

基于 Web 的并联雕刻机远程汉字雕刻技术

张世辉, 孔令富

(燕山大学信息科学与工程学院, 秦皇岛 066004)

摘要: 为实现资源共享和遥控作业, 设计并实现了基于 Web 的并联雕刻机远程汉字雕刻系统, 系统包括运动控制、雕刻控制和视频反馈 3 部分功能。采用监督控制方式以便减少网络延时对雕刻控制的影响, 进程互斥原理解决了多用户同时雕刻的冲突, 多线程和共享变量机制可保证雕刻作业的实时控制。为了适用不同类型的图像采集卡, 基于 JMF 和 IP 组播两种方案分别实现了视频信息的连续传输。实验结果验证了该方法的可行性和有效性。

关键词: 并联雕刻机; 汉字; 实时控制; 视频信息

Web-based Remote Chinese Characters' Engraving Technology for Parallel Engraving Machine

ZHANG Shihui, KONG Lingfu

(College of Information Sci. and Eng., Yanshan University, Qinhuangdao 066004)

【Abstract】 To realize the functions such as resource sharing and teleoperation, the Web-based remote Chinese characters' engraving system for parallel engraving machine is proposed. Three parts function, i.e. motion control, engraving control and video feedback, are provided by the system. Supervised control model is adopted to decrease the influence on engraving control as transmission delay, the sharing collision is prevented by applying mutual exclusion principle between progresses, the real-time control of engraving job can be guaranteed with multithread and shared variables mechanism. The real-time transmission of video information is implemented based on JMF(Java Media Framework) and IP multicast respectively for image acquisition card with different types. Experiment results show the feasibility and validity of the proposed methods.

【Key words】 Parallel engraving machine; Chinese characters; Real-time control; Video information

随着计算机网络技术的发展, 网络加工、网络制造等新的概念和方法已成为研究热点^[1]。日本东京大学与美国乔治华盛顿大学联合开展了加工系统远程操作技术的研究, 分别于 1991 年、1992 年和 1994 年进行了 3 次机床异地加工远程操作的原理性试验, 被称为“从地球背面操作机床”。3 次试验虽然取得了预期效果, 但仍然存在许多有待解决的理论和实际问题。另外, 德国阿亨工业大学开展了切削过程远程监控技术的研究; 韩国 Pohang 理工大学于 1996 年建成了基于 Internet 的虚拟制造系统; 美国麻省理工大学以 Internet 为基础正在开展远程加工和装配单元一体化研究^[2]。在我国, 远程控制作业已开始受到重视, “863” 计划中的智能机器人主题已将基于虚拟环境技术的遥控作业列为关键技术进行研究, 但是针对制造加工系统的远程遥控作业的研究才起步不久^[3]。鉴于此, 本文对基于 Web 的并联雕刻机远程汉字雕刻技术进行了研究, 给出了系统的总体构成, 对其中的关键技术进行了探讨和实验。

1 系统构成

1.1 系统结构

系统结构如图 1 所示。工作原理如下: Web 用户通过浏览器向 Web 服务器发出服务请求, 所有用户请求均交由我们所开发的一个名为 FrontController 的 Java Servlet 服务程序处理, 它负责将所有用户的请求导向相应的处理功能。若是与雕刻机有关的请求, 则通过雕刻机服务器向雕刻机控制器发送控制指令, 完成相应的雕刻操作; 若是与视频反馈有关的

请求, 则将请求导向图像服务器, 在图像服务器上运行的图像采集程序负责实时采集和处理雕刻机视频信息 (相当于一种服务, 服务器一旦运行该服务即被启动), 在该程序中直接将地址指向服务器上的采集卡地址, 并创建了一个基于 Java 的媒体处理器, 当请求到达时, 该处理器的媒体流被发送到用户端以便满足其视频请求。FrontController 通过多线程机制达到比 CGI 程序更好的性能, 因为它一旦被加载就常驻服务器内存并通过多线程机制处理不同的用户请求, 而常规的 CGI 程序通过多进程实现用户并发请求的处理, 从而系统资源的消耗更多、效率更低。

