

从 COMDEX95 看图形硬件技术的发展

邓亦敏

(北京黎明电子技术有限公司 北京 100083)

摘要 自从90年代初 Windows 3.0 问世以来,图形技术高速发展,在短短5年的时间内,图形产品便数次更新换代。本文详细回顾了近几年来PC图形领域的技术发展过程,并论述了1995年 Comdex 大展上出现的最新三维图形技术和产品。本文的目的是作为一个技术指南,使读者能更好的了解高速变化和发展中的图形工业。

关键词 Comdex,最新三维技术和产品

1 COMDEX 简介

每年春秋两季的 COMDEX 大展是美国最大的综合性计算机展览,也是世界最大的计算机大展之一,其中以秋季最盛。全球的主要计算机厂商都利用参展机会,争先恐后地宣传和推出各自的新技术和新产品。可以说,COMDEX 大展实际上是当今世界计算机技术发展水平的一个标志。

每年秋季的 COMDEX 都是在赌城拉斯维加斯举行。1995年的秋季 COMDEX 展览主要分布在沙漠博览中心会馆、希尔顿饭店、拉斯维加斯中心会馆3处展馆。大约有2200个参展厂商和22万来自世界各地的人观展。

1995年 COMDEX 大展最突出的两个热点是围绕 Internet 的新兴技术和三维图形处理技术。近

年来,Internet 的普及和应用,正在彻底地改变着传统的企业经营模式、通讯模式和人们的观念,并触发了 ISDN, On-Line Service 等新技术和应用的发展。可视技术(Visual Technology)的发展一直是计算技术中人们最注意的焦点。继二维图形和多媒体浪潮之后,三维图形技术成为新的发展方向和市场热点。

2 图形技术的发展

图形技术是整个计算机工业中发展最迅速、最引人注目的行业。10年来,图形产品更新换代,产生了翻天覆地的变化。总的来讲,图形技术的发展分为三个阶段。第一个阶段是80年代到1990年,在这个阶段,以VGA为代表的无硬件加速的图形卡占主导地位。这些显示卡的图形操作是基于主机对显示

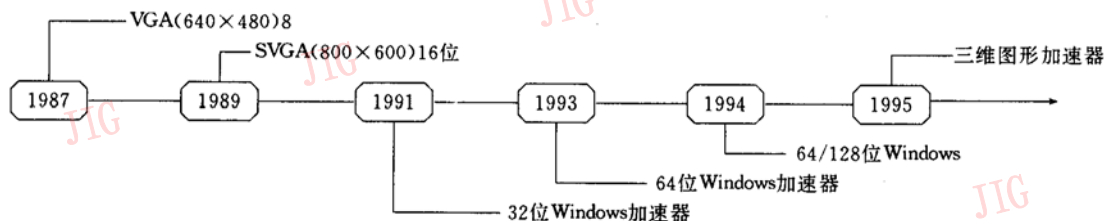


图1 图形芯片的进化

Fig. 1 Evolution of graphics chips

缓冲区直接访问。VGA 以上图形加速设备被视为昂贵的高档产品,只应用在特定的专门领域。我们称此阶段为 VGA 阶段。第二个阶段是 1991 年到 1994 年。二维图形加速器市场迅速崛起。产品大范围普及,价格大幅度下降,性能大幅度提高。我们称此阶段为二维图形阶段。从 1995 年到本世纪末,将会是三维图形技术和应用广泛普及的阶段。我们称此阶段为三维图形阶段。

2.1 VGA 阶段

80 年代,在通用市场上,显示设备的发展经历了从单色显示卡 MGA 到 CGA, EGA, VGA 的过程。这些设备主要起的是显示存储和控制的作用,图形操作都是由主机而不是由卡上专门硬件来完成。这类卡是名副其实的显示卡,而不是加速卡。虽然有一些产品,如 8514/A, XGA 等,在当时颇有影响,一度要成为 VGA 以上的图形标准,但最终也没有形成很大气候。

在此阶段由于硬件图形加速设备的应用范围很小,市场尚不成熟,图形加速的图形卡的价格往往相当或高于普通微机整机的价格。反之,也正是由于价格的束缚,图形加速卡的应用仅局限在 CAD、指挥控制等专用系统的领域。

