

PLC控制交通灯动态仿真研究

针对PLC控制十字路口交通灯问题,采用VC++语言编写仿真控制系统程序,建立了动态控制十字路口交通灯系统的模型。并对该动态系统进行需求分析,运用该系统控制十字路口信号灯的运行情况,检验该控制系统的正确性,实现了PLC控制交通灯动态仿真的目的。实践表明,采用软件来动态仿真PLC控制对象,控制更为方便、灵活。

魏岚婕/华东建筑设计研究院有限公司

0 引言

随着社会经济的发展,城市交通问题越来越引起人们的关注。人、车和路三者关系,已成为交通管理部门需要解决的重要问题之一。为了确保十字路口的车辆顺利、畅通地通过,往往都利用自动控制的交通信号灯来进行控制指挥。

动态仿真技术为PLC控制系统的开发提供了一种有效的辅助手段^[1-4],具有经济、灵活且高效等优点。针对PLC控制十字路口交通灯系统^[4-8],采用VC++语言编写动态仿真控制系统,运用动态仿真控制十字路口交通灯的运行情况,检验该控制系统的正确性,实现十字路口信号灯自动控制对城市交通管理现代化有着十分重要的意义。



魏岚婕/工程师

关键词/Keywords

可编程序控制器·
十字路口交通灯·
动态仿真·

1 模拟系统功能分析

1.1 十字路口交通灯模拟系统

一个十字路口交通灯,四个方向各有三个指示灯,指示灯可用红、黄和绿三色灯表示,也可用指示车辆运行的方向指示箭头表示。其中东西方向指示

灯变化规律一样,可简化为一组表示,同样,南北方向指示灯也可简化为一组表示。每个方向路口有三个方向运行的车,分别为左拐、直行和右拐,不同运行方向的车辆可用不同颜色方块表示。有时间倒计时指示牌,显示指示灯不同状态间变化时间。各方向车在不同指示灯下的运动,当左拐方向灯亮时,该方向左拐车运动;当直行方向指示灯亮时,该方向直行车辆运动;当右拐方向指示灯亮时,该方向右拐车辆运动;当指示灯为红色时,相应车道车辆禁止通行。

1.2 十字路口交通灯模拟系统的需求分析

模拟系统的初始状态为各方向的指示灯均为红色,倒计时指示牌显示为00,各方向的车辆也为停止状态。

点击开始按钮后,程序开始运行,东西方向绿灯亮25s→东西方向黄灯闪5s→东西方向红灯亮30s→南北方向绿灯亮25s→南北方向黄灯闪5s→南北方向红灯亮30s→然后循环。在不同灯状态下,各路口的车相应直行、左转或右转。倒计时指示牌显示不同时刻红灯的剩余时间。

1.3 十字路口交通灯模拟系统的车辆行驶规则

十字路口各方向车道有双车道和三车道之分,随着车流量的增大,三车道应用越来越多,且三车道中,各方向行驶车辆分布更容易,本次设计中拟采用三车道模式。

红绿灯交换顺序选择,在实际十字路口中,红绿灯顺序,有先直行再转弯的,也有先转弯再直行的,还有由行

国家自然科学基金项目(50807019)。

人手动控制的。总行驶原则：绿灯方向车辆可行驶，但左拐车辆不能与直行车辆同时通行，右拐车辆在绿灯期间随时可通行，红灯方向车辆禁止通行。考虑到一般直行车辆比左拐车辆多，又左拐车辆和直行车辆不能同时通行，设计时可让绿灯时直行车辆先行，然后左拐车辆通行。而右拐车辆不会与直行车辆和左拐车辆冲突，在绿灯时本方向的右行车辆一直可以通过。拟采用的车辆行驶规则：同方向绿灯25 s时间内，先直行车辆通行15 s，然后转为左拐车辆通行10 s，在25 s内右行车辆可随便通行。车道分布：左拐车辆在左边车道，直行车辆在中间车道，右拐车辆走最右边车道。

1.4 十字路口交通灯模拟系统I/O分析

1.4.1 输入

十字路口交通为模拟系统，动态模拟十字路口的交通运行情况，一个循环周期60 s内，各方向灯交替红绿变化，各方向车辆在相应指示灯下通行或停止，以时间为主要控制量。输入只有两按钮，“开始”按钮，使模拟系统开始运行；“退出”按钮，用于退出模拟系统。

