

文章编号:1671-6833(2011)01-0068-04

基于 C8051F320 的大鼠视觉图形刺激系统设计及实现

师黎,贾帅锋,罗勇,杨科峰,朱民杰

(郑州大学 电气工程学院,河南 郑州 450001)

摘要:针对目前已有大鼠视觉图形刺激系统存在的灵活性差、扩展性弱和成本高等问题,设计并实现了一种新型的视觉图形刺激系统.系统上位机采用 VB 软件编程产生刺激图形,下位机在刺激图形改变或移动时,向外界输出一个同步脉冲到采集设备.测试结果表明:该系统能很好满足视觉刺激的要求,具有易扩展、成本低等优势,能产生良好的经济社会效益.

关键词:视觉刺激;C8051F320;同步脉冲;VB

中图分类号:TP399

文献标志码:A

0 引言

经过自然界上亿年的进化,生物形成了非常优越的视觉信息处理机制.视觉研究是探索生物视觉信息处理机制,研究视觉诱发电位提取和脑功能成像规律等的科学^[1-3],而图形刺激系统是视觉研究中不可缺少的装置.因此,开发图形刺激系统对于认知生物的视觉系统、研究机器视觉和视觉康复工程等具有重要意义^[4-5].

目前视觉研究中常用的图形刺激系统有 ActiveStim、ViSaGe、Vision Egg 等. ActiveStim 采用 DirectDraw 方法显示刺激图库的位图图像,系统通过集成 NI 公司的数字 I/O 板与其他设备相连进行同步^[6]. 该系统仅能显示位图图像,并需在刺激前把位图图库全部加载到系统内存中,占用内存过大且灵活性弱; ViSaGe 以 Matlab 语言编程输出刺激图形,并开发了数字和模拟 I/O 接口用于和其它设备进行同步连接^[7]. 在实际应用中上述两种系统价格昂贵,二次开发能力弱. Vision Egg 由 Python 语言实现刺激图形库. 作为开源免费的图形刺激系统,该系统图形刺激部分不完善,不能满足视觉研究对特定环境下特殊视觉刺激图形的需求,灵活性差且没有与其他设备进行同步的功能^[8].

基于上述情况,笔者设计并实现了一种新型视觉图形刺激系统.该系统由两部分构成:上位机图形刺激模块和下位机同步部分.上位机图形刺

激模块采用通用高级编程语言 VB 开发,动态显示各种刺激图形.在刺激图形改变或移动时,上位机图形刺激模块发出中断信号,下位机响应中断,并发出脉冲对信号采集设备进行同步.

1 视觉图形刺激系统的总体设计

该视觉刺激系统主要用来对大鼠、猫等一类小动物进行视觉刺激实验,具体的组成框图如图 1 所示,整体上分为上位机图形刺激模块和下位机同步部分.上位机图形刺激模块用来完成显示刺激图形的功能,下位机同步部分用来实现图形刺激模块和信号采集设备的同步.

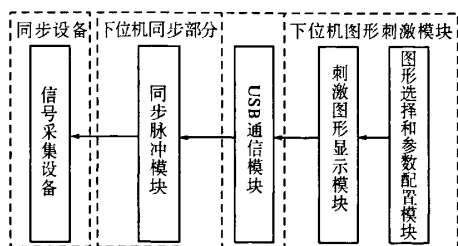


图1 视觉刺激系统框图

Fig.1 Block diagram of the system

系统的具体工作过程:系统启动后,首先在图形选择和参数配置模块界面选定刺激图形,配置图形的各项参数;然后启动刺激图形显示模块,进行图形刺激.当刺激图形在程序算法控制下改变或移动时,调用 USB 通信模块向下位机发出中断

收稿日期:2010-09-10;修订日期:2010-10-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60841004,60971110)

作者简介:师黎(1964-),女,河南尉氏人,郑州大学教授,博士生导师,主要研究领域为智能控制.

