

文章编号: 1002-0640(2008)09-0125-03

图像电阻阵驱动控制器的设计

行增晖, 姜建芳, 苏少钰, 沈益明

(南京理工大学自动化学院, 江苏 南京 210094)

摘 要: 讨论研究了一个满足 200Hz 帧频的 128×128 点阵图像电阻阵驱动控制器的设计方案。采用嵌入式计算机和 FPGA 相结合的构架, 充分利用 100M 以太网技术、乒乓缓冲技术、硬件查表技术, 解决了图像数据的高速稳定传输的问题, 采用高速串行 DA 技术解决了 200Hz 帧频的 128 路行驱动信号生成问题。

关键词: 图像电阻阵, FPGA, 以太网, 高速串行 DA, 乒乓缓冲

中图分类号: TP368.2

文献标识码: A

Design of Infrared Resistance Arrays Controller

XING Zeng-hui, JIANG Jian-fang, SU Shao-yu, SHEN Yi-ming

(Institute of Automation for Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The paper discusses design of 128×128 MOS Resistance Arrays that meets 200Hz frame frequency. The design combines embedded computer system with FPGA technology, takes full use of new technologies, such as 100M Ethernet, Ping Pang Buffer, high speed serial DA and hardware table exchange, to solve the problem of high speed infrared image data flow. And it also adopts high speed serial DA to solve the problem of 128 lines driving signal generation of the infrared resistance arrays with 200Hz frame frequency.

Key words: infrared resistance arrays, FPGA, Ethernet, high speed serial DA, Ping Pang buffer

1 概 述

图像电阻阵是图像模拟器的关键部件, 在半实物仿真试验中受到青睐。实现对图像电阻阵的驱动控制, 产生满足仿真试验所要求的图像需要解决两个关键技术问题, 即图像数据的高速传输和多路模拟驱动信号的快速建立。

本文围绕以上两个关键技术讨论了基于嵌入式计算机和 FPGA 相结合的图像电阻阵驱动控制系统的实现方案。该系统能高速地接收成像计算机发来的图像数据, 并对该图像数据进行合理的处理后, 实时地驱动图像电阻阵产生满足仿真试验所要求的图像。该图像具有帧频刷新快、多灰度等级的优点。实践证明, 此方案较好地解决了两个关键技术问题, 技术成果对同类系统具有较高的参考价值。

2 图像电阻阵工作原理

图像电阻阵列是由若干个像元组成, 每个像元由两个 MOS 晶体管、一个保持电容、一个微辐射桥体电阻以及相应电路组成, 图像电阻阵列基本单元结构如图 1 所示。

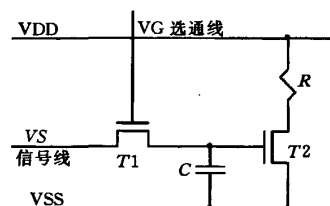


图 1 图像电阻阵列基本单元结构图

其中 R 为微辐射桥体电阻, 当电流流过时产生热量, 从而产生红外辐射。单元电路布置在微辐射桥体电阻的下面, 既是图像电阻阵列的衬底又起着像元选通、驱动和在一帧时间内保持微辐射桥体电阻温度的作用。 $T1$ 、 $T2$ 都为 PMOS 场效应管, 其中 $T1$ 为列地址选通管, 用做列选通需要; $T2$ 为放大驱动管, 用来给热敏电阻进行加热。 C 为保持电容, 列信号选通后, 在给微辐射桥体电阻加热的同时也对

