

## 随机扫描到光栅扫描转换系统的研究

祝俊<sup>1</sup>, 林祖伦<sup>2</sup>, 张义德<sup>2</sup>, 杨健君<sup>2</sup>

(1. 电子科技大学电子工程学院 成都 610054; 2. 电子科技大学光电信息学院 成都 610054)

**【摘要】**分析了随机扫描到光栅扫描转换的关键技术,即视频扫描转换的基本原理,并给出了一种实际实现方案,构建了以复杂可编程逻辑器件为控制核心的扫描转换硬件系统。利用复杂可编程逻辑器件对整个系统进行灵活控制,实现了从随机扫描显示系统到光栅扫描显示系统的转换。研究结果对于视频转换领域的应用具有一定的参考价值。

**关键词** 扫描转换; 复杂可编程逻辑器件; 随机扫描; 光栅扫描; 存储器; 同步

中图分类号 TN873

文献标识码 A

## Research of Stroke to Raster Scan Conversion System

ZHU Jun<sup>1</sup>, LIN Zu-lun<sup>2</sup>, ZHANG Yi-de<sup>2</sup>, YANG Jian-jun<sup>2</sup>

(1. School of Electronic Engineering, UEST of China Chengdu 610054; 2. School of Opto-Electronic Information, UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** This paper discuss the key techniques used in Stroke to Raster Scan Conversion(SRC). The fundamentals of video scan conversion. A practical scan conversion system based on CPLD is proposed, in which CPLD is used to control SRC system flexibly and it realizes stroke to raster scan display system conversion. The results are useful to the video conversion field.

**Key words** scan conversion; complex programmable logic device; stroke scan; raster scan; memorizer; synchronization

近年来,显示技术随着科学技术的发展,特别是微电子技术的进步而发生了深刻的变化。现在的显示系统,其显示器件绝大多数采用阴极射线管(Cathode Ray Tube, CRT)。CRT显示以电子束扫描方式作为分类依据(扫描体制),构成不同扫描体制的显示系统:随机扫描显示系统和光栅扫描显示系统。目前,在军事、工业和医学领域还存在着大量采用随机扫描显示体制的非标准的视频系统。由于光栅显示比随机显示所用硬件设备成10倍的减少,可靠性大大提高,功能也大为加强。因此,实现随机扫描到光栅扫描的转换就有及其重要的理论和现实意义<sup>[1]</sup>。

### 1 扫描转换实现方法

#### 1.1 扫描转换基本原理

在随机扫描显示系统中,图形是模拟图形,随机扫描体制的基本原理是<sup>[2-3]</sup>:CRT上的符号图像是从3个轴上同时控制电子束形成的,用X和Y方向的偏转控制电子束在屏面上的位移,用Z轴方向的电压控制电子束的强弱以得到光点的亮暗,即用连续变化的电信号来表征且能直接用监视器显示图形。光栅扫描分为逐行扫描和隔行扫描,光栅扫描工作过程是<sup>[4]</sup>:电子束受偏转部件的控制,不断从左到右、从上到下将图像逐

收稿日期:2004-03-02

作者简介:祝俊(1974-),男,博士生,主要从事雷达信号处理、信息显示技术等方面的研究。

行逐点地扫描到显示屏上,同时通过控制电子束的强弱产生黑白灰度等级或彩色的图像。由于不同的扫描体制存在很大差异,要实现不同视频系统之间的图像信号的存储、处理和显示,就必须采用不同的方法。扫描转换的方式有模拟方式和数字方式。模拟方式由于存在结构复杂,以及可靠性和可维修性、可存储性不足等,因而在计算机显示系统中,通常采用数字式扫描转换方式<sup>[4]</sup>。通过将随机扫描信号进行模数转换成数字信号后,经过帧存储器的缓存,完成采样图像的视频信号调理、加权直至数字信号处理,实现视频信号的转换和图像的数字化处理。

图1表示了一幅随机扫描模拟图像到光栅扫描模拟图像的转换过程的简要原理。对随机扫描显示系统的模拟图形进行数字化处理后形成数字图像,该数字图像是由二进制代码表征的一个整数序列,该阵列按一定的时序进行数字到模拟的转换(D/A)后形成可供光栅扫描体制显示的模拟图像。对图像进行数字化,如果在光栅扫描正程确定的时间里,行取 $W$ 个点,共取 $H$ 行,形成了 $W \times H$ 点阵的数字图像。由于随机扫描系统的画面上的图形、图像是经常变化的,图像存储器中所存的信息(数据)也应随之变化,故把一帧图形的数字信息存储在一个供重显用的存储器中(RAM)。存储地址和图像显示的空间位置有确定的关系。