1.4.2 输出

1) 十字路口整体输出，十字路口的整体分布，各方向车道分布，各方向指示灯位置。

2) 各方向指示灯状态输出，各方向指示灯初始状态均为红色，根据时间的变化各方向灯交替变化为红、黄和绿，循环输出。

3) 车辆状态输出，当指示灯为红灯时，该方向车辆在路口停止，等待通行；当指示灯变为绿色时，根据一定时顺，该方向车辆左右拐和直行；当车辆行驶出十字路口，车辆消失，并在原路口重新产生一辆车，循环输出。

4) 时间倒计时输出，倒计时牌显示红灯剩余时间，当时间减到0时，显示另一方向红灯剩余时间，循环显示。

据上述分析，十字路口交通灯仿真系统，要实现的控制功能如图1所示，其中左边为输入，中间为控制系统，右边为输出。

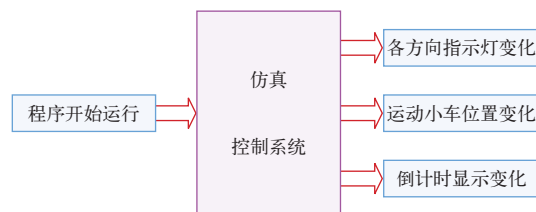


图1 交通灯模拟系统控制图

2 交通灯模拟系统具体设计

2.1 系统主界面设计

交通灯模拟系统的主界面包括：十字路口主背景、交通指示灯、各方向预设计的小车及倒计时牌，表示指示灯间的转化时间。这些都是用不同大小的图片来指示，设计时将相应的图片用图形控件加到对应位置，有些需要随时间变化，则再用程序实现。各部分具体设计：十字路口主背景设计，分为东南西北四个方向的车道和中间的连接部分，设计时找到十字路口图片，用画图软件简单处理后，设置在界面中间。交通指示灯设计，在十字路口的交通指示灯一般有两种指示方法：一种为红、黄和绿三色灯循环转换来指示，采用这种方法，在一个方向是绿灯时，不能指示现在是左右拐弯，还是直行；另一种方法是用左拐、直行和右拐三个方向指示箭头来表示，当该种车辆可通行时，指示箭头为绿色，再由黄色过渡到不可通行状态红色，这种方法能更好地指示各方向车辆的通行情况，实际中应用也较多，设计中采用该方法。设计界面时，将各指示箭头，通过图形控件的形式加到各路口处；倒计时指示牌可只用数字来指示，但这样不直观和美观，若采用液晶方式显示更加直观和美观，设计时同指示灯一样，将各数字的图片用图形控件加到界面的相应位置；小车设计也是将画好的小车图片，用图形控件加到十字路口处。设计好的界面如图2所示。

2.2 主界面中各部分功能具体设计实现

2.2.1 倒计时及显示功能设计

倒计时牌主要用于指示当前红灯剩余时间，

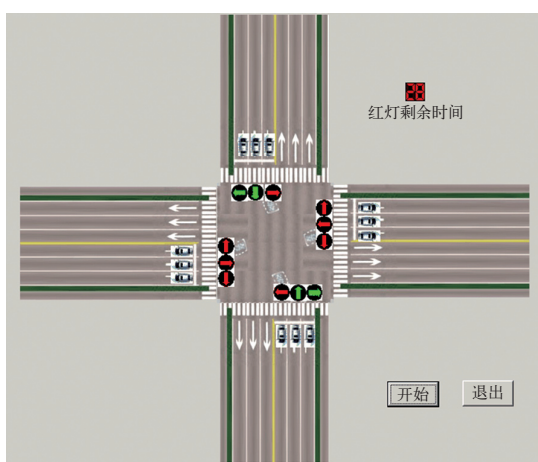


图2 交通灯模拟系统主界面

具体为时间从30减到0后又回到30循环显示,要得到时间在程序中由Timer控件来实现,用m_Time变量来表示时间,其初始值为30,每过1 s(时间具体由时间控制程序得到)其值减1,减到0后其值变为30,实现倒计时功能。

