

基于XY2-100协议的振镜控制转换板的设计与实现*

王文毅, 吕 勇, 陈青山, 孔凡辉
(北京信息科技大学 北京, 100192)

摘 要: 目前业界多数激光扫描振镜控制板需要连接PC在Windows操作系统下工作, 为进一步提高激光扫描系统的实时性和集成性, 设计了一种基于XY2-100协议的以DSP F2812为核心处理器的振镜控制转换板。通过DSP的I/O端口来模拟产生振镜控制需要的四路信号, 通过串口与ARM嵌入式系统通信。制作了振镜控制转换板并搭建嵌入式振镜运动测试实验系统, 测试结果表明, 系统可控制振镜在X、Y轴方向运动, 输入控制量范围为0-65535, 振镜的扫描范围为 $(-28^\circ, +28^\circ)$, 每秒钟可执行2万次振镜偏转, 输出控制量准确。

关键词: 激光扫描振镜; 振镜控制转换板; XY2-100协议; 嵌入式系统

DOI编码: 10.14016/j.cnki.1001-9227.2014.12.147

Abstract: At present in the industry most laser scanning galvanometer control boards need to connect the PC and work in Windows operating system, In order to further improve the real-time and integration of laser scanning system using DSP F2812 as the core processor we design the galvanometer control transfer board based on XY2-100 protocol. Four control signals are simulated and produced by the I/O of DSP and communication with ARM embedded systems. Produced and building embedded galvanometer control transfer board movement test experiment system, the test results show that the system can control galvanometer in X, Y axis direction, input control range is 0-65535, the galvanometer scanning in the range is $(-28^\circ, +28^\circ)$, can perform 20000 times per second the galvanometer deflection, output control quantity is accurate.

Key words: Laser scanning galvanometer ; The galvanometer control transfer board; XY2-100 protocol; embedded system

中图分类号: TP376

文献标识码: B

文章编号: 1001-9227 (2014) 12-0147-03

0 引言

振镜扫描是激光扫描技术应用最广的一种扫描方式, 振镜扫描在激光打标、激光雕刻、激光微焊接、激光精跟踪、激光演示、舞台灯光控制、生物医学、半导体加工等领域的应用都很广泛^[1]。振镜扫描, 是指振镜电机带动反射镜偏转, 进而带动激光光束在扫描平面上移动, 进行扫描^[2]。在振镜的运动控制中, XY2-100协议作为数字化激光扫描振镜的接口定义及通信协议被广泛地使用^[3]。目前, 业界大多振镜激光扫描控制系统, 控制数据完全由软件产生, 经PC机定时器中断后送出, 系统CPU资源占用率高且由于PC机操作系统是非实时性系统, 可能造成扫描不均匀等问题^[4]。

本文针对上述问题, 根据XY2-100协议的数据结构, 采用TI公司针对控制领域推出的高性价比的处理器DSP F2812作为核心处理器, 配合DSP F2812丰富的外设功能接口, 设计了一种基于XY2-100协议的振镜控制转换板。

1 XY2-100协议

通信协议是指双方实体完成通信或服务所必须遵循的规律和约定。在振镜的运动控制中XY2-100是数字化激光扫描振镜的接口定义及通信协议。XY2-100协议包括四路信号:

SENDCK (时钟信号)、SYNC (同步信号)、CHANNELX (X通道数据)、CHANNELY (Y通道数据)。这四路信号是一种同步串行传输的过程, 数据时序结构如图1所示。

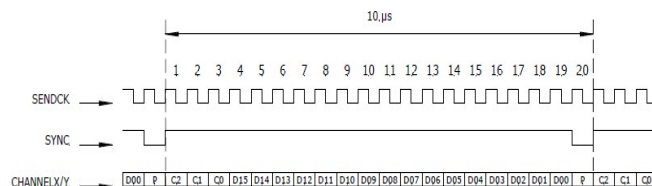


图1 XY2-100协议数据时序结构

SENDCK信号是一个频率为2MHz的时钟信号, 当它从低电平到高电平时, 数据位被写入, 当它从高电平到低电平时, 数据位被反射系统采样; SYNC信号用于提供数据转换的同步信息, 当它从低电平到高电平时第一位数据被发送, 从高电平到低电平时最后一位校验位被发送; CHANNELX/Y是数据信号, 它有20位组成, 其中C2、C1、C0是振镜运动方向值, 参考值为001, D15—D0是数据位, 它是16位的二进制数, 用来控制振镜转过的角度大小; 最后一位是偶校验位, 当发送的数据中有偶数个“1”时, 对应的校验位为“0”。当发送的数据中有奇数个“1”时对应的校验位为“1”。