指令,下位机响应中断指令,对信号采集设备发出脉冲进行同步。

2 系统硬件设计

针对系统上位机要求具有运行稳定,扩展性强等特点,上位主机最低配置设置为 PIII CPU, 512 MB 内存和 4 G 硬盘。由于是视觉刺激系统,所以对于显卡要求较高,显存应该在 256 MB 以上。

2.1 同步脉冲模块

同步脉冲模块以 C8051F320 为控制核心,通过 USB 接口接收上位机的中断指令,并根据上位机指令,向信号采集设备发出同步信号。本系统中该模块能发出两种不同幅值的脉冲:电压 5 V 电流 10 mA 和电压 3.3 V 电流 10 mA 的脉冲,其中 5 V 脉冲的上升沿用来对 Cerebus Data Acquisition System 进行同步。

图 2 为同步脉冲模块的硬件原理图。由图 2 可以看出,同步脉冲模块是以 C8051F320 为核心进行构建的。当模块与上位机 USB 接口连接好时,上位机 USB 接口在 C8051F320 的 VUSB 引脚提供一个 5 V 电源,该 5 V 电源最大能供给 500 mA 电流,系统采用该电源作为模块电源。由于 C8051F320 单片机采用 3.3 V 供电,而模块中一些器件需要 5 V 供电,所以单片机的 I/O 口与 5 V 器件需要电平匹配。模块中 3.3 V 和 5 V 逻辑电平是通过 74LVC4245 进行电平匹配,来保证单片机能正确驱动 5 V 器件。单片机管脚 P2.0 和 P2.1 通过 74LVC4245 控制 CD4066 的 Y1 和 Y2 模拟开关的导通与否,开关 Y1, Y2 用来选择输出 5 V 脉冲还是 3.3 V 脉冲。当脉冲输出时, P2.2 驱动 LED 闪光一次,指示已向外部设备发出同步脉冲。

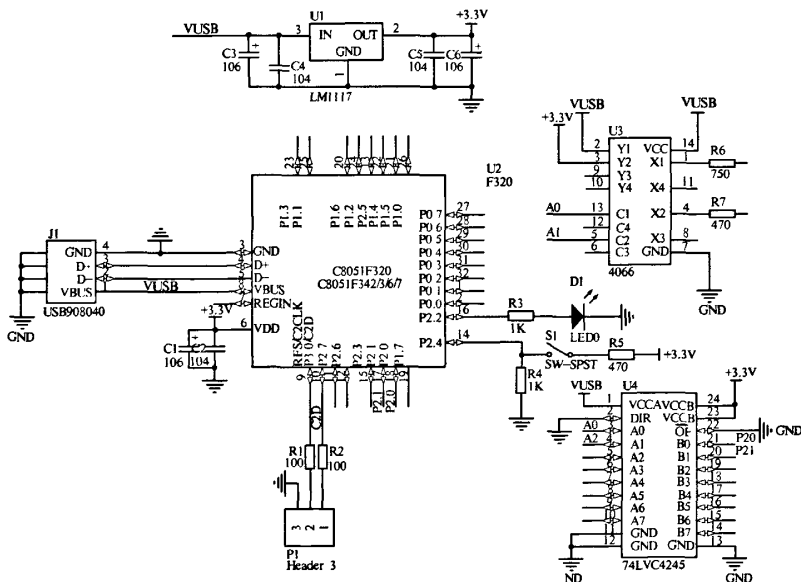


图 2 同步脉冲模块硬件原理图

Fig. 2 Schematic of Synchronous pulse module hardware

2.2 USB 通信模块

在实际应用中,USB 通讯方式具有传输数据速度快,热插拔、便于实现等优点,所以上位机和下位机采用 USB 方式进行通信。本系统采用的芯片 C8051F320 内置了全速/低速 USB 功能控制器,具有 1 kB 的 USB 缓存,无需添加新的 USB 控制芯片即可实现与 PC 之间的数据通信。该模块的主要功能是将上位机发送来的指令传送给同步脉冲模块。

