出,SOM 神经网络算法模拟的用户参与式设计,与文献[9]中实际的动态收敛过程相吻合,并且缩短了产品的开发周期。

4 结语

本文通过对用户参与式设计与 SOM 神经网络作出了特性比较来说明使用 SOM 算法模拟的可行性,并利用计算机软件 Matlab 建立的 SOM 神经网络,对随机产生的二维向量进行聚类,分析了可以用 SOM 神经网络算法来模拟实际的大规模用户参与式设计收敛的过程。仿真结果表明,对于具体的大量用户开放式参与设计过程,可以借助计算机辅助的方式,使用相应的聚类算法模拟用户相对较长的交互收敛过程,从而缩短产品开发周期。

参考文献:

- [1] LETTL C, HERSTATT C, GEMUENDEN H G. Users' contributions to radical Innovation: evidence from four cases in the field of medical equipment technology [J]. R&D Management, 2006, 36(3): 251-272.
- [2] 高良谋,马文甲. 开放式创新:内涵、框架与中国情境[J]. 管理世界, 2016(6): 157-169.
- [3] 杨沁,唐伟. 面向产品族的客户需求最佳聚类确定方法[J]. 工程设计学报, 2013, 20(2): 97-101.
- [4] 姚海,鲍劲松,金烨. 产品功能需求的分类及分析方法[J]. 机械设计与研究, 2009, 25(3): 7-9, 13.
- [5] 伊辉勇,刘伟,毛箭. 面向在线定制客户需求信息表达和转化模型[J]. 重庆大学学报, 2008(3): 311-318.

- [6] JIAO J, ZHANG Y. Product portfolio identification based on association rule mining [J]. Computer-Aided Design, 2005, 37(2): 149-172.
- [7] 杨德清,张静,郭伟,等. 基于在线产品社区的动态用户需求 Kano 模型构建研究[J]. 机械设计, 2018, 35(3): 12-19.
- [8] 彭育辉,陈英杰,黄彬. 基于 STL 模型的异地实时协同环境的研究与应用[J]. 机械制造与自动化, 2016, 45(1): 104-107.
- [9] TAN L, TANG D, CHEN W. Dynamic model and simulation of open innovation in product development [J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2019, 32(3): 1-15.
- [10] O'reilly T. What is Web 2.0; design patterns and business models for the next generation of software [J]. Communications & strategies, 2007(1): 17-38.
- [11] 孙艳,刘肖健,王万良,等. 产品设计中的开放式群体协作创新模式实验[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(2): 392-400.
- [12] TEUVO Kohonen T. The self-organizing map [J]. Proceedings of the IEEE, 2002, 78(9): 1464-1480.
- [13] 杨占华,杨燕. SOM 神经网络算法的研究与进展[J]. 计算机工程, 2006(16): 201-202, 228.
- [14] 马旭凯,谷立臣,李世龙. 基于 SOM 神经网络的柴油机故障诊断[J]. 机械制造与自动化, 2009, 38(2): 81-83.
- [15] 刘正云. 基于模糊神经网络的图像模糊分割[D]. 南京:东南大学, 2003.
- [16] 谭秀辉. 自组织神经网络在信息处理中的应用研究[D]. 太原:中北大学, 2015.

收稿日期:2019-03-29