

VGA 视频系统寄存器级编程探讨

季军杰 (汕头大学图书馆技术部)

提要: 本文对 VGA 视频系统中重要的可编程寄存器作了详细描述和解释,并给出了对它们实施底层控制的具体操作方法及细节,以满足高层次视频控制的需要。

图形编程经常需要直接访问视频内存和硬件设备的物理组件,在能够编写代码,有效地控制这些设备之前,程序员必须熟悉它们。

对图形程序员来讲,VGA 系统有大量的可编程寄存器,采用彩色位面的位映象法,BIOS 服务等,VGA 系统的最大分辨率为 640 * 480,比 EGA 新增图形模式 17,18 和 19,大多数 VGA 可编程寄存器是可读写的,这是它的最基本特性。

VGA 系统以崭新的方法组织视频内存,在 MDA、CGA 上,程序员通过直接往视频 RAM 内的某地址写入 1 或 0 来设置或清除屏幕象素,而不受显示硬件干扰。而当程序员对 VGA 视频内存中一地址执行一次读写操作时,图形硬件要移动四个数据字节到四人独立的位面,CPU 依照四个锁存寄存器的设置,一次访问这些位面。

下面我们对一些典型的视频组件作具体描述:

一、通用寄存器

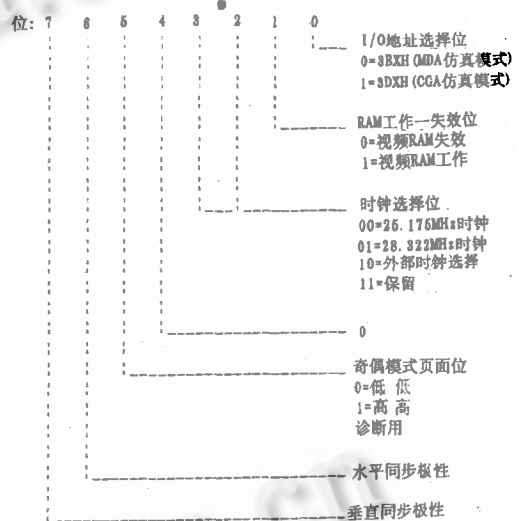
它的主要功能是初始化视频系统,包括模式设置,一般由 BIOS 例程做。在通用寄存器中,混用输出寄存器是人们最感兴趣的一种,它是只写寄存器,口地址为 3C2H。

其位结构如下:

二、CRT 控制器

VGA CRT 控制器寄存器与 PC 机 Motorola 6845 CRT 控制器相当。当 VGA 仿真 MDA 时,CRT 控制器的地址寄存器为 3B4H,而当仿真 CGA 时,它的地址寄存器为 3D4H。这样,它们就与 MDA、CGA 卡相对

应。



三、定序器

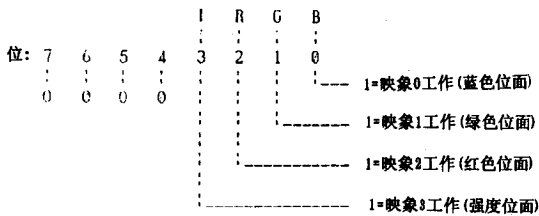
VGA 的定序器寄存器利用字符时钟控制内存取操作,并为动态 RAM 提供定时,使得微处理器在显示刷新周期期间插入的周期内能同步访问视频存储器。

在定序器中,人们最感兴趣的寄存器是映象屏蔽寄存器,它能保护指定的位面不被微处理器和字符映象选择寄存器破坏,其口地址为 3C5H,索引号 02。

其位结构如下:

在彩色图形模式下,映象屏蔽寄存器通常用于为单个象素选择色彩,它们以 1RGB 形式编码。地址寄存器 3C4H 首先用来选择定序器的映象屏蔽寄存器,然后映象屏蔽寄存器的位值按所需色彩设置。例如,设置映象

屏蔽值为 0010B, 将开通绿色位面(G)而关闭强度(I), 红色(R)和蓝色(B)位面、结果, 送往视频缓冲区的连续图形写操作将生产绿色像素。映象屏蔽寄存器的缺省值为 1111B(0FH), 它设置了所有四位, 就产生亮白像素。



在字母数字或文本模式(模式 0 到 3 及模式 7)下, 视频存储器由 BIOS 初始化, 系统微处理器把字符数据放入视频缓冲区的位映象 0, 而把其属性放在位映象 1。从程序员的观点看, 字符和属性在内存中是相继存储的, 因为 CRT 控制器以一种对程序透明的方式把偶地址翻译到映象 0, 把奇地址翻译到映象 1。

单个字符的位结构, 称为字符定义表, 放在位面 2。在 VGA 系统中, 程序员能构造自己的字符表去替代由 IBM 提供的字符表, 这些字符定义表, 含有字母数字符号的位模式, 必须放在显示硬件能找到的指定内存区。VGA 支持八种字符表, 每种表包含 256 种字符, 每种字符由 32 字节组成, 每种表占 8K 内存, 并以 8K 为起始边界。

