

嵌入式系统上的视频采集子系统

师 青, 杨银堂

(西安电子科技大学 微电子所, 陕西 西安 710071)

摘 要:介绍了一种嵌入式系统上的视频采集解决方案,包括一个连接到 StrongARM SA-1110 平台的摄像头模块和 Windows CE 下的驱动程序。该系统采用 OV7620 彩色数字 CMOS 图像传感器,并使用 OV7620 的从设备工作模式,满足了 PDA 等嵌入式应用的集成度高、成本低、功耗低的要求。

关键词:嵌入式系统;图像传感器;驱动程序;ARM

中图分类号:TN919.85

文献标识码:A

文章编号:1005-3751(2006)01-0198-03

Video Capturing Module on Embedded System

SHI Qing, YANG Yin-tang

(Institute of Microelectronics, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: A video capturing solution on embedded system is presented in this paper, including a video-capturing module connected to StrongARM SA-1110 platform and a driver under Windows CE. The OV7620 color digital CMOS image sensor is adopted in this module. At the same time, the slave mode of OV7620 is used to meet the demand of high integrity, low cost and low power dissipation on embedded system.

Key words: embedded system; image sensor; driver; ARM

0 引言

随着人们对 PDA 等嵌入式设备上拍照、摄像功能要求的提高,一种适用于嵌入式系统的高集成度、低成本、低功耗的视频采集的解决方案就显得尤为重要。该系统将图像传感器集成到 StrongARM SA-1110 这个较高性能的 ARM 平台上,为了利用操作系统美观的界面和通用的文件系统等优点,在 Windows CE 下实现了其驱动程序,使得用户可以方便地预览、拍照并将照片存储成 BMP 位图。

1 图像传感器 OV7620 简介及配置

1.1 OV7620 简介

该系统选用 OmniVision 公司的 OV7620 彩色 CMOS 数字图像传感器。其主要特性有:支持 VGA, QVGA 等工作状态;最大分辨率为 640×480 ;彩色深度为 24 位;支持 16 位及 8 位并行数据线输出;支持 RGB 原始数据输出,数据格式为 GRB 4:2:2。具有自动曝光增益控制功能。具有主设备/从设备两种工作模式。工作时功耗小于 120mW,待机功耗小于 $10\mu W^{[1]}$ 。

1.2 OV7620 的配置

(1)OV7620 工作状态的配置。

OV7620 在上电或复位后需要进行工作状态的配置。比如选择 VGA 还是 QVGA,选择隔行扫描还是逐行扫描等等。

OV7620 在上电或复位后通过读取引脚状态配置工作状态。配置时用到的引脚与数字视频数据线复用。复位时,视频端口是高阻态,允许外部以上拉或下拉电阻方式设置工作状态。复位后经过 2048 个时钟周期,视频端口将开始正常的输出。

该系统将 OV7620 配置成从设备工作模式, QVGA 工作状态 (320×240), RGB 数据格式输出。

(2)OV7620 工作模式的选择。

OV7620 有主设备和从设备两种工作模式。其中,主设备模式要求外接 RAM 存储视频数据。而在从设备模式下,图像传感器所需的时钟信号要由 CPU 控制给出,视频数据存放在系统 RAM 中,占用了软件资源,节省了硬件。考虑到嵌入式应用对高集成度、低成本和低功耗的要求,该系统使用 OV7620 的从设备工作模式。故将 UV4/SLAEN 接高电平。

当工作在从设备模式时,外部主设备(即 ARM 开发平台)必须向 OV7620 提供以下时钟信号:

- 输入时钟信号 CLK。接到 OV7620 的 XCLK1 引脚。
- 行同步信号 HSYNC。接到 OV7620 的 CHSYNC 引脚。
- 场同步信号 VSYNC。接到 OV7620 的 VSYNC 引

收稿日期:2005-04-08

作者简介:师 青(1980—),男,山西太原人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统;杨银堂,教授,研究方向为 VLSI 设计与技术。

脚。

为了与内部计数器匹配,OV7620 要求 CLK, HSYNC, VSYNC 3 者必须满足如图 1 所示的时序关系。由图可见,一帧有 525 行,每行包含 429×4 个 CLK 时钟。

