

超高分辨率图形处理系统设计^{*}

黄 坚 杨炳杰 余理富

(国防科技大学电子工程学院 长沙 410073)

摘 要 GX2500A 图形处理系统是 GX2500 超高分辨率显示处理系统的重要组成部分, 其显示分辨率高达 2048× 2048 像素。该图形处理系统提供了两种软件开发环境, 可采用 PC 微机程序设计语言或采用 TMS34010 程序设计语言编写应用程序, 以适应不同的应用对象。本文介绍了 GX2500A 图形处理系统的硬件设计和软件设计。

关键词 图形处理, 硬件设计, 软件设计, 超高分辨率

分类号 941.1

The Design of The Ultra-high Resolution Display System

Huang Jian Yang Binjie Yu Lifu

(Institute of Electronics Engineering, NUDT, Changsha 410073)

Abstract GX2500A Graphics System is an important component part of the GX2500 Ultra-high Resolution Display System. The display resolution of this system is up to 2048× 2048 pixels. GX2500A Graphics system provides two software environment for application, one supporting programming based on PC Microcomputer Programming Language and the other based on Tms34010 Programming Language, so it is adaptable for various users. This paper describes the hardware design and software design of GX2500A Graphics System.

Key words Graphics Processing, Hardware Design, Software Design, Ultra-high Resolution

信息处理技术的发展对显示处理设备提出越来越高的要求。计算机显示器已经历了从单色低分辨率到真彩色高分辨率的发展过程。与此相应, 现在微机基本配置的图形适配器 (又称图形卡) 为 VGA, 分辨率为 640× 480; 较好性能的图形适配器则采用 SVGA (Super VGA), 分辨率为 800× 600 或者 1024× 768。为满足一些特殊场合的应用, 如医学图像显示和电子地图显示, 已推出了一些专用的高分辨率显示器和图形适配器, 分辨率可达 1280× 1024, 甚至到 1600× 1280。然而, 这些高分辨率的显示处理系统仍然不能满足某些尖端技术领域的要求。为此, 我校 405 教研室研制出 GX2500 超高分辨率显示处理系统, 其显示分辨率高达 2048× 2048, 一屏可同时显示 128× 128 个汉字。本文介绍 GX2500 系统的重要组成部分—GX2500A 图形处理系统的硬件设计和软件设计。

1 GX2500A 系统硬件设计

GX2500A 图形处理系统的硬件设计在一块电路板上, 形成一个图形卡。它具有图形产生、处理与缓存, 屏幕刷新时序的控制, 以及像素信息的 D/A 转换等功能。下面将系统地介绍该图形处理系统的体系结构和硬件设计中的几个关键问题。由于 GX2500A 图形处理系统是 GX2500 超高分辨率显示处理系统的子系统, 因此为了更好地介绍该图形处理系统, 首先简要地介绍一下 GX2500 显示处理系统的

^{*} 1997 部委级科技进步二等奖项目
1997 年 6 月 22 日收稿
第一作者: 黄坚, 男, 1964 年生, 讲师

总体结构

1 1 GX 2500系统总体结构

GX 2500A 图形处理系统与 GX 2500B 高分辨率显示器一起组成 GX 2500型超高分辨率显示与处理系统,显示分辨率达 2048× 2048像素。系统配备有较强功能的软件,可显示汉字、图形和图像,以及进行多种图形处理。



图 1 GX 2500超高分辨率显示处理系统框图

GX 2500系统硬件由一台 PC 主机、一块 GX 2500A 图形卡和一台 GX 2500B显示器组成,见图 1 主机采用 PC /AT 或向上兼容微机,负责装载和保存与本系统有关的文件,以及人机交互,包括实时输入汉字。GX 2500A 图形卡插在主机总线扩展槽上,并通过宽带视频电缆与显示器连接。该卡负责图形图像和汉字的处理,视频信号的 D /A 转换,以及两千线显示器扫描时序控制信号的产生等功能。GX 2500B 显示器将宽带视频信号放大,并进行扫描变换处理,在荧光屏上显示出高清晰度图像。

