

Camera Link 协议和 FPGA 的数字图像信号源设计

王小艳, 张会新, 孙永生, 杨倩

(中北大学, 山西 太原 030051)

摘要:介绍一种基于 Camera Link 协议和 FPGA 设计数字图像信号源的方法。该设计将图像数据和接口信号转换成与 Camera Link 协议相匹配的低压差分信号(LVDS)进行传输。提高了信号的传输距离和精度,为图像数据采集装置的测试提供了可靠的信号源。阐述了图像信号源的设计思想与电路结构,最后简述了在实际中的应用。该信号源已经成功应用于某弹载地面测试系统中。

关键词:图像信号源; Camera Link; FPGA

中图分类号: TN911

文献标识码: A

文章编号: 1006-6977(2008)07-0059-03

Design of numeral picture signal source based on Camera Link standard and FPGA

WANG Xiao-yan, ZHANG Hui-xin, SUN Yong-sheng, YANG Qian

(North University, Taiyuan 030051, China)

Abstract:This paper introduces a kind of method to design the numeral picture signal source,that is based on Camera Link protocol and FPGA.The picture data and interface signal are converted to low voltage differential signaling(LVDS) matching the Camera Link standard to transmit.This method can enhance the signal transfers distance,precision and offer the trustiness signal source to picture data acquisition system.It elaborates the design and circuit structure of picture signal source.In the end,it elaborates its actual application.This signal source has already been applied to a ground testing system.

Key words: picture signal source; Camera Link; FPGA; LVDS

1 引言

目前,各种图像设备已广泛应用到航空航天、军事、医疗等领域。图像信号源作为地面图像采集装置测试系统中的一部分,其传输方式及信号精度都是影响系统性能的重要因素。由于图像信号的传输速率高,数据量大,在传输过程中,其精度和传输距离易受影响。为了提高信号传输距离和精度设计了由 FPGA 内部发出图像数据,并通过 FPGA 进行整体时序控制;输出接口信号转换成符合 Camera Link 标准的低电压差分信号(LVDS)进行传输。该图像信号源已成功应用于某弹载记录器的地面测试台系统中。

2 Camera Link 接口及图像数据接口信号

Camera Link 标准是由国家半导体实验室(National Semiconductor)提出的一种 Channel Link 技术标准发展而来的,该接口具有开放式的接口协议,使得不同厂家既能保持产品的差异性,又能互相兼容。它在传统 LVDS 传输数据的基础上又加载了并转发送器和串转并接收器,可在并行组合的单向链路、串行链路和点对点链路上,利用 SER/DES(串行化/

解串行化)技术以高达 4.8 Gb/s 的速度发送数据。Camera Link 标准使用每条链路需两根导线的 LVDS 传输技术^[1]。驱动器接收 28 个单端数据信号和 1 个时钟信号,这些信号以 7:1 的比例被串行发送,也就是 5 对 LVDS 信号通道上分别传输 4 组 LVDS 数据流和 1 组 LVDS 时钟信号,即完成 28 位数据的同步传输只需 5 对线,而且在多通道 66 MHz 像素时钟频率下传输距离可达 6 m。

Camera Link 是在 Channel Link 的基础上增加了一些相机控制信号和串行通信信号,定义出标准的接头也就是标准化信号线,让 Camera 及影像卡的信号传输更简单化,同时提供基本架构(Base Configuration)、中阶架构(Medium Configuration)及完整架构(Full Configuration)三种^[2];基本架构属单一 Camera Link 元件,为单一接头;中阶架构属双组 Camera Link 元件,为双组接头;完整架构属三组 Camera Link 元件,为三组接头。

传输数据时使用的视频同步信号固定不变,分别为:

帧同步信号 FVAL:当 FVAL 为高电平时,正输出一帧有效数据;行同步信号 LVAL:当 LVAL 为高电平时,正输出一个有效像元行(在两个有效像元行中间,LVAL 会跳过几个无

