

虚拟网络计算在应用程序共享中的应用研究

刘胜辉¹, 舒友村²

(1. 哈尔滨理工大学 软件学院, 黑龙江 哈尔滨 150080;

2. 哈尔滨理工大学 计算机学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 在远程视频会议系统中, 应用程序共享有着非常重要的作用。VNC 协议由于其平台的独立性, 使其在应用程序共享中有着广泛的应用。但由于 VNC 默认的星型发送机制在低速网络环境中很容易造成网络拥塞, 使其不具备可用性。因此, 提出了一种新的在低速网络环境下利用 VNC 协议进行应用程序共享的方案。

关键词: VNC 协议; 应用程序共享; 瘦客户计算

中图分类号: TP393.09

文献标识码: A

Research of virtual network computing in application sharing

LIU Sheng Hui¹, SHU You Cun²

(1. School of Software, Harbin University of Science & Technology, Harbin 150080, China;

2. School of Computer, Harbin University of Science & Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: Application sharing is very important to remote video conference systems. VNC protocol is independent to platforms, so it has a wide range of applications in application sharing. However, the star of sending mechanisms in VNC is likely to result in network congestion in low-speed network environment, it does not have the availability in low-speed network environment. A new solution of application sharing by VNC protocol will be formulated in this paper, which is used in low-speed network environment.

Key words: VNC protocol; application sharing; thin-client computing

随着网络计算技术的发展, 瘦客户计算技术在远程共享等网络应用中的地位变得越来越重要。这种瘦客户计算体系架构将大量复杂的计算任务保留在服务器端, 客户端则不进行复杂计算, 只是简单维护客户端和服务器的状态交互, 例如键盘输入、鼠标点击等, 同时负责将服务器端的桌面数据实时显示出来。应用程序共享使地理位置分散的用户通过计算机网络的连接共享某一应用程序, 在互联网办公、远程视频会议系统、远程协助等方面有着不可替代的作用, 具有相当广阔的发展前景。

虚拟网络计算 VNC^[1](Virtual Network Computing)是由 AT&T 剑桥研发中心研发的一种瘦客户计算^[2]体系, 是一个强大的远程桌面共享工具, 能够让多个客户端通过互联网查看服务器端实时桌面状况并可以进行远程操作。本文首先分析了低速网络环境下 VNC 在远程视频会议系统中应用的技术难点, 并提出了一种在低速网络下利用 VNC 实现应用程序共享的解决方案。

1 VNC 协议特点

VNC 由 VNC Server 和 VNC Client 两部分组成。VNC Server 产生本地显示, 通过 VNC 协议实现 VNC Server 和 VNC Client 之间的通信。VNC 协议中实现了一种远程图形用户界面访问协议 RFB^[2](Remote Frame Buffer)协议, RFB 协议是基于帧缓存(Frame Buffer)层级, 因此适用于所有操作系统平台及应用, 例如 X Windows、MS Windows 和 Macintosh 等。VNC 在 TCP/IP 协议基础上通过一个简单的图形界面传输协议实现在远程客户端上显示服务器端的桌面实时数据。

协议的显示方面是基于一个很简单的原理, 即将一个矩形区域的像素点放置在一个特定的位置上。通过采用不同的图像编码方法, 可以在传输速度、图像质量、服务器处理速度、终端显示速度和网络带宽之间达到平衡。通过每次的窗口更新, 可以得到最新的窗口内容。在某些方面, 这看上去更像是一种视频图像流。每次窗口

网络与通信 Network and Communication

更新的消息是通过客户端发送给服务器端的,每接收到一个消息,服务器端对其发生响应,这样就使得协议本身可以控制自己的刷新速度。如果客户端或者由于网络的原因比较慢,同样地刷新率也会比较低,这样可以完成速度的自适应。