这个时期图形加速芯片的特点,是对通用的二维图形操作进行加速,而不是有针对性地加速特定的图形标准或软件。80 年代末期,日立公司的 HD63484 和 90 年代初美国德州仪器公司的 TMS 34010/34020 是这个时期图形加速芯片的代表。特别是 TMS 340 系列,在当时是划时代的产品。由于 TMS340 极强的可编程能力和其它独特的优点,至今仍没有一个图形处理器能完全取代它。

2.2 二维图形阶段

2.2.1 二维图形产品的崛起

计算技术的发展是随着市场需要的不断提高而进行的。在发展过程上是相辅相成的。80 年代末期,随着计算机应用向社会各个领域的广泛普及,人们已不满足基于键盘和字符命令的文本式人机界面。在 90 年代初,Windows 3. X 操作系统旋风般地席卷

整个微机市场,呈现给用户面目全新的直观的图形用户界面。然而其代价是图形处理占去了很大部分的计算资源。Windows 市场的不断扩大,就迫切需要一种能够在处理速度、显示分辨率及显示颜色上远远超过 VGA,而价格能被一般用户接受的图形处理器。

另一方面,Windows 为图形设备提供了统一的底层接口标准。这使得有可能设计低成本的对 Windows 所需特定操作进行硬件加速的图形处理器。从而,以加速 Windows 为目的的 GUI(Graphical User Interface)加速芯片和板级产品应运而生。反过来,这些图形产品的问世,又推动了 Windows 的普及。

到 1994 年,已有 21 个图形芯片厂家的 40 多个不同的产品占据了 4 千万片/年的市场。

2.2.2 速度,速度,速度

处理速度一直是人们最关心的指标之一。为了客观的衡量速度指标,出现了一些 BenchMark 测试软件,如德州仪器公司的 Wintach 和 PC Magazine 的 WinBench 等。这些软件通过模拟真实的使用环境,如文字处理、电子表格、CAD 等,来衡量图形板的性能。各种杂志也用这些测量软件来比较产品的优良差异。有些厂家为了达到较好的评比效果,不惜在驱动程序中玩弄技巧,使测试结果高于其实际的数值。比如,有的测试程序在测字符功能时,用多次重复写同样的字符串来计算累积时间;有的图形板厂家的驱动程序在第一次写此字符串的时候,把它存储到板子上的缓冲区中,以后再写的时候就直接从缓冲区拷贝到屏幕上。这种技巧虽能大大提高了测试的指标,但并无实际应用的意义。针对这些伎俩,测试程序也不断改进,以求真实的反映产品的实际性能。

真实地提高处理速度的关键,是打通处理流水线中的瓶颈。如图 2 所示,一个图形处理系统中有两个主要的数据通道,一个是主机微处理器和图形处理芯片间的系统总线,另一个是图形处理器与图形存储区之间的通道。

长期以来,与工作站相比,系统总线一直是 PC 机的瓶颈。VESA 协会提出的 VESA 局部总线(VESA Local Bus,简称 VLB)标准和 Intel 公司提

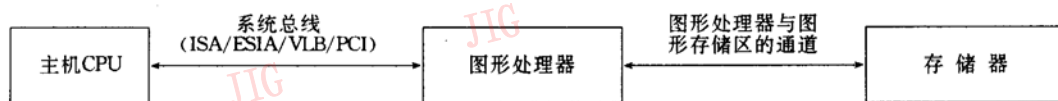


图 2 图形处理系统中的数据通道

Fig. 2 Data Channel of a graphics processing system

出的 Peripheral Component Interconnect (PCI) 总线标准将系统总线速度由 ISA 的 8.3 兆比特/秒提高到 132 兆比特/秒(注:这是 32 位 VLB 或 PCI 总线在 33 兆赫频率时的理论值)。这不仅打破了以往的瓶颈,而且超过了许多工作总线速度。尤其是 PCI 总线,它是不依赖于特定 CPU 的通用总线标准。由于其技术上的优越性,PCI 今后将是应用最广泛的局部总线工业标准。

图形系统中的另一个主要瓶颈是图形芯片与显示存储器之间的通道。图形处理器利用这个通道实现如下功能:

- 刷新显示存储器
- 读写图形存储区
- 实现图形加速操作
- 动态视频 (Video) 输出

表 1 给出了一个说明上述各项操作占用吞吐量情况的例子。可以看出,当分辨率和显示颜色数增高时,所需要的吞吐量也越高,这时留给图形加速操作的吞吐量也越少。比如在该例子中,当 1024 × 768 时,如果图形加速操作需要大于 22 兆比特的吞吐量时,系统性能就会大大降低。

表 1 32 位 DRAM 系统
Table1 32-bit DRAM System

分辨率及颜色数	640 × 480 256 颜色	800 × 600 256 颜色	1024 × 768 256 颜色
总吞吐量 (MB/s)	100.00	100.00	100.00
显示刷新所需吞吐量 (72Hz 时)	22.12	34.56	56.62
主机 CPU 读/写板上存储器	21.00	21.00	21.00
所剩供图形加速用的吞吐量	56.88	44.44	22.38

(Tseng Lab 公司提供)

有三个途径可以提高图形处理器与存储器间的吞吐量:

(1) 用 VRAM 代替 DRAM。VRAM 有一个专门用于显示刷新的串行端口,使得显示刷新不占用图形加速操作的通道,这样分辨率和显示颜色数的提高对吞吐量的影响就很小。其缺点是 VRAM 的价格较昂贵。

(2) 提高存储器的时钟频率。吞吐量是与存储器的时钟频率成正比的。然而由于存储器芯片速度的极限,这个方法是很有限的。

(3) 提高数据通道的宽度。传统的 VGA 只能支持 8 位宽的数据通道。短短几年后的今天,多数的图形芯片都能支持 64 位带宽的存储器通道。有的芯片

甚至可支持到 128 位。请注意,通常所说的 64 位图形芯片,指的就是图形处理器与显示存储区之间是 64 位宽的通道,而不是说图形处理器是一个象奔腾 (Pentium) CPU 那样的 64 位微处理器。

到今天为止,几乎所有图形芯片厂商的主要高档产品都是 64 位芯片。典型的有位于加州 Santa Clara 的 S3 公司推出的 Trio64, Vision868/968; 位于加州 Fremont 的 CirrusLogic 公司推出的 GD-543x Alpine 系列等等。对于一般的图形应用来说,64 位的通道已可完全满足吞吐量的要求。

在这期间,还有些公司,如 Weitek 和 Tseng Labs 公司,使用了 Interleave 存储器技术,使得其 32 位的图形产品价格达到 64 位产品的吞吐量和性能。一般来说,访问存储器需要两个单位时间,在头一个单位时间进行预处理,第二个单位时间进行实际数据传输(表 2)。Interleave 技术是将存储器组织成两个区 (Bank), 在一个区进行预处理的同时,另一个区进行数据传输。这样平均起来是以一个时间单位完成一次 32 位数据传输,相当于 64 位通道的传输速度(两个时间单位完成一次 64 位数据传输)。

表 2 32 位 Interleave 与 64 位图形处理器提供同样的带宽

Table2 32-bit Interleave offers the same Bandwidth as a 64-bit processor

时间单位	64 位数据通道	32 位 Interleave	
1	预处理	数据传输	预处理
2	数据传输	预处理	数据传输
3	预处理	数据传输	预处理
4	数据传输	预处理	数据传输
5	预处理	数据传输	预处理
6	数据传输	预处理	数据传输
7	预处理	数据传输	预处理
8	数据传输	预处理	数据传输

8 个时间单位传输 256 位 8 个时间单位传输 256 位

2.2.3 新的存储器技术

与提高图形通道带宽密切相关的另一个发展方向,是使用新型的存储器设备。以前的工程师一直以增加存储器的密度、降低存储器的成本为设计目标。近两年来,存储器设计的一个新的目标就是提高其数据传输速度。这是由于微处理器和图形处理器的性能已大幅度提高,超过了传统的存储器速度的缘故。

一系列新型的存储器种类相继问世,如 Extended Data Out (EDO) DRAM, Synchronous DRAM (SDRAM), 3D RAM, Synchronous