2 振镜控制转换板硬件设计

根据XY2-100协议设计的振镜控制转换板包括主机板、协议转换接口和通信接口。振镜控制系统结构如图2所示。

收稿日期: 2014-10-07

* 基金项目: 北京市优秀人才培养资助项目(2013D005007000007); 北京市属高等学校青年拔尖人才培养计划项目(CIT&TCD201404124); 北京市教育委员会科技计划面上项目(KM201311232006)

作者简介: 王文毅, 男, 辽宁沈阳人, 硕士。

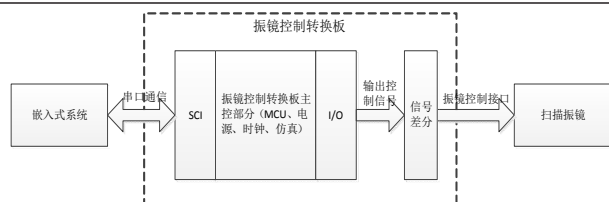


图2 振镜控制系统结构框图

主控部分包括主控芯片、电源模块、时钟电路、复位电路、仿真接口等。主控芯片采用的是TI公司的高性能定点处理器 TMS320F2812, 该处理器是TI公司针对控制领域推出的高性价比的处理器。电源芯片采用TI公司为DSP专门设计的电源芯片TPS767D318为DSP供电, JTAG采用国际通用标准^[5-7]。输出控制信号是通过DSP的I/O口模拟产生, 将产生的控制信号通过差分芯片MC3487D转化为差分信号, 通过差分信号对振镜进行控制。通过串口与PC或嵌入式通信, 交换控制数据等信息。通过对XY2-100协议的分析及对硬件结构的设计做出的振镜控制转换板如图3所示。

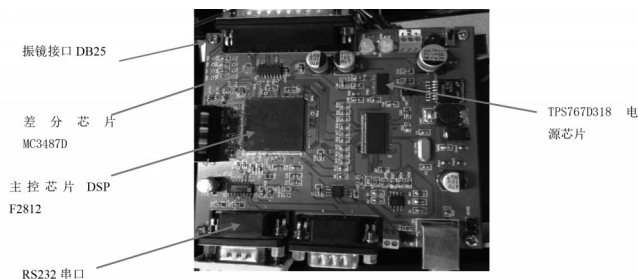


图3 振镜控制转换板实物图

3 振镜控制转换板软件设计

DSP芯片的软件开发语言, 可以采用C语言、汇编语言, 其中C语言程序的可移植性好, 系统软件程序设计采用C语言。DSP的开发环境采用TI公司的CCS(Code Composer Studio)集成开发环境, 它可以提供环境配置、源程序编辑、编译连接、程序调试、跟踪分析等各个环节, 并且有效地将软、硬件开发工具集成在一起, 在统一的环境中进行程序的编写、汇编、程序的软/硬件仿真和调试工作, 为开发者的工作带来了极大的方便^[8]。在硬件系统基础上设计的软件流程如图4所示。DSP嵌入式系统中, 首先初始化系统, 系统稳定后, 初始化中断及向量表, 为打开中断做准备。整个系统通过串口中断的方式来接收数据, ARM11嵌入式系统发送的数据被存储在DSP串口的缓冲区中, 对串口缓冲区的数据进行变换组成一个16位的控制数据, 根据XY2-100协议将数据封装成控制振镜需要的数据格式。其中数据的封装是实现XY2-100协议的部分, XY2-100的四路控制信号是由DSP的I/O口模拟产生的, 通过配置DSP的I/O口高低电平来模拟时钟信号、同步信号、数据位信号。当时钟信号从低电平拉到高电平时, 数据位被写入。如果要写入“1”, 则将对数据位管脚置高, 如果要写入“0”, 则将数据管脚置低。当时钟信号从高电平降低到低电平时, 写入的数据位被系统采样; 当SYNC同步信号从低电平拉到高电平时, 第一位数据被发送, 从高电平降低到低电平时最后一位校验位被发送。写入数据的顺序是, 首先写入控制位数据C2、C1、C0, 然后写入数据位D15-D0, 这16位数据通过

