

图象业务量研究平台的设计

李学明

(北方交通大学信息研究所, 北京 100044)

门爱东

(北京邮电大学无线电工程系, 北京 100876)

摘要 介绍了一个基于 Windows NT 的图象业务量研究平台的设计与实现。利用这个研究平台可以对 ATM 网络中图象业务的业务量进行研究。该平台的突出特点是能够实时地提供图象业务并提供业务量的统计数据。

关键词 ATM, Windows NT, 图象业务, 变速率

1 引言

ATM 是一种新的网络技术,早在 1987 年就被 CCITT 选定为实现将来宽带网 B-ISDN 的关键技术^[1,2]。根据 ITU-T 的 I 系列国际标准,在基于 ATM 的宽带网络 B-ISDN 上可以传送包括图象、声音、数据在内的目前所有业务。视频图象业务作为典型的宽带业务,在未来基于 ATM 技术的宽带网 B-ISDN 中占有相当大的比重,视频图象业务的业务量对于整个 ATM 网络的业务量有着重大的影响,这也使得 ATM 环境下视频图象业务的业务量研究成为目前视频图象业务研究中的一个新领域^[3,4]。

图象压缩编码算法经过人们多年的研究和 VLSI 技术的发展,已经获得了很大的发展并进入了实用化阶段,某些算法已经很成熟并成为国际标准如 JPEG、MPEG-1 和 MPEG-2 等等^[5],为图象业务在未来的宽带网络中的传输提供了物质基础。目前我国也已经开通了 ATM 的实验网,同时固定速率的视频图象业务也已经在实验网上顺利开通。但这仅仅是个开始,我们知道,ATM 网络本质上是基于分组交换的网络,其基本信息单位是信元,ATM 网络的一个重要特点是能够支持变速率业务的传输,这一特点使它特别适合于传输信息量大、突发性强的图象业务^[1]。

2 图象业务的特点

图象业务的特点是信息量大、突发性强。根据仙农信息论的原理,在有失真的条件下,图象信息量可以用率失真函数来表示。在失真度一定的条件下,由于每一帧图象的内容和细节是不同的,不同的图象要求用不同的信息比特速率来表示,也就是说在图象质量一致的条件下,传送图象信息所需的信息速率是变化的。

在 ATM 技术出现之前,通信网中线路的传输速率是固定的,对于信息比特速率是时变的图象业务而言,这类传输速率固定的信道并不是非常适合的:如果信道速率低于信息的峰值速率,为了匹配信道速率,信息速率高于信道速率的部分,必须要降低图象质量使信息速率降下来;而信息速率低于信道速率的部分必须要填充无用的信息,其结果是降低了信道利用率。如果信道速率等于信息的峰值速率,虽然可以保证图象的质量,但在所有信息速率低于信道速率的部分,必须要填充一些无用的比特以匹配信道速率,导致信道利用率的降低。

为了解决变速率的图象业务在固定速率信道中的传输问题,人们在图象编码器和信道之间插入了一个缓存 (buffer),用来平滑图象信息速率的波动

* 国家自然科学基金资助项目 (No. 6972036)

收稿日期:1997-09-17;收到修改稿日期:1998-02-26

特性,考虑到图象业务是实时业务,时延不能太大,系统中所使用的 buffer 都不是很大,限制了比特速率的变化范围,很难保证图象质量的一致性。此外,为了防止 buffer 取空和溢出,在 buffer 和编码器之间还有一条反馈回路来控制编码器码流的产生,这也增加了系统的复杂性。由此可见,固定速率的信道对于开展图象业务来说并不是最佳的。

由于 ATM 是基于分组交换的网络,其基本信息单位是信元,每一种业务的实际传输速率随着信元数目的不同而变化,所以 ATM 可以支持变比特率传输,这样变速率的图象业务可以直接接入 ATM 网络而不需要做速率变换;同时由于 ATM 网络本身的带宽很宽,能满足图象业务的带宽要求。从这个角度来看,ATM 网络特别适合于传送图象这类变速率的宽带业务。