1 2 GX 2500A 图形处理系统体系结构

GX 2500A 图形处理系统由 PC 主机和 GX 2500A 图形卡组成,其体系结构见图 2。其中 GX 2500A 图形卡主要由图形系统处理器 (GSP)、动态存贮器 (DRAM)、帧缓存 (由 VRAM 组成) 以及带彩色查找表的视频数模转换部件 (RAM DAC) 等部分组成。

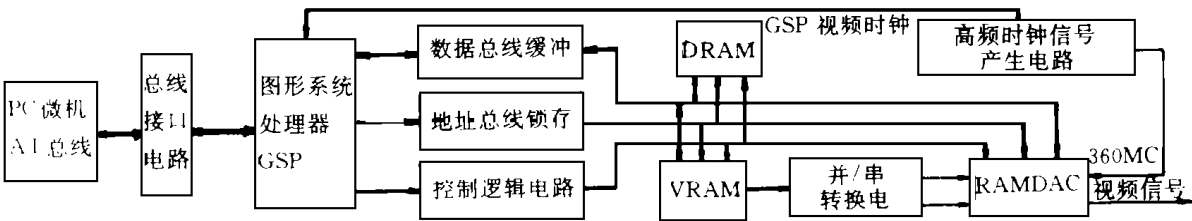


图 2 GX 2500A 图形处理系统框图

GSP 采用 TM S 34010 芯片,它是图形卡的核心器件,负责系统管理,图形图象和汉字处理,屏幕刷新时序控制,以及与 PC 主机的交互。GSP 提供了主机接口 I/O 寄存器,可由主机直接访问。本系统将 GSP 的主机接口 I/O 寄存器映射到 PC 主机的存贮器寻址空间,即把该寄存器当作主机的存贮器单元由主机直接访问。总线接口对主机的访问进行地址译码,并缓存数据。主机通过该接口装载 GSP 的程序或读写 GSP 局部存贮器的数据。1M B 的 DRAM 存放 GSP 的程序代码和数据;1M B 的 VRAM 作为帧缓存,存放 GSP 产生的图形或 GSP 送来的图像。帧缓存在屏幕刷新时序控制下按扫描顺序输出各像素数据;RAM DAC 将顺序送来的数据进行 D /A 转换后输出视频模拟信号。因 VRAM 串行口数据流输出速度远低于 RAM DAC 的数据流输入速度,故要合理组织 VRAM,使 VRAM 阵列每次同时输出 16 个像素,而在 VRAM 与 RAM DAC 间设有并/串转换电路,将 16 路慢速的数据流转换成两路高速的数据流,再输入到 RAM DAC。

1 3 VRAM 组织

每块 VRAM 芯片内部有一个 RAM 和一个环行移位寄存器 (SRAM),与外部的连接有一个并行数据口和一个串行数据口。CPU 通过 VRAM 的并行数据口随机访问 VRAM 的 RAM。当接收到屏幕刷新周期控制信号时,VRAM 可在一个周期内 (所需时间只相当一个 RAM 存取周期) 把 RAM 阵列

的某一行数据全部送到 SRAM，一般是在行消隐期间进行这一操作。在行扫描正程 VRAM 将 SRAM 中的数据顺序从串行数据口输出。

本系统显示分辨率为 2048×2048 每像素 4 位, 因此 VRAM 组织容量至少为 $2048 \times 2048 \times 4\text{bits}$ 若采用 TC524256Z 芯片, 则需 16 片。GSP 数据总线为 16 位, 每片 VRAM 的并行口为 4 位, 所以 16 片 VRAM 分为 4 组 同组 4 片并联, 共用同一段 GSP 地址

RAMDAC 点频为 360MHz , 而 VRAM 组织采用的 TC524256Z 芯片串行口移位时钟最高只有 30MHz 左右。因此, 在每个移位周期, 从 VRAM 组织输出数据到 RAMDAC 时, 要求 VRAM 组织至少应同时输出 $360/30=12$ 个像素 这样从 VRAM 组织输出数据到 RAMDAC 时, 16 片 VRAM 的分组数应小于或等于 $16/12$ 分组数应取整数, 故 16 片 VRAM 应分为一组。