3 系统软件设计

系统软件设计包括上位机图形刺激模块、同步脉冲模块和 USB 通信模块 3 部分。

3.1 上位机图形刺激模块

VB 具有可视化、面向对象和事件驱动的特点,且编程调试简单方便^[9],采用 VB 进行上位机图形刺激模块的程序设计。在上位机图形刺激模块设计时考虑到视觉刺激系统的扩展性问题,将

程序按照分模块、分层次原则来实现,即上位机图形刺激模块又分为图形选择和参数配置模块、刺激图形显示模块两部分。

图形选择和参数配置模块是视觉刺激系统的人机接口,主要功能是设置刺激图形类型和配置图形的各项参数。例如,当选定刺激图形为光栅类型时,它需配置的各项图形参数为光栅宽度、光栅间隔、光栅个数和移动频率。当各项参数都配置完成后,采用全局变量把各项参数传递给刺激图形显示模块。

图形刺激显示模块的功能是实现图形的动态显示,系统采用定时器控件 Timer 事件和内存绘图相结合的方法实现刺激图形的动态显示。首先,模块获得刺激图形类型和各项图形参数并启动定时器,然后在定时器 Timer 事件中,模块根据各项参数信息计算出图形显示的位置信息,由图形的位置信息在内存中绘制图形,调用 USB 通信模块向下位机发出中断信号,最后把在内存中绘制的刺激图形显示出来。由于 VB 中 Timer 的最小间隔的实际精度不会超过 1/18 s,所以 Timer 控件能够精确设置的最短时间是 55.6 ms,因此设置 Timer 最小时间间隔应大于 55 ms。动态显示图形的程序流程图如图 3 所示。

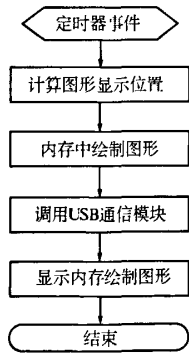


图 3 动态显示图形程序流程图

Fig.3 Flow chart of dynamic display graphics program

3.2 USB 通信模块

系统上位机和下位机之间只需要单向的通信方式,因而 USB 通信模块采用的通信方式是单向的。该模块采用下位机控制芯片 C8051F320 配套软件提供 Windows 下 USB 的 API 应用层驱动,可不考虑具体的 USB 协议,只根据芯片内置协议及应用层接口驱动,来编写视觉图形刺激平台部分和下位机的通信程序。上位机图形刺激部分和下位机同步部分进行通信时,使用下位机芯片厂商

提供的动态链接库 SiUSBXp.dll,明显减少实现通信模块编写的工作量。

USB 通信模块程序实现的流程如下:首先通过 API 函数 SI_Open 建立上位机图形刺激部分和下位机之间的 USB 连接通道,并且在程序执行的过程中,一直保持上位机图形刺激部分和下位机之间的 USB 连接通道;其次在刺激图形移动或改变时触发通信事件,上位机调用 SI_Write 通过 USB 软件通道向下位机发送控制命令,下位机以中断方式进行指令接收。通信过程的数据帧格式:

0xAA	0x55	数据指令	校验和
------	------	------	-----

本系统中每帧包括 4 个字节,分别是 2 个字节的起始帧头、1 个字节的命令和 1 个字节的校验和。系统每次通信向下位传送的控制指令的数据包都为一帧,通信在计算机应用层发起,不用等下位机同步部分的应答信号,程序自动检测指令发送是否成功,若发送指令失败则调用函数 SI_Close 关闭 USB 软件通道退出视觉刺激程序。

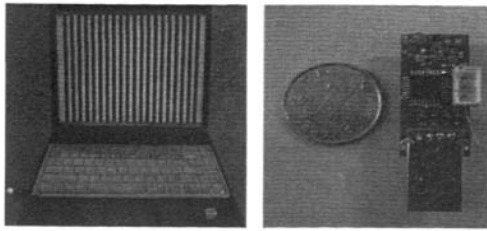
3.3 同步脉冲模块

同步脉冲模块程序采用 C51 语言编写实现,主要工作是模块的初始化、接收上位机数据和发出同步脉冲信号。模块控制核心 C8051F320 上电复位后立即完成模块初始化,包括配置晶振、I/O 口、中断和 USB 控制器等;然后进入循环等待状态,直到有 USB 接收数据中断时,跳出等待状态,程序转到 USB 中断服务程序,在 USB 中断服务程序中取出 USB 缓存中的指令,进行指令解码并发出同步脉冲信号,中断返回后再次进入到等待状态。

