

基于 ARINC818 的航空视频发送接收系统设计与实现

温世杰, 刘康, 柳邦奇, 孙文超
(津航计算技术研究所, 天津 300308)

摘要: ARINC818 是新一代航空数字视频总线的统一标准, 针对这个新标准, 设计了一套视频发送、接收系统。该系统由 FPGA 实现 ARINC818 的相关协议, 利用 FPGA 的可编程性, 可以应用于各种具有不同分辨率及帧频的视频传输。最后, 进行了 ARINC818 视频发送、接收实验, 对该系统的正确性和灵活性进行了验证。

关键词: 航空视频; 发送接收; ARINC818; 视频传输

中图分类号: V243 文献标志码: A 文章编号: 1671-637X(2015)08-0090-03

Design and Implementation of an Avionics Video Sending and Receiving System Based on ARINC818

WEN Shi-jie, LIU Kang, LIU Bang-qi, SUN Wen-chao
(Jinhang Research Institute of Computing Technology, Tianjin 300308, China)

Abstract: The ARINC818 is a uniform standard for the new-generation avionics video bus. Based on the ARINC818, an avionics video system was designed for video sending and receiving. In this system, the protocol of ARINC818 is implemented by FPGA. Because of the programmability of FPGA, the system can be applied to all kinds of video transmission with different resolution and frame rate. Finally, the validity and reliability of the system is verified by an examination of video sending and receiving.

Key words: avionics video; sending and receiving; ARINC818; video transmission

0 引言

为了应对日益紧迫的高性能数字视频传输的需求, 新一代航空电子数字视频总线 (Avionics Digital Video Bus, ADVB) 标准应运而生, 简称 ARINC818。该标准统一了在飞机上各类设备间进行高带宽、低延时、无压缩视频传输的接口和协议规范^[1]。

本文针对航空领域这个新的发展需求, 构建了一套基于 ARINC818 标准的视频发送、接收系统, 利用现场可编程逻辑器件 (FPGA) 进行视频编码、解码, 由光纤通道完成数据传输, 最终实现了 3.187 5 Gbit/s 速率下, 1280 × 1024 @ 60 Hz 视频图像的传输和显示。

1 ARINC818 协议标准概述

ARINC818 标准是特别针对高带宽航空电子视频制定的, 它来源于 FC-AV (Fibre Channel-Audio Video) 音视频协议, 但是进行了简化, 将信息的传输改为点对

点的单向连接, 并取消了连接初始化、流量控制以及交换所需的端口注册等操作^[2-4]。

ARINC818 视频采用 ADVB 帧和 ADVB 容器的格式组织视频数据^[5-6], 如图 1 所示。

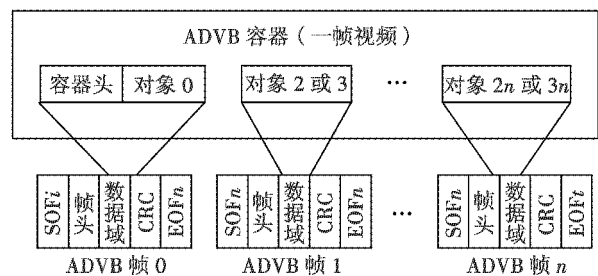


图 1 ADVB 帧和 ADVB 容器

Fig. 1 ADVB frame and ADVB container

ADVB 帧是传输的基本单元, 它以 SOF_x 指令开始, 以 EOF_x 指令结束, 包含一个由 6 个 32 位字组成的帧头, 一个大小为 4 ~ 2112 Byte 可变的载荷, 以及 CRC 校验。

ADVB 容器用于承载一帧视频, 它由一个 ADVB 帧序列组成, 序列中 ADVB 帧的数量由视频帧本身的属性决定。ADVB 容器由容器头和对象两部分组成, 容器头