输入协议是基于标准工作站的键盘响应消息和鼠标设备的。当客户端接收到这些输入消息后,被简单地以事件形式传送给服务器端,并产生对应的动作。

2 VNC 在低带宽网络环境中应用存在的问题

在大规模视频会议中,当需要对其中一个会议成员的桌面或者某个应用程序进行共享时,此时 VNC 服务器的计算性能和网络接入的条件都比较差,这样就对共享机制提出了很高的要求,其必须具备高效、延时小,又要求架构轻盈、占系统资源少、节省带宽等性能。由于在国外网络带宽足够,采用 VNC 机制的多点应用程序共享能够流畅地运行,但在国内目前低带宽的网络条件下,VNC 机制采用的是星型直连结构,如果直接采用 VNC 默认的星型直连机制,在多点远程视频会议中实现应用程序共享会很困难,VNC Server 与各 VNC Client 以直连方式进行通信,此种情况下由于 VNC Server 端的出口带宽受到限制,VNC Server 端的数据发送压力会呈线性增长,在 2 MHz 的 ADSL 出口带宽条件下,当会议成员达到 10 个后,将导致严重的网络拥塞,致使应用程序共享实时性大大降低,因而其不具备在远程视频会议系统中的实际可用性。

3 VNC 共享机制改进方案

3.1 VNC 共享通信机制

VNC 机制默认采用直连的方式同 VNC Client 通信,本文将提出一种新的实现方案,通过在远程视频会议系统中采用中转服务器转发模式实现共享,具体结构如图 1 所示。此时 VNC Server 端只需上传数据给中转服务器,VNC Client 只与中转服务器建立连接,由中转服务器向每个客户端发送数据,通常中转服务器的网络出口带宽都比较大,因此网络带宽不会成为性能瓶颈。这样就大大减轻了 VNC Server 端的网络传输压力,在应用程序共享时系统的反应速度也将得到提升。

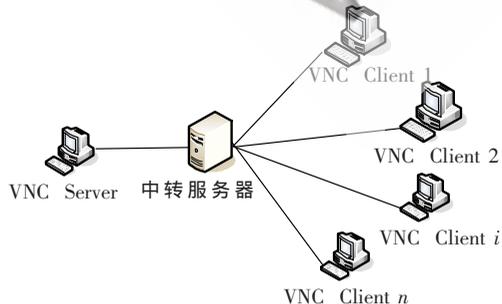


图 1 VNC 共享通信机制图

3.2 屏幕变化检测算法

屏幕变化检测算法性能的好坏将直接影响到 VNC

Server 端发送的数据量,一种高效的屏幕检测算法将大大降低传输的数据量,节省网络带宽,从而提高系统的实时效果。VNC 默认的屏幕变化检测机制是通过消息钩子机制获取区域的坐标信息后,再将坐标区域的屏幕像素数据发送给各 VNC Client。此检测方法使得大量没有发生改变的屏幕数据也被发送,增加了网络发送的数据量,在低速网络环境中容易造成网络拥塞,影响系统的性能。因此,本文在此基础上提出了一种新的屏幕变化区域检测算法。

VNC 机制通过采用消息钩子机制截获系统屏幕重绘区域信息,将得到的区域拆分成一个矩形链表(遍历链表)来存储区域坐标信息,记为 array_list,定义一个变化区域记为 vnc_rgn,专门保存需要重新发送的区域位置信息,对 array_list 每个成员矩形调用此检测算法进行变化区域检测。具体的算法流程图如图 2 所示。