时间在界面中用图片来显示,时间最大值为30,设计时在显示时间图片的十位,放置4张同样大小的图片,分别为数字0、1、2和3,当要显示某一值时,显示相应数字的图片,隐藏其他图片;同样在个位位置放置10张相同大小的图片,分别显示数字0~9,当要显示某一值时,显示相应数字的图片,隐藏其他图片,在程序中由函数UPDATETIME(int m_Now)来实现。该程序实现用其图片来显示数字m_Now,时间程序将m_Time值赋给m_Now来调用该程序,这样显示程序即可显示红灯剩余时间m_Time。UPDATETIME(int m_Now)函数,分别显示个位和十位部分,程序中可先用for循环隐藏所有数字图片,再显示所需数字的图片,显示一个数字前都要隐藏所有数字图片,但实现的效率不高,因为实际改变显示之前十位和个位上都只有一张图片被显示,只用隐藏这一张就够了。且由于时间连续减小,很容易知道当前显示时间的前一时间值。因此在实际设计时,只隐藏前面显示图片,显示需要显示图片,如要显示时间25,对于十位,先隐藏正在显示的数字3图片,再显示数字2图片,个位先隐藏正在显示的数字6图片,再显示数字5图片。

2.2.2 运动小车设计

小车的运动分为向下运动、向上运动、向左运动、向右运动及在中间转弯的过渡过程。在程序中通过小车图片的位置随时间变化坐标来实现,其中东西向为X轴,南北向为Y轴。向上运动为X坐标不变,Y坐标随时间增大;向下运动为X坐标不变,Y坐标随时间变小;向左运动为Y坐标不变,X坐标随时间变小;向右运动为Y坐标不变,X坐标随时间增大;中间转弯过渡过程,则根据实际情况X、Y坐标同时变化,如由向上运动转为向右运动时,通过X、Y坐标同时增大来实现中间的过渡过程。

2.2.3 交通指示灯各状态间转换设计

在实际十字路口中,指示灯间状态的转化方式有很多种,有的先直行后左右拐,有的先左右拐再直行,有的先直行和左拐后右拐。设计中采用第二种方式,具体为当某一路方向绿灯时,先左拐10 s,经3 s黄灯过渡到直行12 s,而在此期间右拐车一直可通行,采用这种方式在绿灯期间通行的车辆最多,实际十字路口中,也多采用这种方式。此时指示灯状态间转化方式有8种,各种状态持续时间和程序实现函数如表1所示。

表1 指示灯各状态间转化

(单位: s)			
当前状态	状态持续时间	下一状态	程序中相应函数
南北红红红	30	南北绿红绿	NBTOG1()
东西红黄黄	5	东西红红红	
南北绿红绿	10	南北黄红绿	NBTOY1()
南北黄红绿	3	南北红绿绿	NBTOG2()
南北红绿绿	12	南北红黄黄	NBTOY2()
南北红黄黄	5	南北红红红	DXTOG2
东西红红红	30	东西绿红绿	
东西红红绿	10	东西黄红绿	DXTGY1()
东西黄红绿	3	东西红绿绿	DXTOG2()
东西红绿绿	12	东西红黄黄	DXTGY2()

说明,其中红绿灯状态变化从左到右依次为左拐、直行和右拐,没有指出方向的指示灯为在本次变化中不变。在程序中具体实现方法是同倒计时指示牌实现方法类似,在各指示灯处加入各种可能状态的指示箭头图片,当要显示某一指示

图片时，隐藏正在显示的图片，显示当前需要显示的图片。如表1中第二行，NBTOG1（）函数，先隐藏南北方向左拐和右拐红灯图片，隐藏东西方向直行和右拐黄灯图片，再显示南北方向左拐和右拐绿灯图片，显示东西方向直行和右拐红灯图片。

2.2.4 程序初始化和开始按钮说明

程序中倒计时牌和各交通指示灯处，每一个图片显示块都有好几张图片，在程序初始化中，先将所有指示灯和数字图片隐藏，初始状态各方向指示灯均为红色，倒计时显示为00，即初始化时显示所有红色指示灯图片，倒计时牌两位都显示数字0图片。初始状态，每个路口各有3辆小车，直行、左拐和右拐各一辆，停在相应路口处。