自构造的字符表通常放在非视频 RAM 或磁盘文件中, 字符表可移到段地址为 A000H 的视频缓冲区的映象 2 中, 字符表的地址偏移由系统权能和程序员的安排决定。定序器中的字符映象选择寄存器口地址为 3C5H, 索引号 03。一旦字符表放入视频内存, 字符映象选择寄存器的设置将判断映象 2 的哪一个 8K 块用于产生字母数字字符。

在字母数字模式下, 属性字节的位 3 一般用于控制前景强度。但这一位又可重定义为各字符集间的转换开关, 这种功能需要定序器的内存模式位号 1 置 1, 并且映象选择寄存器的映象 A 和映象 B 选择位包含不同的值。当这些条件满足时, 程序员能够通过设置属性字节的位 3 为 1 来选择字符映象 A, 而通过清除该位来选择字符映象 B; 如果上述条件均不满足, 硬件将采用位映象 2 头 8K 的任何字符集, 定序器中的内存模式寄存器口地址为 3C5H, 索引号 04。

BISO 中断 10H 的 17 号服务通常用于装载和选择

自构造的字符集。

四、图形控制器

图形控制器是 VGA 与视频内存、属性控制器和 CPU 的视频接口部件。在 APA(全点可寻址)模式下, 内存并行数据由它接收, 并转换为串行数据; 在字母数字模式下, 图形控制器不起作用。几乎有关它的所有寄存器对图形程序员来说都很重要。

图形控制器最重要的功能之一是在系统微处理器和视频内存之间进行数据一同移动操作。在从 CPU 到内存方向上, 图形控制器允许四种不同的写操作模式; 在从内存到 CPU 方向上, VGA 系统允许两种不同的读模式。这些逻辑操作允许对写操作进行单个的位屏蔽, 四字节同时写, 访问非字节边界显示缓冲区, 当读内存缓冲区时实现色彩比较操作。

在用写模式 0 进行写操作期间, 图形控制器中的置-重置寄存器作为不同位面间的过滤器使用, 一旦一个位面在置-重置寄存器里设置后, 它将被任何写操作设置, 反之亦然。使能置-重置寄存器允许通过开关置-重置寄存器进行附加操作。VGA 写模式 3, 绕过使能置-重置寄存器而直接使用置-重置寄存器的内容, 置-重置寄存器和使能置-重置寄存器的口地址为 3CFH, 索引号分别为 00, 01。

VGA 系统允许以两种不同的读模式把数据从视频缓冲区读入 CPU。读模式 0 是缺省模式, 使得人们可以判断任一位面内任一指定位的值。在读模式 1, 四个位面与色彩比较寄存器中的一个色彩码相比较, 若相匹配, 色彩码将传置给 CPU, 否则, 它就清掉。图形控制器中的色彩无关寄存器能用来从色彩比较读周期中排除任何单个彩色位面。

图形控制器中的数据旋转寄存器实现两种不同的功能: 第一种, 在写模式 0 操作期间, 寄存器保存按位记数的计数值, 以右旋数据总线; 第二种, 较为重要, 它的功能是选择对 CPU 数据和锁存器中数据进行处理的逻辑操作, 这种操作能写无修改的 CPU 数据, 或者能对 CPU 内容和锁存器中数据进行与、或、异或、异或功能特别有用, 因为它允许复写和以后恢复屏幕图象。

读映象选择寄存器用于保存在读模式 0 操作期间内存映象的数目, 这个寄存器在读模式 1 操作期间失效。它的口地址为 3CFH, 索引号 04。

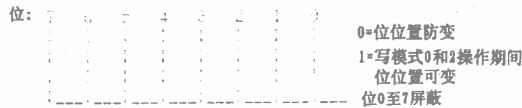
图形模式选择寄存器用于选择当微处理器访问视频缓冲区期间,VGA 四种写模式或两种读模式的哪一种在运作。它的口地址为 3CFH,索引号 05。

当系统仿真 CGA 时,混用寄存器在图形和字母数字模式间进行选择,以链接奇偶地址,并判定视频缓冲区地址。

VGA 系统的每次图形写操作把 8 位数据(一个字节)从 CPU 转入视频缓冲区,位屏蔽寄存器通过屏蔽一些不改动的象素而设置剩下的一个或几个单独的屏幕象素。因此,为描绘单个象素,位屏蔽寄存器中只有一位可用;另一方面,在每次写周期期间,如果象素的整个字节被设置,那么沿着屏幕直线的一些与操作执行起来会更快些。在这种情况下,位屏蔽寄存器的所有位均可用。

位屏蔽寄存器以写模式 0 和 2 操作,适于所有象象。当读取所需地址的内容时,锁存寄存器被装载。其口地址为 3CFH,索引号 08H。

其位结构如下:



