

远程屏幕传输系统及其构架方案

董祖雄 谢捷生

(中国农业大学电气信息学院)

摘要 远程屏幕传输是网络教学和计算机远程控制的必要环节和重要手段。本文中结合一个具体的电子教室系统,提出了在Windows平台下实现远程屏幕传输系统的总体构架思路,以及在构架此类系统过程中涉及到的一些关键技术和所采取的方案。

关键词 远程屏幕传输; 电子教室; C/S 结构; 分布式系统

中图分类号 TP 393.09; TP 37

Remote Screen Transfer System and Its Architecture

Dong Zuxiong Xie Jiasheng

(College of Electricity and Information, CAU)

Abstract Remote screen transfer is the essential technology and important approach to realize network teaching and computer remote controlling. Combining with a real electronic class system implementation, a whole framework about how to realize remote screen system under Windows platform was presented. Some problems in implementation were discussed and their resolutions were discussed also.

Key words remote screen transfer system; electronic class; client/server structure; distributed system

远程屏幕传输^[1]是指将1台计算机上的屏幕信息通过计算机网络实时地传送到1台或多台计算机上并重新再现出来。远程屏幕传输是许多实际应用系统中的关键技术,目前具有较广泛的应用价值。最为典型的应用是,在电子教室应用系统中,传输系统将教师机显示器上的屏幕内容通过计算机局域网络实时地传送到几十台甚至上百台学生机的显示器上,完成各种多媒体教学任务,同时通过电子教室应用系统教师还可以随时监看和控制1台或多台学生机。目前这种系统广泛应用于计算机教学、网络培训、计算机网络管理、网吧管理等多种实际应用中。构架一个效果理想的远程屏幕传输系统是实现这些应用系统的关键。

1 远程屏幕传输系统的总体结构

远程屏幕传输系统从总体上来说是一个基于C/S模型的、架构在计算机网络上的分布式应用系统。系统程序可以分割成服务端和客户端,分别位于发送机和接收机上。

发送机端程序必须实现屏幕变化的动态感知和屏幕图像数据的获取、编码压缩和发送数

收稿日期: 2001-03-07

董祖雄,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)215信箱,100083

据包等功能。接收机端程序必须实现从网络中接收数据,对数据包进行解码再现等功能。网络只是根据所采用的一定协议,实现数据包的传输功能。系统的数据流程见图 1。

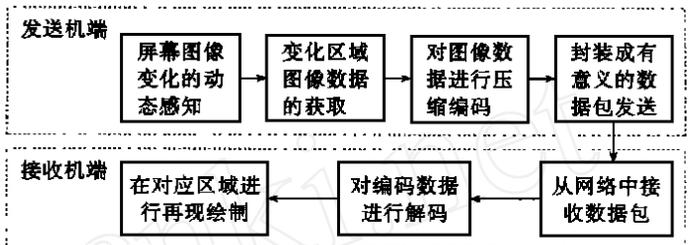


图 1 系统数据流程

要实时地、效果较好地实现远程屏幕传输就必须解决几个关键技术环节,即屏幕图像变化的动态感知、屏幕图像数据的获取、屏幕图像数据的压缩编码和网络传输及其协议选择,而这几部分的程序都集中在发送机端,所以发送机端的程序编制和实现是整个系统的关键。

2 关键技术及其实现

2.1 屏幕图像变化的动态感知

屏幕图像变化的动态感知是实现远程屏幕传输系统的关键技术之一。屏幕信息的数据量很大,而网络带宽是有限的,为了实时高效地传输屏幕信息数据,有效地减少数据传输量是很有必要的。由于远程屏幕传输是一个连续运行的系统,前后 2 个屏幕之间存在着很大的时间相关性,如果屏幕内容没有发生变化,则没有必要进行网络传输,只有屏幕内容发生了变化,才需要进行网络传输;如果只传输屏幕变化的部分,就可以大大地减少网络的数据传输量。要实时地监测屏幕图像的变化,就必须解决屏幕图像变化的动态感知的问题。对于这个问题有 2 种解决方案。

方案 1: 采用图像处理的方法,首先缓存一幅整屏的屏幕图像数据,然后定时地用当前屏幕数据与其进行比较或求差分,判断是否发生变化,如果发生变化则求出发生变化的区域。这种方案的优点是能够完整、无冗余地监测到屏幕图像的变化,缺点是占用的内存较大,计算量也较大,是否能够达到实时传输系统的要求在很大程度上依赖于所选择算法的效率。

方案 2: 采用 Windows 钩子截获消息的方法^[2]。首先在程序中挂上一个全局钩子用于截获系统的所有消息,在每条消息到达目的窗口之前得到目的窗口的坐标和大小作为屏幕发生改变的区域。这种方案的优点是实现简单,效率高,缺点是对变化区域的监测存在着不完整性和冗余性,由于消息和屏幕变化不是一个充分必要条件,即使在大多数情况下成立,也依然存在着有消息而屏幕内容没有发生变化和屏幕内容发生变化而没有消息的情况,所以这种方案解决问题不是十分彻底,但可适用于一些要求不高的典型场合。

有鉴于此,实践中可以综合以上 2 种方案各自的利弊进行设计和实现。

2.2 屏幕图像数据的获取

在屏幕某区域信息发生变化之后,就需要获取该区域的屏幕图像数据。在 Windows 平台中有 2 种方式可以获取屏幕图像数据,一种是 GDI 方式,一种是 DirectX 方式^[2]。

GDI 是 Windows 提供的图形设备接口,它提供一系列 GDI 对象和一组 API 函数来使应用程序能够操纵显示器或打印机等一些图形设备。获取屏幕图像数据的主要过程是,程序分别创建一个屏幕设备环境对象(ScreenDC)和一个兼容的内存设备环境对象(MemDC),并为内

