

一种多功能视频信号源设计

宫海波, 徐 茜, 朱鸿翔

(中国飞行试验研究院, 西安 710089)

摘要: 针对目前视频信号源功能单一的现状, 提出了一种便携式多功能视频信号源系统设计方案; 详细阐述了信号源系统的硬件及软件设计, 方案基于便携式、多功能、可靠性三方面的考虑, 设备采用 AMD 的 APU 芯片平台, 减少了 FPGA 资源消耗, 简化了硬件电路设计, 配套软件采取模块化设计; 视频信号源可提供多种制式的测试图像, 同时可根据特定要求产生特殊制式或信号, 实验结果表明, 该多功能信号源系统稳定性好、可靠性高、使用便捷, 满足设计需求。

关键词: 飞行试验; 多功能; 视频信号源; FPGA

Design of a Portable Multifunctional Video Signal Source

Gong Haibo, Xu Qian, Zhu Hongxiang

(Chinese Flight Test Establishment, Xi'an 710089, China)

Abstract: Aiming at the current status of the single video signal source, a new design scheme of portable multi function video signal source system is proposed. Described in detail the hardware and software design of the signal source system scheme based on consideration of the portable, multi function, reliability, the equipment adopts the AMD APU chip platform, reduce the FPGA resource consumption, simplify the design of the hardware circuit and software supporting adopted modular design. Video signal source can provide a variety of standard test images, at the same time, according to specific requirements to produce a special standard or signal. The experimental results show that the system has good stability, high reliability and convenient use, and can meet the design requirements.

Keywords: flight test; multi function; video signal source; FPGA

0 引言

随着科学技术的不断发展, 我国航空事业也进入了飞速发展的阶段, 飞行试验过程中对视频信号采集、记录的测试已经非常广泛^[1]。随着视频传输技术的不断发展, 视频信号采集系统的研究变得更加重要, 在视频测试系统搭建过程中, 需要满足测试系统输入要求的视频信号, 针对复杂的视频设备及各项指标, 就需要有不同种类及制式的视频信号^[2-4]。目前国内常见的视频信号源多是功能单一的设备, 无法完成多类型、多通道视频信号的动态转换, 无法满足目前测试需求。

本文在满足测试需求的基础上, 提出了一种便携式多功能视频信号源设计, 具有 VGA、DVI、HDMI 和 LVDS 输出能力, 在操作系统和相应图形驱动程序下可以定制各种分辨率及刷新率的输出, 支持 OpenGL 图形库, 从而可实现多类型、多通道视频信号的动态转换多功能信号源。

1 系统组成及工作原理

多功能视频信号源由机箱、控制面板以及功能模块构成, 前端操作由控制面板实现, 控制面板通过开关量控制电源管理模块开启和关闭信号源电源, 通过软件界面和功能按钮控制视频信号源产生某种分辨率的视频输出, 通过串口控制模拟视频变换缓冲模块, 将视频信号变换为产生某种格式的模拟视频输出, 通过串口控制数字视频变换缓冲模块, 将视频信号变换为产生某种数字视频接口模式, 并调整设定的某种帧场刷新速率, 进而完成所需视频输出。系统原理框图如图 1 所示。

为了实现尽可能多的分辨率和刷新率以及输出格式要求,

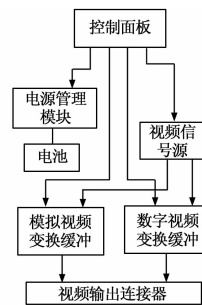


图1 系统原理图

设备采用基于 X86 架构的显卡作为视频源, 采用 AMD 的 APU 芯片平台, 减少了 FPGA 资源消耗, 简化了硬件电路设计, 从而带来较低的功耗和发热量, 该架构也减弱了软件算法的工作量^[5]。与传统的 x86 中央处理器相比, AMD APU 的“异构系统架构”, 即单芯片上两个不同的架构进行协同运作, 使它变得更易于编程、更易于进行性能优化、负载资源更易于平衡、更高的性能以及更低的能耗。

APU 的 GPU 图形核心部分基于 DX11 独立显卡, 支持 Direct 3D 和 OpenGL, 具有 VGA、DVI、HDMI 和 LVDS 输出能力, 在操作系统和相应图形驱动程序及 ADL (AMD Display Library, AMD 图形显示支持库) 支持下可以定制各种分辨率及刷新率的输出。

2 硬件设计

设备所依托的硬件环境采用 AMD 低功耗主板, 功能板设计为 3U 结构的板卡, 通过母板把各个功能板连接在一起。设备采用 AMD 工控主板、相应的 3U 功能板卡及其驱动软件、配置管理软件、视频信号产生软件、视频格式控制软件、视频输出接口等组成。

