

基于 FPGA 的步行街自助式交通灯控制器的设计

林 倩,胡耀武,胡丽冰,陈 梁

(青海民族大学 物理与电子信息工程学院,青海 西宁 810007)

摘 要:文中主要针对步行街交通的特殊情况,设计了一款步行街自助式的交通控制器。系统除了可以完成常规交通指挥的功能外,还可以针对步行街的行人主体需要,在主干道没有车辆的情况下,行人可以通过按控制按钮使十字路口的红灯变为绿灯,及时过马路,而不用等红灯变绿灯,节省了等待时间;当步行街无人过马路时,则主干道将持续绿灯,保证主干道车辆通行。系统设计应用 EDA 的设计方法,采用 Quartus 软件进行了电路仿真和调试,基本满足设计要求,具有实用性、实时性、易操作、人性化、造价低等特点。

关键词:步行街;交通灯;计数器;译码;选择器;人性化

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)04-0223-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.04.057

Design of Pedestrian Street Self-service Traffic Light Controller Based on FPGA

LIN Qian, HU Yao-wu, HU Li-bing, CHEN Liang

(College of Physics and Electronic Information Engineering, Qinghai

University for Nationalities, Xining 810007, China)

Abstract: Aiming at the special circumstances of the pedestrian traffic, a traffic controller of pedestrian street self-service is designed. The system can complete the function of the conventional traffic control, the person can also press the control button to change the red light to green light in accordance with the need of body in pedestrian street in the absence of vehicles, crossing the road in time, instead of waiting a red light changing a green light, saving the waiting time. When none of the pedestrian street crossing the road, the road will continue to be a green light, which guarantees the road traffic. System design applies the method of EDA, using the Quartus software for circuit simulation and debugging, meeting the design requirements basically, which is practical, real-time, low cost, easy operation and humanization and so on.

Key words: crossroads; traffic lights; counter; decoding; selector; humanization

0 引 言

随着经济的快速发展及社会的进步,人们出行在外购物逛街的机会越来越多,并且对于当代新青年们快节奏的生活让人们感受到时间的宝贵。然而在日常生活当中,对于等待中花费的时间随处可见,例如在车水马龙的大道上等待绿灯的过程中,机械化的红绿灯变化让等待的人们心里极度的焦虑和不安,并且存在不同时间段过马路的高峰期也不可避免,怎样才能让浪费的时间重新被捡起来,让人们来控制交通灯呢?为了解决以上问题,在该系统设计中,采用 EDA^[1] 的程序设计,以为行人考虑的想法为主旨,采用分模

块^[2]的设计方式,设计一个步行街自助式的交通控制器,实时触发,减小步行街行人的等待时间,使步行街的通行更加人性化。

文中研究交通灯控制器的设计与实现,并利用 EDA 技术等知识设计了一套自助式交通灯控制器的方案。自助式交通灯控制器的设计主要由计数、交通灯控制、显示译码、按键去抖等几部分组成。通过采用数字电路自助式对交通灯控制器的设计,提出使自助式交通灯控制器用数字信号自动控制双干线路口两组红、黄、绿交通灯的状态转换的方法,指挥各种车辆和行人安全通行,实现双干线路口交通管理的自动化。

收稿日期:2013-05-21

修回日期:2013-08-26

网络出版时间:2014-01-07

基金项目:教育部“春晖计划”科研项目(S2012047);青海民族大学大学生科技创新项目

作者简介:林 倩(1982-),女,陕西蓝田人,讲师,硕士,CCF 会员,研究方向为电子信息技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140107.1720.039.html>

1 系统总体设计

在该系统设计中,采用 EDA 程序设计的方法,分模块设计程序,以步行街的行人通行为主体,实时触发^[3],减少步行街行人的等待时间,使步行街的通行更加人性化。

(1)方案一:采用单片机最小系统设计步行街交通灯控制器。

设计一个单片机系统,包括单片机最小系统、4 个独立式按键及 8 个发光二极管、6 个数码管和一个蜂鸣器,用 Protel 绘出其原理图,并进行 Proteus 仿真,完成单片机综合开发板的键盘、显示等程序的编写、编译和调试。选用 AT89C51 单片机作为最小系统^[4]的控制器,设计电源电路、时钟电路、复位电路完成其基本功能。串行通讯则采用为电脑的 RS-232 标准串口设计的单电源电平转换芯片和 D9 端口,实现系统数据下载;设计 LED 电路和蜂鸣器电路,实现简单扩展功能。