收稿日期:2008-05-19 稿件编号:200805014

作者简介:王小艳(1983-),女,硕士研究生。研究方向:微系统及集成技术。

效的像素点,可在实际应用时设定跳过的像素点数^[9];数据有效信号 DVAL;当 FVAL 和 LVAL 为高时,DVAL 为高电平,正输出有效的数据;SPARE 为备用信号。

设计中使用了 FVAL 和 LVAL 信号,当 FVAL 和 LVAL 信号都为高电平时,图像信号源数据在像素时钟信号 PIX-CLK 的控制下依次发送。其接口信号时序如图 1 所示。

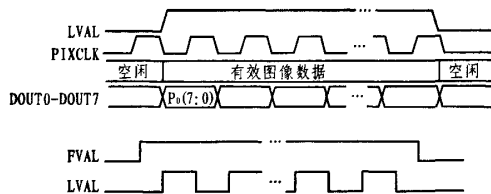


图1 Camera Link 协议信号传输时序

3 图像信号源的设计实现

3.1 设计方案

检测图像数据记录装置性能、图像信号源的标准图像生成有两种方法。一种是用 FPGA 直接生成信号,输出图像为 0~255 的灰度值图像;另一种是通过上位机软件下载图像到信号源中,FPGA 产生视频同步信号和进行整体逻辑控制。

设计中采用了 FPGA 与 Camera Link 接口器件 DS90CR-285 相结合的方案,其图像信号源数据、像素时钟信号及视频同步信号由 FPGA 内部模块产生,经过 DS90CR285 器件转换成 LVDS 信号,接收端使用配套器件 DS90CR286 进行解调。考虑到 FPGA 的现场可编程特性,使用灵活方便,能够降低硬件电路设计难度。

所以,该方案选择 FPGA 作为主模块。Camera Link 接口器件 DS90CR285 是专用电平转换器件,能将 28 位 CMOS/TTL 电平数据和一位像素时钟信号分别转换成 4 组 LVDS 数据流及一对 LVDS 时钟信号进行传输,由于采用差分传输方式,提高了传输距离及信号精度^[9]。

3.2 硬件结构

图 2 给出图像信号源的硬件结构框图,主要由图像信号源和外围电路组成。前者是设计的核心,它选用 Xilinx 公司的 Spartan-II 系列 FPGAXC2S50,用以设计系统时序、图像数据及产生相应的信号;后者主要包括晶体振荡器、电平转换器件 DS90CR285 及输入输出接口。

系统上电后,晶体振荡器输出时钟信号,FPGA 内部主控模块将自动产生与 Camera Link 协议相匹配的信号传输时序。FPGA 内部产生的像素时钟信号、帧同步信号、行同步信号和图像数据一起进入 DS90CR285,并通过该电平转换器件转换成 LVDS 信号,每对 LVDS 信号之间采用双绞线传输,以消除耦合干扰。图 2 中曲线部分即为 Camera Link 接口。

3.3 FPGA 程序设计

设计中采用 VHDL 硬件描述语言进行时序设计。系统时钟为 125 MHz,信号源像素时钟信号 PIXCLK 为系统时钟 6

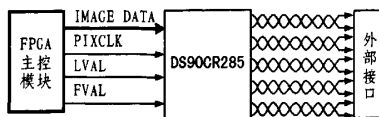


图2 系统结构框图

分频,即 21 MHz。本图像信号源数据格式为 640×480,帧频为 53 Hz,即每秒传输 53 帧图像。行同步信号 LVAL 和帧同步信号 FVAL 均由像素时钟信号进行计数产生,其时序如图 3 所示。