存 DC 创建一个与变化区域一样大小的兼容位图, 然后用 `BitBlt` 函数从屏幕设备环境对象向内存设备环境对象进行位块传送。该方式的优点是实现简单, 易于理解, 与硬件无关; 缺点是速度较慢。

DirectX 方式是指使用 `DirectDraw`^[3] 部件直接访问计算机显存, 用内存拷贝方式获取屏幕的图像数据。优点是速度较 GD I 方式快, 缺点是采用 COM 方式编程, 比较复杂。

2.3 屏幕图像数据的压缩编码

获取屏幕图像数据到内存缓冲区之后就需要采用一定的压缩算法对其进行压缩, 压缩之后可以大大减少传输的数据量, 提高系统的整体性能。由于远程屏幕传输具有实时的特点, 故要求压缩算法运算速度较快, 且解压缩速度比压缩快。

对屏幕图像数据的压缩有许多方式。前面所提到的屏幕图像变化动态感知去获取和传输发生变化区域的信息, 实质上是从时间相关性上对屏幕图像数据进行压缩。除此之外, 还可以采用中间色、行程编码等方法对每次传输过程中的数据进行进一步的压缩。

所谓中间色方法是指, 将屏幕图像数据从较多的颜色位数变换到较少的颜色位数。例如, 将 32 位色的数据变换到 16 位色, 数据量将减少至原来的一半, 但图像的视觉效果基本上还是可以接受的。从另一个意义上讲, 中间色方法适用于那些发送机和接收机或接收机之间显示器颜色配置不一致的场合。当然, 采用中间色法的代价是颜色变换引进了一些计算量。

在基于窗口的 Windows 操作系统下, 屏幕上经常会出现大片颜色一样的颜色块, 对具有这种典型特征的屏幕图像数据采用一种称为二维行程编码^[4]的压缩算法, 压缩效果比较好。它的基本原理是找出每个颜色子块, 然后只记录其颜色值以及子块的位置和大小来代表整个颜色子块。由于这种压缩算法对那些复杂图像的压缩效果不够理想, 为此还可以采用将所编码的区域划分成规则的小块, 然后根据小块内图像的复杂程度, 选择合适的编码算法对小块内图像数据进行分别编码, 以提高压缩比。

2.4 网络传输及其协议选择

网络传输也是远程屏幕传输系统的关键技术之一, 只有确保了高效的数据传输才有可能获得实时的屏幕传输效果。以前由于网络传输速度较慢的问题没有得到解决, 很多商用电子教室系统在屏幕传输这一环节上都不得不采用设计硬件板卡和电缆组网等硬件方式来实现。随着计算机性能和计算机局域网传输速度的提高, 在当前 10M bps 的局域网条件下, 采用高速高效的压缩算法, 用软件方法可以实现远程屏幕传输。

目前, 在计算机局域网中实现数据的网络传输有许多网络协议可供选择。但鉴于 TCP/IP 协议的通用性, 以及在 Windows 平台上采用 Socket 编程很容易实现基于 TCP/IP 协议的通信, 所以, 实践中采用 TCP/IP 协议是一个较好的选择。

在选定了 TCP/IP 协议之后, 系统构架还存在几种通信方式可供选择。TCP/IP 协议可以支持有连接方式(TCP)和无连接方式(UDP、广播、IP 多播)2 种通信方式^[5]。这 2 种通信方式各有利弊, 应视具体应用选择。

有连接方式的优点是传送的数据包不受其大小限制, 可以十分容易地实现一种流式传输。缺点是速度较慢, 不适合 1 台发送机对多台接收机的情况, 因为发送机必须维护与每台接收机进行连接的套接字队列, 这样随着接收机数量的增多, 传输效率就会下降, 而现实应用中往往出现 1 台发送机对几十台、甚至上百台接收机的情况, 如果采用有连接方式会出现最后一台接

收机比第一台接收机明显延迟的现象。

无连接方式的优点是速度快,如果采用广播方式则可做到系统与接收机数目无关,特别适合一对多的系统。缺点是对数据包有最大值限制(64 KB),对于较大区域的屏幕图像,如果不能将其压缩到足够小,就必须分割成独立的小块,分成几个数据包传输。另外无连接方式存在丢失数据包的情况,所以必须保证每个数据包意义独立,即使丢包也不影响系统的正常运行。

3 结束语

笔者采用基于比较的图像处理方法作为屏幕图像的动态感知技术,用DirectX 技术进行屏幕图像获取,用中间色法和二维行程编码算法进行图像数据压缩,采用无连接的UDP 和广播包技术实现了在由几十台微机(CPU 为赛扬 300,内存配置为 64M)组成的、以Windows98 为操作平台的对等局域网上的远程屏幕传输,所设计的系统作为某公司一个电子教室系统的关键部分得以应用。从实际运行效果看,每秒可以传送 3~ 4 幅整屏,并做到各个学生机有基本一致的教学效果,可以满足实际教学要求。

参 考 文 献

- 1 AT&T Laboratories Cambridge. Virtual Network Computing documents, 1999. <http://www.uk.research.att.com/vnc>
- 2 Microsoft MSDN Library Visual Studio 6.0 版, 1999. <http://www.microsoft.com/msdn>
- 3 Barga B, Donnelly P 著. DirectX 从入门到精通 希望图书创作室译 北京:北京希望电脑公司, 1999. 29~ 170
- 4 高文. 多媒体数据压缩技术 北京:电子工业出版社, 1994. 119~ 130
- 5 Jones A, Ohlund J 著. Windows 网络编程技术 京京工作室译 北京:机械工业出版社, 2000. 130~ 172