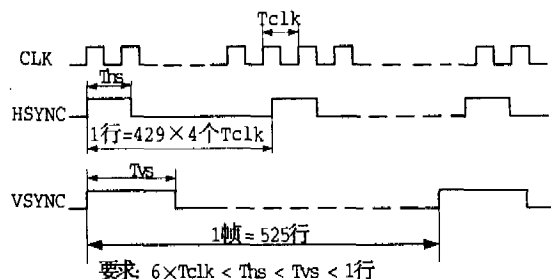


图 1 OV7620 从设备模式下的外同步时序

2 OV7620 与 StrongARM 平台的硬件连接

2.1 连接框图

图 2 右部是该系统使用的 StrongARM SA-1110 平台的框图,它包括一块 320×240 的 LCD 屏,一块触摸屏,32M 的 FLASH 和 32M 的 SDRAM,以及一块用于扩展逻辑的 CPLD。SA-1110 的系统总线接入了该 CPLD。

由于该子系统希望集成到原有的 ARM 平台上,故将其之间连接到了系统总线上。这样做带来的好处是数据传输速率高^[2]。

图像传感器 OV7620 与 ARM 平台的接口原理框图如图 2 所示。图 2 中左方是 ARM 平台外扩展的摄像头模块,由 OV7620 及 2 片 74244 组成。

需要注意的是,OV7620 不提供 CS 或 OE 控制引脚,视频数据总线总是呈现输出态。为了将 OV7620 和 ARM 平台系统总线连接,需要三态门 74244 进行隔离。OV7620 的数据总线 Y7Y0 及 UV7UV0 通过两片 74244 连接到 SA-1110 的数据总线上。这里的 74244 起到片选导通和驱动缓冲的作用。

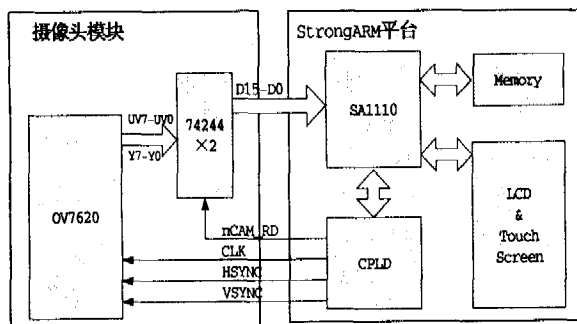


图 2 OV7620 与 ARM 开发平台接口原理示意图

在图 2 中: nCAM_RD 是 74244 的输出允许信号; CLK 是 OV7620 的系统时钟输入信号; HSYNC, VSYNC 分别是 OV7620 的行、场同步输入信号。这 4 个控制信号是由 ARM 开发平台上的 CPLD 产生的。

2.2 用 CPLD 产生 OV7620 的控制信号

对于图 2 中所示的摄像头模块读选通信号 nCAM_RD 可以用 SA-1110 的片选信号、地址信号和读写信号

通过组合逻辑产生。

例如, nCAM_RD 信号可满足这样的逻辑表达式:

$$!nCAM_RD = !(SA_RD_nWR \& !SA_CS2n \& (SA_ADDR == 0x28))$$

这样,摄像头模块读选通信号分配的地址为 $0x1000, 0028$ 。

用类似的方法可以产生 CLK 信号。并为其分配地址为 $0x1000, 002C$ 。

为了实现 OV7620 所要求的时序(如图 1 所示),可以在 CPLD 中使用计数器来控制 HSYNC 和 VSYNC 的周期和占空比。计数器的模分别为 1716 和 900900。为了防止 CLK, HSYNC, VSYNC 由于意外原因产生同步错误,增强系统可靠性,为计数器增加了清零信号 SYNC_CLR,用于在每帧开始前对计数器清零。SYNC_CLR 用锁存器实现,由软件控制。

3 读取图像数据的软件原型

3.1 OV7620 的数据输出时序

当 OV7620 工作于 QVGA 状态,并使用 16 位数据格式时,其输入时钟 (CLK)、像素输出时钟 (PCLK) 及数据输出 ($UV < 7..0>, Y < 7..0>$) 的时序关系如图 3 所示。

