

一种基于拷屏和压缩技术的屏幕共享方案

张丽萍¹⁾ 喻占武¹⁾ 肖进胜¹⁾ 胡瑞敏²⁾

¹⁾(武汉大学多媒体通信工程中心测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉 430079)

(武汉大学多媒体通信工程中心, 武汉 430079)

²⁾(武汉大学多媒体网络通信工程湖北省重点实验室, 武汉 430079)

摘要 针对当前多媒体应用领域的一类特殊视频——全屏半运动非连续色调彩色视频的压缩和传输需求, 提出了一种基于拷屏和压缩技术的解决方案。该方案主要利用拷屏和数据压缩技术来实现异地屏幕显示图象的共享, 即首先使用拷屏技术从显卡直接获取屏幕图象, 然后对拷屏图象进行降低颜色分辨率的处理; 接着运用 LZ77 数据压缩技术进行压缩; 最后打包传输。实验证明, 该方案不仅可以获得高达 100:1 以上的图象序列压缩比, 并且具有较好的实时性和较低的解码复杂度, 因此, 可广泛应用于远程教育、股评分析系统等网络多媒体应用领域。

关键词 图象处理(510·4050) 屏幕共享 拷屏 视频压缩 图象编码

中图法分类号: TN919.81 TN949.198 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2003)09-1095-05

A Screen Sharing Scheme Based on Copying Screen and Data Compression

ZHANG Li-ping¹⁾, YU Zhan-wu¹⁾, Xiao Jin-shen¹⁾, HU Rui-min²⁾

¹⁾(National Laboratory for Information Engineering of Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430074)

(Center of Multimedia Communication Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079)

²⁾(The Key Laboratory of Multimedia and Network Communication Engineering,

Hubei Province, Wuhan University, Wuhan 430079)

Abstract In multimedia application systems, recently emerging the need of compressing and transmitting a special video in Internet, which has the characters of full screen, half motion and non-continuous tone, for example, the content of Powerpoint files. In order to satisfied this need, this paper proposed an efficient scheme to achieve the high compressed ratio at the same time protecting the nearly lossless visual quality. This scheme is named "sharing screen" and includes the two main techniques, one is called copy-screen, and the other is the data-compression method called LZ77. The first step of this scheme is to copy the full and high resolution screen contents and save them as bitmap formats. The second step is to reduce the color resolution of these bitmap images, transforming the 24bit color definition into 4 or 8 bit color definition so that we can reduced the quantity of image data. The last step is to apply the lossless method to compress the low color resolution images. As to the non-continuous tone color images, the compressed ratio can reach up to 100:1, and it has real time performance, moreover, the decode process is fairly simple. So it can be easily used in network multimedia applications such as Distance Education and Remote Stock Comment & Analysis System.

Keywords Screen sharing, Copy-screen, Video compression, Image coding

0 引言

所谓屏幕共享^[1]是指远端客户机在可以容忍的时间延迟下, 重现主机屏幕的界面显示内容, 使远端

用户感觉像坐在主机旁边一样来实现一种虚拟界面环境。在股票分析系统、远程教学、远程监控中, 经常有这样的需求, 客户或远程终端要求实时、无损或在一定的视觉满意度下, 共享主机屏幕的股评分析曲线、PowerPoint 讲稿、操作界面、监视图片等。

基金项目: 国家自然科学基金项目(49771064), 国家测绘发展基金项目(97009), 湖北省自然科学基金项目(98J080)

收稿日期: 2002-11-05; 改回日期: 2003-03-30

这类图象一般是非连续色调的半运动彩色图象序列,它们要求有较高的清晰度及全屏显示.文中用“大画面”来标识该类图象.它区别于H.323系统中传统的视频图象序列,虽然两者常常共存于H.323系统中.例如,在股评分析系统中,远端客户要求看到如下两类视频:一是分析人员的头肩图象,二是较为清晰的股评分析图表.前者属于传统视频,关于此类视频的压缩传输已经有了许多成熟的解决方法,如H.261、H.263^[2]、MPEG-4^[3]标准;后者则是近年来随着多媒体通信技术的发展而涌现出来的具有较多需求的“大画面”图象,由于它与传统视频具有诸多不同之处,通常需分开处理.由于对“大画面”图象应用传统视频的解决方法难以取得满意的压缩效果,且无法满足网络实时传输的需要,因而本文在多次实验的基础上针对该类图象提出了一种基于拷屏和数据压缩技术的屏幕图象共享方法,利用该方法不仅可以获得高达100:1以上的压缩比和较好的实时性能,并且解码简单,能够较好地解决“大画面”图象的压缩和传输问题,以满足实际应用的需要.