目前图象业务量的一般研究方法是利用数字化之后的典型图象序列进行软件压缩编码并统计出每一帧图象压缩后的比特数,然后对比特数进行研究,这类方法由于序列的时间太短有很大的局限性。目前 PC 机上的存储容量通常在 2.5G 字节左右,根据 CCIR 601 建议,1 秒钟的 PAL 电视信号数字化的有效数据量为 20.7M 字节,这样 PC 机最多也只能存储 1.5 分钟的图象数据,用这么短时间内的统计结果去研究一个非平稳的过程其结果显然是不准确的。其次,研究周期很长。由于图象压缩算法要对每一帧图象进行一系列的处理,特别是进行运动估计和补偿,这要消耗大量的时间,如果仅对少量图象进行处理尚可容忍,若是对几个甚至是几十个小时的信号进行处理,这样的研究周期是很长的,况且目前的存储体也不可能存储这样大的图象序列。此外,目前国际上通用的图象序列种类非常有限,用这些特例来研究内容千变万化的图象信号也不可能准确地反映客观的实际情况。

我们建立的研究平台为研究图象业务的业务量提供了高效快捷的手段。利用我们的研究平台可以对任何长度的任何图象信号进行实时的压缩编码,在提供图象业务的同时还可提供有关业务量的具体数据;同时,利用我们的平台可以对不同的节目类型进行研究,比如新闻节目,体育节目,综艺节目等,这对于 ATM 网络中多节目传输时的动态带宽分配大有裨益。

3 图象业务量研究平台的构成与运行机理

图象业务量研究平台的构成如图 1 所示,它可以分为 3 个部分:图象压缩编码硬件、设备驱动程序和应用程序。图象压缩编码硬件完成图象信号的实时压缩编码,提供实时的图象业务;应用程序为用户提供对图象业务的质量进行控制的 Windows 界面;设备驱动程序是硬件和应用程序的接口,只有通过它应用程序才能访问到图象压缩编码的硬件。

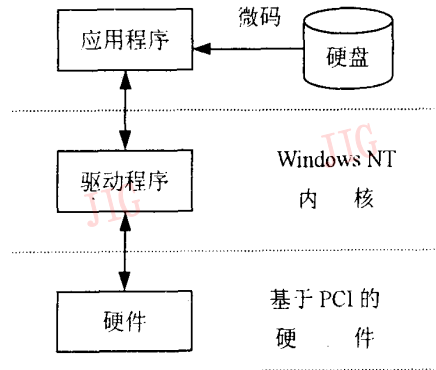


图 1 图象业务研究平台的构成示意图

3.1 研究平台的硬件系统

为了提供实时的图象业务,图象压缩编码选用了 IBM 公司 MPEG-2 压缩编码卡。图象编码卡的构成示意图如图 2 所示。它包括 4 个主要部分:图象采集、图象压缩、PCI 接口和 DSP。MPEG2 硬件编码解器采用了目前最流行的 PCI 总线结构^[6],主要是因为 PCI 数据总线的数据传送速率很快,基本解决了计算机数据总线在传送大量数据时的瓶颈问题。

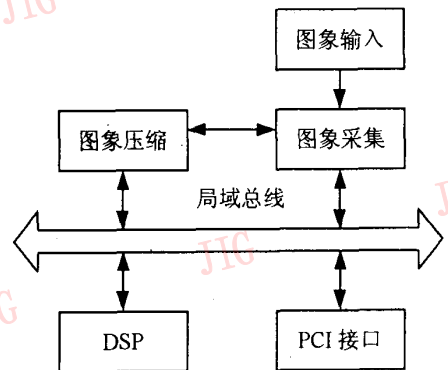


图 2 图象编码卡的结构示意图

图象采集单元采集输入的模拟信号,采样时钟为 27MHz,输入图象信号可以是复合的 PAL、NTSC 信号,也可以是高质量的 S-Video 输入形式。

此外它还支持数字 D1 接口, 在非实时条件下还可以从主机接受图象数据。

图象压缩编码单元完成图象的实时压缩编码, 用户可以对 MPEG-2 的很多编码参数进行设置。比如可以选择 MPEG-2 的 IBP 编码模式, 或是只有 I 帧或只有 IP 帧的编码模式。数字信号处理单元 (DSP) 实时控制压缩后的码流在编码板和主机间传送。PCI 接口完成局域总线到 PCI 总线的桥路工作。