收稿日期: 2007-07-06

修回日期: 2007-12-07

作者简介: 行增晖(1982-), 男, 陕西人, 硕士, 主要研究方向: 嵌入式系统。

C 进行充电,通过电容 C,使得桥体电阻在一帧时间内保持温度基本不变。

选通信号 VG 的负电压加在 T1 的栅极,使 T1 导通,行模拟信号 VS 通过导通的 T1 加到 T2 的栅极,使流过 R 的电流发生变化,导致 R 的温度发生变化,桥体电阻最终与环境 and 衬底达到热平衡,产生红外辐射。当选通信号 VG 无效后,存贮在电容 C 上的电荷经 T1 的漏电阻缓慢放电,在放电的过程中, T2 可继续维持对热敏元电阻 R 进行加热,使得 R 在一帧的时间内温度基本保持稳定。本文讨论的图像电阻阵列就是基于以上基本单元组合而成的,其阵元数为 128 元×128 元。驱动控制器控制图像电阻阵工作的行信号有 128 个(VS1~VS128),每个行信号对应图像电阻阵的一行红外图像电阻阵单元,在各列选通时间内,点亮图像电阻阵中相应行上的像元,点亮的程度(即灰度的大小)由行信号的电压值决定,该系统的灰度等级设计为 256 级。

3 图像电阻阵驱动控制器的设计

3.1 图像电阻阵驱动控制器参数计算

首先计算图像数据传输速率,图像电阻阵的显示灰度要求为 256 级,且要求对其进行衬底校正,这样,驱动信号所用的每一位像素的 DA 数据就应该大于 8 位,而通信中一般以字节为单位,这就要求一个像素用两个字节 DA 数据进行控制,则通信数据量的计算表达式如式(1):

$$V = 128 \text{ 行} \times 128 \text{ 列} \times 200 \text{ 帧/s} \times 16 \text{ 位} = 52\,428\,800 \text{ bps} = 52.428\,8 \text{ Mbps} \quad (1)$$

而这 52.428 8Mbps 的传输速率完全是指有效数据的传输,若加上传输时协议的损耗,对传输速率的要求还将大于 52.428 8Mbps。这对于一个嵌入式计算机来说要求是很高的。为了减轻通讯压力,考虑传输中每一像素的 DA 数据仍然使用 8 位,而在驱动控制器内进行衬底校正,计算出需要的 DA 值,这样,通信速率的要求如式(2)所示:

$$V = 128 \text{ 行} \times 128 \text{ 列} \times 200 \text{ 帧/s} \times 8 \text{ 位} = 26\,214\,400 \text{ bps} = 26.214\,4 \text{ Mbps} \quad (2)$$

在加上协议开销及预留空间,通信速率的要求在 30Mbps 左右,这样实现起来将大大降低难度。

图像电阻阵驱动控制器的另一个关键参数是图像电阻阵的列扫描选通时间 T_c , T_c 的计算如式(3)所示:

$$T_c = \frac{1}{f_v \times N_c} = \frac{1}{200 \times 128} = 39.062\,5 \mu\text{s} \quad (3)$$

其中, $f_v = 200 \text{ Hz}$ 为帧频, $N_c = 128$ 为图像电阻阵总列数。

3.2 图像电阻阵驱动器组成结构

由图 2 可以看出,图像电阻阵驱动控制器主要

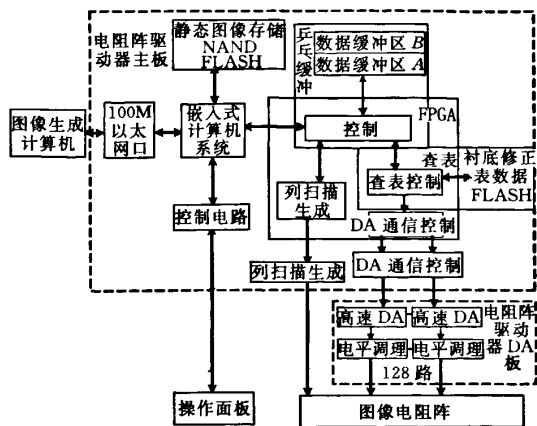


图 2 图像电阻阵驱动控制器结构图

由驱动控制器主板和 DA 板组成,驱动控制器主板由嵌入式计算机部分和 FPGA 部分组成,系统充分利用了嵌入式计算机的通信能力和控制能力以及 FPGA 的组合逻辑功能,实现了图像生成计算机与图像电阻阵驱动控制器之间的以太网通讯、面板操作控制、数据缓冲、查表控制、列扫描信号生成及 DA 数据高速传输功能。DA 板采用高速串行 DA 芯片,接收 FPGA 发送的高速图像数据及控制时序信号并生成图像电阻阵 128 路行驱动信号。