1 屏幕共享的原理及方法

最早由苹果公司提出的图象用户界面GUI(Graphic user interface)为屏幕共享技术的出现奠定了基础,此后随着网络多媒体技术的发展及应用,屏幕共享逐渐成为网络通讯领域的关键技术之一.常见的屏幕共享通常由下述两种方式来实现:

(1)利用操作系统底层的GUI矢量指令实现.例如Windows2000提供的远程终端服务.Windows2000 Professional使用终端客户软件登录到Windows2000 Server的终端服务,同时服务器端为每个客户端开辟一个虚拟桌面(Virtual Desktop),并将该用户的操作结果显示重定向到他所在的桌面.这些显示操作首先被分解成若干Windows GDI(Graphic device interface)指令,然后传输到Client解码显示,使得客户端感觉像是真正操作了Server.由于该方法与操作系统结合得较为紧密,因而不利于软件系统的开发和扩展.

(2)利用拷屏和压缩技术实现屏幕共享.屏幕显示的内容不是通过拆解成具体的绘图命令来实现,而是通过先拷贝屏幕图象,然后进行数据压缩处理并传送到客户端,最后由客户端解码显示来实现的.由于处理过程中可以根据具体情况,采用多种压缩

算法来满足不同应用的需要,不但灵活,而且具有可扩展性,因而该方法应用较广,尤其在多媒体软件开发领域.

2 大画面图象及其特点

这种“基于拷屏和压缩的屏幕共享方法”是将屏幕显示信息作为处理的信息源,并先通过拷屏来获得屏幕图象,然后对图象信息进行压缩处理并传输,最后在异地客户机上解码重现.详细的压缩方法必须根据如下拷屏图象的特点来设计:

(1)“大画面”图象具有序列性.与H323系统中全运动的传统视频相比,“大画面”视频的画面刷新速度较慢,是一种半运动图象,但它仍然具有序列性,即具有连续运动变化的特点,且帧与帧之间前后相接,具有一定的相关性.

(2)不同于自然图象具有连续的色调和丰富的色彩,“大画面”图象的色彩分布主要集中在少数几种颜色上,是一种非连续色调的图象,该特点决定了该类图象不适合用JPEG标准,因为JPEG标准^[4]较为适合处理连续色调的静态(即单帧)图象,而对于非连续色调的序列图象则不能发挥其优越性,因为一方面耗时较长,另一方面不能利用图象序列的帧间相关性.

(3)远端重建图象对清晰度的要求较高.由于“大画面”图象通常包含较多的边缘信息,且这些边缘信息对于图象的重建过程是至关重要的,其在压缩和传输的过程中不能丢失,所以要求对“大画面”图象序列进行无损或近似无损压缩,否则边缘信息的丢失将导致划线或字迹模糊,这样便失去了它的应用价值.传统基于运动补偿(MC, Motion Compensation)和离散余弦变换(DCT)的混合编码方案虽然可以很好地利用序列图象的帧间相关性来去除时间冗余,但众所周知,在进行DCT变换和量化的过程中会导致大量高频分量的损失,而这些高频分量正代表了图象的边缘和划线部分,也就是说,DCT变换和量化会使图象变得模糊.由此可见,基于DCT变换和量化的编码方案也不适合于此类图象.这点从其后的实验结果中也可以清楚地看到.