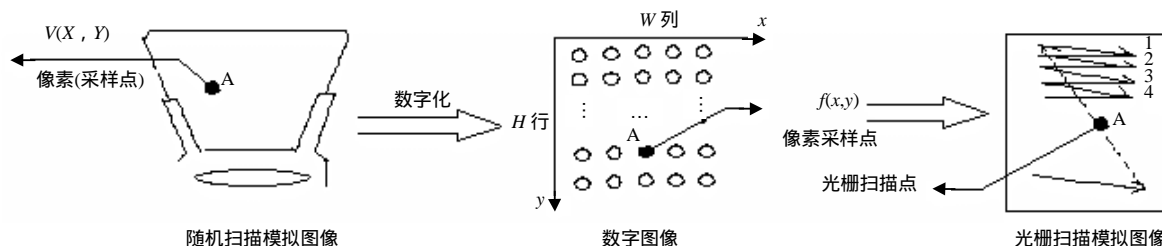


图1 随机扫描模拟图像到光栅扫描模拟图像

对应图1中数字图像下的像素A点表示为函数 $f(x, y)$ ,  $x, y$ 为光栅扫描方式下荧光屏上像素的坐标。任意像素 $(x, y)$ 上的函数 $f$ 值将正比于图像在该像素上的亮度。因此,随机扫描到光栅扫描显示系统的坐标转换实质是 $V(X, Y) \rightarrow f(x, y)$ 。其中 $V(X, Y)$ 为随机扫描的 $X$ 和 $Y$ 方向的瞬时电压值。这样随机扫描的 $V(X, Y)$ 信号和该点的 $Z$ 轴辉亮信号决定了光栅扫描图像中 $f(x, y)$ 的具体位置和亮度关系,并且是唯一确定的一一对应关系。可见扫描变换应该包括坐标变换和图像存储两种功能。

### 2.2 扫描转换的硬件实现

在扫描转换系统中,需要适时存储和读出视频图像信号,需要大量的时序逻辑控制,复杂可编程逻辑器件(Complex Programmable Logic Device, CPLD)的规模较大,适合于时序、组合等逻辑电路应用场合,它可以替代几十甚至上百块通用逻辑IC芯片。这种芯片具有可编程性和实现方案容易改动的特点。光栅扫描系统的视频同步信号如行同步、场同步和消隐脉冲等都是视频系统中的重要控制信号。以前这些信号多由数字电路组合产生,这样做不但电路复杂、体积大,而且不够灵活。利用CPLD芯片作为主控芯片,使电子设计的灵活性和工作效率都大大提高。在扫描转换系统中,CPLD是整个系统的主控单元,利用CPLD并行处理的特点来提高系统的整体性能。扫描转换系统的硬件实现原理如图2所示。

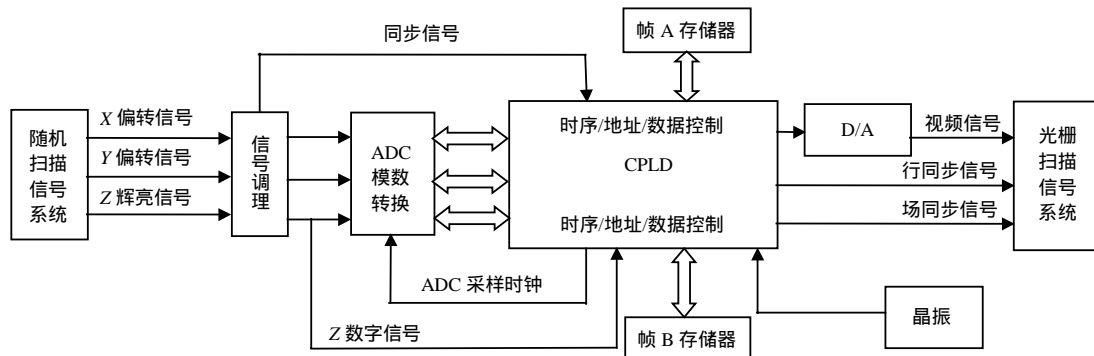


图2 扫描转换系统的硬件实现原理框图

图中,系统主要由3部分组成:由信号调理单元和ADC模数转换单元组成的前向通道,基于CPLD的控制单元和视频DAC数模转换单元。扫描转换处理的前向通道主要完成对输入的随机扫描信号的恢复和数字化。由于输入的随机扫描信号较微弱,需要衰减,或者需要作差分接收等,都需要将信号调理到ADC模数转换单元所需要的输入信号,然后完成随机扫描信号的数字化。基于CPLD的控制单元完成对整体信号的认识和控制,主要包括:两帧轮换存储器的地址及读写时序的控制,ADC采样时钟的输出,外同步信号的接收及光栅扫描所需要的视频信号、行同步和场同步信号的产生。DAC数模转换单元对由基于CPLD的控制单元输出的数字视频信号转换为满足光栅扫描的模拟视频信号。