包含容器的一些具体属性信息,由 22 个 32 位字来定义,对象分为 4 类:对象 0、对象 1、对象 2、对象 3。对象 0 用于承载与容器相关的辅助数据,它和容器头组合成一个 ADVB 单帧;对象 1 用于承载音频信息,ARINC818 没有定义其应用;对象 2 和对象 3 用于承载视频数据,如果视频图像为逐行扫描格式,仅采用对象 2 承载视频数据,如果视频图像为隔行扫描格式,则需要采用对象 2 和对象 3 一起承载视频数据,其中,对象 2 承载奇数行数据,对象 3 则承载偶数行数据^[1,5-7]。

2 ARINC818 视频发送、接收系统原理

基于 ARINC818 标准的视频发送、接收系统原理如图 2 所示。图中需要以 ADVB 格式发送的 DVI 或 VGA 视频,先由视频采集芯片转换为可供 FPGA 处理的数据格式,然后由 FPGA 内部的 ADVB 视频发送模块将其转换为 ADVB 帧的格式,再经 FPGA 内部的高速串行收发器以 8B/10B 编码^[8]方式输出,由光电转换模块转换为光信号后,经光纤通道进行传输。

在视频接收端,光纤通道输出的光信号先由光电转换模块转换为电信号,然后由 FPGA 内部的高速串行收发器进行接收,并由 FPGA 内部的 ADVB 解码模块将视频信息提取出来,送入视频驱动芯片以 DVI 或 VGA 格式送入显示终端。

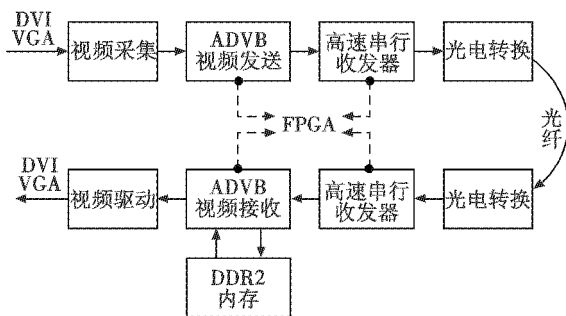


图 2 ARINC818 视频发送、接收系统原理图

Fig.2 Schematic diagram of ARINC818 video sending and receiving

ARINC818 视频发送、接收系统的核心是 FPGA,它负责按 ARINC818 协议标准规定的格式实现视频转换、视频图像缓存控制和高速串行数据的发送、接收。

3 系统硬件设计方案

本文设计的 ARINC818 视频发送、接收系统的数据传输速率为 3.187 5 Gbit/s,这种传输速率可以支持帧频为 60 Hz 的最大视频的分辨率为 1280 × 1024。依据这个设计指标,系统的硬件方案如下所述。

3.1 视频采集电路

本系统选用的视频采集芯片为 AD 公司的 ADV

7441,该芯片支持对 DVI 和 VGA 两种格式的视频图像进行采集,并以并行数据方式将采集的 RGB 信息和行、场同步信息送入 FPGA。

3.2 FPGA 处理电路

本系统采用的 FPGA 芯片是 Xilinx 公司 V5 系列的 XC5VFX100T-2FF1136,该芯片内部的逻辑资源丰富,有大量的 RAM,DSP 块,同时集成有传输速率最高为 6.6 Gbit/s 的高速串行收发模块 GTX。

FPGA 处理电路作为本系统的核心,承担最核心的 ADVB 视频格式转换、视频图像缓存控制和高速串行数据发送、接收任务,同时,在视频发送部分,与视频采集芯片衔接,在视频接收部分,与视频驱动芯片衔接。FPGA 处理电路的运行流程如图 3 所示。

