

# 医学图象热敏打印系统的研究

关红彦 丁北生 黄玉玺 张力新

(天津大学精仪学院, 天津 300072)

**摘要** 介绍了一个基于FPGA(现场可编程门阵列)技术的医学图象打印系统,它利用热敏打印方式,采用分层打印的方法,用高性能的薄膜热印头打印出层次丰富的灰度图象。该系统的采样控制和数据处理逻辑集成在一块FPGA芯片上。同以往使用通用器件实现的控制电路相比,器件速度快、设计的灵活性大、可靠性高,性能良好。

**关键词** FPGA, 图象采集, 采样与处理逻辑, 全灰度级打印, 热敏打印

## 1 引言

在医学影像学领域,图象的记录为临床诊断提供了可靠的依据,因而能将打印视频图象的“视频打印机”具有广泛的应用价值。我们设计的视频图象打印系统可利用各影像仪器的视频输出,采集图象并打印在热敏纸上。我们将图象采集和图象数据的后处理功能集成在一片FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)芯片上,使整机的性能有很大提高。我们应用的分层打印技术,既实现全灰度打印又简化了打印控制算法。

FPGA技术是近年来在电子设计领域兴起的一门新技术,它集成度高,可缩小系统的体积,降低系统功耗并提高系统可靠性;设计灵活,设计周期短,且易于移植到ASIC上。

## 2 系统的构成

图1中“采样与处理”模块用FPGA芯片实现,它完成图象采集控制和图象数据的后处理功能,并协助CPU完成打印控制。系统由8751微处理器控制,CPU发出一个采集指令,则采样控制逻辑控制采集一帧图象,并将图象数据存储在帧存储器中,采集完毕向CPU发出EOC信号。打印时“采样与处理”模块从帧存储器中读出一行的数据经处理后传送到打印机中,CPU控制打印机的加热时间,并检

测打印头的温度、打印头是否压在纸上及是否缺纸等情况。

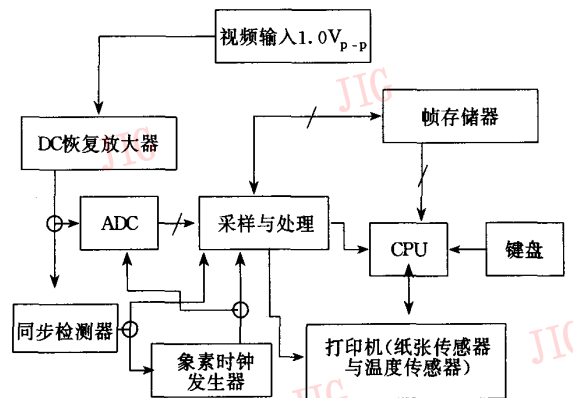


图1 系统框图

这个系统采集的电视信号可以是PAL制,也可以是NTSC制。输入的视频信号往往是交流耦合的,它在传输过程中失去了直流成分,所以在进一步的图象处理以前要“直流恢复”,并经过“放大”,使之达到ADC的采样电压范围以内。“同步分离器”从全电视信号中分离出同步信息,包括行同步、场同步、色同步和场信号。同步信号严格控制采样过程,它是采样起止的依据。同步信号控制象素时钟的产生,象素时钟供给ADC和“采样与处理逻辑”(以下简称为APL—Acquisition and Processing Logic)。为了使象素时钟与行同步信号保持固定的相位关系,象素时钟可用门控振荡器产生,也可以用锁相环产生。系

统的采样频率为 14.75MHz,精度为 4 位。选用快闪视频 ADC。

打印部分受 CPU 控制,图象数据经 SCL 处理后送到打印部件,在 CPU 的控制下打印出一行行的图象。热敏打印的控制是比较复杂的,如果完全用 CPU 来控制则速度慢,控制软件也很麻烦,我们采用了软件硬化的方法,图象数据的处理工作由 FPGA 芯片完成,取得了良好的效果。

### 3 FPGA 的结构与设计

APL 要产生 SRAM 的读、写时序,包括地址、数据、片选、和读、写等信号,并完成与微处理器、SRAM、ADC 之间的协调,还要完成图象数据的后处理协助 CPU 控制打印过程。图 2 是 APL 的结构,由握手逻辑、RAM 地址发生器、总线控制逻辑、采样数据锁存器、时序控制逻辑、分层逻辑和移位寄存器