3.2 研究平台的软件系统

整个平台的软件由 3 部分构成: 设备驱动程序, 应用程序和应用程序创建的线程。设备驱动程序检测硬件状态, 填写事件队列; 线程监视事件队列并根据不同的事件向应用程序发送不同的消息; 应用程序负责处理用户在界面内的操作并对线程发送的消息进行处理。

整个平台的软件系统是用 Visual C++ 5.0 在 Windows NT 环境下开发的, 它为用户提供了友好的 Windows 界面。平台的软件界面如图 3 所示。

软件设计是基于 Windows 的消息处理机制来进行的。在我们的应用程序中处理的消息有两类: Windows 系统提供的消息和用户自己定义的消息。Windows 系统提供的消息主要涉及用户在用户界面内的操作, 比如对用户用鼠标在界面中双击了某些按钮等; 用户自己定义的消息用于协调应用程序各个部分间的工作。

设备驱动程序位于软件系统的最底层, 它除了提供应用程序访问硬件的接口之外, 它还负责检测硬件状态, 填写事件队列。设备驱动程序在软件系统初始化阶段要在 Windows 系统中创建 2 个事件队列: frame 事件队列和 buffer 事件队列, 然后连续不断地检测编码硬件的状态。当设备驱动程序检测到编码器已经完成一帧图象的编码后, 它就将一个事件 (Event) 送入 Frame 队列, 在 Frame 队列中的事件包含了当前的图象是 I, B, 或 P 帧图象的信息, 同时还包含了当前这帧图象编码后的字节数等有用信息; 当驱动程序检测到编码的输出缓存 (buffer) 已经装满时, 它要将一个 buffer 事件送入 buffer 队列, 一个 buffer 事件包含了图象数据在计算机内存中的位置和当前的时间等信息。

考虑到 Windows NT 具有支持多线程的功能^[7~9], 应用程序本身并不随时监测由设备驱动程序创建的 2 个事件队列, 而是创建一个独立的线程来专门监测事件队列的状态, 新创建的线程专门负

责监视由设备驱动程序创建的事件队列, 并根据事件队列中的不同事件向应用程序发送不同的消息。

应用程序负责处理用户在界面内的所有操作, 包括参数的输入与选择, 编码开始也结束控制等。同时, 它还要对线程发送来的消息作出响应。

下面以应用程序中一个子界面上的一个操作为例, 介绍应用程序和应用程序创建的线程之间的消息传递过程:

当用户在应用程序窗口中用鼠标单击时 **开始** 时 (见图 3), Windows 系统要产生一个 WM_LBUTTONDOWN 的 Windows 消息, 应用程序对该消息做出响应, 创建一个图象码流的工作线程, 并启动该线程。

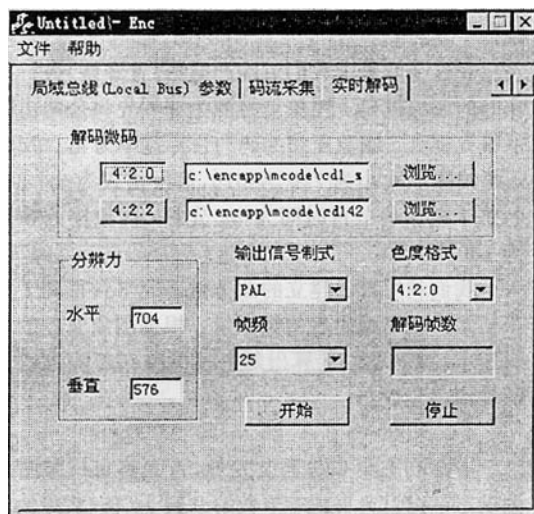


图 3 图象业务量研究平台的应用程序界面

该线程首先将自己的内部变量初始化, 当这部分工作结束时, 线程向应用程序发送自定义的 WM_VIDEO_READY 消息, 同时等待应用程序的命令, 应用程序窗口在接收到该消息后要对 MPEG-2 的编码和解码硬件设备发送控制信号, 让硬件设备开始编码, 然后向线程发送我们自定义的 WM_VIDEO_RUN 消息, 通知它可以继续运行, 线程接收到该消息后就可以开始对码流进行处理; 线程连续不断地从驱动程序所创建的事件队列中取出图象事件, 并对图象事件进行处理, 如果是有关编码帧数的信息, 图象线程要向应用程序发送我们自定义的 WM_VIDEO_FRAME 消息, 应用程序在得到该消息后将更新有关图象编码帧数的计数器, 同时把该信息显示到应用程序的窗口中去, 这样用户就可以