串口接收, 它反映振镜转过角度的数值, 最后一位是校验位, 通过计数前面数据位中D15-10中有多少个“1”, 来确定最后一位校验位。

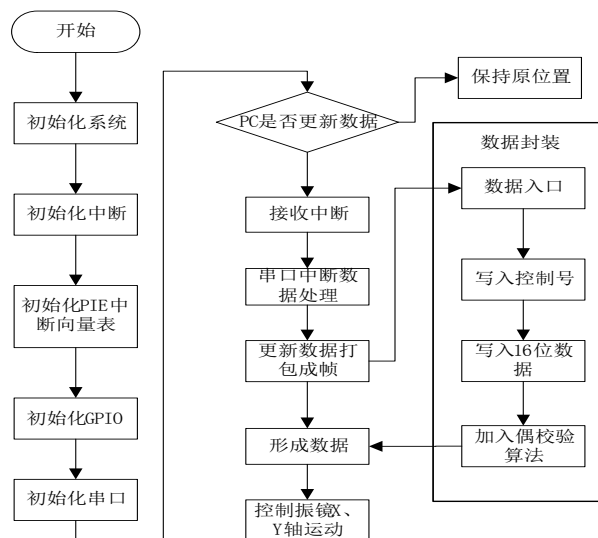
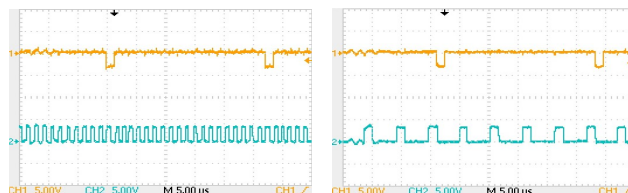


图4 程序流程图

4 系统测试及结果分析

4.1 振镜控制转换板控制信号测试

通过硬件设计的测试点对协议中涉及的控制信号进行测试, 测试结果如图5、图6所示。



(1-同步信号, 2-时钟信号)

(1-同步信号, 2-数据信号)

图5 时钟信号同步信号及数据时钟 图6 同步信号与数据信号

通过串口来更新输入控制数据时, 控制信号图如图7、图8所示。

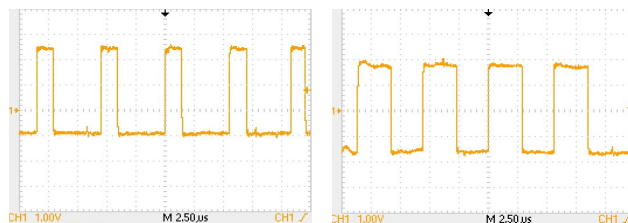


图7 发送0x1111时的数据信号 图8 发送0x3333时的数据信号

通过图7与图8的对比说明图8高电平持续的时间是图7高电平持续时间的2倍, 即串口发送的数据可准确地改变输入控制值。每一位的数据位长度小于 $2.5\mu\text{s}$, 20位数据小于 $50\mu\text{s}$, 即机构的执行周期不到 $50\mu\text{s}$, 可以实现每秒钟2万次振镜的转动。

4.2 振镜控制板运动系统测试

通过搭建实验进一步对输入控制的准确性进行验证, 实验系统包括激光器、振镜JD2204、振镜控制转换板、嵌入式系统、靶标, 测试实验系统如图9所示。

(下转第151页)

5 结束语

经济社会的发展促进办公自动化的发展,大数据时代使得办公室自动化对于计算机技术的使用提出越来越高的要求,企事业单位和办公人员都有责任共同努力,促进办公室自动化,智能化,提高办公效率。办公室工作人员才是系统的主体部分,要保持对新计算机技术的敏感性和可接受性。

参考文献

- [1] 龙玲. 高校办公自动化应用教学的推广价值探究[J]. 科技信息, 2010(03).

- [2] 李志洪. 计算机在办公自动化中的应用[J]. 才智, 2008(02).
[3] 杨庆万. 计算机网络技术与办公自动化[J]. 广东科技, 2007(S1).
[4] 宁长明, 刘洪刚. 应用计算机网络系统实现办公自动化[J]. 自动化技术与应用, 2001(04).
[5] 余小惠. 计算机网络与办公自动化[J]. 引进与咨询, 2000(01).
[6] 唐世梅. 计算机在办公自动化中的应用[J]. 科技信息(科学教研), 2007(22).
[7] 王民川. 计算机在办公系统中综合运用的探索[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2010(07).
[8] 贺铿. 大力推进统计系统办公自动化建设[J]. 中国统计, 2001(08).