(4)相同颜色值的像素在空间域上的分布比较集中,且静态背景信息较多,因而有利于进行帧间预测差分脉冲编码DPCM(Differential pulse code modulation)^[5],同时,DPCM编码方法也可以方便地

实现无损压缩,从而保证了解码图象的高清晰度。

(5)拷屏图象的属性与显示器的设置有关,因为显示器分辨率决定了单帧图片的大小,而颜色设置则决定了图片的色彩属性。如显示器的分辨率为 1024×768 ,颜色设置为24bit真彩色,则拷屏图象就为 1024×768 大小的24bit位图(BMP)图象。因为BMP是Windows操作系统的默认图象格式,所以通过拷屏获得的图象以BMP的格式保存。研究表明,不同的图象大小与色彩深度会给编码算法带来不同的计算复杂度。

(6)要求有较高的压缩比和良好的实时性,否则无法满足网络传输的需要。

根据上述特点,在进行多次实验比较之后,提出了下述简单实用,并有利于扩展的压缩编码解决方案。

3 具体方案

3.1 方案的理论依据

3.1.1 利用帧间预测消除时间冗余

图象序列相邻帧间存在很强的相关性,这种相关性造成了图象序列在时间轴上的冗余,而由于帧间预测编码可在很大程度上消除这种相关性,从而可减少时间冗余和达到提高压缩比的目的。

3.1.2 对于有限颜色图象,降低颜色分辨率对图象显示效果影响不大

在PC的显示系统^[6]中,像素的颜色是基于RGB模型的,每一个像素的颜色由红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色组合而成,每种原色(也称色频)用8bit表示,可描述0~255之间的亮度值。如果每个像素点直接用该点的RGB值(24bit)来描述,则构成一幅颜色分辨率为24bit的位图图象,即真彩色图象,又称高颜色分辨率图象;相对地,256色(8bit)、16色(4bit)图象称之为低颜色分辨率图象。研究表明,当图象所包含的颜色信息较少(不如自然景物图象的颜色那样丰富)时,降低其颜色的分辨率对图象的显示效果影响甚小,比如,对于股票分析系统中的股评曲线图,将其颜色值的表示由24bit转为4bit后,肉眼几乎感觉不到颜色的变化,而图象的大小仅为原图的六分之一,这样就大大减少了所要处理的数据量。

低分辨率的图象的颜色信息,主要由一个称为“调色板”的索引表来提供。表中每一项表示一种颜色,由3个数据组成,分别表示R、G、B3个色频的

值。索引表中各项的顺序是根据颜色在图象中出现的概率由大到小排列的,而各表项所对应的序号则称为索引值。彩色显示器屏幕上的像点相应地由调色板上对应的索引值来表示,而对于不在调色板表示范围内的颜色,则用调色板中与其最相近的颜色来表示。在该方案中,颜色深度的选择和调色板的查表方法是实现该方案的一个关键。

3.1.3 LZ77 压缩算法可有效消除数据间的冗余

LZ77算法^[7]是一种基于字典模型的压缩算法,又称为“滑动窗口压缩”算法,也是目前微机系统中常用的两种压缩工具WINZIP和WINRAR的核心算法。它的压缩思路是基于数据间的冗余信息来设计的,由于其打破了传统的基于信息中字符的出现概率来设计压缩模型的思路,从而使得压缩算法具有了通用性,是数据压缩史上的一个里程碑。该算法首先将一个虚拟的,可以跟随压缩进程滑动的窗口作为术语字典,然后进行压缩字符判断,如果要压缩的字符串在该窗口中出现,则输出其出现的位置和长度(如图1所示)。

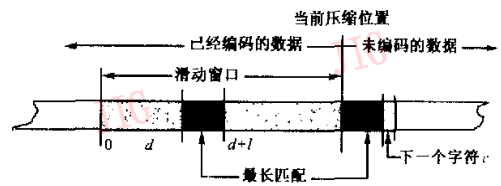


图1 LZ77 压缩示意图

该算法的基本流程如下:

(1)从当前压缩位置开始,考察未编码的数据,并试图在滑动窗口中找出最长的匹配字符串,如果找到,则进行步骤2,否则进行步骤3。

(2)输出三元符号组 (d, l, c) ,其中 d 为窗口中匹配字符串相对窗口边界的偏移, l 为可匹配的长度, c 为下一个字符,然后将窗口向后滑动 $l+1$ 个字符,继续步骤1。

