

文章编号:1007-2780(2010)01-0085-05

基于 DisplayPort 接口的显示设备设计

陈卫东

(中国长城计算机深圳股份有限公司,深圳 518108, E-mail:chen.weidong.12@hotmail.com)

摘 要: 介绍了 DP 显示设备的设计技术,提出相关的设计技术、模块结构、开发 OSD 菜单功能的数据类型以及实现软件功能的有关算法。研究和开发了相应的软件和硬件设备,实现了自动调整算法。此外,提出了使用多功能软件开关选择与电路相匹配的配置,通过 RS232 或者 I²C 通信通道可修改设置,提高软件的灵活性。所开发产品通过各项测试符合设计规格,表明 DisplayPort 技术能获得更好的显示效果。

关 键 词: 显示端口;图像处理;控制;解码

中图分类号: TN873 **文献标识码:** A

Design of Display Device Based on DisplayPort Interface

CHEN Wei-dong

(China Greatwall Computer Shenzhen Co., Ltd., Shenzhen 518108, China, E-mail:chen.weidong.12@hotmail.com)

Abstract: Design technology of display device based on DisplayPort interface was proposed in this paper. The paper proposed the design technology, module structure, data type and arithmetic. The software and hardware were studied and developed, and the auto align arithmetic was implemented. Furthermore, the paper proposed the multifunction software, which can config the selection to match with hardware. The config of display device can be modified by RS232 or I²C communicate channel, it improved the flexibility of the software. The test results show that it meets the design specification. It is proved that developer can get better display effect to use DisplayPort technology.

Key words: display port; image processing; control; decode

1 引 言

目前,高清晰多媒体接口(High Definition Multimedia Interface, HDMI)凭借支持音视频输出、提供足以播放 1 080p 高清节目的带宽等优势,进入家电和 PC 领域。不过, HDMI 的普及之路才开始,另一种功能更强、带宽更大的新型接口 DisplayPort 也已面世。

2006 年 5 月, VESA(视频电子标准组织)正式发布了 DisplayPort 1.0 标准。2009 年公布了

DisplayPort 1.2 标准。DisplayPort 可应用在 PC、消费电子(如电视、DVD 等)等产品上,具有以下几方面优点:

(1) DisplayPort 兼容 HDMI。

(2) DisplayPort 拥有带宽优势。从 VESA 所给的资料来看, DisplayPort 接口拥有 10.8 Gbit/s 的带宽,可以很轻松地支持 2 560×1 600 这样的超高分辨率,而当前 HDMI 最高的 1.3 版本仅为 10.2 Gbit/s。

(3) DisplayPort 可以降低设计和制造成本。

收稿日期: 2009-01-25; 修订日期: 2009-11-27

基金项目: 中国电子集团长城科技科研项目(No. CGC200812006)

作者简介: 陈卫东(1970—),男,福建福清人,博士研究生,高级工程师,主要研究方向:显示技术,多媒体技术。

DisplayPort 可以直接驱动液晶面板进行显示,精简了 LVDS 转换电路,节省了厂商的制造成本。

(4)DisplayPort 是免费的,这是 DisplayPort 的最大优势,而 HDMI 则需要交年费、设备测试费等。

对此,本课题研究 and 开发了 DisplayPort 显示系列产品,提出相关的设计方案和算法,实现了高分辨率、带音频的图像数据接口技术。

2 关键技术

2.1 芯片组提供的性能特征

设计方案采用意法半导体公司的 STDP602x、STDP603x 芯片和外围处理芯片(闪速存储器、VGA EDID 存储芯片、HDMI EDID 存储芯片等)、音频处理芯片组(DP 音频数模转换器 PCM1754、音频功率放大器 TDA7496、DP 伴音或 PC 输入音频多路复用器/多路解复用器 CD4052B)构成芯片组,再匹配其他外围元器件、电源电路、显示屏等构成一个完整的 DP 显示设备。

STDP602x、STDP603x 芯片支持 DP1.1 版的标准。芯片组提供的性能特征如下:

(1)兼容 HDMI1.3 接收器,向下兼容 DVI 信号;

(2)10 位的视频 ADC,适用于混合视频或者 PC 图像模拟信号捕获,支持最高分辨率为 1 080 p 的视频或 WUXGA 分辨率;

(3)提供对 PC 模拟输入的自动图像调整;

(4)单芯片 HDCP Key 的功能;

(5)可编程的缩放功能;