五、属性寄存器

属性控制器寄存器把从图形控制器接收的数据格式化后进行视频显示,它操作彩色调色板,屏幕边界(或过扫描区)和背景色彩,光标闪烁,下划线和显示逻辑也由它控制。输入总是转换成八位彩色值。属性寄存器的输出直接影响视频 DAC 和 CRT。

属性寄存器的内部寻址实现与其它 VGA 寄存器不同,它没有一个专用位去控制它的内部地址和数据寄存器,而是由一个内部触发器来回拨动地址和数据功能。正是由于这种内部结构,端口 3C0H 既作为地址寄存器使用又作为写寄存器使用。属性寄存器的地址选择寄存器通过读一次端口 3BAH(单色系统)或 3DAH(彩色系统)实现初始化,然后,向端口 3C0H 执行一次 OUT 指令,地址寄存器就加载了。地址选择之后,下一个 OUT 指令就加载相应的数据寄存器。

寄存器读操作,只在 VGA 系统适用,通过端口 3C1H 执行。一般由 BIOS 服务来设置调色板和过扫描

寄存器,很少对属性控制器寄存器直接编程。

除了选择一种数据寄存器这种常规功能外,属性地址寄存器还有以下作用:当调色板寄存器正被修改时,可使之不起作用。

调色板寄存器控制由不同位映象产生的色彩组合。因为有四个位映象,就有十六种不同的组合方法,因而有十六个调色板寄存器。

属性模式控制寄存器选择图形,字母数字模式,单色或彩色仿真方式,当显示图形字符是,它控制连续的水平线特性,并作为属性字节位 7 的闪烁和背景强度功能间的开关。除此之外,在 VGA 系统下,这个寄存器还控制某些象素参数。

边界色彩寄存器,也叫作过扫描寄存器,用于选择显示区域周边色彩,缺省的边界色彩为黑色,由 BIOS 初始化。

彩色位面使能寄存器选择四个位面之一来显示单个象素。这个寄存器能用于产生一些有趣的图形效果,例如:通过关闭红色位面,所有正以红色显示的目标将消失的屏幕上,通过重开位面,又使目标重现。这个寄存器还包含供系统诊断用的两个视频状态位。

水平象素扫视(panning)寄存器,IBM 称为 PEL 扫视寄存器,可对屏幕象素的一次硬件左移进行微调,通过改变 CRT 控制器寄存器中索引号为 12 和 13 的起始地址,可产生大致效果。

彩色选择寄存器,只有 VGA 系统才有,它与属性模式控制寄存器的位 7 联合使用,可转换彩色调色板,由数-模转换器(DAC)接收的 VGA 视频信号被组织成八位彩色值。当属性模式控制寄存器的位 7 清 0 时,内部调色板的位 2 和位 3 由彩色选择寄存器产生;当位 7 置 1 时,由 DAC 接收高四位由彩色选择寄存器产生。

六、数-模转换器(DAC)

数-模转换器,是 VGA 系统中的可编程设备,它把 VGA 产生的二进制彩色信息转换为可由显示器显示的模拟信号,DAC 含有 256 个象素数据寄存器,每个含有可显示的每种颜色。每个数据寄存器保存 18 位彩色信息,红、绿、蓝三色分别占六位,这些基色位控制三色模拟显示的驱动。在图形模式 19 下,彩色查找表允许显示总共 256K 种可能彩色中的 256 种彩色组合。

DAC 象素地址寄存器保存有彩色查找表中一处的地址,对这个地址的一次写操作将地址指针连续移动三

次,以指向后继的内存位置,采用这种方法,彩色查找表中的这三处可被快速修改。

对于象素数据寄存器(3C9H)的写序列包括三次连续写,因为彩色查找表的每一项为 18 位宽,采用最低有效六位写操作方式。色彩强度以红、绿、蓝次序输出,每个色彩强度为从 0 到 63 范围中的一个值,因为六位二进制数能表达的最大十进制数是 63。

写操作最好按以下顺序进行:

第 1 步:关中断;

第 2 步:选择起始地址和写功能,对象素地址寄存器 3C8H 执行一次写操作;

第 3 步:从 256K 可能组合的色彩中选择所需色彩,写入 18 位色彩代码,对象素数据寄存器写入所需红、绿、蓝色彩强度(按低序 6 位,连写三次);

第 4 步: DAC 把象素数据寄存器的内容传送到象素地址寄存器所指的位置;

第 5 步:象素地址寄存器自动增加,指向其后的内存位置;

第 6 步:若不止改变一种色彩,则转第 3 步;

第 7 步:开中断。

视频 DAC 的读写操作必须间隔 240 毫微秒,在连续访问操作之间插入 JMP 指令可达到这个定时要求。

七、结束语

VGA 中的可编程寄存器很多,要对其真正掌握,需进行大量的编程实践。笔者考虑到目前此类介绍不多,为此做了些开发研究工作,写出以上心得,以期共同提高,更希望不吝赐教,把我们的软件开发工作做得更好。