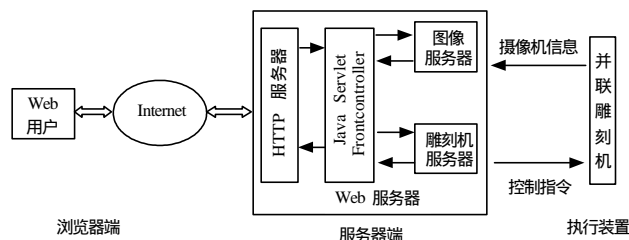


图 1 系统结构

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(F2004000252); 燕山大学博士基金资助项目(B170)

作者简介: 张世辉(1973—), 男, 副教授、博士, 主研方向: Web 机器人, 模式识别和智能信息处理等; 孔令富, 教授、博导

收稿日期: 2006-06-01 E-mail: sshzz@ysu.edu.cn

1.2 系统功能

Web 服务器向用户提供的功能包括运动控制、雕刻控制和视频反馈 3 部分。运动控制主要控制并联雕刻机完成直线、圆弧、椭圆、五角星等运动；雕刻控制主要完成实际汉字雕刻涉及的具体工作，包括待雕刻汉字信息录入、二值化、轮廓线提取、刀路生成、加工模拟、实际雕刻等，这部分是雕刻控制的核心部分，决定了雕刻的效果；无论在运动控制还是在雕刻控制过程中，用户都可通过启用视频反馈信息观测雕刻机的运行状态。上述功能除涉及实际控制雕刻机外的其它功能均可被多个 Web 用户同时使用。

1.3 并联雕刻机及其与服务器的连接

依据并联机构的特点，目前将其应用于未来加工领域的研究已成为热点，特别是在高刚度、高强度和高精度等场合。本研究中的并联雕刻机本体采用新型 6-PUS 并联机构，同传统机构相比，它采用底座平台和三立柱布局形式，高刚性铸件框架结构，具有模块化程度高、精度高、造价低等优点。机构动平台固定了雕刻用的刀具部分，刀具下方有固定被雕刻工件的夹持装置。

图 1 中的 Web 服务器选用高档 PC 机，主要完成向用户提供服务和控制雕刻机的功能，其主板上的有两块步进电机伺服控制卡，控制卡通过 6-PUS 并联机构机座上的步进电机实现对该机构的运动控制。另外，通过服务器主板上的图像采集卡与获取雕刻机图像信息的摄像机连接。

2 关键技术

2.1 控制方式

常规的直接控制和反馈控制方式不适合远程控制，本研究采用监督控制方式^[4,5]，此控制方式将操作人员置于控制结构闭环之外，从而减小了传输时延对整个系统的影响。远程 Web 用户向服务器提出服务请求，系统首先判断该请求的类型，若是常规的 Web 请求，则服务器上相应的 Java 类文件被下载到客户端，即图像处理、刀路规划等功能在客户端运行，若涉及到与雕刻机信息交互时则调用雕刻机服务程序，即实际控制功能由远端回路自己完成。在雕刻过程中，现场雕刻机的状态信息由服务器上的图像采集程序发送并被 Web 用户接收，使之可以看到雕刻的进展程度，便于及时控制。

2.2 避免多用户同时雕刻的机制

前文已述及，在系统提供的功能中，除实际控制雕刻机进行雕刻外，其它功能都可供多个用户同时使用，为了避免多个用户同时控制雕刻机，本文采用了操作系统中解决进程互斥的原理，具体如下：

设置一公共变量作为信号量，任一 Web 用户在进行实际雕刻前，要测试该信号量的状态，若为“0”，则允许控制雕刻机；若为“1”，则不能控制雕刻机，并提示雕刻机忙的信息。一旦某一用户控制雕刻机后，则将该信号量置“1”，封锁其他用户的使用，这样可保证系统的可靠性。

2.3 雕刻作业的实时控制

进行雕刻作业过程中，可能会由于各种原因而使操作人员提前结束整个雕刻任务，这就要求服务器在进行雕刻控制的同时有能力响应新的请求，由于本系统中服务器上运行了一个专门处理客户请求的服务程序 FrontController (见 1.1 节)，因此可以响应新的 Web 请求。系统通过设置一公共变量，并根据用户请求及时修改该变量的值，而雕刻机控制程序在每次发送控制脉冲前检测该变量的状态（雕刻机在完成雕刻作业过程中需进行大量插补计算，并根据插补结果确定