(6)在色彩处理方面,具有图像增强功能,是真正的 10 位处理,支持深度彩色;

(7)单芯片的 OSD 控制器;

(8)内核使用 Intel x86 兼容的微控制器;

(9)SPI 接口,芯片具有外部串行闪速存储器接口,可存储编程固件、系统配置数据;

(10)DDC 控制器,用作主机接口;

(11)脉宽调制信号,用作背光、音频音量等功能控制;

(12)能量频谱管理。

2.2 引导指令(bootstrap)配置

在硬件复位期间,在 RESETn 引脚的上升沿,引导指令引脚的逻辑高电平或低电平配置状态被锁存并存储。在引导指令引脚接 4.7 k Ω 的

上拉或下拉电阻,以表示逻辑“1”或“0”。

状态,引导指令操作必须有外部的上拉或下拉电阻保证。STDP602x 有 14 个引导指令引脚,其功能有晶体振荡器选择、参考时钟选择、异步通信开关、SPI(串行外围接口)选择、I²C 通信开关、I²C 的设备码选择(通过 3 个引脚的组合,可选择 8 种设备码)、微处理器从内部或外部 ROM 引导等等。

2.3 DiaplayPort 数据格式

DiaplayPort 接收器译码连续的 24 位音频和 30 位视频数据流。DiaplayPort 接收器的物理接口由 4 个主干道、1 个辅助通道和 1 个 HPD 输出信号组成。

主干道传输单向、AC 耦合、两个端的成对差分数据。音频、视频流通过主干道接收。STDP602x 支持两个位速率:每个干道 2.7 Gbit/s(也称“高的位速率”)和每个干道 1.62 Gbit/s(也称“低的位速率”和“减低的位速率”)。在和发送器谈判之后,接收器锁定一个位速率。

DiaplayPort 辅助通道传输一组双向、AC 耦合、两个端的成对差分数据。它可以以 1 Mbit/s 的速率发送和接收数据位。辅助通道用于链接管理和设备控制。STDP602x 的辅助通道处理以下的功能:链接训练、辅助通道交流和 I²C 通信。

HPD 是热插拔检测信号线,HPD 信号用作终端设备的中断请求信号。在接收器不活动期间,HPD 线处于一个有效低电平状态。一旦接收器设备准备接收来自 DisplayPort 的数据,它设置 HPD 信号为逻辑高电平状态,向源设备指示接收器准备通过 DisplayPort 接收数据。当接收器准备中断数据时,它立即把 HPD 输出信号拉到有效低位,然后拉回高位。

DiaplayPort 兼容 HDCP1.3 的标准。

2.4 数字音频发送器

提供 I²S 发送器和 SPDIF 发送器,用于直接驱动音频 DAC/放大器或者输送音频数据流到主显示控制芯片。DiaplayPort 的音频流从视频流分离出来,盘路到音频发送器。芯片组支持的 I²S 的音频采样范围为 32~192 kHz。每个数据的音频位分辨率为 16~24 位。SPDIF 发送器可以输出 IEC60958 和 IEC61937 音频流。

2.5 智能图像处理

缩放引擎使用先进的第 3 代多抽头算法、非线性引擎,使用 FIR 过滤器技术,几乎可以把

任何的输入分辨率缩放成任意的输出分辨率,其变化范围从缩小一半到 256 次迭代扩展。缩放算法是高度可配置的,可选项为水平和垂直方向同时使用不同方法计算。此外,还提供可编程的锐利度算法,以增强图像的效果。

2.6 输出信号格式

芯片组提供 2 种输出信号:DP 格式和 LVDS 格式。根据显示屏接口种类的不同,图像处理芯片编码和处理视频信号后,可以用 DP 格式或者 LVDS 格式输出数据到显示屏^[2-4]。

2.7 模块结构

DisplayPort 显示设备的各个模块结构如图 1 所示。

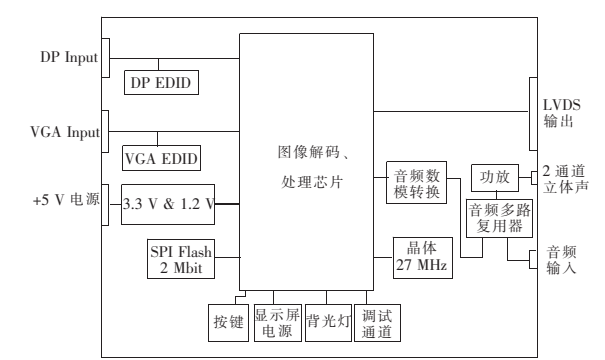


图 1 DisplayPort 显示设备的各个模块结构

Fig. 1 Module structure of DisplayPort display device

3 软件设计的有关模块及算法

3.1 OSD 菜单及调整功能模块

包含按键 ADC 检测、人机界面、功能调节、状态转换(无同步信号、未插信号线、输入超频信号、输入模式切换)、电源管理(节电状态、开机/关机状态)。使用开发工具 Workbench 来实现各项功能。Workbench 提供图形处理界面,开发人员可根据 OSD 的结构,做出调整菜单图,并且链接对应的调整功能。