知道当前已经编码的帧数;如果是有关缓存的事件,图象线程要向应用程序发送自定义的 WM_VIDEO_BUFFER 消息,应用程序在得到该消息后可以将缓存中的数据写入实时的 MPEG-2 解码卡,解码卡完成图象解码并将图象在监视器上显示出来,这个过程一直要持续下去,直到用户用鼠标单击 **停止** 为止。

4 实验结果

目前我们建立的图象业务量研究平台已经能够对活动图象进行实时的业务量统计工作,下面给出了我们利用这个平台对电影节目业务量统计的结果。

在这个实验中我们对国产电影《青春祭》进行了实时的压缩编码。图象信号源为深圳先科公司出版的激光视盘。图象压缩编码的目标速率为 4.00Mb/s,每帧图象大小为 720×576 ,信号格式为 4:2:0,整个电影的节目时间为 92 分钟,图象序列帧数为 138 972 帧。

我们利用自己建立的业务量研究平台得到了每一帧图象压缩编码后的数据量。根据图象业务的目标速率,我们可以计算出每一帧图象在压缩编码后的平均字节数:

$$4\ 000\ 000 \div 8 \div 25 = 20\ 000 \text{ (byte)}$$

考虑到图象业务的突发性,首先将每一帧图象的动态范围设为平均字节数的 0 到 10 倍(实际的动态范围不会有这样大),然后将 0 到 200 000 这个范围分为 500 个区间,每个区间的间距为 $200\ 000 \div 500 = 400$ (byte),选取这样多的区间数是为了较精确地反映图象业务量的分布情况,接下来我们对得到的图象业务量进行统计分析,得到了图象业务量的直方图(见图 4)。需要说明的是为了反映概率分布的细节,我们对概率分布曲线做了放大处理,即:图中的最大概率表示为 1。图中垂直坐标轴表示概率密度。水平坐标轴表示区间的序号。从图中可以看到概率最大的点大约在第 44 个区间,据此我们可以计算出它所对应的信息速率:

$$44 \times 400 \times 8 \times 25 = 3.52\text{Mbt/s}$$

从统计数据中我们还获得了该图象序列每一帧图象的最大字节数为:103 300,最小值为:4 692,由此可以得到其动态范围为 23.5% 到 516.5%。

除了上述的统计结果之外,我们还可以得到状

态转移概率和状态转移图,这对于图象信源模型的建立有很大的帮助。考虑到 ATM 网络的特点,我们还可以利用得到的业务量数据来研究图象业务在 ATM 网络中的统计复接。

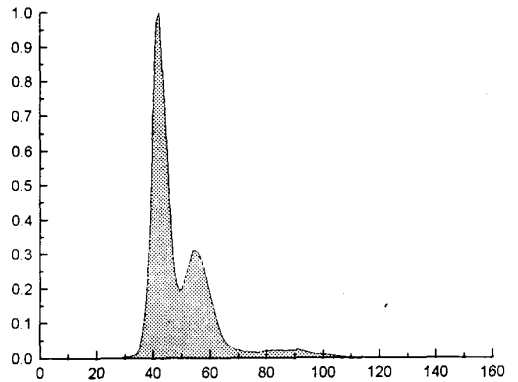


图 4 电影《青春祭》业务量的直方图
(目标速率为 4.0Mb/s)

5 小结

本文介绍了图象业务的基本特点、ATM 网络传送图象业务的优越性以及研究平台的组成及其功能,详细介绍了各个部分之间协调工作的过程,同时还给出了我们利用该平台对电影节目的研究结果,这一结果证明了我们的平台设计的合理性和实用性。目前我们正在利用该平台对不同的节目类别的业务量进行分类研究,期望通过大量的统计结果获得科学准确的业务量描述。