每次需要发送的脉冲数），从而实现了雕刻作业的实时控制。

另外，为了确保只有提交作业的用户才具有结束任务的资格，故在每次雕刻任务提交成功时，系统同时返回给客户端一个唯一的 ID，当客户再提交终止命令时，需要同时提交一个任务 ID，系统会比较这个 ID 是否同正在执行任务的 ID 一致，若一致则雕刻作业被终止，否则提示该客户没有结束任务的权限。

2.4 视频信息实时传输技术研究

与传统的单帧图像传输相比，视频的实时传输有以下问题需要解决。首先，由于视频信息的数据量非常大，故需对采集的原始图像信息进行压缩；其次，需要在网络负载变化和延时不确定的情况下保持图像的连续性；再次，对于 Internet 上多变的网络结构、多种类型的操作系统，如何使视频顺利地传输到客户端，并且被客户端成功地接收播放等都是系统的关键问题。

为了对远程雕刻机的现场信息进行实时反馈，需要服务器端发送持续稳定的数据流，客户端接收并播放该信息，因此可采用实时传输协议 (Real-Time Transport Protocol, RTP) 和实时传输控制协议 (Real-Time Transport Control Protocol, RTCP)。解决上述问题可采用 JMF(Java Media Framework)作为开发工具，JMF 是 SUN 公司开发的流媒体应用程序接口，SUN 通过它向 Java 中引入多媒体的能力。由于在 JMF 中提供了 RTP 与传输层的接口，故可方便地开发多媒体应用程序，只要有支持 VFW(Video for Windows)类型的图像采集卡即可用 JMF 实现视频信息的实时采集和传输。在具体实现过程中，考虑系统工作的可靠性我们选用比较成熟的 JPEG 技术作为压缩方案。另外，为了消除或缓解网络负载变化和延时不确定对视频传输带来的影响，避免视频图像传输的不连续和抖动，需要对视频图像的传输过程进行实时控制，即需要对网络负载和网络延时状态进行监测并动态调整视频图像的传输质量和速度以满足其实时性。在系统的实际实现过程中，通过在 RTP 会话期间周期性地发送一些 RTCP 包来监听视频传输的质量，并以此作为网络性能的指示器。当网络负载变重、延时变大时，通过降低视频图像的压缩质量因子来保证图像传输的连续性。由于视频图像实时传输的目的只是帮助 Web 用户监视雕刻机的运行状态，故为了保证视频信息的连续性而适当降低图像的质量也是值得的。为了适应 Internet 上复杂的网络环境，在实际实现过程中采用“请求-传送”机制，即服务器端监听 Web 用户的请求，当用户请求的数据包到达后得到目标端的地址和端口，并依此信息构件底层的数据包，发送视频流。

如果没有 VFW 类型的图像采集卡或不用 JMF 实现视频信息的实时传输时，也可充分发挥 Java 语言本身的网络特性及用 IP 组播实现上述功能，此时，视频图像的采集和处理等功能完全由我们自己开发的程序实现，这也是造成后面测试中该方案速度较低的主要原因。另外，组播除了是把数据包发送给组播分组而不是单个的接收者之外，在其它方面它同 UDP(User Datagram Protocol)非常相似。这时，负责处理雕刻机状态信息的图像服务器程序只负责向一个 IP 组播地址发送数据，而所有的用户都可从该地址获取他们想要的视频信息，服务器避免了因向需要服务的每个用户提供一个线程而影响了其性能。此外，为了解决数据丢包和包顺序的问题，按照 RTP 协议的提议 (RFC1889) 简单地实现了 RTP 协议，并将该实现建立在 UDP 协议之上，即在发送前将 RTP 数据

封装在 UDP 数据包的有效负载中。

由于系统中目前只有视频一种媒体和一个数据源,不存在多种媒体同步和不同数据源同步的问题,我们设计的 RTP 包的结构如下:

RTP 数据包的头信息		RTP 包的有效负载
帧序列号 (时间戳)	帧内包序列号	视频数据

为了实现视频信息的连续传送,在服务器端设置的策略是尽可能地发送视频帧,而具体的发送速度则由服务器的性能所决定。接收端 Applet 为使接收和播放视频功能不相互冲突而用多线程实现。