在 USB 中断服务程序中启动定时器 T0,利用定时器可以输出时间能进行精确调整的同步脉冲信号,来满足同步外围采集设备的要求。

4 系统实现及测试

笔者所开发的系统由用 VB 开发的图形刺激模块和用 C8051F320 开发的下位机同步部分构成,实现了光栅、棋盘格、正方形、圆形等多种刺激图形。多条光栅刺激运行图如图 4(a)所示,图 4(b)为下位机同步部分实物图。由图 4(b)可以看出,下位机同步部分采用贴片式封装元件实现,电路设计紧凑,整体如一枚一元硬币大小。整体系统在运行过程中,图形刺激部分工作稳定,下位机同步部分能准确发出同步脉冲。



(a)系统光栅刺激运行图 (b)下位机同步部分实物图

图4 视觉刺激系统实物图

Fig.4 The system of physical chart

5 结 论

基于C8051F320的图形刺激系统,开发了光栅、棋盘格、正方形等多种刺激图形,实现了以事件驱动的方式与其他采集设备同步.系统的上位机图形刺激模块采用计算机通用编程语言实现,研究人员能够根据视觉研究的需要对刺激图形进行部分修改或扩充,进而产生满足需求的刺激图形.系统下位机同步部分小巧轻便,实时性强.总之,笔者开发的整个系统成本低廉,便于二次开发,具有较好的经济社会效益.

参考文献:

- [1] 尹晶海,胡剑锋.基于视觉诱发电位脑机接口浏览器的设计与应用[J].中国组织工程研究与临床康复,2009,13(35):6964-6968.
- [2] 赵松年,姚力,金真,等.视像整体特征在人类初级视皮层上的稀疏表象:脑功能成像的证据[J].科学通报,2008,53(11):1296-1304.
- [3] 王志,陈敏,周诚,等.视觉皮层对视觉刺激反应的研究——脑功能磁共振成像及磁共振波谱的联合应用[J].中国医学影像技术,2006,22(1):19-21.
- [4] SUN T H, TSENG C C, CHEN M S. Electric contacts inspection using machine vision[J]. Image and Vision Computing, 2010, 28:890-901.
- [5] LEHRER N, OLSON L. Visual feedback for mixed reality stroke rehabilitation[C]. 2009 Virtual Rehabilitation International Conference, 2009:194.
- [6] NIKOLIC D, HAEUSLER S, SINGER W, et al. Temporal dynamics of information content carried by neurons in the primary visual cortex[J]. In Proc. of NIPS 2006, 19:1041-1048.
- [7] BUKHARI D, KURYOL D D. Computer programming for generating visual stimuli[J]. Behavior Research Methods, 2008, 40(1):38-45.
- [8] STRAW A D. Vision egg: an open-source library for realtime visual stimulus generation[J]. Frontiers in Neuroinformatics, 2008, 2:1-10.
- [9] 张获,吴小影,刘双珍. SKF38393对体外培养大鼠视皮层神经元GABA-激活电流的影响[J]. 郑州大学学报:医学版, 2010, 45(5):753-755.

Design and Implementation of Rat Visual Graphics Stimuli System based on C8051F320

SHI Li, JIA Shuai-feng, LUO Yong, YANG Ke-feng, ZHU Min-jie

(School of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In this paper, a new visual graphics stimuli system was designed and implemented to solve the problems of less flexibility, poor extensibility and high which exist in the present visual graphics stimuli systems. VB programming language was applied to develop many kinds of stimulating graphics in the host, while a synchronous pulse to external equipment was produced by the lower controller when the stimulating graphics was altered or shifted. With the advantages of strong extensibility and low cost, the system can adequately satisfy the requirements of visual stimuli.

Key words: visual stimulus; C8051F320; synchronous pulse; VB