参考文献

- 1 Martin de Prycker. Asynchronous Transfer Mode-Solution for Broadband ISDN. Ellis Horwood Ltd, 1991.
- 2 William Stallings. ISDN and Broadband ISDN. Macmillan Publishing Company, 1992.
- 3 Ohta Naohisa. Paket video: modeling and signal processing. Artech House, Boston, London, 1994.
- 4 Leduc J P. Digital moving pictures—coding and transmission on ATM networks, Elsevier Science B. V., 1994.
- 5 ISP/IEC JTC1/SC29/WG11. Information Technology — Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio.
- 6 最新计算机总线规范 VESA PCI, 北京大恒图象视觉有限公司.
- 7 张军等. Visual C++ 2.0 for Win32 大全(二). 北京:清华大学出版社, 1996.
- 8 陈维等. Visual C++ 2.0 for Win32 大全(三). 北京:清华大学出版社, 1996.
- 9 Visual C++ 技术内幕. 王国印译. 北京:清华大学出版社, 1996, 第 2 版.



李学明 1997年毕业于北京邮电大学无线电工程系, 获工学博士学位。现为北方交通大学信息研究所博士后。主要研究方向包括图象压缩编码、图象业务在 ATM 网络中传输、Internet 中的多媒体业务等。



门爱东 1994年毕业于北京邮电大学无线电工程系, 获工学博士学位。现在北京邮电大学多媒体中心工作, 副教授, 硕士生导师。主要研究方向包括图象压缩编码, 声音压缩编码, 数字信号处理, 多媒体通信等。

Research Platform Designed for the Research of Video Service

Li Xueming

(Institute of information science Northern Jiaotong University, Beijing 100044)

Men Aidong

(Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100088)

Abstract A Windows NT based platform for video service research is discussed in this paper. Using this platform one can do some research on video service in ATM network. The outstanding characteristic of this platform is that it can provide video service and related statistical data in real time.

Keywords ATM, Windows NT, Video service, Variable bit rate

ELSA 新系列图形加速卡满足绘图处理需求

在图形处理与数字通信两大领域领先业界的艾尔莎(ELSA)国际科技股份有限公司,日前在北京举办了题为“艾尔莎国际科技拓展中国市场策略发布会”,全面加强大中国地区 OEM 业务及与经销伙伴的合作关系,并致力提供给亚洲客户全球性的行销支持服务。

为了全面开拓亚洲及中国市场,艾尔莎已开始销售其 ELSA GLoria 2D/3D 家族最新的图形加速卡产品。其第一种产品是 GLoria-XL 高档 3D 图形加速卡,它是实现虚拟现实的最佳工具,备有快速而大容量的贴图及材质存储器,是 3D CAD/CAM 高级处理的利器。GLoria-XL 采用 3Dlabs MX 芯片,最高分辨率可达 1 900×1 200。

第二种产品是 GLoria-L 3D 图形加速卡,它可轻而易举地将 Intel 或 DEC-Alpha 系统升级为高档 3D 工作站。

第三种产品是 GLoria Synergy,它搭载知名的绘图芯片制造厂商 3Dlabs 的 PERMEDIA 2 绘图芯片,可支持 Windows 95、Direct3D,以及 Windows NT 平台上专业的 OpenGL 介面。GLoria Synergy 图形加速卡的主要应用是在 CAD 或设计专业领域。它是 OpenGL 上 3D 应用的理想图形加速卡。

第四种产品是 Winner 2000/office,它为办公商业应用市场的图形处理性能创建了新标准。它在文书处理及制表软件上的超强的 2D 性能、集成的视讯功能,可提供高品质的全屏 MPEG 播放功能,快速的表面材质贴图(Texture Mapping)功能,在运行最新 Windows 95 游戏软件时,更是如虎添翼。

此外,新上市的还有 128 位 3D 游戏加速卡 Victory Erazor,它支持 Direct3D、Windows95、Windows NT 处理能力,可带给 3D 游戏全新的感受。