收稿日期:2016-04-11; 修回日期:2016-04-29。

作者简介:宫海波(1982-),男,工程师,陕西西安人,硕士研究生,主要从事机载测试技术方向的研究。

其中, AMD 工控主板由 APU、南桥、SIO、固态硬盘等组成, 外部设备包括触摸屏及显示器、面板按键、USB、RS232、RJ45、DVI 显示输出、音频输出等。

3U 功能板包括视频格式变换板、电源及充放电管理板、视频输出接口板, 进而实现视频的格式变换、电源供电及电池充放电管理、为视频输出提供标准的对外硬件接口。

AMD 工控主板运行 Windows 操作系统, 运行配置管理软件进而实现对各个信号输出板的配置管理, AMD 工控主板通过 VGA 与 LCD 显示器连接, 通过 USB 与触摸板及面板按键连接, 实现人机交互。RJ45 网口主要用于软件的调试与升级以及参数的配置。在视频产生软件的控制下产生原始视频信号通过 DVI 接口输出给视频格式变换板, 并通过 RS232 接口与视频格式变换板通信, 控制视频格式变换板把 DVI 信号转换成希望的视频格式输出。

2.1 视频信号发生模块设计

视频信号发生模块采用 AMD 公司的融合式处理器 APU (CPU+GPU), 在一张芯片上同时集成了低功耗的 CPU 和先进的 GPU, 具有 VGA、DVI、HDMI 和 LVDS 输出能力^[6], 在操作系统和相应图形驱动程序下可以定制各种分辨率及刷新率的输出, 支持 OpenGL 图形库, 负责视频原始信号的产生, 为应用软件提供运行所需的硬件平台。视频信号发生模块原理框图如图 2 所示。

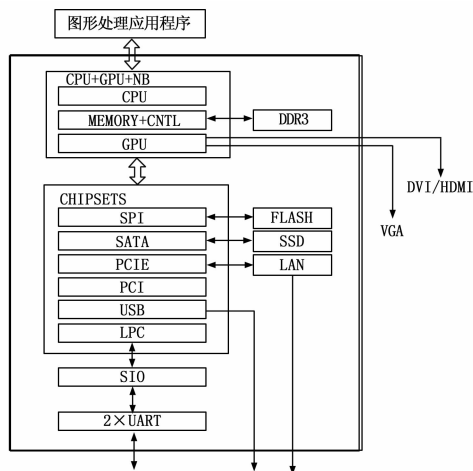


图 2 视频信号发生模块原理图

视频信号发生模块 (APU 主板) 是视频信号源的核心, 主要由 APU、南桥、SIO、固态硬盘等组成。负责视频原始信号的产生, 为应用软件提供运行所需的硬件平台。

操作系统中利用 GPU 对应的驱动程序和显卡库函数支持, 可以最大限度的操作 GPU 中的流处理器的视频生成功能, 从而可以做到支持多种格式视频输出的要求。

2.2 视频格式变换模块设计

视频格式变换模块接收视频信号发生模块的 DVI 格式原始视频信号, 把收到的 DVI 信号经 Si1161 数字化成 RGB 三色的数字信号供 FPGA 帧存。FPGA 把帧存后的信号根据用户要求转换成各种需要的格式和各种分辨率输出, 如复合视频 PAL 和 NTSC、VGA、HDMI/DVI、LVDS 等, 通过视频总线送给视频输出接口板, 转成标准视频硬件接口对外输出, 视频格式变换模块原理图如图 3 所示。

视频格式变换模块部分, 采用 ALTERA 公司的高性能

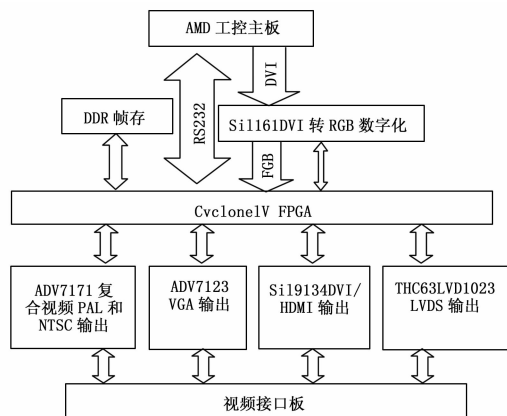


图 3 视频格式变换模块原理框图

EP3C40 系列的可编程逻辑阵列 FPGA 芯片^[7-9], 具有低功耗、高性能, 负责帧缓存、视频格式转换、视频输出等简单功能, 减小功耗的同时减少发热量^[10]。视频格式变换模块主要由 DVI 输入接口电路、复合视频 PAL 和 NTSC 输出接口电路、VGA 输出接口电路、HDMI/DVI 输出接口电路、LVDS 输出接口电路、帧存储电路等组成。模拟视频变换缓冲模块采用 FPGA+帧存数字视频处理电路和视频 D/A, 输出各种模拟视频信号。数字视频变换缓冲模块将视频信号发生模块的输出 (Display Port) 转换为 DVI、HDMI 和 LVDS 接口标准, 并采用 FPGA+帧存数字视频处理电路改变帧/场刷新速度。