Graphics DRAM (SGRAM), Cache DRAM (CDRAM), Enhanced DEAM(EDRAM)和 Multi-band DRAM(MDRAM), Rumbus DRAM。根据 DRAM 技术专家 Steve Rrzybylski 博士的划分,这些新的存储器可分为传统型、改进型和创新型三类。

传统型的新型 DRAM 只是在接口部分与普通 DRAM 略有不同。如 EDODRAM 的接口控制电路,是在普通 DRAM 基础上做了一些改进,使得存储器总线速度可达到 40 兆赫,突发传输(Burst Transfer)时可达到 50 兆赫。EDODRAM 最大的好处是基本上与普通的 DRAM 兼容,它可直接用到很多现有的板级设备上,立杆见影地提高系统性能。

表 3 新型存储器分类

Table3 Classification of Latest RAM

传统型	EDO, Burst EDO
改进型	Synchronous VRAM/DRAM, Cache DRAM, Enhanced DRAM
创新型	Rumbus DRAM, 3D RAM, Multiband DRAM

改进型 DRAM 基于新的内部结构,从而能提供比普通 DRAM 更高的带宽。但这类 DRAM 仍然采用与普通 DRAM 相同的控制信号和复合地址总线。SDRAM 是这种 DRAM 的典型代表。在图形应用领域,由于 SDRAM 以较低的价格提供了高带宽,所以它今后有可能取代 VRAM。SDRAM 的内部结构与前面提到的 interleave 存储器的设计思想相似,在一

个存储器芯片中做了两个对称的存储器阵列,当一个阵列预处理时,另一个阵列进行数据传输。

创新型则是基于完全新的 DRAM 接口,这种新的设计带来了更高的带宽。例如 Rambus 公司的 Rambus DRAM(RDRAM),仅使用 8 位外部数据总线,最高传输速度却可达到 500 兆字节/秒。除速度外,RDRAM 的另一个优点是可以较少数的芯片腿脚完成与其它类型存储器相同的输入输出功能。这时图形产品的设计尤为重要,因为可以降低图形处理器所需的腿脚数目,简化并减少线路板的面积和层数。

2.2.4 高度的功能集成

另一个发展特点是提高图形芯片的功能集成度,在加强功能的同时降低成本,简化图形板的复杂度,提高系统的可靠性。此外,由于将多媒体功能引入了图形处理器,产品更趋丰富多样。

几乎所有的 Windows 加速芯片都具有 VGA 兼容功能,并且包含了同 PCI 和 VL 局部总线的接口电路以及同显示存储器的接口电路,省去了原来的附加外围线路。