(2)方案二:采用基本门电路和各种触发器电路元件来实现。

(3)方案三:采用 EDA 的设计方法实现步行街交通灯控制器。

传统的纯硬件电路完成乐曲演奏实现起来太复杂,所以这里借助功能强大的电子设计自动化(Electronics Design Automation,EDA)技术可编程逻辑器件 FPGA^[5]来实现。可编程逻辑器件具有设计灵活、速度快、更改方便、功耗低等优点,在数字系统的设计中得到了广泛的应用,逐步将会替代中、小规模的数字集成电路,它的诸多特点使其特别适合于产品的样品开发。用软件来设计硬件,带来了设计效率提高和设计风险降低的双重优势。FPGA 是最新型的可编程逻辑器件,几乎可适用于所有的门阵列和各种规模的数字集成电路,它的诸多特点使其特别适合于产品的样品开发。该设计是以全球最大的可编程逻辑器件供应商——Altera 公司的 Quartus II^[6]为工具完成总体电路的编程设计、编译、综合分析、模拟仿真、程序下载、

电路连接及功能演示。完成所有设计要求,实现了步行街自助式交通控制器的设计。

通过对以上三种方案的比较,方案一必须要借助一定的单片机和硬件电路连接、测试和仿真的知识。方案二要焊接的电路板太多,对于有实际用处的逻辑电路一般是进行电路板焊接仿真后才能大批量生产,这样会增加工作时间,并且不一定能买到合适的元件来满足设计要求,实现比较繁杂。选择第三个方案有三个原因:首先,这个方案设计简单,电路可靠,容易实现设计目标。其次,该方案是基于可编程逻辑器件的编程环境,用户通过编程来改变可编程逻辑器件内部的逻辑关系^[7]和连线,就可以得到所需要的设计电路,极大地提高了电路设计的效率,改变了传统的电路数字系统设计的方法。第三,该方案模拟仿真环境使用方便,能够在计算机上完成整体电路的调试工作,减少了硬件电路制作的繁琐过程。不需要实际制作芯片控制电路,实现方便,修改和调试只需通过软件程序的修改来完成。

2 总体设计方案的实现

自助式的交通控制器的设计主要由计数模块组成、交通灯控制模块、显示译码^[8]模块组成。设计时先确定整体电路的框图,再根据各模块的功能进行具体的程序设计。系统框图如图 1 所示。

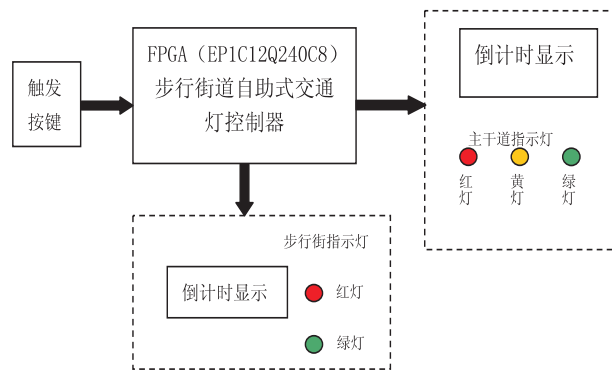
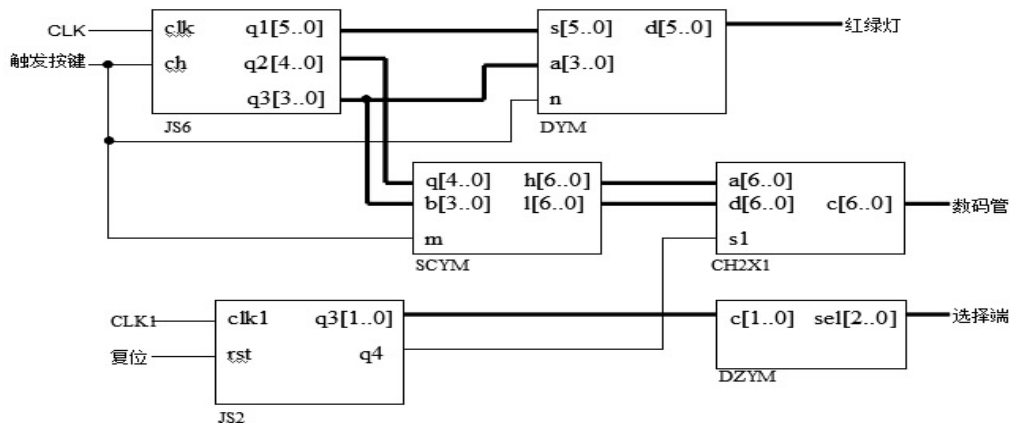