3.1.1 常用数据类型定义

- Dialog:对话框。
- Tile: OSD 显示的像素点阵范围。
- BitmapButton:位图图标按钮。开发人员可以分别定义该图标被选择/不选择时的颜色。
- InvisibleState:定义不可见状态。可以把一个子菜单放入此状态下,在此状态下定义需要执行的操作指令。

TextButton:文本按钮。显示文本的选择项。该按钮可以显示被选择/不选择时的两种颜色。

SliderButton2Bpp:显示调节滑动条。范围从 0%~100%变化。

LongValueButton:显示调整值。

ThreeColorBitmapButton:三色位图图标按钮。可定义该选项被选择/不选择/禁止时的颜色。

ThreeColorTextButton:三色文本按钮。可定义文本选项被选择/不选择/禁止时的颜色。

StaticText:显示静态文本内容。只有单一的色彩属性。

3.1.2 OSD 功能

屏幕菜单的内容十分丰富,可提供 VGA、HDMI、DisplayPort 输入信号的切换,亮度、对比度调整,画面位置调整,色温、多国语言选择,色彩引擎功能选择,OSD 位置调整,音量调整,相位时钟调整,动态对比度,宽屏显示与普通显示换面切换等功能。

3.1.3 色彩引擎

色彩引擎包括以下功能:三维色彩管理、对比度控制、可编程的色彩空间转换矩阵、视频窗口、可编程的 Gamma 查找表。

3.1.4 工厂模式菜单

工厂模式用作出厂前的功能调整。包含预设的暖色温和冷色温调整、软件的功能配置开关选项。

3.1.5 多功能选择配置

该显示设备的软件集成多种功能,包括输入信号类型、有无音频输入功能、多国语言、LED 单灯/双灯、5 键/7 键的按键、高亮菜单功能、动态对比度、HDCP、HDMI 等功能选择。以上的每一个功能由软件设置开关标志位,可在生产时做出打开或者关闭的选择。若干个机型具有不同功能的显示器可以共用一个软件,而只需在生产时在工厂模式设置以上的多功能开关。改变设置可以通过 RS232 或者 I²C 通信通道,从 PC 发送修改设置的指令,待调整的显示设备接收指令后,执行相应操作,并且保存设置。以上方法减少了软件开发和验证的周期,加速了开发的进度,提高软件的灵活性。

3.2 设备驱动模块

设备驱动模块包括 DP 音频解码的自动检测处理、视频解码、模式检测和识别、设置输出图像、

接收外部命令的语法分析、DDC-CI 通信命令集、各种中断(定时中断、外部中断、串行中断)的设置和调用、Gamma 校正功能、I²C 通信、色彩的抖动(dither)算法、芯片内置 EDID 方式处理、装载和保存设置参数等。

3.3 同步处理

(1)行同步的计算

HS_FREQ 报告在 4 个行同步脉冲内计算的参考时钟周期数。这样,行同步可以从计数值中用如下公式计算:

$$Hsync_Freq = (4 \times reference_clock_frequency) / HS_FREQ_Count \tag{1}$$

(2)场同步的计算

场同步的周期,可通过计算一场内的行同步周期数获得,公式如下:

$$Vsync_Freq = Hsync_Freq / VS_FREQ_Count \tag{2}$$

当 $t=0$ 时, $Sum0 = \sum(i=0, maxrow) \sum(j=0, maxcol) abs(V(i, j) - V(I, j+1))$

当 $t=1$ 时, $Sum1 = \sum(i=0, maxrow) \sum(j=0, maxcol) abs(V(i, j) - V(I, j+1))$

.....