近年来多媒体已成为桌面系统的不可缺少的部分,多媒体与图形的结合是图形功能的自然延伸。图 3 示出了多媒体视频(Video)处理及图形处理的功能模块和流水线。

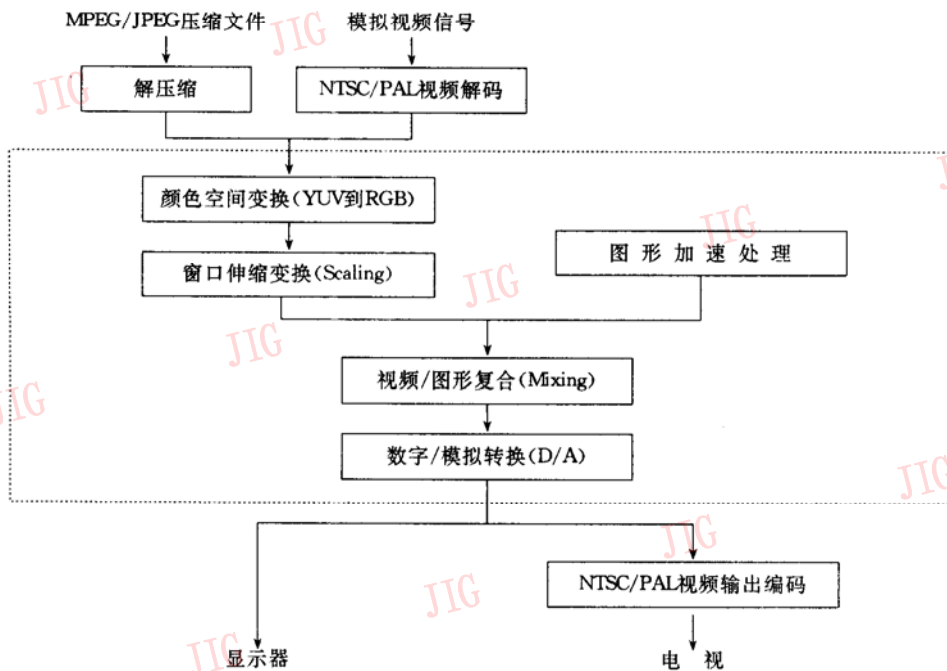


图 3 图形/视频处理的功能模块和流水线

Fig. 3 Function Modules and Pipeline in a Graphics/Video System

图中虚线框的部分,是与图形处理关系较密切的部分,由三个功能模块组成:

- 图形处理器,处理和加速二维图形操作。
- 视频加速器,加速视频显示处理。其主要功能是将视频信号的颜色由 YUV 格式转换成 RGB 格式以及视频显示窗口的放大缩小。
- RAMDAC,将显示缓存中的数字信号转换成模拟信号,并且实现调色板的功能。

这三个功能模块中,视频加速部分是近年来较新的内容,也是各家产品差别最大的地方。

总的来说有两种视频处理方法。一种是把视频加速功能放在进入 RAMDAC 之前(图 4),对数字形式的视频信号进行颜色空间转换和窗口尺度缩放变换,然后将其与图形信号汇合成一个信号流(通常在显示缓冲区中),通过 RAMDAC 输出到显示器。S3 公司的 Vision 868/968 是这类产品的代表。这种方法的优点是在视频窗口尺度变换时,可以利用较复杂的数字插值算法,产生较高质量的视频输出。

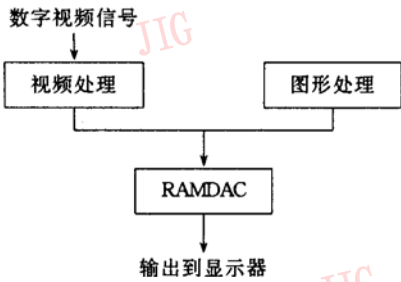


图 4 数字方式的视频信号处理

Fig. 4 Digital Video Signal Processing

另一种方法如图 5 所示,是将视频处理放在整个流水线的最后端,由 RAMDAC 对图形和视频信号混合并完成视频变换的操作。与前面的方法比较,其优点是:通常未经处理的输入视频信号(如 1/4 屏的 8 或 16 位颜色的信号)通过处理流水线时比处理

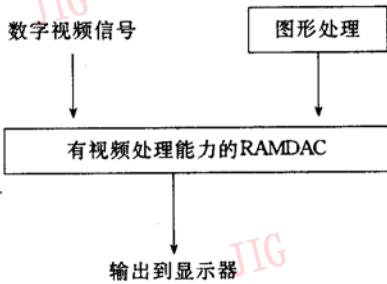


图 5 模拟方式的视频信号处理

Fig. 5 Analogous Video Signal Processing

后的视频信号(如放大为全屏的 24 位颜色信号)需要少得多的吞吐量。

早期的产品是用三个芯片来完成图形处理、视频加速和 RAMDAC 在三个部分的功能。新一代被称之为视频/图形加速器 (Video - Graphics Controller 简称 VGC) 的芯片将这些功能全部做进一个芯片(图 6)。这已经成为中低档的产品发展趋势。如 S3 公司的 Trio 64 便是典型的代表。但目前多数高档产品仍然分两个芯片来实现上述功能。