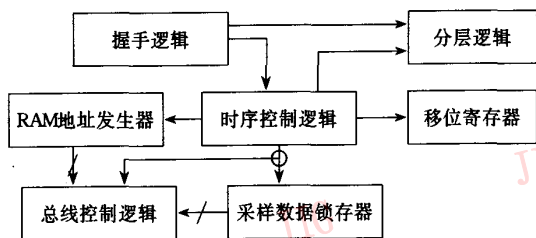


图2 “采样与处理”模块结构框图

#### 3.1 采样与处理逻辑(APL)的结构设计

握手逻辑完成采样的启动和结束应答。当 CPU 向 APL 发出采集一帧图象的命令时,采样控制器在下一个到来的偶数场的场同步信号的前沿产生帧允许信号。由于在场同步信号后仍有一段消隐期,它的长度用“行计数器”中的预置值表示,设置为 20 行;每到来一个行同步信号,“行计数器”减 1,减到 0 时表明消隐期结束,允许该场后续行的采样。这时采样控制器开始控制 RAM 的总线。以后到来的每行,从行同步的前沿延时  $10\mu\text{s}$  后,持续采样  $52\mu\text{s}$ ,在此期间时序控制逻辑产生采样时序脉冲,允许地址计数器的的工作,将采样值写入存储器,然后等待下一个行的到来... 采样持续 256 行,然后等待下一个场同步到来。接下来的是一个奇数场,这一场的采样过程和偶数场相同。在下一个场同步脉冲的前沿,APL 向 CPU 发出采样完成信号(EOC)。CPU 可以用另

一个指令来应答这一信号。

为使采样数据的写周期能用一般的 SRAM 实现,使用 U 双数据通道帧存储器。数据总线的宽度为 8 位。采样两次而只需执行一次写操作。第 1 个采样值 D1 要先锁存一下,等待下一个采样值 D2 到来时一起写入 RAM;第 3 个采样值则和第四个采样值一起写入……。场信号用作 RAM 地址的最高位 A,一帧图象就分成 2 个半帧。

利用热敏方式打印有灰度的图象采用的是脉冲宽度调制的方法。每点的图象数据控制热印头上加热元件的加热时间,使热敏纸变色的程度不同,从而实现全灰度打印灰度。我们采用了分层打印的方案,一个具有 4 位精度的图象,分成 4 层,每一层代表不同的权重,这样一个打印行分 4 次打印完成。这种图象数据的分层处理是由 FPAG 完成的。这一部分逻辑由存储器读出控制逻辑、数据分层逻辑和并转串输出逻辑 3 部分组成。

#### 3.2 用 FPGA 实现 APL

系统的控制电路最初是用 74 系列和 40 系列的标准逻辑电路构成的,基本上能够完成所需的功能,但器件的速度不够快,占用较大的 PCB 面积,可靠性不好,特别是由于打印部分完全用 CPU 来实现使打印速度很慢。移植到 FPGA 之后,这些缺点就消除了。我们使用的 FPGA 芯片是 QuickLogic 公司的 QL8 $\times$ 12B。这种芯片采用 ViaLink Anti-fuse 技术,有优良性能,延时小、100%自动布线、单元及引脚应用率可达 100%,引脚布局可修正等。

将通用逻辑电路设计的电路移植到 FPGA 上是很方便的。QuickLogic 中有 TTL 系列器件库。移植时,将原理图中的 IC 从库中调出相应元件并连线即可。对 40 系列的元件则需进行逻辑代换,用等效逻辑代替原有的电路。FPGA 的内部资源很丰富,因而可以尽可能地完善设计,不必担心“门”或者“触发器”不够用。FPGA 芯片的引脚是可定义的,一个标准的 I/O PAD 可以编程为 INPAD(输入引脚),OUTPAD(输出引脚),TRIPAD(三态引脚)和 BIOPAD(双向引脚)。

原理图输入后,先进行原理仿真。在对 RAM 读写时序进行仿真时,图 3 是 RCA CDM6264-3 的写时序波形,我们将 INPUT 引脚的波形全部输入到波形编辑器中生成一个检测向量文件,然后进行仿真。FPGA 产生的写操作必须满足这个要求。图 4 是原理仿真的结果,由图中可知各信号都能满足写时

序的要求。

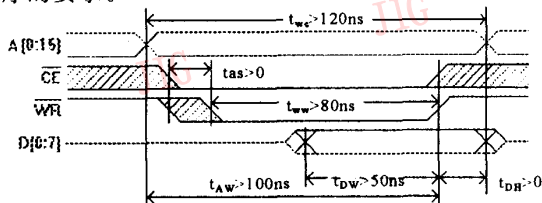


图3 RAM的写时序

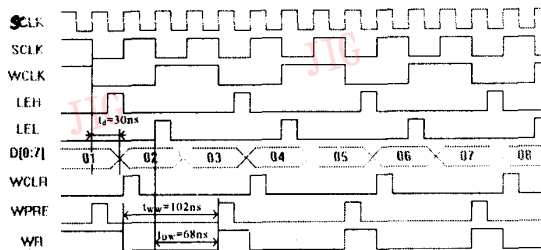


图4 采样数据的写时序

逻辑功能基本实现后就可以布线,经过多次的功能仿真和布线后仿真,证明逻辑确实准确无误后即可编程一个FPGA样片。布线后仿真要针对不同的实际工作条件,包括工作温度、电源电压、负载电容、负载电阻、芯片的速度等级、时钟频率等因素。编程一个FPGA芯片后,此时的PCB已制作完成,将FPGA插入相应的插座中即可进行系统调试。