(3)输出三元符号组 $(0, 0, c)$,其中 c 为下一个字符,然后将窗口向后滑动 $l+1$ 个字符,继续步骤1。

实验测试结果表明,帧内编码时,对降低颜色分辨率后的图象采用LZ77算法,能够获得较高的压缩比。

3.2 方案框架

基于拷屏和压缩技术的屏幕共享方案对拷屏获得的图象序列采用帧间预测+颜色分辨率变化+LZ77压缩的混合编码方式进行处理,具体的编解码

方案如图2所示,其中,图2(a)为编码器框图,图2(b)为解码器框图。

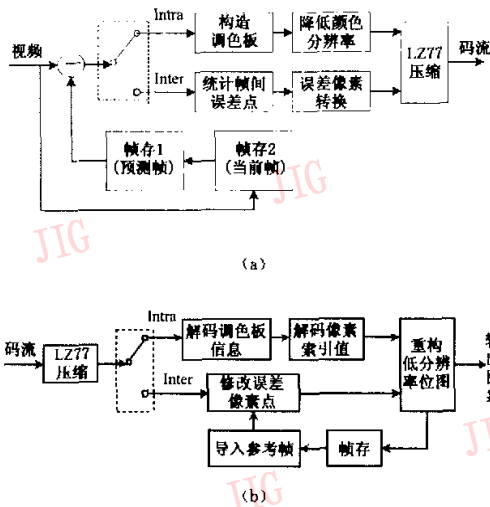


图2 基于拷屏和数据压缩技术的屏幕共享方案的编解码器框图

在该方案的实现过程中,应考虑图象序列的帧间相关性,即根据前后两帧图象之间的相似程度,将图象编码模式分为帧内编码和帧间编码两种:

(1)帧内模式 对于帧内模式,需先进行调色板的构造,然后根据构造的调色板信息,将由多个比特位(如24bit)表示的当前帧图象阵列转换为由少量比特位(如4bit或8bit)表示,最后再用LZ77算法对转换后的数据流进行压缩,以消除数据之间的冗余。

(2)帧间模式 对于帧间编码,这里运用了前向预测,即根据前一帧来预测当前帧,方案中未使用基于宏块或块的比较策略,而是直接基于像素点进行比较。其编码步骤如下:首先将当前帧的像素值与参考帧进行比较,如若两像素值相同,则由于解码时可用预测帧的对应点代替,因而编码时不必处理;如若不同,则需参照构造的调色板来对该不同点的像素值进行降低颜色分辨率的处理,然后,对处理结果运用LZ77压缩,即可得到编码器的输出码流;最后将该码流提供给传输系统进行传输处理。

由于整个编码过程中,虽有少量颜色信息被丢失,但并不影响实际的视觉效果,因此本文方案是一种近似无损压缩编码。至于低颜色分辨率选择4bit还是8bit,则应根据实际应用情况来进行判断。

解码过程较编码过程简单,由于Windows系统

能够自动识别低颜色分辨率(如4bit)的位图文件格式,因此,解码时只需将码流恢复为低颜色分辨率位图即可,而不用重构高颜色分辨率位图,这样就简化了解码器的结构,并缩短了解码时间。由此可见,解码过程并非编码过程的完全可逆,这是该方案的一大特点。相应于编码过程,解码也有帧内和帧间两种模式:

(1)帧内解码 首先进行LZ77解码,然后从码流中依次取出与每个像素点对应的调色板索引值,并将其恢复到重构图象中即可。

(2)帧间解码 同帧内解码,先进行LZ77解码,然后根据码流文件重构位图;若该点与参考帧中的对应点相同,则直接用解码后参考帧中的对应像素点的值取代便可;如若不同,则由码流中记录的索引值解出。

4 实验结果

为了检验本文方案的压缩效果,选用了股评分析系统中具有代表性的股评曲线来进行验证。实验用的显示器分辨率为1024×768,色彩设置为24位真彩色。低颜色分辨率选为4bit,即将24bit高分辨率位图(真彩色)转换为4bit(16色)位图。实际的压缩效果如图3所示,其中,图3(a)为原图象,图3(b)为用本文方案压缩的结果,从中可以看出,本文方案在颜色失真极小的情况下(肉眼几乎不能觉察),不仅保持了边缘轮廓信息,而且使压缩解码后的曲线在形状上与原图完全一致。同时,图3(c)给出了采用H.263压缩的效果,由于压缩过程中丢失了部分高频信息,从而导致解码后的图线明显失真。