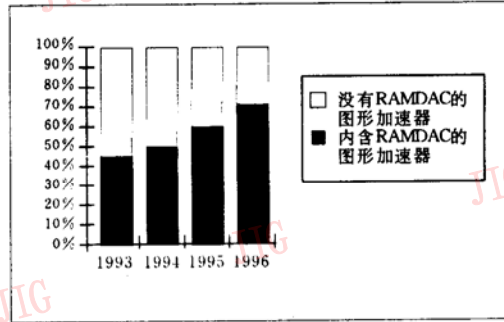


图 6 图形处理器与 RAMDAC 结合

Fig. 6 Combination of a Graphics Processor and RAMDAC

2.3 三维图形阶段

2.3.1 三维图形的崛起

三维图形的产品虽然已有很长的历史,但一直被昂贵的价格局限在高档的 CAD、电子仿真、电影制作等专业领域中。近年来,游戏市场的蜂起和全球互联网络(World Wide Web)的三维浏览软件(3D Browser)市场的形成,是将三维图形技术从高不可攀的象牙塔顶引进千家万户桌面系统的两个最主要的市场动力。而二维图形技术的成熟、主机 CPU 技术的发展以及在 PC 上,特别是在 Windows 操作系统中三维图形 API 标准的出现,为三维图形产品的普及提供了成熟的技术条件。

三维图形加速的目标是使计算机能够根据对三维物体的描述快速地生成显示图象。尤其是当物体或观察者移动时,生成图象的速度应是实时的。并且,用户要求景物中的物体越多、越复杂、越逼真就越好。三维处理所需的计算能力是与三维模型的复杂度成正比的,而反映现实世界的三维模型的复杂程度几乎是无穷的。所以正如 3Dlabs 公司的副总裁 Neil Trevett 所说:“多媒体技术,特别是三维图形技术的最终目标是创造满意的真实感。对于此目标

来说,多媒体的其它部分的发展尽头已昭然可见。但三维图形的尽头仍然深不见底。目前所有的计算能力及存储器的吞吐量都满足不了三维处理的需要。有足够理由来预测这种情形将延续到下一世纪。”目前的奔腾 CPU,甚至 Pentium Pro 都很难满足交互式的实时三维图形处理的要求,三维图形加速器是市场需求的必然产物。

图形芯片和板级厂商都在争先恐后地开发自己的产品,他们期望三维图形加速器不久会象 Windows GUI 加速器和视频加速器一样成为 PC 的标准配置。对于高档用户来说,三维加速硬件产品的发

展和工作站上标准的三维图形开发界面(如 OpenGL)向 PC 上的移植,使得 PC 机取代中低档图形专用工作站成为不可避免的现实。

2.3.2 三维图形加速器

以普通用户能接受的价格提供三维硬件加速不是一件容易的事。厂家们必须在功能和性能之间做取舍。但如何取舍,厂家之间并没有共识。正如几年前二维图形和多媒体产品刚兴起时一样,各家对三维图形加速含义有不同的理解,实现方法和侧重上有较大的差异。其结果是产品趋向多样化。这是一场规则还没确定却已经开始了的游戏。

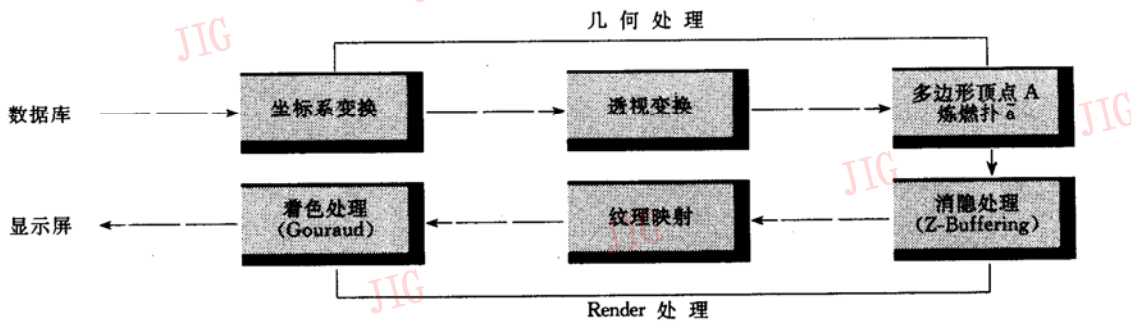


图 7 三维图形处理流水线

Fig. 7 3D Graphics Processing Pipeline

从三维图形处理流水线(图 7)来看,这些产品的共同点是加速 RENDER 处理过程,而把几何处理部分交由主机(CPU)来做。换句话说,这些产品都是 RENDER 处理器。