综上所述, 16 片 TC524256Z 组成帧缓存。GSP 访问 VRAM 时, 将 16 片 VRAM 分为 4 组, 每次同时访问 4 片 VRAM。而屏幕刷新时, 则把 16 片 VRAM 作为一组, 在每个移位周期, 16 片 VRAM 的串行口同时输出, 每次可输出 16 个像素。

1 4 并 串转换电路

屏幕刷新时, RAMDAC 一次输入两个像素, 而 VRAM 组织一次输出 16 个像素 故在两者间设置 并 串 (P/S) 转换电路 如图 3 VRAM 输出的 16 路慢速数据流经 2 片高速视频移位寄存器的 P/S 转换, 变为两路快速数据流 RAMDAC 点频时钟 clock 的 2 分频 ($\text{clock}/2$) 作为视频移位寄存器的时钟, clock 的 16 分频 ($\text{clock}/16$) 作为 VRAM 串行口移位时钟。屏幕上水平相邻的 16 个像素分别存在 16 片 VRAM 中, 与 P/S1 (第 1 片视频移位寄存器) 相连的 8 片 VRAM 存放序号为偶数的像素, 而与 P/S2 相连的 8 片 VRAM 存放序号为奇数的像素。

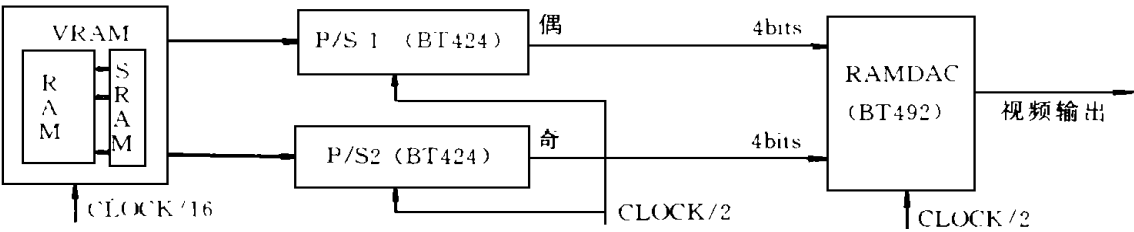


图 3 并 串转换电路框图

1 5 高频时钟信号产生电路

本系统点频时钟要求 360MHz (ECL) 的方波信号。目前这种晶振产品只有西门子等少数几家公司才能生产, 且价格昂贵 本系统采用锁相环的方法设计出成本低, 性能良好的 360MHz (ECL) 时钟产生电路 其基本原理如下。

压控晶振 (VCO) 产生的高频信号经 32 分频后送鉴相器与 11.25MHz 的基准频率信号比较; 鉴相器输出的误差电压经低通滤波器后加在 VCO 控制端, 改变其频率和相位, 直至 VCO 输出 360MHz 相位稳定的正弦信号; 最后, ECL 转换电路将 VCO 输出的正弦信号转换成 ECL 电平方波信号。

2 GX2500A 系统软件设计

本系统软件支持用户在两个层次编写应用程序。一是在低层编写程序, 直接应用 TMS34010 工具 (包括 TMS34010 汇编、TMS34010C 编译软件、TMS34010 图形函数库和数学函数库) 编写装载到 GSP 局部存储器的应用程序; 二是在上层编写程序, 编程者只需编写主机运行的应用程序, 而不必用 TMS34010 程序设计语言编写程序。

无论采取哪种方式编写应用程序, 都可享用本软件提供的丰富的功能函数, 其中包括汉字串 (字符串) 显示、画点、直线、椭圆、多边形、椭圆填充、多边形填充、种子扩散填充、用图案填充、位