图 1 系统框图



3 系统软件设计

3.1 总体设计原理图

系统原理图如图2所示。

3.2 软件系统流程图

系统软件设计流程图如图3所示。

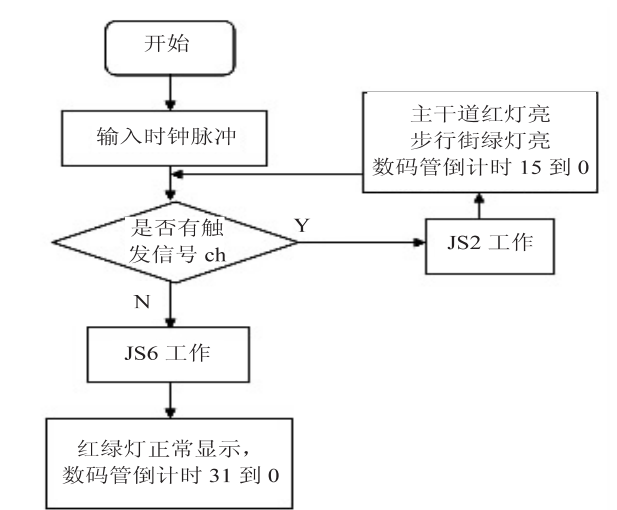


图3 系统软件流程图

3.3 主要模块介绍

A、六位计数器。
设计了一个两用计数器来分别产生两种长度不同的脉冲信号^[9],控制输出端的变化。当没有行人按下按钮时即 ch=0,则6位计数器正常工作,产生脉冲信号,执行常规的交通指挥工作,保持主干道正常通行。当步行街道上有行人要穿过主干道时,行人可以通过按下按钮发出触发信号即 ch=1时,主干道变为红灯,此时6位计数器停止工作,4位计数器开始正常工作,设置了16 s的时间让行人通过马路。主体程序段如下所示:

```
if clk'event and clk='1' and ch='0' then    cq1:=cq1+1;
q3<="0000";
q1<=cq1;
q2<=cq1(4 downto 0);
end if;
if clk'event and clk='1' and ch='1' then    cq2:=cq2+1;
q1<="000000";
q2<="00000";
q3<=cq2;
```

B、交通灯译码。
通过输入端信号的变化来控制东西、南北方向红黄绿灯的变化情况。在不同的状态下灯做相应的变化,使行人和主干道车辆按照灯的指示行驶。

交通灯五种情况说明如表1所示。

主体程序段如下所示:

```
san:=(s&a&n);
case (san) is
```

```
when "10010100000" =>d<="100010";
when "10011000000" =>d<="100010";
when "10011100000" =>d<="100010";
when "10100000000" =>d<="100010";
.....
when "00000011011" =>d<="010100";
when "00000011101" =>d<="010100";
when "00000011111" =>d<="010100";
when others=>null;
```

表1 交通灯状态说明表

状态	主干道信号灯			步行街信号灯		主干道	步行街道
	R 红	G 绿	Y 黄	R 红	G 绿		
S0	0	1	0	1	0	通行	禁行
S1	0	0	1	1	0	车停靠	禁行
S2	1	0	0	0	1	禁行	通行
S3	1	0	0	0		禁行	通行(绿灯闪烁)
S4	0	1	0	1	0	通行	禁行