做为一个 RENDER 处理器,最重要的三个功能是:Z-Buffering,颜色插值和 Texture Mapping。不是所有芯片都能支持这三个功能,而且支持的程度也不同。

Z-Buffer 中存储着景物中的深度信息,用于三维物体的消隐算法。Z-Buffer 的精度一般是 16 位或更多。通常越复杂的景物,就要求 Z-Buffer 的精度越高,但占用的存储空间就越多。存储器是图形板价格成分中所占比例最大者之一。一些针对游戏市场的三维图形芯片(如 S3 的 ViRGE),利用显示存储区中的屏外部分做 Z-Buffer,而不是分配一块存储区专用于 Z-Buffer。这样做可以有效地利用存储空间,降低成本,适用于中低档的应用。但是当分辨率和颜色数增高时,就没有足够的空间留给 Z-Buffer 了。

颜色插值是三维芯片必备的功能。在二维图形中,一般是以单一颜色来填充区域。为了赋予三维物

体光滑的、真实的光照效果,就需要用特殊着色算法,如 Gouraud Shading。Gouraud 算法是根据三角形顶点的颜色和光照亮度值,用双线性插值方法来填充三角形的内部。

通俗地说,纹理映射(Texture Mapping)是在三维物体的表面“贴”上一层带纹理的壁纸,以达到逼真的视觉效果。纹理既可以是规则或无规则图案,如木纹、大理石纹等等,也可以是动态视频图象。在著名的游戏 DOOM 中,墙壁都是用砖的纹理映射的。如果没有纹理映射,便需要对每一块砖用一四边形来表示,这样需成百上千个多边形才能达到同样的效果。最基本的纹理映射是把纹理图象直接对应到平面多边形上,但由于没有考虑透视效果,因而使得映射后的图象看起来象是变形的。更复杂的纹理映射方法是利用三维物体的深度信息,对映射图象进行透视校正(Perspective Corrected Texture Mapping)。

市场上的三维芯片分两大类。一类是针对游戏市场的设计中低档的三维游戏芯片(表 4),它们在数量上占绝大多数,这些芯片追求的是视觉效果;另一类是高档三维图形芯片(表 5),其目标是专业三

维图形工作站。这类芯片注重的是高速度、高质量的复杂三维操作。举例而言,三维游戏芯片基于速度和成本的考虑,一般只是支持16位精度或更低的Z-Buffer。这在很多专业应用领域中是不能接受的。高档芯片通常可支持24位、甚至32位的Z-Buffer。

另外高档的三维芯片除了包括Z-Buffer、颜色

插值和纹理映射这些基本的功能外,还包括了很多专用系统中必不可少的三维处理功能,如Alpha Blending, Anti-aliasing, 雾化效果(Fogging), Stencil, Stipple及Double-Buffer等等。3Dlabs公司针对Opde GL应用设计的GLINT芯片系列,是在市场上占主导地位、最具有代表性的高档芯片。

表4 三维游戏芯片

Table4 3D Game chips

Company	Chip	Z-Buffer	颜色插值	Texture Mapping	其它3D功能
3Dlabs	Permedia	Yes	Yes	Yes	Blending, fog, stipple
Cirrus Logic	Mondello	Yes	Yes	No	Unknow
Matrox	MGA-2064 *	Yes	Yes	No	Unknow
Nvidia	NVI *	Yes	Yes	Yes	Sound
Rendition	Verite	Yes	Yes	Yes	Unknow
S3	ViRGE	Yes	Yes	Yes	Tri-linear mip-mapping
Trident	T3D2000	Yes	Yes	Unknow	Unknow
Yamaha	YGV611 *	Yes	Yes	Unknow	Unknow

* 已经上市

表5 高档三维芯片

Table5 High-end 3D chips

Company	Chip	Z-Buffer	颜色插值	Texture Mapping	Perspective corrected texture mapping	Alpha Blending	Stencil	其它3D功能
3Dfx	Voodoo O	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	fog
3Dlabs	300SX *	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	fog, anti-aliasing etc.
3Dlabs	500TX	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	fog, anti-aliasing etc.