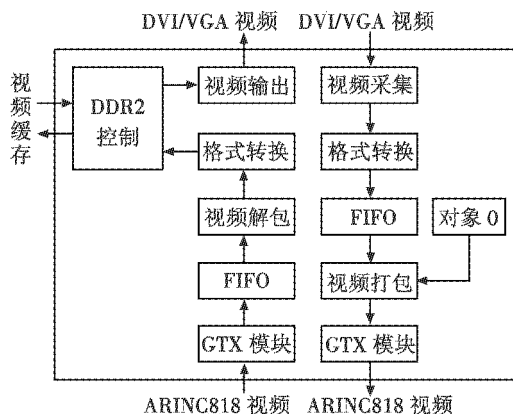


图 3 FPGA 处理电路原理框图

Fig.3 Schematic diagram of circuit processing in FPGA

发送 ARINC818 视频时,视频采集模块从前端视频采集芯片接收 DVI/VGA 视频数据,并送入格式转换模块将其转换为对象 2 或对象 3 的格式,之后通过 FIFO 进行缓存,接着读取 FPGA 内部存储的对象 0 数据并与对象 2 或对象 3 组成 ADVB 容器,送入内部的 GTX 模块,该模块对串行数据进行 8B/10B 编码,并以 3.187 5 Gbit/s 的速率输出 ADVB 帧序列。

本系统设计的输入视频为逐行扫描格式,因此,在 ADVB 视频发送过程中只产生对象 2。

接收 ARINC818 视频时,GTX 模块以 3.187 5 Gbit/s 的速率接收 ADVB 帧序列,并实现 8B/10B 解码,之后通过 FIFO 对接收数据进行缓存,接着视频解包模块对接收的 ADVB 帧序列进行判断和处理,将序列中包含像素数据的 ADVB 帧分离出来,并送入格式转换模块,将其中的像素数据提取出来,随后将像素数据以视频格式在 DDR2 内存中进行缓存,再送入后端的视频驱动芯片。

3.3 视频缓存电路

本系统采用 FPGA 外接 DDR2 内存实现视频的缓存,选用的内存芯片为 Micron 公司的 MT47H128M16,

容量为 2 Gbit。系统运行过程中,设置了 3 帧视频图像的缓存。

3.4 视频驱动电路

本系统选用的 VGA 视频驱动芯片为 AD 公司的 ADV7123, DVI 视频驱动芯片为公司的 TFP410, 可以实现以两种不同格式同时输出经 ARINC818 接收模块解码后的视频图像。

4 接口控制文件

系统硬件方案确定后,需要依据传输视频的分辨率、帧频、显示方式制定接口控制文件,以确定 ADVB 帧头、ADVB 容器头和对象 0 包含的辅助数据^[6]。这些数据作为可变参数,存在于 FPGA 程序中,当传输的视频格式确定后,对这些参数进行赋值,并重新编译 FPGA 程序。

本系统传输的视频分辨率为 1440×900 , 像素数据为 24 位 RGB 格式,因此一行像素数据为 4320 Byte,需要 3 个 ADVB 帧来承载,每一个 ADVB 帧的有效数据是 1440 Byte。传输的视频为连续扫描格式,因此 ADVB 容器中只有对象 2,包含的个数为 2700。

依据上述信息,可以确定每一个 ADVB 帧的帧头,ADVB 容器的容器头和对象 0 的辅助数据。

5 实验结果

ARINC818 视频的发送、接收实验分两步:第一是与标准的 ARINC818 视频卡互联,分别验证本系统视频发送、接收的正确性;第二是在本系统内进行视频的发送、接收实验。

实验中选用的传输光纤为 850 nm 的多模光纤,其最远传输距离为 $500 \text{ m}^{[1]}$ 。

5.1 与标准板卡间的互联实验

选用的标准 ARINC818 视频卡为 Great River 公司的 Matrix_PCIe 系列板卡,该板卡作为标准信号源,其输出或接收的视频分辨率为固定的 1440×900 ,刷新频率为 60 Hz,数据传输速率为 3.187 5 Gbit/s。

依据标准板卡的视频分辨率及刷新频率,对 FPGA 程序中的容器头、对象 0 以及 ADVB 帧头进行了设置,并分别进行了 ARINC818 视频发送和接收实验。

图 4a 为 ARINC818 视频发送实验中由标准板卡接收到的 1440×900 的黑白条纹图像,标准板卡的接收软件对显示的视频图像进行了 2:1 压缩。

图 4b 为 ARINC818 接收实验中经接收系统接收后,以 DVI 格式显示的 1440×900 的黑白条纹图像,图中的十字线为动态移动的,以表明视频是连续变化的,右下角的信息为接收视频的格式信息。