由图 3 可知: PCLK 是 CLK 的 4 分频。每 4 个 CLK 脉冲,传感器输出一个像素数据。

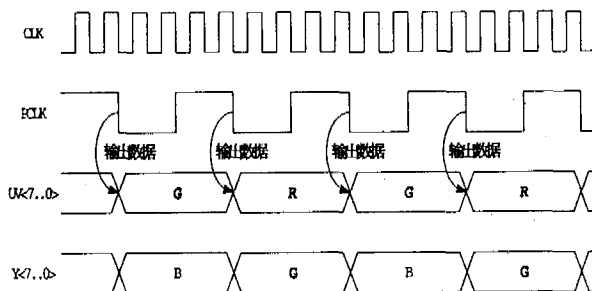


图 3 CLK, PCLK 及像素数据时序

3.2 图像数据格式分析

当把 OV7620 配置成 QVGA 逐行 16 位输出模式时,其数据输出格式如图 4 所示。

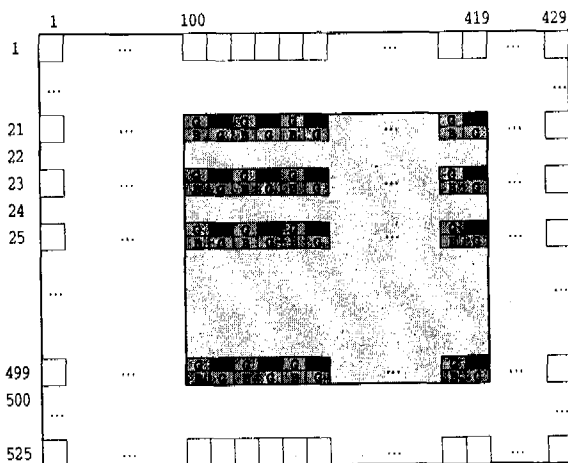


图 4 数据帧格式

在图 4 中,一帧数据由 429 列(525 行)个像素组成,有效数据为 320 列×240 行。每个像素占用两个字节,分别表示 G,B 或 R,G。白色表示无效数据字节(其值恒为 0x10)。

可以看出,在从 21 行到 500 行的 480 行中,奇数行包含有效数据,偶数行全是无效数据。因此,每帧有 240 行有效数据。且包含有效数据的行中,每行包含 320 个像素。

对于每行中连续的 320 个有效像素,其格式如图 5 所示。每个像素由两个字节构成。高字节表示的数据依次是 G,R,G,R...;低字节表示的数据依次是 B,G,B,G...。即每两个像素点中有 2 个 G,1 个 B,1 个 R。

Pixel#	1	2	3	4	319	320
高字节	G	R	G	R	G	R
低字节	B	G	B	G	B	G

图 5 一行有效数据的格式

3.3 基本读取方法

OV7620 的 CLK 信号可以用软件实现,即连续 4 次向 D 触发器写 1 和 0,然后读取摄像头模块的图像数据并进行循环控制。由于每次发完 4 个脉冲后执行其它指令要占用时间,因此,4 个脉冲之后有一段较长的低电平时间。

获得一帧图像的时间主要取决于 CLK 的周期。我们希望缩短 CLK 的周期,以减小图像数据采集时间。通过设置 SA-1110 的静态存储器控制寄存器(MSC),可以缩短 SRAM 写信号时间^[3]。

但是,如果相邻两次写 SRAM 的时间过短,那么可能造成 CLK 的波形不稳定。通过实验,将 CLK 的周期减小为 200ns,在数据读取速度和稳定性之间做到了最好的折衷。此时,CLK 与 nCAM_RD 的时序如图 6 所示。

为了加快采集帧率,可以在 CPLD 中利用 nCAM_RD 由硬件产生 CLK。

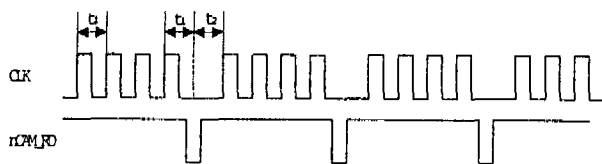


图 6 软件方法产生 CLK 时序图

4 Windows CE 下用户空间的驱动程序的实现

为了利用 Windows CE 操作系统美观的界面和对文件系统良好的支持,在该操作系统下实现了摄像头的驱动程序。该系统的驱动程序在用户空间实现。

4.1 软硬件接口及在 Windows CE 下对物理地址的访问

应用程序通过 nCAM_RD, SYNC_CLR 等端口控制摄像头模块,以获取图像数据。

在 Windows CE 中,要在用户空间访问物理地址,可以采用下面的方法:

先使用 VirtualAlloc() 函数分配一段虚拟地址空间,然后使用 VirtualCopy() 函数将得到的虚拟地址与要访问的物理地址绑定起来。以后,对该虚拟地址的访问就是对绑定的相应物理地址的访问。以 nCAM_RD 信号为例,给出实现代码:

```
v_pCAMRD = (volatile unsigned int *)
```

```
VirtualAlloc(0, 0x80, MEM_RESERVE, PAGE_NOACCESS);
```

```
VirtualCopy((PVOID) v_pCAMRD, (PVOID) (0x10000000/256), 0x80, PAGE_READWRITE | PAGE_PHYSICAL | PAGE_NOCACHE);
```

```
v_pCAMRD += 10;
```

```
int a = *v_pCAMRD;
```

4.2 数据采集

采集图像数据时,只需连续读摄像头模块 225225 次,就可以取得一帧图像数据。为了系统的鲁棒性,在读取之前先使行场信号同步。

采集到的图像数据被保存到开辟的原始数据缓冲区,其大小为 225225 字节。

采集数据的程序片段为^[4]:

```
SyncCLR();
```

```
for (i=0; i<225225; i++)
```

```
{ *p++ = *v_pCAMRD;
```

```
//p 指向原始数据缓冲区
```

4.3 数据处理及显示

●在应用程序初始化时需要执行以下初始化操作:

(1)调用 API 函数 CreateDIBSection() 创建一个设备无关位图,其句柄为 hBitmap。并得到一个指向某一变量的指针 ppvBits,该变量用于接收一个指向位图数据开始处的指针。

(2)调用 API 函数 CreateCompatibleDC() 创建一个与当前设备环境兼容的内存设备环境。

(3)调用 API 函数 SelectObject() 将第 1 步中创建的设备无关位图 hBitmap 选入内存设备环境中。

●显示图像时,需要进行以下处理:

(1)将原始数据各像素点的 R,G,B 分量值分别填入到 hBitmap 所指向的位图的对应数据区,该数据区首地址为 *ppvBits 所指地址。

(2)调用 API 函数 BitBlt() 将内存设备环境复制到视频缓冲区。需指出:源设备环境中的彩色格式与目标设备环境中的彩色格式不同,但 BitBlt() 会自动转换彩色格式^[5]。

当需要显示动态图像时,只需循环调用上述采集、处理、显示过程。

5 结束语

通过对 OV7620 彩色数字 CMOS 图像传感器相应控

(下转第 203 页)

3 智能建筑物业管理系统 (IPMS) 的设计

IPMS 主要由: 物业浏览、空间及房产管理、住户管理、收费管理、设备管理、安全管理、环境管理和智能卡管理等模块组成。系统以 Internet/Intranet 技术、TCP/IP 协议为基础, 采用 B/S 结构, B/S 是一种跨平台一点对多点或多点对多点的应用软件结构^[5], 并运用 Active X 组件技术、VB 和后台数据库进行动态的交互, 实现物业管理信息的传递和共享, 系统同时采用 IIS 服务器的安全套接层 SSL 对所有文件进行加密处理, 在网络层利用包过滤技术, 检查所有进入网络的信息, 将不符合预先设定标准的数据剔除, 从而为 IPMS 的网络化、信息化和自动化提供信息数据基础。系统对不同使用者将赋予不同的访问权限, 使不同级别的用户只能访问与其使用级别相应的软件模块。另外, 系统还能记录访问者的身份号和操作时间, 以此保证系统的操作安全。上述系统一方面可为物业管理公司提供通过网络发送物业管理的通知; 另一方面也可为用户通过网络实现物业报修和投诉, 对用户 3 表(电表、水表、热表)数据和其它收费数据实现网上查询、网上交费。系统为物业管理智能化提供了方便, 同时也为物业管理公司通过网络实现远程对多个异地物业楼盘管理提供了可能。