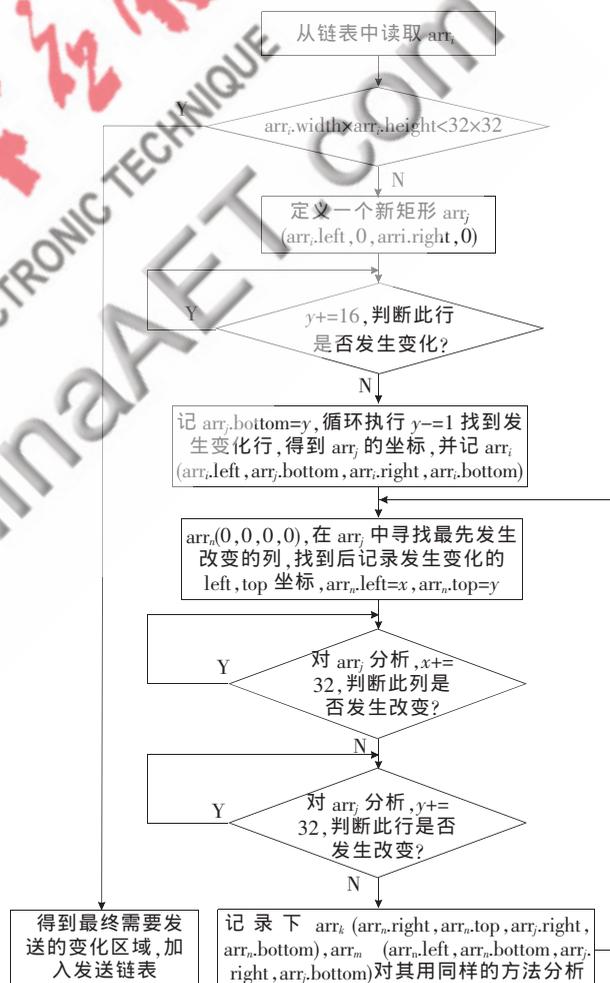


图 2 检测算法流程图

(1) 假设其中一个成员矩形为 arr_i , 如果 arr_i 的长宽都小于 32×32 , 则直接作为需重新发送的变化区域, 保存到 vnc_rgn 中, 否则对 arr_i 进行分析检测。

(2) 首先定义一个新的矩形 $arr_j (arr_i.left, 0, arr_i.right, 0)$, 在 arr_j 中找到发生变化的行, 记录该行的 y 坐标, 记

网络与通信 Network and Communication

$arr_j.top=y$, 同时 $y+=16$ 递增找到未发生变化行, 暂时记 $arr_j.bottom=y$; 然后从 arr_j 底部 $y--1$ 进行比较, 寻找内容发生变化的行, 找到后将此行的 y 坐标设置成 $arr_j.bottom=y$ 。至此确定了变化矩形 arr_j 的最终 top 、 $bottom$ 坐标。同时将 arr_i 的值设为 $arr_i(arr_i.left, arr_i.bottom, arr_i.right, arr_i.bottom)$ 。在对 arr_j 分析完毕后接着对 arr_i 遍历分析直至结束。

(3) 确定矩形 arr_j 后, 对矩形 arr_j 进行分析。首先定义一个矩形 $arr_n(0, 0, 0, 0)$, 在 arr_j 中寻找最先发生改变的列, 找到后记录发生变化的区域的 $left$ 、 top 坐标, $arr_n.left=x, arr_n.top=y$, 分别对 x 、 y 轴方向循环遍历进行分析(记为 $x+=32, y+=32$), 如果此列屏幕像素数据改变, 则 $x+=32$ 继续比较; 否则将记录 $arr_n.right=x$, 对 y 轴方向进行同样的比较, $y+=32$, 并记录 $arr_n.bottom=y$, 最终得到需要发送的变化区域矩形坐标, 并将此矩形保存到最终发送的矩形链表中, 同时记录下 $arr_k(arr_n.right, arr_n.top, arr_j.right, arr_n.bottom)$ 、 $arr_m(arr_n.left, arr_n.bottom, arr_j.right, arr_j.bottom)$, 分别将 arr_k 、 arr_m 赋值给 arr_j 进行类似分析检测, 依次循环遍历整个 arr_j , 直到结束。

通过此屏幕变化区域检测算法, 对整个 $array_list$ 链表的成员矩形进行遍历后得到需要重新发送的变化区域坐标信息。

4 实验结果

此改进方案已经应用于 VcomOffice 远程视频会议系统中。实验环境为: 局域网内, 中转服务器采用 Linux 操作系统, VNC Server 和 VNC Client 端均采用 Windows XP 操作系统, 具体的软硬件配置如表 1 所示。