由此可见,扫描转换系统实现需要解决两个关键技术问题:存储器部分的设计和扫描系统转换的图像同步问题。

## 2 关键技术

### 2.1 扫描转换系统存储器的设计

扫描转换系统需要适时存储和读出采样到的视频图像信号,因此扫描转换系统设计的核心就是存储器的设计。为了减少对存储器存取速度的要求并使控制简单,采取两帧轮换存储(即乒乓缓存技术)方案,模/数转换后的数据在帧选通脉冲的控制下,一帧写入,而另一帧读出。使用两帧存储器的目的是为了使视频数据在存储器内实现重组,从而实现扫描转换。图像存储器的地址数一般和画面上的像素量相等,称为“一址一像素”,每个地址所存的数据就是该像素的亮度等级或颜色类型。

如果随机扫描系统显示的是二值图像(Z轴方向信号仅控制是否显示的数字信号),则扫描转换系统选择每个编址单元1位读/写的存储器,但是现在大多数的存储器都是每个编址单元按8位(1个字节)并行读/写的。所以利用按字节存取的存储器,把X、Y偏转信号A/D转换后得到的数据的高位数据作为存储器的地址线,低3位做3-8译码后得到的8位作为存储器的数据输入,这样就可以实现对存储器的全部寻址。其工作原理如图3所示。

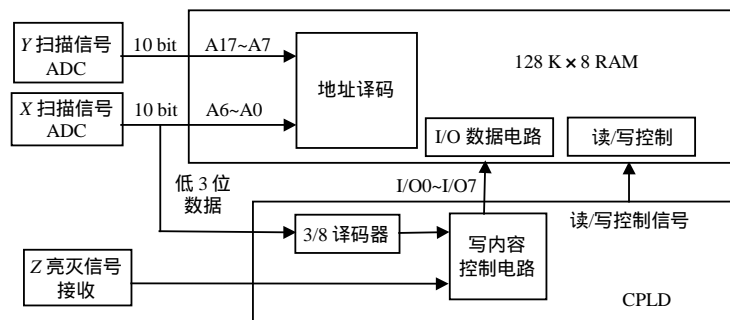


图3 扫描存储器的设计

在对每一个字节单元操作时,要先读出,再与ADC得到的低3位的3-8译码后的数据相“或”后再写进去,才不会擦除原来存储空间里的内容。在实际设计的扫描转换系统中,把由X信号ADC之后得到的10位数据信号的低3位作为3-8译码的输入,而其高7位加上Y信号ADC之后的10位数据共17位作为按字节存取的存储器的地址线,Z信号作为控制写存储单元内容(逻辑电平“1”或“0”)的数据,成功地实现了对存储器的正确读写。但该方法会造成读/写时序的复杂。如果采用每个编址单元1位读/写的存储器,则在CPLD的时序设计较简单。对于有灰度等级的图像,则还是需要采取每个编址单元多位读/写的存储器。

### 2.2 图像同步问题的解决

由于扫描体制的不同,扫描转换后要得到稳定的图像,就需要解决随机扫描系统和光栅扫描系统的同步问题。在图像处理系统里,主要采用两种同步方式<sup>[4]</sup>:系统同步方式和锁相同步方式。

通常随机扫描显示方式下整幅屏幕扫描频率与显示内容的复杂程度成反比,内容复杂时场频降低,而光栅扫描显示方式下的场频恒定。因此对于随机扫描到光栅扫描转换而言,不能采用锁相同步方式。图像帧存所存储的数字图像,需按同步时序的规律顺序的读出来,经D/A变换成模拟信号再送到显示器去显示,图像帧存的刷新也可以用系统同步方式。由于晶振的稳定性很高,由它作为基本时钟所产生的扫描时序也