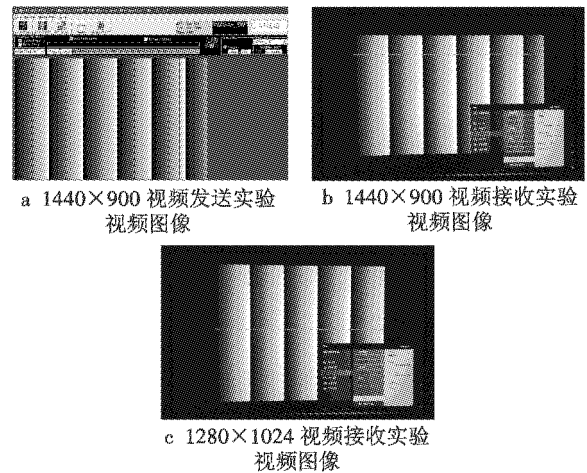


图 4 视频接收和发送实验图像

Fig.4 Images of video sending and receiving experiment

5.2 本系统内的视频发送、接收实验

与标准板卡的互联实验完成后,对 FPGA 程序进行了修改,使其能满足传输分辨率为 1280×1024 、帧频为 60 Hz 视频的要求,并利用本文设计的视频发送、接收系统进行了实验。

图 4c 为依据 ARINC818 标准进行传输,并最终在 DVI 格式显示的 1280×1024 的黑白条纹图像。

6 结论

基于 ARINC818 协议标准设计了一套航空视频发送、接收系统,其数据传输速率为 3.187 5 Gbit/s,支持多种分辨率的视频传输。通过与标准 ARINC818 板卡的互联实验,以及系统的自收发实验,验证了设计的正确性和灵活性。

本系统利用可编程器件 FPGA 来实现 ARINC818 格式的视频编码、解码,具有较高的灵活性,通过修改接口控制文件,并对 FPGA 的程序进行修改,就可以适用于航空环境的各类视频传输应用。

参考文献

- [1] 冯晓旺, 蓝海文. ARINC818 在航空电子视频系统中的应用[J]. 航空制造技术, 2011(13): 84-86. (FENG X W, LAN H W. Application of ARINC818 in avionics video system[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2011(13): 84-86.)
- [2] 张利辉. 航空电子系统中的 FC-AV 技术研究[J]. 航空电子技术, 2007, 38(2): 50-54. (ZHANG L H. Research on FC-AV technology in avionics system[J]. Avionics Technology, 2007, 38(2): 50-54.)
- [3] 林强, 熊华钢, 张其善. 光纤通道综述[J]. 计算机应用研究, 2006(2): 9-13. (LIN Q, XIONG H G, ZHANG Q

(下转第 114 页)