2.3 电源及充放电管理模块设计

电源及充放电管理模块负责 AMD 工控主板、视频格式变换模块、视频输出接口模块的供电, 并对电池充放电管理。与 AMD 工控主板用 RS232 进行通信, 把电池电量等信息和状态回传给主板, 电源及充放电管理模块把电源输入为 24 V~32 V DC, 采用 DC-DC 开关电源集成电路, 输出 +5 VDC/3 A 和 +3.3 VDC/3 A 等电压供其它电路板使用, 并负责对电池充放电管理、过压欠压保护等, 电源及充放电管理模块原理图如图 4 所示。

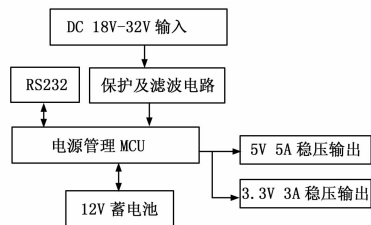


图 4 电源及充放电管理模块原理图

3 软件设计

多功能视频信号源的控制界面部分的软件采用 C 语言在 GCC 平台上开发, FPGA 程序采用 Verilog HDL, 在 Quartus II 平台上开发。多功能视频信号源整体软件架构如图 5 所示。

控制界面软件包括: 主界面控制模块、视频源控制模块、串行通讯模块和音频输出控制模块及电源管理等部分组成。

FPGA 包括: DVI 输入模块、帧缓存模块、视频格式转换模块、视频输出模块和串行通讯模块及故障自检模块。FPGA 程序软件主要流程, 设计如图 6 所示。

4 实验结果及结论

飞行试验中对便携式多功能视频信号源进行了验证试验,

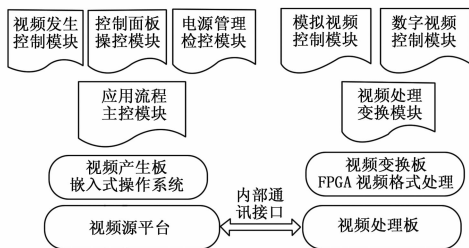


图 5 多功能视频信号源软件架构

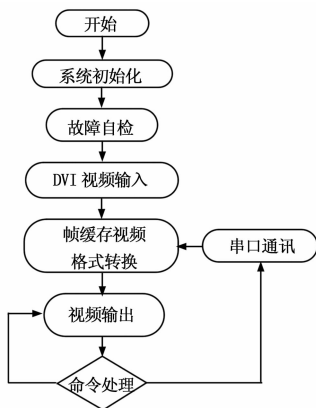


图 6 FPGA 软件流程

视频信号源根据测试需求，可以完成各种需要的格式和各种分辨率输出，如复合视频 PAL 和 NTSC、VGA、HDMI/DVI、LVDS 等，最大分辨率：2 048 * 2 048。

该视频信号源使用便捷，工作稳定性好，可提供多种制式的测试图像，同时可根据特定要求产生特殊制式或信号。

(上接第 300 页)

$100/6 + P = 15$ ；如果第三次操作仍错误，则会替受训人员完成该步操作，直接进入下一个状态，此时， $P = 3 \times W_i \times 100/6 + P = 30$ ；当所有拆卸流程完成之后，加油活门拆下放在工作平台。该实例其他操作步骤都正确，根据之前的操作错误次数，扣除相应的分数 P ，最后给出受训人员在此次任务中所得分数 $G = 100 - P = 100 - 30 = 70$ ，如图 6(c) 所示。

3 结束语

将机械组件的拆装过程采用 Grafset 建立过程模型和评估模型，能够描述机械组件的拆装流程，给出拆装作业的结果评估。有效的满足飞机维修训练功能，其交互元素可提高受训人员的训练效率，改善训练效果。当受训人员掌握了关键技术之后，如何实现依据历史培训的信息动态改变拆卸步骤的权重将是接下来工作的重点

参考文献：

- [1] 马立元, 董 博, 刘鹏远. 基于同步网的虚拟拆卸过程建方法研究 [J]. 系统仿真学报, 2012, 24 (3): 541-545.
- [2] 张王卫, 苏群星, 刘鹏远. 虚拟维修拆卸序列规划方法研究 [J]. 计算机仿真, 2013, 30 (6): 115-120.
- [3] 国海峰, 刘泽乾, 陈丹强. 机载武器系统模拟训练仿真平台设计 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (5): 1103-1105.
- [4] 贾晨星, 朱元昌, 邸彦强. 装备虚拟操作训练的过程建模方法研究 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (12): 3102-3104.