3.3 图像电阻阵驱动控制器的关键技术实现

3.3.1 图像数据的高速稳定传输的实现

3.1 节中介绍了图像生成计算机与图像电阻阵驱动控制器之间的图像数据传输速率计算,由式(3)计算可以看出,若直接传输修正过的图像数据,通信速率要求达到 52Mbps 以上。实现成像计算机与图像电阻阵驱动控制器之间的通信并达到此速率要求有两类方案可选择,一是开发专用的高速通讯板卡;二是利用成像计算机的通用 USB2.0 和 100 以太网等高速接口。方案一:开发专用高速通讯板卡在通信稳定性及准确性方面需要进行软硬件验证,对成像计算机系统硬件资源提出额外要求是必须的,此方案开发周期长成本高;方案二:无需对成像计算机硬件资源进行额外投资,有开发成本低,开发周期短,容易实现等优点。如在方案二的基础上添加图像数据的修正功能可以大大减轻系统的通讯压力,以下讨论是基于上述考虑展开的。

①方案二 100M 以太网技术的引入:图像电阻阵驱动控制器的通信要求除了 3.1 节给出的通信速率,还有通信距离的要求。由于 USB2.0 的通信距离不满足系统要求,根据系统要求经过实际测试,100M 以太网在通讯速率、通信距离和数据传输的正确性上满足系统指标要求,所以本方案选用了 100M 以太网接口。

②方案二乒乓缓冲技术的设计:采用 100M 以太网,保证了传输速率和数据正确性,但是传输的平稳性差,为了保证图像电阻阵驱动控制器数据流的平稳性,用两片 SRAM 在 FPGA 的控制下,实现乒乓缓冲,其工作流程为:输入数据流先缓存到第一片 SRAM 中,待第一片 SRAM 存满后,切换到第二片 SRAM,将输入的数据流缓存到第二片 SRAM 中。为了保证缓冲区的数据不会覆盖,在数据流缓存到第二片 SRAM 的过程中,开始从第一片 SRAM 中取数据,在此过程中 FPGA 输出一位忙信号,数据流写满第二片 SRAM,等待忙信号结束后,再对第一片 SRAM 进行数据写入,如此循环,就可以对输入数据进行缓存并能稳定地提供图像数据给 FPGA 进行数据格式转换处理。这里的数据格式转换指的是将以行为顺序生成的数据格式转换为系统需要的顺序发送格式。

③方案二衬底修正表的设计:系统要求屏的灰度要达到 256 级;由于图像电阻阵的离散性,还需要对图像电阻阵进行衬底修正,因此要求 DA 板的设计分辨率要达到 256 级以上。根据以上要求方案采用 12 位的 DA 芯片,由式(3)可知,图像数据传输速率要求为 52Mbps 以上,嵌入式计算机难于实现。如果传输中数据为 8 位图像数据,通过图像电阻阵驱动控制器修正将数据修正成 12 位 DA 数据,既降低了通信速率又满足了 256 级分辨率要求。通过分析,虽然图像电阻阵像元特性具有离散性,但是其特性可以认为是时不变的,可以设计合理的衬底修正表,通过查表计算衬底修正值。衬底修正表的数据组织结构如表 1。

表 1 衬底修正表的组织形式

A0~A7	0x00	...	...	0xFF
A8~A21				
0x0000	第 1 像素 0 灰度	...	...	第 1 像素 255 灰度
0x0001	第 2 像素 0 灰度	...	...	第 2 像素 255 灰度
...
0x3FFF	第 16k 像素 0 灰度	...	...	第 16k 像素 255 灰度

其中 A0~A7 为成像计算机传送的数据,A8~A21 为像素的编号,通过对传输数据的计数由 FPGA 生成,表中的数据为修正过的 12 位 DA 数据,并将此数据预先下载到衬底修正表存储器中。

采用查表法是根据像素地址和 8 位图像数据组合的综合地址,在衬底修正表中查出预先修正好的 12 位 DA 数据。从而降低了对通讯和实时计算的要求,达到了减轻通讯和实时计算压力的目的。此方法针对不同的图像电阻阵可以计算不同的衬底修正