3 雕刻实验

为了验证系统的可行性,通过我校局域网访问连有雕刻机的服务器,首先成功实现了直线、圆、椭圆和五角星等的雕刻,在此基础上也成功实现了汉字的雕刻。另外,通过异地访问服务器的实验,成功实现了远程雕刻和视频信息的实时传输。

图 2 是并联雕刻机进行汉字雕刻时系统的运行效果,图 3 给出遥控雕刻机进行“直线运动”时需要提交的参数,此时图 2 右侧“汉字雕刻”部分的内容将变换为图 3 所示的内容,“圆弧运动”等其它功能与此类似。



图 2 汉字雕刻时系统的运行界面

直线运动

请输入目标点位置

X:	<input type="text" value="0"/>	Y:	<input type="text" value="0"/>	Z:	<input type="text" value="20"/>
A:	<input type="text" value="0"/>	B:	<input type="text" value="0"/>	G:	<input type="text" value="0"/>

请选择模式:

- 自由移动
 - 差补运动
 - 高精差补
- 差补次数

提交任务

图 3 直线运动时需提交的参数

4 结束语

基于 Web 的并联雕刻机远程汉字雕刻技术的实现,可以让未接受专业训练的普通 Web 用户实现远程汉字雕刻功能,从而实现网络加工、远程加工的功能,并可逐步扩展到汉字之外的其它加工领域。若将并联雕刻机装置换为机器人则可模拟进行空间或水下机器人作业。此外,将这种技术推广到工业领域中可以实现虚拟工厂和虚拟制造,也可用之进行远程科学实验,这也符合虚拟仪器和虚拟实验室的基本思想。

参考文献

- Huang G Q, Mak K L. Web-integrated Manufacturing: Recent Developments and Emerging Issues[J]. Integrated Journal of Computer Integrated Manufacture, 2001, 14(1): 3-13.
- 姚英学, 路 勇. 基于计算机网络的远程加工工况信息集成技术研究[J]. 航空工艺技术, 1999, 42(1): 13-17.
- 梁宇澜, 唐敦兵, 郑 力, 等. 基于 Web 的机械加工仿真委托服务平台[J]. 计算机集成制造系统——CIMS, 2002, 8(12): 997-1001.
- Taylor K, Dalton B. Internet Robots: A New Robotics Niche[J]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2000, 7(1): 27-34.
- 白 剑, 吴镇炜, 刘振诗. 用 JAVA 开发的机器人遥操作系统[J]. 机器人, 2003, 25(2): 113-116.

(上接第 234 页)

过输入能见度为 2km, 波长范围输入为 0.4μ m~1μ m, 并假设目标与周围地物是同种地物, 输入波段反射率为 0.3, 指定计算的中间结果(用.txt 格式)保存路径, 计算结果如图 4 所示。同时中间过程的一些计算结果按照指定的格式和路径保存在 PC 中。

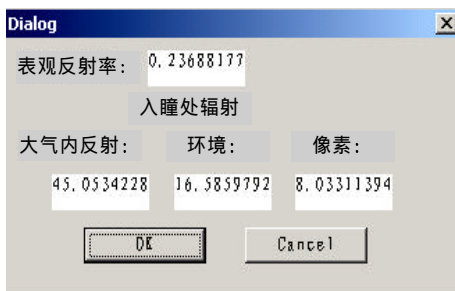


图 4 计算结果

4 结束语

从实际测试结果看,整个系统很好地完成了预期设计目标,能在野外快速、稳定地工作。6S 算法的核心处理部分由 DSP 系统完成,增强了系统的保密性,防止了非法拷贝,维护了软件版权拥有者的利益,所给出结果同纯软件系统所出结果基本吻合。

参考文献

- Vermote E, Tanré D, Deuzé J L, et al. Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum 6S User Guide(Version 2)[Z]. NASA Codard Space Flight Center, 1997-07.
- TMS320VC5416 Fixed Point Digital Signal Processor[Z]. Texas Instrument. 2000-05.
- FT245BM USB FIFO Datasheet[Z]. 2004. <http://www.ftdichip.com>.
- 王 涛, 余松煜. 结合 DSP 与 PC 技术的多路 G.723.1 的语音编码方案[J]. 计算机工程, 2002, 28(12).