5 结束语

本文提出了一种便携式多功能视频信号源设计方案，详细阐述了信号源系统的硬件及软件设计，信号源可提供多种制式的测试图像，同时可根据特定要求产生特殊制式或信号，可以广泛适用于视频测试领域，该套视频信号源已经成功应用于飞行试验视频测试中，系统采用模块化与通用化的设计思路，对其他领域的应用也有一定的参考价值。

参考文献：

- [1] 邸 兴, 张 杰. 基于 FPGA 的 DVI 视频信号发生器设计 [J]. 现代电子技术, 2015, 38 (2): 69-72.
- [2] 刘 杰, 牛燕雄, 董 伟, 等. 基于 FPGA 的视频信号发生器设计与应用研究 [J]. 仪器仪表学报, 2008, 29 (3): 654-657.
- [3] 李 云, 张盛兵. 基于 FPGA 的视频信号发生卡的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (8): 1057-1059.
- [4] 黄 竞, 曹 伟. 基于 FPGA 的视频信号处理电路设计 [J]. 电子测量技术, 2014, 37 (5): 112-115.
- [5] 孙军文, 肖金明, 王中训, 等. 基于 FPGA 的实时视频信号处理平台的设计 [J]. 电子设计工程, 2012, 20 (14): 163-165.
- [6] 王天荆, 郑宝玉, 杨 震, 等. 基于滤波的压缩感知信号采集方案 [J]. 仪器仪表学报, 2013, 34 (3): 573-576.
- [7] 刘明章. 基于 FPGA 的嵌入式系统设计 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- [8] 华清远见嵌入式培训中心. FPGA 应用开发入门与典型实例 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [9] 郭 静, 杜劲松, 高宏亮. 基于 PCI 总线的 ARCNET 数据采集系统设计 [J]. 计算机工程与设计, 2010 (14): 3221-3224.
- [10] 刘晓光, 门晓金, 窦曼莉, 等. 智能近红外光谱数据采集与处理系统研制 [J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27 (4): 319-325.
- [5] 耿 宏, 吴启龙. 面向虚拟维修任务拆装过程的建模方法研究 [J]. 制造业自动化, 2015, 5 (9): 35-38.
- [6] 刘家学, 刘 涛, 耿 宏. 基于 Petri 网和语义网络的虚拟维修过程建模与应用 [J]. 图学学报, 2013, 34 (2): 113-118.
- [7] 尚 洁, 容晓峰, 徐兴华. 基于 PERT 图的虚拟拆装过程建模 [J]. 计算机与数字工程, 2011, 39 (3): 151-154.
- [8] Wu D X, Xu X H, Shang J. Modeling of Virtual Assembly and Disassembly Process Using Colored Petri Nets Mechanical Engineering and Technology [M]. Springer Berlin Heidelberg, 2012: 603-609.
- [9] 张忠华, 耿 宏. IDEF3 和 DSM 在拆装过程建模中的应用 [J]. 中国民航大学学报, 2015, 3 (3): 32-35.
- [10] 黄 涛, 张豫南, 李瀚飞, 等. 基于 Project 的虚拟维修拆装过程建模 [J]. 系统仿真学报, 2012 (1): 192-196.
- [11] Carré-Ménétrier V, Zaytoon J. Grafset: Behavioural Issues and Control Synthesis [J]. European Journal of Control, 2002, 8 (4): 375-401.
- [12] 王寿光, 林善法, 张有兵. 基于 Grafset 的电梯控制系统建模 [J]. 系统仿真学报, 2007, 19 (A1): 263-265.
- [13] Philippot A, Tajer A. From GRAFCET to Equivalent Graph for synthesis control of discrete events systems [A]. Control & Automation (MED), 2010 18th Mediterranean Conference on [C]. IEEE, 2010: 683-688.
- [14] 陈静杰, 李会茹, 曾学锋. 层次化 UML 状态机在拆装过程仿真中的应用 [J]. 图学学报, 2014, 3 (3): 481-485.