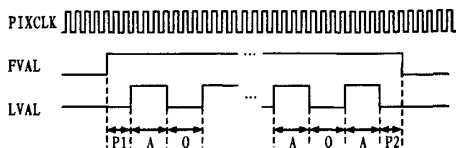


图3 视频同步信号时序

其中 P1 为 71 个 PIXCLK 时钟周期;A 为 640 个 PIX-CLK;即一行包含 640 个像素点;Q 为 94 个 PIXCLK;P2 为 23 个 PIXCLK,帧同步信号 FVAL 为低电平的时间是 38 074 个 PIXCLK。一帧图像包含 480 行有效数据,可计算出传输一帧图像信号的时间为 $480 \times (A + Q) + 38\,074 = 390\,394$ 个 PIXCLK 时钟周期,帧频为 $21\text{ MHz} \div 390\,394 = 53\text{ Hz}$,满足设计要求。

产生行同步信号、帧同步信号和图像数据部分程序代码如下:

```
.....
if master_count ≥ 70 and master_count ≤ 352299 then
    if lf_count = 733 then
        lf_count ≤ 0;
    else
        lf_count ≤ lf_count + 1;
    end if;
if lf_count ≤ 639 and lf_count ≥ 0 then
    data_reg ≤ data_reg + 1;
    U12_data ≤ data_reg;
    lval ≤ '1';
else
    lval ≤ '0';
end if;
else
    lf_count ≤ 0;
    lval ≤ '0';
end if;
if master_count ≥ 0 and master_count ≤ 352319 then
    fval ≤ '1';
else
    fval ≤ '0';
end if;
.....
```

上述代码中,lval 为行同步信号;fval 为帧同步信号;U12_data 为图像数据。

3.4 实验结果

将程序下载到 FPGA 进行实现。图 4 给出该图像信号源产生的视频同步信号,即帧同步电压信号 Ufval 和同步电压信号 U1val。由图 4 中可见,符合设计时序的要求。

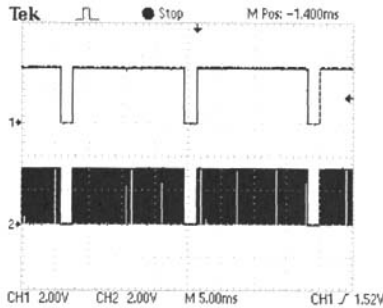


图 4 数字图像信号源

(上接第 53 页)

场的规模而定,停车场的车辆多,则编码长度则设置的大一些。在本系统的模拟机部分,由于只设置了 4 个处理端口,端口地址为 6 位,还有 1 位数据位(高电平表示车位已满,低电平表示车位空闲),外加 1 位校验位,一帧数据共 8 位。并设置了通讯过程中的探测终端响应、信息处理中心响应。探测终端检测到车位信息的信号后,终端发射信号,传输数据帧(车位编码和车位信息),信息处理中心收到数据信号后,立刻使系统单片机中断,系统进入中断程序,然后显示车位信息。

7 结语

本文提出的基于超声传感器与嵌入式无线通信模块,并结合星型网络通信协议的停车场实时管理系统,经过调试,系统运行良好,工作正常。因此,还可应用于交通道路管理、

(上接第 58 页)

5 结语

随着通信业务种类和带宽需求的不断增加,超长距离高速光纤通信系统有着广阔的应用前景。由于光放大器、调制方式、色散补偿方法、前向纠错技术、数字封装技术、码型技术和新型光纤技术的不断突破,使得 $N \times 10$ Gb/s 传输距离突破了 10 000 km, $N \times 40$ Gb/s 系统的传输距离突破 7 000 km,这些都对现存的国际传输体制提出了新的挑战。

参考文献:

- [1] MORI T. Ultra High-speed SONET Fiber-optic Transmission System [J]. Hitachi Review, 1998(4):79-84.