C、数码管显示译码。
通过前一模块输入信号的不同来控制主干道和步行街的数码管信号的变化。

```
主体程序段如下所示:
qbm:=(q & b & m);
case (qbm) is
when "0000000000" =>h<="1001111";l<="0000110";
when "0000100000" =>h<="1001111";l<="0111111";
when "0001000000" =>h<="1011011";l<="1101111";
when "0001100000" =>h<="1011011";l<="1111111";
when "0010000000" =>h<="1011011";l<="0000111";
when "0010100000" =>h<="1011011";l<="1111101";
.....
when "0000011011" =>h<="0111111";l<="1011011";
when "0000011101" =>h<="0111111";l<="0000110";
when "0000011111" =>h<="0111111";l<="0111111";
when others=>null;
```

D、二选一数据选择器。
根据输入信号频率的选择来控制两位计时数码管的点亮情况。一般来说,只要扫描频率超过眼睛的视觉暂留频率24 Hz以上就可以达到点亮单个显示,却能享有多个同时显示的视觉效果,而且显示也不闪烁。将所得到的信号频率分配给扫描信号,最后每个显示器扫描信号频率大于24 Hz,故不会有闪烁情形产生。

```
主体程序段如下所示:
case s1 is
when '0'=>c<=a;
when '1'=>c<=b;
when others=>null;
end case ;
E、两位计数器。
```

在输入相应频率信号的情况下,产生 4 个脉冲信号来控制数码管地址选择位的输出信号,同时给选择器输出一位的选择信号。主体程序段如下所示:

```
if rst1 = 0' then cq1 := "00";
else if clk1'event and clk1 = 1' then cq1 := cq1 + 1;
end if;
q3 <= cq1; q4 <= cq1(0);
F、地址译码器。
```

根据两位计数器产生的脉冲信号,来选择不同数码管的位选信号^[10]。这里笔者自制了数码管的硬件电路,不需使用地址选择信号,在实际电路当中直接连接各个数码管,达到点亮的目的。主体程序段如下所示:

```
case c is
when "00" => sel <= "101";
when "01" => sel <= "100";
when "10" => sel <= "001";
when "11" => sel <= "000";
when others => null;
G、去抖模块。
```

去抖模块的作用在于消除按键的抖动,因为当输入信号在高低电平之间转换时,在转换的瞬间会产生毛刺,使信号波形不稳定,从而使系统不能正常工作,因此要加入去抖模块^[10]。主体程序段如下所示:

```
Signal out1: std_logic;
Signal out2: std_logic;
Begin
Out1 <= not(out2 and up);
Out2 <= not(out1 and down);
```

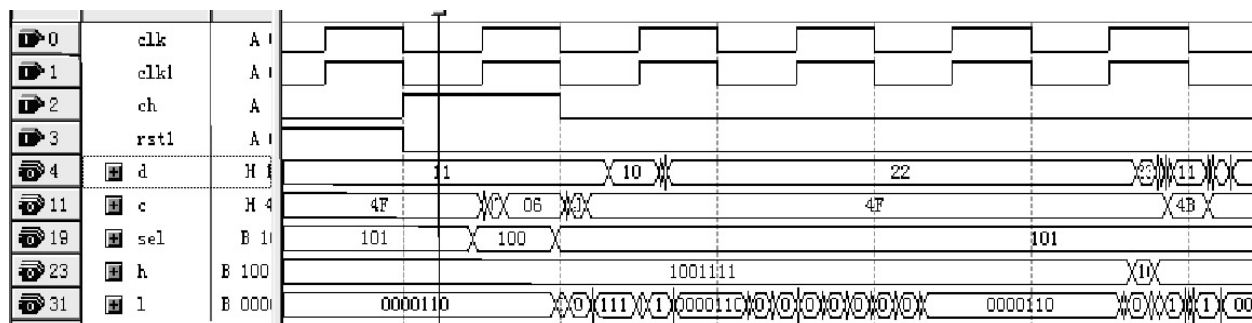


图 4 仿真时序波形

5 结束语

该设计采用模块化电路设计,模块化编程,模块化接线,最后连接总原理图,思路清晰,容易理解,便于调节和扩展电路,并有行人自行触发的实用价值。另外,步行街的十字路口指挥系统可以完成常规的交通指挥功能,还设计了一个两用计数器来分别产生两种长度不同的脉冲信号,控制输出端的变化。该设计以计数器为指导路线,分为七个模块的设计支线,六位计数器

```
Key <= out1;
End behave;
```