- signal processing algorithms for pulse' & inter-pulse binary phase coded radar altimeter [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2004.)
- [3] 田黎育, 高梅国. 一种二相码信号多普勒补偿方法的研究与实现[J]. 北京理工大学学报, 2002, 22(6): 757-760. (TIAN L Y, GAO M G. A Doppler compensation method for bi-phase coded signals [J]. Transactions of Beijing Institute of Technology, 2002, 22(6): 757-760.)
- [4] 田孝斌. 二相编码信号的多普勒特性及其补偿算法研究[J]. 电子科技, 2013, 26(9): 31-33. (TIAN X B. Research on Doppler characteristics and a compensation method for bi-phase coded signal [J]. Electronic Science and Technology, 2013, 26(9): 31-33.)
- [5] 张海, 陈惠连, 彭定之, 等. 天线主瓣照射圆内的多普勒分布[J]. 系统工程与电子技术, 2001, 16(1): 113-116. (ZHANG H, CHEN H L, PENG D Z, et al. Doppler spectrum from the ground circle radiated by antenna main-lobe [J]. Systems Engineering and Electronics, 2001, 16(1): 113-116.)
- [6] 王兆华, 黄翔东, 杨尉. 全相位 FFT 相位测量法[J]. 世界科技研究与发展, 2007, 29(4): 28-32. (WANG Z H, HUANG X D, YANG W. The measuring phase method of all-phase FFT [J]. World Sci-tech R & D, 2007, 29(4): 28-32.)
- [7] 王兆华, 黄翔东. 基于全相位谱分析的相位测量原理及应用[J]. 数据采集与处理, 2009, 24(6): 777-782. (WANG Z H, HUANG X D. Principle of phase measurement and its application based on all-phase spectral analysis [J]. Journal of Data Acquisition & Processing, 2009, 24(6): 777-782.)
- [8] 黄翔东, 王兆华. 全相位时移相位差频谱校正法[J]. 天津大学学报, 2008, 41(7): 815-820. (HUANG X D, WANG Z H. All-phase time-shift phase difference correcting spectrum method [J]. Journal of Tianjin University, 2008, 41(7): 815-820.)
- [9] 黄翔东, 王兆华. 全相位 DFT 抑制谱泄漏原理及其在频谱校正中的应用[J]. 天津大学学报, 2007, 40(7): 882-885. (HUANG X D, WANG Z H. Principle of all-phase DFT restraining spectral leakage and application in correcting spectrum [J]. Journal of Tianjin University, 2007, 40(7): 882-885.)
- [10] 黄翔东, 王兆华. 基于全相位频谱分析的相位差校正法[J]. 电子与信息学报, 2008, 30(2): 293-297. (HUANG X D, WANG Z H. Phase difference correcting spectrum method based on all-phase spectrum analysis [J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2008, 30(2): 293-297.)

(上接第 79 页)

- [6] 王健, 陈文艺, 王波, 等. 投影图像畸变的一种校正方法[J]. 西安邮电学院学报, 2011, 16(1): 65-69. (WANG J, CHEN W Y, WANG B, et al. A method of correcting to distorted projection [J]. Journal of Xi'an University of Posts and Telecommunications, 2011, 16(1): 65-69.)
- [7] 周秉锋. 一种基于线性变换的数字图像自由拉伸算法[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 1997, 33(6): 93-98. (ZHOU B F. A free-form digital image stretching algorithm based on linear transformations [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 1997, 33(6): 93-98.)
- [8] 马广彬, 章文毅, 陈甫. 图像几何畸变精校正研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(9): 45-48. (MA G B, ZHANG W Y, CHEN F. Study on image accurate geometric correction [J]. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(9): 45-48.)
- [9] GONZALEZ R C, WOODS R E. Digital image process [M]. New Jersey: Prentice Hall, 2007.
- [10] FOLEY J D, DAM A V, FEINER S K, et al. Computer graphics: principles and practice [M]. 2nd ed. New York: Addison-Wesley Publishing Company Inc, 1993.

(上接第 92 页)

- S. Survey of fibre channel [J]. Application Research of Computers, 2006(2): 9-13.)
- [4] 刘鑫, 陆文娟. 光纤通道在航空电子环境的应用及关键技术研究[J]. 光通信技术, 2006(6): 55-58. (LIU X, LU W J. Application and research of fiber channel in the avionics environment [J]. Optical Communication Technology, 2006(6): 55-58.)
- [5] 朱志强. ARINC818 协议特性分析[J]. 电子技术, 2013(6): 30-32. (ZHU Z Q. Analysis of characteristics of ARINC 818 protocol [J]. Electronic Technology, 2013(6): 30-32.)
- [6] Airlines Electmnic Engineering Committee. Draft 1 of supplement 1 to ARINC specification 818: avionics digital video bus [DB/OL]. [2007-05-10]. <http://www.arinc818.com/specification.html>.
- [7] 王红春. 基于 FC 的航电数字视频传输技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(5): 250-253. (WANG H C. Research on digital video transfer technique of fibre channel in avionics environment [J]. Computer Technology and Development, 2010, 20(5): 250-253.)
- [8] 李玉伟, 潘明海. 8B/10B 编码对高速传输的影响分析[J]. 通信技术, 2011(3): 41-43. (LI Y W, PAN M H. Analysis on 8B/10B code in high-speed transmission [J]. Communications Technologies, 2011(3): 41-43.)