该实验在PII500,内存128MB的计算机上编程实现,其消耗的压缩时间如表1所示。

表1 本文方案的编解码时间开销

图象大小	帧内编码时间(ms)	帧内解码时间(ms)	帧间编码时间(ms)	帧间解码时间(ms)
1024×768	480	300	230	151

由表1中的数据可以看出,帧内编码耗时较帧间编码长,前者大概是后者的两倍,但在实际应用中,帧间编码占了绝大多数,其原因一方面是由于相邻图象背景信息的相似性,如一篇PowerPoint讲稿,一般都使用同一模板;另一方面,由于使用的是形状无损压缩编码,没有误差的累积,因而不需像H.263一样至少132帧要强制帧内宏块全部更新一次,因此,帧间编码的比例要远远大于帧内编码。虽

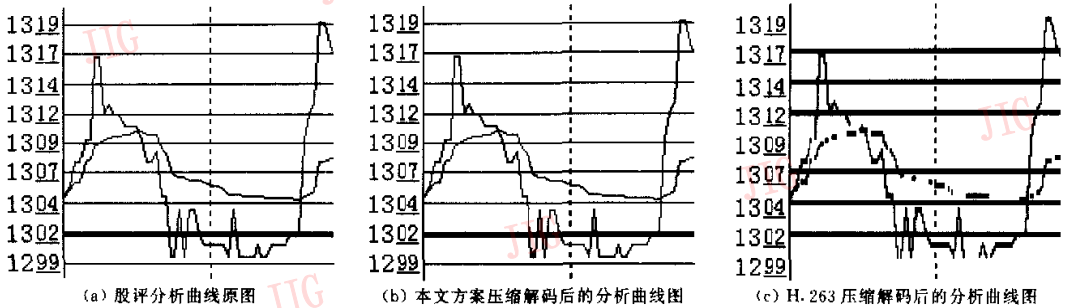


图3 股评分析曲线压缩解码效果图

然帧内编码较为费时,但总的耗时却因帧间编码比例远大于帧内编码而大大降低。

此外,实验所用的解码时间只有编码时间的一半,这也证明了解码过程的简单性和有效性。

5 结 语

本文针对近年来在远程教育、远程协同工作、远程炒股等多媒体网络应用中大量涌现出的一类新的需求——全屏幕半运动的非连续色调彩色视频图象的远程共享,提出了一种基于拷屏和近似无损压缩的解决方案。应用该方案,既避免了采用 H.26x 等有损视频压缩方案所造成的不可避免的文字和划线模糊,又克服了 JPEG 等静态图象压缩方案无法满足实时传输需要的缺点,因此,本文方案是一种实用且可靠的解决方案。

参 考 文 献

- 1 李凡,陈琦,宋光真. 屏幕共享技术及其在多媒体技术中的应用[J]. 电视技术,2002,2:75~77.
- 2 ITU T. Video coding for low bit rate communication [S]. Recommendation H. 263, ITU-T,1998.
- 3 Rob Koeneu. MPEG-4 overview [R]. JCT1/SC29 WG11/N4668, ISO/IEC, Jeju Island, Korea. March 2002.
- 4 ISO/IEC. JTC1/SC29 WG11, JPEG 2000 Image Coding System, part1:core coding system[S], CD15444-1, ISO/IEC,2000.
- 5 Tekalp A Murat. Digital Video Processing[M]. Prentice Hall PTR,(影印版),北京:清华大学出版社,1998:419~429.
- 6 林福宗. 图象文件格式[M]. 北京:清华大学出版社,1996:40~46.
- 7 袁玫,袁文. 数据压缩技术及其应用[M]. 北京:电子工业出版社,1995:70~88.



张丽萍 1979年生,2003年获武汉大学模式识别与智能系统专业硕士学位。主要从事视频通信和数字图象处理方面的研究。



喻占武 1969年生,教授,博士生导师,1994年获华中理工大学计算机软件专业硕士学位,2001年获武汉大学工学博士学位。主要从事软件工程、分布式系统、面向对象技术、多媒体网络通信技术等方面的研究。发表学术论文30余篇。



肖进胜 1975年生,助理研究员,2001年获武汉大学理学博士学位。主要数字视频处理、数字图象压缩算法等方面的研究。



胡瑞敏 1965年生,教授,博士生导师,1995年获华中理工大学工学博士学位。从事多媒体网络通信领域的研究和开发。发表学术论文50余篇,其中多篇被EI、CCA等机构收录。