图扩展、图形块复制、图形块放大或缩小等功能函数

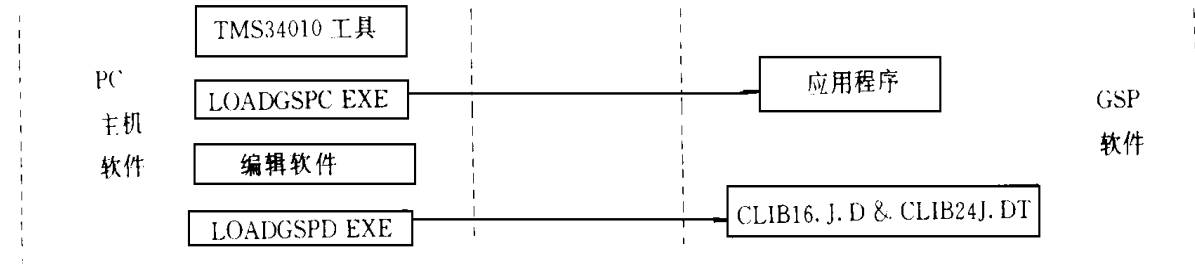


图 4 GSP运行应用程序软件结构

2.1 在 GSP 一方编写应用程序

在 GSP 一方编写应用程序的软件结构见图 4。采用该方式开发应用软件，首先编辑源程序，源程序可用 TMS34010 汇编或 TMS34010C 语言编写。然后汇编或编译源程序，获得目标代码（.OBJ）文件，并用连接程序 gsp link.exe 将目标模块与所需库文件，比如 TMS34010 图形函数库和数学函数库、TMS34010C 环境支持函数库以及 GX2500A 系统 TMS34010 支持函数库 GX25GSP.LIB 等等，连接成可由 TMS34010 执行的公用目标文件，或称 COFF（文件后缀为 .OUT）。最后执行程序 LOADGSPC.EXE，将公用目标文件装载到 GSP 局部存储器，并启动 GSP 运行程序。

若要显示汉字，则应在执行应用程序前，执行程序 LOADGSPC.EXE，将汉字库 CLIB16J.DT 或 CLIB24J.DT 装入 GSP 局部存储器。这两种汉字库都包含整个二级汉字库的点阵信息，它们按区位码顺序存放。显示汉字时，根据汉字内码计算出某一汉字位图（点阵信息）存放在 GSP 存储器中的地址，将该汉字位图取出，经位扩展后写入帧缓存。

GX25GSP.LIB 库包括：视频初始化，设置彩色查找表，选定汉字体和字型号，显示汉字以及显示汉字串等功能函数。TMS34010 图形函数库包括丰富的二维图形功能函数和三维透视函数。

2.2 在 PC 主机一方编写应用程序

在 GSP 一方编程，必须熟悉 TMS34010 的应用及其编程语言。由于 TMS34010 不如 PC 微机普及，仅能在 GSP 一方编程势必限制本系统的推广应用。为此本系统提供了在 PC 主机一方编程的环境，使其应用更加简单方便。

在主机一方编写 GX2500 系统应用程序的软件结构见图 5。



图 5 主机一方调用图形功能软件结构

用这种方式具体实施各种图形处理功能是由 GSP 执行驻留在 GSP 局部存储器中的 GSPTS.R.OUT 程序来完成的。GX25HST.LIB 是应用程序与 GX2500A 图形卡之间的软件接口。当应用程序要图形卡完成一项基本的图形处理时，调用 GX25HST.LIB 库中某一函数（子程序），该函数向 GSP 传送一个命令号和若干参数。GSP 根据命令号调用 GSPTS.R.OUT 中相应的一个函数（子程序），由该函

数从命令缓冲区取出有关参数，完成指定的图形处理

3 结束语

GX 2500A 图形处理系统是一种功能较强和非常实用的高分辨率图形处理系统。它与 G X 2500B 型显示器一起组成一个超高分辨率图形图象显示与处理系统, 支持分辨率高达 2048× 2048像素的图形图像显示; 其系统软件提供的丰富的图形功能函数, 可实时输入和显示汉字, 进行多种二维图形和三维图形处理, 并且支持用户在 GSP和 PC 微机两种环境中编写应用程序以适应不同层次的应用需求。该系统在卫星遥感图像显示、电子地图、医疗图象显示、电子排版编辑、CAD 和光栅扫描雷达等领域有很好的应用前景

参 考 文 献

1 TM S34010USE S GU IDE. Texas Instrum ents. 1990
2 Brooktree Graphics and Imaging Prodeuces Databook. Brooktree Corp. 1993
3余理富、孙茂印等. 计算机图形显示原理. 国防科技大学出版社, 1991