表 1 实验环境配置

	硬件配置	软件配置
中转服务器端	内存: 2 GB CPU: Pentium D 2.81 GHz	操作系统: Red Hat Enterprise Linux 4
VNC Server 端、 VNC Client 端	内存: 2 GB CPU: Pentium D 2.81 GHz	操作系统: Windows XP Professional

为了验证调用屏幕变化区域检测算法前后, VNC-Server 端对同一操作生成的数据量的变化, 实验在 100 M 的局域网内进行, VNC Server 采用的是 VNC 默认的 tight 编码^[5], 编码后经过 zlib 压缩^[5]后发送给中转服务器, 主要进行以下场景的测试:

- (1) 打开一个 Word 文档, 剪切、复制、粘贴一段文字, 图片保存到 Word, 在 Word 中输入一些内容;
- (2) 打开 IE 浏览器登录 www.sina.com.cn 主页;
- (3) 打开一个 PDF 文档后, 拖动滚动条至底部;
- (4) 打开资源管理器, 在屏幕上做拖动操作, 之后将其最大化。

调用检测算法前后 VNC Server 发送数据量如图 3 所示。通过对比可以看到, 在调用屏幕区域变化检测算法前后, VNC Server 端发送的数据量都会有一定程度的下降。当执行相同的 Word 操作时, VNC Server 端发送的数据量降低了 12.21%, 登录新浪网主页的过程中数据发送量只降低了 4.82%, 打开 PDF 文档并拖动滚动条至最底端的过程中, 发送的数据总量降低了 14.63%, 在资源管理器的缩放过程中, 数据发送量下降了 22.19%。



图 3 调用检测算法前后 VNC Server 发送数据量

测试结果表时, 当 VNC 系统调用屏幕区域变化检测算法后, VNC Server 端的发送数据量平均会有 10% 左右的下降, 这在远程多点应用程序共享中, 会大大减轻 VNC Server 端的发送压力, 减少网络拥塞现象出现的概率, 从而提高了应用程序共享时远程客户端响应速度。

本文介绍了在低速网络环境下远程视频会议系统中通过 VNC 协议进行应用程序共享时存在的问题, 提出了一种新的改进方案, 并结合新方案提出了一种新的屏幕区域变化检测算法。此外, 对系统在调用新的屏幕区域变化检测算法前后进行了测试比较。该方案已经应用于大连浩视数字技术有限公司的 VcomOffice 远程视频会议系统。通过多个实验场景的测试, 实验结果表明, 采用新的屏幕变化区域检测算法后, VNC Server 端的发送数据量出现了较大幅度的下降, 为低速网络环境下远程视频会议系统节省了网络带宽, 提高了应用程序共享系统的实时性, 从而实现了 VNC 在低速网络环境下的应用。

参考文献

- [1] 梁飞碟, 李锦涛, 史红周. 虚拟网络计算(VNC)协议中的编码方法[J]. 计算机应用, 2004, 24(6).
- [2] 张跃冬, 朱定局, 宋振华, 等. 一个面向分布式桌面计算环境的超瘦客户端[J]. 计算机工程, 2007, 33(7).
- [3] Tae-Ho Lee, Hong-Chang Lee. Extending VNC for effective collaboration [A]. 3rd International Forum on Strategic Technology (IFOST 2008)[C]. 2008.
- [4] SIMOENS P, Praet P, VANKEIRSBILCK B, et al. Design and implementation of a hybrid remote display protocol to optimize multimedia experience on thin client devices [A]. Telecommunication Networks and Applications Conference

(收稿日期:2009-11-12)

- (ATNAC), 2008 Australasian; Adelaide, Australia[C]. 2008.
- [5] ZHANG Xiao Zheng. Screen data compression for improved VNC [A]. 10th World Multi-Conference on Systems, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2006), jointly with the 12th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS 2006), vol.III[C].2006.

作者简介:

刘胜辉,男,1961年生,教授,主要研究方向:网络通信,虚拟网络计算技术。

舒友村,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:虚拟网络计算技术。