很稳定, 因此采用系统同步方式。

由X、Y偏转信号的特性, 不易找到它的同步信息, 经过测量, 分析出它的图像数据信号供显示的有效时间不超过 $1/30$  s, 即一帧图像的时间不超过 $1/30$  s, 因此可以以30 Hz的频率写存储器, 这样总能得到一帧光栅扫描图像的数据。但可能导致一帧图像的分裂, 即原来的一帧图像不是与存储器一一对应的。因此在CPLD时序设计中, 将存储器的内容重读一遍, 得到60 Hz刷新率的光栅图像, 可提高画面一倍的刷新率。由于随机扫描系统显示的图形更新较慢, 因而相邻的两帧图像只有小的改变, 理论上的裂像现象不会造成人眼感到图像不连续, 这样可以基本解决扫描转换后图像闪烁的问题。对于两帧轮换读写操作, 为了不使当前帧的内容影响到下一帧, 在读出这一帧的内容后需要立即对内容清零。一种方法是在读出每个地址信息的间歇插入写入操作是比较有效的<sup>[4]</sup>。但是要注意: 当读存储器时, 第1次读存储器不清零, 第2次读存储器的内容是空白的, 这样扫描转换得到的实际是30 Hz刷新率的图像, 人眼就会感到明显的闪烁感。应当在第2次读存储器时, 当读完一个存储单元的内容后, 接着对同一存储单元的内容进行清零, 这样就可以得到60 Hz刷新率的图像。但是对于一些可以提供确定同步信号的随机扫描系统, 还是应该采用锁相同步方式。

### 3 实验结果

只有足够的信号采集率, 才能保证恢复视频信号的正确性。对视频信号数字化的数据进行处理时除了采用高速存储器外, 高速数据流控制器件也是必须的。以分辨率为 $1024 \times 768$ , 刷新率为60 Hz的VGA视频信号为例, 其采样时钟需要近60 MHz, 对Altera公司的MAX7000S系列作时序分析, 其系列适合进行高速的数据流控制。

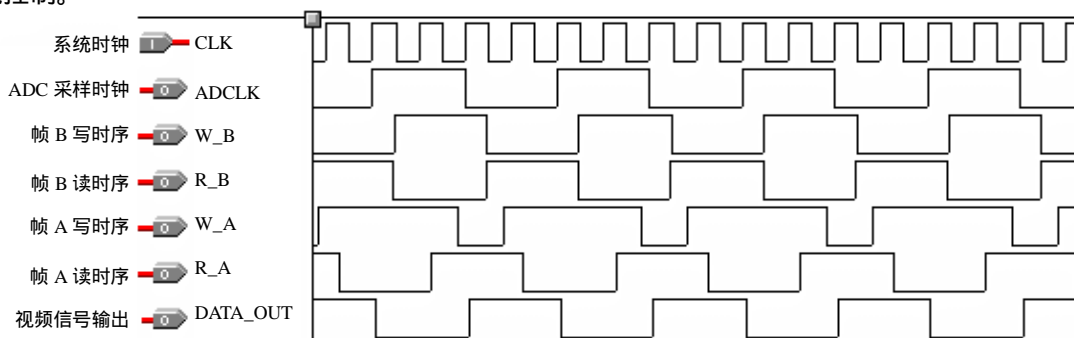


图4 CPLD芯片的两帧轮换存储器读/写时序的部分仿真时序

在将二值图像随机扫描信号转换为标准视频图像阵列(Video Graphics Array, VGA)信号的设计中, 利用AHDL语言设计逻辑控制电路<sup>[5]</sup>。图4是对CPLD芯片的两帧轮换存储器读/写时序的部分仿真时序图, 可见利用CPLD实现了复杂的时序设计。

### 4 结论

在实际系统测试中, 将二值图形随机扫描信号转换为分辨率为 $800 \times 600$ , 刷新率为60 Hz的VGA信号输出, 得到了稳定清晰的图像。另外, 如果提高ADC的转换精度, 以及在硬件电路设计上提高印制电路板(Printed Circuit Board, PCB)的布线质量, 将会取得更好的视觉效果。这种随机扫描到光栅扫描转换系统对视频转换进行了有益的尝试和探讨, 具有较强的实用价值, 目前已于实际中使用。

#### 参 考 文 献

- [1] 白玉宗. 从光栅显示到多媒体——显示技术在指、火控设备中的应用与发展[J]. 舰船科学技术, 1996, (4):68-74
- [2] 贺利洁, 赵曙光, 刘刚. 计算机图形显示技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001
- [3] 崔潮. 先进的显示技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1986
- [4] 苏光大. 微机图像处理系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000
- [5] 赵雅兴. FPGA原理、设计与应用[M]. 天津: 天津大学出版社, 1999

编辑 漆蓉