当 $t=63$ 时, $Sum63 = \sum(i=0, maxrow) \sum(j=0, maxcol) abs(V(i, j) - V(I, j+1))$

$MaxSum = Max(sum0, sum1, \cdots, sum63);$

$Bestphase = MaxSum$ 对应的时间点 t 。

也可先求出最差点: $MinSum = Min(sum0, sum1, \cdots, sum63);$

然后计算 $Bestphase = MinSum$ 对应的时间点 t + 半个周期。

4 自动调整

本设计方案提供以下几个自动调整功能:

(1)几何画面的自动调整

调整输入信号的几何画面,根据信号的频率、边沿,自动计算画面的大小和水平垂直位置,获得最佳的显示效果。

(2)AutoColor

自动色彩校正。校正模拟输入信号的基准电平和增益范围,在此基础上,才能进行白平衡色温调整。

(3)sRGB

设置标准的 RGB 色彩。sRGB 是 Microsoft

3.4 RGB 域色彩调整

$R = \{R-Rblack(-128 \sim 127)\} \times Rcontrast$
 $(0 \sim 2) + Rbrightness(-128 \sim 127);$

$G = \{G-Gblack(-128 \sim 127)\} \times Gcontrast$
 $(0 \sim 2) + Gbrightness(-128 \sim 127);$

$B = \{B-Bblack(-128 \sim 127)\} \times Bcontrast$
 $(0 \sim 2) + Bbrightness(-128 \sim 127)^{[5-9]}$

3.5 自动调整相位的算法

计算一个像素时钟内的最佳采样点。首先把一个时钟周期分成 64 等份,分别以这些点作为起始点,计算一个输入帧(所有行的)所有相邻两个输入采样信号值的差的绝对值的累加和。当累加和的值最大时,对应的时间点即为最佳采样相位。当累加和同时有几个最大值时,也可以计算累加和的最小值(对应于最差采样点),最差采样点加上半个时钟周期,即为最佳采样相位。

等公司合作开发的标准,它可以使不同设备显示或输出(如打印机、扫描仪、显示器等)的图像色彩保持统一。

(4)xvYCC 的色彩调整

在 HDMI 端口下,输入的信号为 YCrCb422、YCrCb444 格式时调节色彩。xvYCC 色域标准能表现更大的色彩空间范围,可达到“Munsell Color Cascade”中所规定的色彩,实现 100% 的再现。

5 结 论

介绍了 DP 显示设备的设计技术,包括电路结构及软件的实现方案、算法。研究了自动调整算法和多功能软件配置。设计方案通过了 MTBF 寿命试验、可靠性测试及兼容性验证,可以兼容各种 DisplayPort 输出设备,产品符合 DisplayPort 标准的要求。在微处理器控制下,DisplayPort 接口显示设备能高效处理来自各种多媒体产品的信号格式,达到更好的显示效果。

参 考 文 献:

[1] 孙雷. HDMI 成过渡产品? DisplayPort 优势分析. 中关村在线[EB/OL]. [2007-09-20]. <http://lcd.zol.com.cn/65/655250.html>.

[2] ST Product Workgroup. STDP602x Triple input LCD controller for WSXGA+ and XUXGA applications [EB/OL]. [2009-01-10]. <http://www.st.com/stonline/products/literature/bd/15270/stdp6026.pdf>.

[3] 王飞,靳桅,邬芝权. LED 大屏幕输出电路的优化设计 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(1):102-105.

[4] 尚江龙,张玉杰. 基于 SN8P2308 微控制器的液晶显示接口设计 [J]. 液晶与显示, 2007, 22(5):629-633.

[5] 陈卫东. 液晶电视接收机的研究与实现 [J]. 现代显示, 2009, (4):57-61.

[6] 孙小斌,徐征,刘敬伟,等. LED 背光液晶显示器的色彩管理及其特征化方法研究 [J]. 液晶与显示, 2007, 22(5): 603-606.

[7] 张鑫,王晖,曹源,等. 一种用于色彩量化的调色板快速检索算法 [J]. 计算机应用, 2006, 26(11):2698-2700.

[8] 杨天武,彭强,邓云,等. 一种基于率失真优化的关键参考帧选择算法 [J]. 电子学报, 2006, 34(7):1241-1245.

[9] 陈宏,张伟,陆建华. 数字电视同频转发器在补点覆盖中的应用 [J]. 电视技术, 2007, (3):71-72.



SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

说明:1. 圆括号中的名称是它前面的名词的同义词。

2. 无方括号的量的名称与单位名称均为全称;方括号中的字,在不致引起混淆、误解的情况下可以省略;去掉方括号中的字即为其名称的简称。