### 4 结语

在一个视频图象采集、打印系统中,我们采用了FPGA技术,完成图象的采集和数据打印处理,整机

达到了良好的技术性能指标。在全电视信号1.0Vp-p条件下,灰度级为准32级,打印尺寸96mm×72mm,打印速度约为10秒/幅。样机经过天津医用电子仪器公司和天津大学校医院的临床测试。效果良好,打印出的B超图象分辨率能达到临床使用要求。图5是打印出的B超图象。



图5 B超图象的打印结果

### 参考文献

- 姜邈编. 电视原理与接收机. 天津:天津科学技术出版社,1982.
- 吕扬生,关红彦等. 一种基于FPGA技术的图象采集系统. 电子测量与仪器学报,1997,11(3).
- Leading the Revolution in FPGAs. QuickLogic Corporation, 1996.
- Digital Video Applications. High Speed Design Seminar (Section II). Analog Devices Inc, 1989.



**关红彦** 27岁,1994年毕业于天津大学精仪系,1997年获得“生物医学工程与仪器专业”硕士学位,现为该专业博士研究生,研究方向为医学图象处理、生物医学信号处理和医学电子仪器,已发表数篇论文。



**丁北生** 工程师,1982年毕业于天津大学精仪系,留校任教至今,一直从事生物医学信号检测与处理方面的工作。



**黄玉玺** 工程师,1970年留校工作,现为天津大学精仪学院生物医学工程专业实验室主任,长期从事医学信号检测工作。



**张力新** 副教授,1986年毕业于天津大学精仪系留校任教至今,一直从事生物医学信号检测及处理方面的工作。

## Study of A Video Print System Using FPGA Technology

Guan Hongyan, Ding Zhaosheng, Huang Yuxi, Zhang Lixin

(College of Precision Instrument and Opto-electronic Engineering Tianjin University, Tianjin 300072)

**Abstract** This paper presents a Video Print System based on FPGA. Using the print method of apart-layers, we have accomplished Full-Tone Rendition print with high-performance thermal heads. The Acquisition and Processing Logic (APL) was implemented using a FPGA device. Compared with a previously design using 7 400-series and 4 000-series chips, this one has better characteristics. The devices operate fast and the system provides high-performance. FPGA technology improves flexibility and reliability of the design.

**Keywords** FPGA, Image acquisition, Timing generation, Acquisition and processing logic, Full-Tone print, Thermal print

## 艾尔莎全力开拓亚洲市场 ——分公司升级

在图形处理和数字通信两大领域以傲人科技领先的德商艾尔莎,出于亚太市场的广泛需求及巨大的市场发展潜力,日前将其亚太分公司转为独立子公司经营形态,并正式更名为艾尔莎国际科技股份有限公司(ELSA Asia Inc.)。新公司的总理由原分公司的张国龙先生担任。至此,艾尔莎国际科技股份有限公司将以全新的面貌出现,为亚洲客户提供更加尽善尽美的服务。

艾尔莎国际科技于1997年初进入亚太市场,开始阶段即以高档3D图形加速卡深受众多知名电脑厂商的青睐,宏基、康柏、戴尔、力捷,以及中国电脑第一厂商联想电脑相继在其产品中采用了ELSA图形卡。在专业市场上,ELSA图形卡更以其强大的性能优势受到专业人士的好评。这些优势包括,支持3D Studio MAX、AutoCAD、Autodesk Mechanical Desktop、EDS/Unigraphics、I-DEAS、Microstation、Microcadam Helix、Pro-ENGINEER、Pro/JR、Soft-image 3D、ALLPLAN、HiCAD、Open Inventor、Solidworks、Sense8、Logocad、MSC/NASTRAN,以及其它许多流行软件。

自今年第二季度,为提高公司运作效率,增强公司自身的财务独立性和自主性,同时也为适应亚洲市场瞬息万变的形势,开始实施“心有国际观,行有本地念”的服务理念,选择了子公司的经营形态。子公司的成立,除了能继续实现对客户的承诺,不断提供给客户高质量的产品外,还能为客户提供更快更好的支持服务,并与经销合作伙伴保持长期而良好的关系。

艾尔莎国际科技股份有限公司新任总经理张国龙先生告诉记者:“未来新公司的亚洲市场营销策略是,陆续引进高质量的全系列产品,满足亚太区各国市场的对图形处理产品和解决方案的需求;同时,还将建立完善的技术支持体系,使客户充分感受到艾尔莎支持服务的便利。”

张先生还透露,中科多媒体公司已成为ELSA Gloria Synergy中国代理商(62628137, 62628233)。该产品是面向CAD/CAM市场推出的,为图形处理专业人士量身订制的,支持OpenGL、Heidi、Direct3D超强加速性能的图形卡。