上述系统中的数据处理分为两个层次。一是利用系统中的基础模块完成对用户档案、大楼空间及房产、环境等基础数据的管理; 二是将楼宇设备自动化(BA)、综合保安(SA)、火灾报警(FA)等系统内与物业管理密切相关的数据加以收集、存储, 并利用办公自动化和通讯网络系统把上述两大类数据类型一并纳入 IPMS 的后台数据库(SQL Server)中, 使它们相互交互。具体地说就是把 BA, FA, SA 及门禁等系统中与物业管理密切相关的数据(机电设备运行时间、能量消耗数额、设备运行正常与否等)在 IPMS 中加以关联(见图 2), 并结合数据挖掘和数据融合技术, 从中筛选有用数据以生成各类图文和数据报表(如设备故障率、火灾发生率、大楼各出入口的人流量等)发送至各物管部门, 让管理部门的工作人员在任何位置都可对每个系统

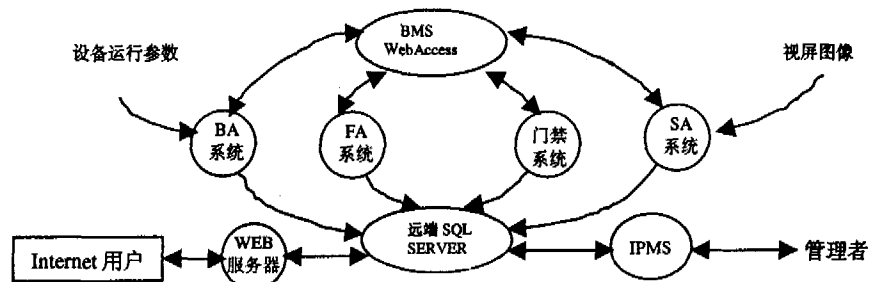


图 2 IPMS 数据流图

的运行状况了如指掌, 并充分了解整个大楼的运行情况, 从而提高管理水平, 并降低物业管理的运行费用。

4 结束语

利用 WebAccess 对智能楼宇中几大系统的集成, 不但在 BMS 层面上实现了对楼宇设备运行的实时监控, 而且还利用了 WebAccess 自身提供的完善数据库接口能力(ODBC), 将 BMS 层面收集到的各种设备运行时间、能量消耗等与物业管理密切相关的数据通过该接口传送到 IPMS 的后台第三方数据库系统中, 如: SQL, ORACLE 等, 并结合 IPMS 中各基本管理模块(房产及空间、住户、收费、设备、安全、环境、智能卡等)完成对整个楼宇的物业管理, 最终使 BMS 和 IPMS 有效地融为一体, 成为一个功能强大的智能建筑物业管理软件, 从而摆脱了大量的人工烦琐劳动, 为整体提高楼宇的物业管理水平提供了可能, 最终使投资者获得尽可能大的投资回报率, 并为用户提供了舒适、安全、便利的工作环境。

参考文献:

- [1] 刘国林. 建筑物自动化系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 李 林. 智能大厦系统工程[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [3] 周 原. 智能建筑的 BA 系统远程实时监控与管理[J]. 工业控制计算机, 2003(6): 53-54
- [4] 柏元网控信息技术公司. Broadwin WebAccess 产品使用手册[Z]. 2003.
- [5] 诸建华. 集成管理系统在智能建筑中的应用[EB/OL]. 智能建筑服务网 www.chnibs.com, 2002-11-27.

(上接第 200 页)

制信号的分析, 设计了用 CPLD 可编程器件产生图像传感器控制信号的方法, 在 StrongARM SA-1110 平台上采用 Windows CE 操作系统, 实现了对 OV7620 数据采集的驱动程序, 并将静态图像存储为 BMP 格式。

为了使图像占用更少的存储空间, 可以将 BMP 位图转换为 JPEG 格式存储。另外, 还可以使用 MPEG 格式压缩存储一定时间的视频。这将是下一步科研开发面临的问题。

参考文献:

- [1] OmniVision 公司. OV7620 Product Specifications[EB/OL]. <http://www.ovt.com>, 2000.
- [2] 马忠梅, 马广云, 徐英慧, 等. ARM 嵌入式处理器结构与应用基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [3] Intel. Intel StrongARM SA-1110 Microprocessor Developer's Manual[EB/OL]. <http://www.intel.com>, 2001.
- [4] 杜春雷. ARM 体系结构与编程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [5] Boling D. Microsoft Windows CE 程序设计[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.