4 结语

根据提供的方案,使用 FPGA 设计的图像信号源结构简单,实现方便,而且具有很强的可扩展性。基于 Camera Link 接口协议的图像信号采用 LVDS 方式传输,增加了传输距离,提高了传输过程中的信号精度。在地面测试台系统的应用中,该图像信号源运行稳定、可靠,各项指标均能满足各项设计要求。

参考文献:

- [1] 张根元. 线阵 CCD 测量技术在烟草物理检测中的应用[J]. 计量测试与检定, 2004, 14(1):31-33.
- [2] Specifications of the Camera Link Interface Standard for Digital Camera and Frame Grabbers[M]. 2000.
- [3] 汤友福, 朱挺. 线阵列 CCD 摄像技术在铁路检测领域的应用[J]. 铁路计算机应用, 2003, 13(5):23-25.
- [4] 李宁, 汪骏发. 基于 Camera Link 的高速数据采集系统[J]. 红外, 2005(7):32-39.
- [5] 江瑛, 黄天成. 采用 CPLD 的多路 CCD 相机图像信号合成器的设计与实现[J]. 电子技术, 2004(10):4-7.

智能物业管理等领域。

参考文献:

- [1] 全国大学生电子设计竞赛组委会. 全国大学生电子设计竞赛获奖作品精选(2003)[M]. 北京理工大学出版社, 2005.
- [2] 谢自美. 电子线路设计·实验·测试[M]. 武汉:华中理工大学出版社, 2000.
- [3] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.
- [4] 马梅忠. 单片机的 C 语言应用程序设计(第三版)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2004.
- [5] 吴建平, 殷战, 曹思榕, 等. 红外反射式传感器在自主式寻迹小车导航中的应用[J]. 中国测试技术, 2004, 30(6):21-33.

- [2] Zhu B, Leng L, Nelson E. 3.2 Tbit/s(80×42.7 Gb/s) Transmission Over 20×100km of Non Zero Dispersion Fiber with Simultaneous C+L-band Dispersion Compensation[A]. OFC, 2002:283-286.

- [3] RASMUSSEN C, FJELDE T. DWDM.40 Gb/s Transmission Over Trans-Pacific Distance(10 000km) Using CSRZ-DPSK, Enhanced FEC and All-Raman Amplified 100 km Ultra Wave Fiber spans[C]. OFC, 2003:576-579.

- [4] Peter T, Christian S. 下一代光网络[M]. 北京:人民邮电出版社, 2003.

- [5] Green P. Progress in Optical Networking[J]. IEEE Communications Magazine, 2001(1):78-81.

作者: [王小艳](#), [张会新](#), [孙永生](#), [杨倩](#), [WANG Xiao-yan](#), [ZHANG Hui-xin](#), [SUN Yong-sheng](#), [YANG Qian](#)
作者单位: [中北大学, 山西太原, 030051](#)
刊名: [国外电子元器件](#) **ISTIC**
英文刊名: [INTERNATIONAL ELECTRONIC ELEMENTS](#)
年, 卷(期): 2008, 16(7)
被引用次数: 2次

参考文献(5条)

1. [张根元](#) [线阵CCD测量技术在烟草物理检测中的应用](#) [期刊论文] - [计量测试](#) 2004(01)
2. [Specifications of the Camera Link Interface Standard for Digital Camera and Frame Grabbers](#) 2000
3. [汤友福](#), [朱挺](#) [线阵列CCD摄像技术在铁路检测领域的应用](#) [期刊论文] - [铁路计算机应用](#) 2003(05)
4. [李宁](#), [汪骏发](#) [基于Camera Link的高速数据采集系统](#) [期刊论文] - [红外](#) 2005(07)
5. [江瑛](#), [黄天戌](#) [采用CPLD的多路CCD相机图像信号合成器的设计与实现](#) [期刊论文] - [电子技术](#) 2004(10)

引证文献(2条)

1. [宋振丰](#), [李岩](#), [于洋](#), [李姜](#) [基于虚拟图像注入的目标模拟器设计](#) [期刊论文] - [电子技术应用](#) 2009(7)
2. [吴萌](#), [刘波](#) [高速、大容量视频数据存储、传输系统设计](#) [期刊论文] - [电子器件](#) 2009(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gwdzyqj200807022.aspx

授权使用: 陕西理工学院(sxlgxy), 授权号: 525d383f-153e-426f-9524-9df2010f6286

下载时间: 2010年9月15日