4 系统测试结果

为了更加直观地观察该设计的实际效果,制作了一块步行街十字路口红绿灯的模型,通过硬件测试达到了设计要求。当未启动触发按钮的时候,步行街的十字路口指挥系统可以完成常规的交通指挥功能,即主干道方向通行时间设置为 32 s,前 27 s 为绿灯,允许此方向行人和小型车辆通行,之后由绿灯变为黄灯为 5 s,紧接着由黄灯变为红灯,红灯持续时间为 27 s,此时禁止该方向人流和车辆通行,紧接着由红灯变为黄灯,持续时间为 5 s。当启动触发按钮的时候,交通灯将响应行人的触发。这里设计了一个两用计数器来分别产生两种长度不同的脉冲信号,控制输出端的变化。当没有行人按下按钮时即 $ch=0$,则 6 位计数器正常工作,产生脉冲信号,执行主干道的交通指挥工作,保持主干道正常通行。当步行街道上有行人要穿过主干道时,行人可以通过按下按钮发出触发信号即 $ch=1$ 时,主干道变为红灯,4 位计数器开始正常工作,设置了 16 s 的时间让行人通过步行街。

在实验室中进行仿真和连线后,可得到 5 个 LED 发光二极管来表示的简单交通灯模型,5 个灯中由三个(红,黄,绿)来代表主干道上的车辆通行指示灯,而另外的红灯和绿灯用来指示人行道上的行人,还设置了一个按键用来代表触发按钮^[11]。

总体仿真^[12]时序波形如图 4 所示。

的主要功能是将两种计数器的执行指令彻底分清,当计数器的执行进制区分开来时,则将计数器的信号传至灯译码和数码管显示译码,灯译码的主要功能是在规定的时间内将计数器的数码在红绿灯上表现出来,数码管上显示的就是数码管显示译码产生的时间,最后将 EDA 实验箱和外围硬件电路连接起来,进行最终结果的测试,完成设计的基本要求。

(下转第 230 页)


```
//获取 marker 的位置
var mPoint=new Bmap. Point(b_x,b_y);
var circle = new Bmap. Circle ( mPoint, 1000, { fillColor:
“blue”,strokeWeight:1,fillOpacity:0.3,strokeOpacity:0.3} );
map. addOverlay( circle );
var local = new Bmap. LocalSearch ( map, { renderOptions:
{ map:map,autoViewport:false} } );
var bounds = getSquareBounds( circle. getCenter ( ), circle. ge-
tRadius ( ) );
local. searchInBounds( “停车场”,bounds );
local. setSearchCompleteCallback( function( result ) {
results = result ;
}
}
```

其中,var mPoint 用于创建点。var circle 用于创建一个圆,表示搜索该圆覆盖范围内的停车场。

4 结束语

测试与试运行结果表明,该系统完成了既定的基本功能设计目标,基本能正确地展示周边停车场、停车场详情、百度地图等功能,客户端与服务端数据交互基本正常。通过该找停车场系统正确找到停车场的概率为 95%。在下一步的工作中,将加强用户的互动性,改进评分模块的设计,增加用户对停车场泊位信息的自主提供模块。基于电子地图的找停车场系统设计是对智能交通创新应用的有益尝试。

参考文献:

- [1] 仰燕兰,金晓雪,叶桦. ASP. NET AJAX 框架研究及其在 Web 开发中的应用[J]. 计算机应用与软件,2011,28(6): 195-198.
- [2] 詹 骞. 基于 Ajax/REST 的 GIS WEB 服务研究与实现

(上接第 226 页)

参考文献:

- [1] 阎 石. 数字电子技术基础[M]. 第 5 版. 北京:高等教育出版社,2010.
- [2] 童诗白,华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [3] 江国强. EDA 技术与应用[M]. 第 3 版. 北京:电子工业出版社,2010.
- [4] EDA-V 型(SOPC)实验指导书[M]. 第 2 版. 出版地不详:达盛科技有限公司,2006.
- [5] 赵 凯. 一种基于 EDA 的智能交通灯设计[J]. 武汉工业学院学报,2009,28(1): 53-56.
- [6] 白雪皎. 基于 CPLD 半整数分频器的设计[J]. 长春大学学报,2006(2): 13-15.
- [7] 张 鑫,陈建军,刘思源. FX2LP-FPGA 的硬件设计与编程[J]. 信息技术,2012(6): 143-146.

- [D]. 北京:中国地质大学,2008.
- [3] IT 专家网社区. 简析微软的 Ajax: Atlas[EB/OL]. (2006-11-13) [2013-05-14]. <http://developer.51cto.com/art/200611/34432.htm>.
- [4] Microsoft Corporation. ASP . NET AJAX 概述[EB/OL]. (2007-11-01) [2013-05-14]. [http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/bb398874\(v=vs.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/bb398874(v=vs.90).aspx).
- [5] 郭 亮,龚建华,孙 麋,等. 基于 ArcGIS Server 与 AJAX 的 WebGIS 设计与实现[J]. 测绘科学,2011,36(3): 210-212.
- [6] 林 国,李伟超. 基于 AJAX 的富互联网应用框架研究[J]. 实验室研究与探索,2012,31(7): 92-97.
- [7] 杨志国,姜 亢,邹湘凯,等. 基于 Arcgis Server 与 ASP. Net Ajax 的北京市应急避难场所信息管理平台设计与实现[J]. 中国安全生产科学技术,2011,7(7): 52-56.
- [8] 沈娣丽,上官同英,孟雅俊,等. Zigbee 和百度地图 API 在农田信息采集系统中的应用[J]. 中国农机化,2012(4): 184-188.
- [9] 百度开发者中心. 百度地图 API 开发指南[EB/OL]. (2013-05-14) [2013-05-14]. <http://developer.baidu.com/map/jsdevelop-1.htm>.
- [10] Kobayashi S,Fujioka T,Tanaka Y, et al. A geographical information system using the Google Map API for guidance to referral hospitals[J]. Journal of Medical Systems,2010,34(6): 1157-1160.
- [11] Peng Fuquan,Su Jian,Weng Wenyong, et al. A city modeling and simulation platform based on Google Map API[C]//Proceedings of the 2011 international conference on informatics, cybernetics, and computer engineering (ICCE2011). Melbourne, Australia:Springer,2012:513-520.
- [12] Zhang W. A low cost web based vehicle tracking system using Google Map API[D]. Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University,2009.

- [8] 胡远望,廖冬初. 基于 VHDL 的高速串行 AD 转换器控制设计与实现[J]. 常州信息职业技术学院学报,2007,6(1): 28-31.
- [9] 闵祥国. 基于硬件描述语言 VHDL 的电路系统设计研究[J]. 电脑知识与技术,2007(12): 58-60.
- [10] Ichikawa S,Akinaka M,Hata H, et al. An FPGA implementation of hard-wired sequence control system based on PLC software[J]. IEEJ transactions on electrical and electronic engineering,2011,6(4): 367-375.
- [11] Bonavita M,Isaksen L. On the use of EDA background error variances in the ECMWF 4D-Var[J]. Quarterly journal of the royal meteorological society,2012,138(667): 1540-1559.
- [12] Gershenson C,Rosenblueth D A. Self-organizing traffic lights at multiple-street intersections[J]. Complexity,2012,17(4): 23-39.

基于FPGA的步行街自助式交通灯控制器的设计

作者: [林倩](#), [胡耀武](#), [胡丽冰](#), [陈梁](#), [LIN Qian](#), [HU Yao-wu](#), [HU Li-bing](#), [CHEN Liang](#)
作者单位: [青海民族大学 物理与电子信息工程学院, 青海 西宁, 810007](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2014(4)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201404057.aspx