* 已经上市

在硬件之上,与硬件加速具有同样重要地位的是标准的三维应用程序界面(3D API)。在一两年前,PC上的3D API几乎和三维应用程序一样多。由于一些新的3D API标准的出现,现在软件开发

商可以将精力集中到几个主要的标准API上(表6)。到1997年,情形会更明朗。将会是少数几个API垄断整个市场。

这些API中,多数都是面向娱乐软件市场的。

表6 三维应用程序界面(3D API)

Table6 3D Application Programming Interface (3D API)

3DAPI	开发厂商	说明
3DR	Intel	在所有Windows上运行,Intel免费提供
BRender	Argonaut	DOS, Windows及OS/2上的三维游戏程序界面
CGL	Creative Lab	只在Creative Lab的硬件上运行
Direct 3D	Microsoft	其前身是Render Mophics的三维游戏程序界面 Reality Lab
Heidi	Autodesk	将用于新版本的Auto CAD和3D Studio中
Open GL	SGI	在Windows NT上免费提供,PC上唯一的工作站API
Render Ware	Criterion	DOS, Windows及OS/2上的三维游戏等程序界面
Quick Draw 3D	Apple	Mac上三维程序界面

Open GL 是唯一一个与专业图形工作站兼容的 API。微软公司把 Open GL 同 NT 操作系统有机地结合了起来,使得 PC 机具备了强有力的系统软件与工作站竞争。而且,Open GL 使得工作站上的高档图形软件,如 Open Inventor 和 soft Image 等等,可方便地移植到 PC 机上。

3 结束语

到 1997 年底,市场上的主流图形芯片都将具备相当完备的三维图形功能。三维图形硬件将成为桌面系统的标准配置。在未来几年,三维图形的发展将重现几年前二维图形的历史。一旦市场成熟,高技术便迅速地向商品转化,这是不以人们意志为转移的规律。

从技术上来看,几何加速器和 Render 处理器的结合以及进一步提高处理速度是高档三维图形加速器的发展方向。中低档产品的方向是集二维、三维图形和多媒体功能于一身的高度集成的加速器。存储器技术和 DSP 技术的发展会对三维硬件的发展产生重要影响。



邓亦敏,1988 年北京大学数学系信息专业硕士毕业,1988—1992 年,曾先后任北方电脑公司技术开发部主任和北京黎明电子技术有限公司软件开发部主任。1992 年到 Microstep Inc. 工作,并兼任北京黎明电子技术有限公司总工程师。主要从事图形图象及数据库系统的软件开发。

A Review of the Latest Graphics Technology on COMDEX 95

Deng Yimin

(Sun Step, Inc.)

Abstract Few technologies in the industry have moved so far in so little time as computer graphics. Since the release of Windows 3.0 in early 1990s, the graphics market has been growing at a dazzling speed. The fierce competition makes the technology evolving so fast that it results in generations of product within only five years. This paper gives a detailed review of the exciting technological advances in PC graphics field over the past few years, and discusses the latest 3D technologies and products emerged at Comdex 95. The purpose of this article is to provide readers with a technical guideline of the rapid changing graphics industry.

Keywords Comdex, Latest 3D technologies and products

低档图形产品最终将移植到主机板上,高档图形产品将以优越的性能价格比广泛渗透进中低档专业图形工作站的市场。三维硬件技术和 API 的成熟会强有力地推动微机上三维应用软件/系统软件的开发。一些与三维图形技术密切相关的新兴应用领域,如虚拟现实(Virtual Reality)等,将会是技术和市场的新热点。

参考文献

- [1]Markus Levy. The Dynamics of DRAM Technology. *EDN*, January, 1995.
- [2]Markus Levy. Souped-up Memories Boost System Performance. *EDN* January, 1996.
- [3]Jeff Child. Special Report: Memory Technologies and Architectures. *Computer Design*, March, 1995.
- [4]Joanne Schechter. Accelerating 3D Graphics. *Computer Graphics World*, October, 1995.
- [5]Jon Peddie. Mixing the Next Multimedia Show. *OEM Magazine* August, 1994.
- [6]A Comparison of Graphics Accelerator Memory Architecture. Tseng Labs Inc.
- [7]GLINT 300SX Architecture Overview. 3Diabs Inc.