(上接第148页)

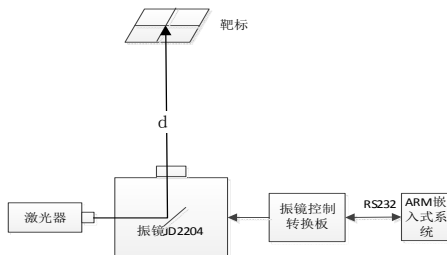


图9 测试实验系统

扫描平面上的坐标值与两振镜转角的关系式为:

$$y = d * \tan \theta_y \quad (1)$$

$$x = (\sqrt{d^2 + y^2} + e) * \tan \theta_x \quad (2)$$

其中d为Y轴振镜到标记面的距离,X、Y轴振镜转角分别为 θ_x 、 θ_y ,e为两个转镜之间的距离为18mm。在距离坐标平面的距离d为235mm时,当Y轴输入控制量为0时,对应的坐标为(260.0mm, 10.0mm),当输入的控制量为 2^{16} 时,对应的坐标为(260.0mm, 260.0mm),将坐标代入公式(1)计算得Y轴扫描范围约为 $(-28^\circ, +28^\circ)$ 。同理X轴扫描坐标范围:(260.0mm, 135.0mm), (135.0mm, 135.0mm), (395.0mm, 135.0mm)代入公式(2),计算X轴扫描范围约为 $(-28^\circ, +28^\circ)$ 。振镜控制转换板输出的是20位的数据信号,其中起到控制转角作用的是16位的数字量,范围是0~ 2^{16} 的数字量,扫描范围约为 28° ,输入每隔4096个控制量振镜对应转角约为 3.5° ,在 $(-28^\circ, 0^\circ)$ 的范围测试每转过 3.5° 与Y轴对应靶标上的位置。

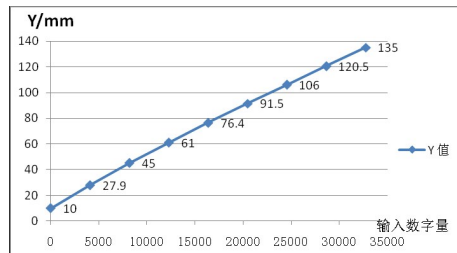


图10 输出控制量与光斑在Y轴的位置

图10表明输入控制量与光斑位置变化成线性关系,说明了输出数字量的准确性,振镜控制转换板可以有效地对振镜进行控制。

5 结束语

本文在分析XY2-100协议的数据结构及接口定义的基础上,结合DSP控制技术设计了振镜控制转换板,实现了对振镜的控制。从XY2-100协议入手,设计了DSP F2812的硬件电路,制作了振镜控制转换板。软件上通过对XY2-100的数据分析设计了软件流程,解决了协议的转换和与ARM11嵌入式系统通信的问题。通过实验表明设计的振镜转换板卡完成了协议转换的功能,与外界通信良好,实现了对振镜的X、Y轴方向的控制,取得了良好的控制效果。综上所述,这种高性能的振镜控制转换板的设计具有重要的应用价值。

参考文献

- [1] 陈苗海. 中国激光加工产业现状和发展前景[J]. 激光与红外, 2004, 34(1): 73~77.
[2] 潘涌, 骆公序. 折射式扫描系统设计及应用[J]. 应用激光, 2012, 3.
[3] Newson.Engineering. XY2-100 technical datasheet[EB/OL]. (2007-03-31). <http://www.new.be/rhorthor>.
[4] 柳宁. 基于MCU和DSP的运动控制研究硬件平台设计[J]. 微计算机信息, 2006, (22)11-2.
[5] TMS320F281x Product Data Sheet. Texas Instruments. SPRS174I. 2003
[6] TPS767D318 Product Data Sheet. Texas Instruments. SLVS209H. 2000.
[7] TMS320C6000 Board Design for JTAG. Texas Instruments. SPRA584C, 2002.
[8] 尹勇, 欧光军, 关荣锋. DSP集成开发环境CCS使用指南[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003年.