表,提高系统的灵活性和可实现性。

3.3.4 高速行驱动信号的实现

行驱动信号需要 128 路 DA 输出,要在列选通时间内,完成行驱动信号的 DA 转换和电平调理。本方案中,选用高速串行 DA 芯片,其串行通信速率为 30Mbps,此芯片 DA 数据为 16 位,其中 12 位为数据,4 位为控制信号,这样主机板与 DA 板的总数据传输速率通过式(4)计算得到:

$$DA \text{ 传输速率要求} = \frac{128 \text{ 列} \times 16 \text{ 位}}{T_c} = 52.428 \text{ 8Mbps} \quad (4)$$

选用的 DA 芯片串行通信速率 30Mbps 明显达不到设计指标要求。DA 板设计的主要技术难点是如何实现 52Mbps 以上的高速输出的 128 路 DA 输出。为了实现满足设计指标要求的主机板与 DA 板的连接,本方案采用串行 DA 菊花链方式进行连接,总的数据传输速率为 DA 芯片的 30Mbps 数据传输速率。由于方案采用了奇偶行两路菊花链并行传输的方式,每路的传输速率要求为 26.414 4Mbps,方案设计的总传输速率明显达到了高速数据传输 52Mbps 以上的指标要求。

4 小 结

本文研究讨论了 128 元×128 元图像电阻阵的驱动控制方案,方案采用嵌入式计算机技术和 FPGA 技术设计实现了驱动控制器主板、选用高速串行 DA 芯片和合理的主机板与 DA 板的连接方式,实现了从图像生成计算机到图像电阻阵的高速数据传输和图像生成。方案采用技术对同类系统具有较高的参考价值。系统方案的特点归纳如下:

①采用 100M 以太网技术,保证了数据传输的快速性和准确性,接线方便,驱动能力强。

②采用 FPGA 和 SRAM 设计乒乓缓冲,保证了图像电阻阵控制器数据转化的平稳性。

③采用 FPGA 和 NOR FLASH 设计了查表系统,降低了以太网的通讯压力,同时可以对图像电阻阵进行衬底修正和非线性校正。

④采用高速串行 DA 芯片和合理的 DA 板与主机板的连接方式,达到了 52Mbps 以上的主机板与 DA 板的数据传输速率。

参考文献:

- [1] 沈剑雷. 基于 MOS-电阻阵列的动态红外热象生成系统[D]. 南京:南京理工大学硕士论文,2004.
- [2] 吴永刚,崔 彬. 基于 MOS——电阻阵列的红外动态图像生成系统[J]. 测控技术,1996,15(5):55-57.
- [3] 董言治,周晓东. 红外成像半实物仿真中景像投影方式的研究[J]. 激光与红外,2004,34(4):243-246.

图像电阻阵驱动控制器的设计

作者：[行增晖](#)，[姜建芳](#)，[苏少钰](#)，[沈益明](#)，[XING Zeng-hui](#)，[JIANG Jian-fang](#)，[SU Shao-yu](#)，[SHEN Yi-ming](#)

作者单位：[南京理工大学自动化学院, 江苏, 南京, 210094](#)

刊名：[火力与指挥控制](#)[ISTIC](#)[PKU](#)

英文刊名：[FIRE CONTROL & COMMAND CONTROL](#)

年，卷(期)：2008，33(9)

被引用次数：1次

参考文献(3条)

1. [沈剑雷](#) [基于MOS-电阻阵列的动态红外热象生成系统](#)[学位论文] 2004
2. [吴永刚](#), [崔彬](#) [基于MOS—电阻阵列的红外动态图像生成系统](#) 1996(05)
3. [董言治](#), [周晓东](#) [红外成像半实物仿真中景像投影方式的研究](#)[期刊论文]-[激光与红外](#) 2004(04)

引证文献(1条)

1. [朱岩](#), [苏德伦](#), [廖守亿](#), [张金生](#) [MOS电阻阵列驱动控制器设计](#)[期刊论文]-[红外技术](#) 2009(7)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hlyzhkz200809036.aspx

授权使用: 陕西理工学院(sxlgxy), 授权号: 657c8112-a176-4c3d-9124-9df20112ed50

下载时间: 2010年9月15日