单击开始按钮，模拟系统开始运行。倒计时牌显示30，南北方向直行和右车可通行。在程序中由函数OnBnClickedButton1（）实现，语句UPDATATIME（30）让倒计时牌显示30，语句NBTOG1（）使南北方向左拐和右拐指示灯变为绿色。同时增加一控制变量mFlg，其可能值为TURE可FALSE，初始值为FALSE，点击开始按钮后其值变为TURE启动时间控制程序。

2.3 程序运行说明和实际运行

程序主要由时间来控制，倒计时随着时间的变化而减小，当到一定时间时，交通指示灯在不同状态间转化，小车运动。程序中由SetTimer（0，50，NULL）语句，每50 ms发送一次消息，执行一次OnTimer（）函数，函数中判断mFlg的值，为TRUE则执行后面的判断的状态变化语句（保证程序在点击开始按钮后开始运行），在程序中设计一个计数器，每执行一次OnTimer（）函数值加1，计数器加到20时为1 s时间，60 s后一个循环周期到，计数器值回到0。根据时间来执行的语句有三种：①随时间变化一直运行的语句。小车的运动，程序开始后小车根据指示灯情况，能通行的运动，禁止通行的在路口等待通行，当小车运行到十字路口终点后，在起点处新产生一小车接着运行。②以30 s为一周期循环的语句。倒计

时及显示，倒计时每秒钟减1，从30减到0后回到30循环显示。③第三种为以60 s为一周期循环的语句。交通灯各状态间的转化，在一个周期内的变化情况如表2所示。

表2 一周期内时序控制表

（单位：s）

当前时间	倒计时显示时间	执行函数	状态持续时间
0（60）	30	NBTOG1（）	10
10	20	NBTOY1（）	3
13	17	NBTOG2（）	12
25	5	NBTOY2（）	5
30	30	DXTOG1（）	10
40	20	DXTOY1（）	3
43	17	DXTOG2（）	12
55	5	DXTOY2（）	5

程序的实际运行情况：程序开始时，各指示灯为红色，倒计时显示00，各小车停在路口处等待运行。单击开始按钮后，倒计时牌从30开始倒计时，减到0后回到30循环显示倒计时；交通指示灯变化，南北左拐、右拐10 s→南北黄灯3 s→南北直行和右拐12 s→南北黄灯5 s→南北红灯亮→东西左拐、右拐10 s→东西黄灯3 s→东西直行和右拐12 s→东西黄灯5 s→东西红灯亮，循环变化。可通行路口小车不停运动，禁止通行路口小车运动到路口指示灯处等待通行，当小车运动到十字路口终点，在起点处新产生一小车接着运行。与实际十字路口交通情况相似，模拟十字路口交通灯功能实现。

3 结束语

本文采用VC++软件动态仿真PLC控制十字路口交通灯，运用该软件实现信号灯系统的控制，采用动态仿真十字路口交通灯的运行情况，检验了该控制系统的正确性，实现了对PLC控制交通灯的动态仿真。对比PLC控制器，采用软件来控制信号灯系统更为灵活方便。该系统作为城市十字路口交通信号的控制系统，为实现城市“智能交通系统”提供了有利的支撑，具有一定的实践价值。

（下转第84页）

- (22) : 12-18.
- [8] Borges C L T, Martins V F. Multistage expansion planning for active distribution networks under demand and distributed generation uncertainties [J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2012, 36 (1) : 107-116.
- [9] 吕志鹏, 盛万兴, 钟庆昌, 等. 虚拟同步发电机及其在微电网中的应用 [J]. 中国电机工程学报, 2014, 34 (16) : 2591-2603.
- [10] 丁明, 杨向真, 苏建徽. 基于虚拟同步发电机思想的微电网逆变电源控制策略 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (8) : 89-93.
- [11] Bevrani H, Ise T, Miura Y. Virtual synchronous generators: a survey and new perspectives [J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2014, 54 (1) : 244-254.
- [12] Zeng Z, Zhao R, Yang H, et al. Single-phase virtual synchronous generator for distributed energy resource application [C]. IEEE International Conference on Electrical Machines and Systems, October 26-29, 2013, Busan, Korea: 6.
- [13] Wu H, Ruan X, Yang D, et al. Small-signal modeling and parameters design for virtual synchronous generators [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2016, 63 (7) : 4292-4303.
- [14] 吴恒, 阮新波, 杨东升, 等. 虚拟同步发电机功率环的建模与参数设计 [J]. 中国电机工程学报, 2015, 35 (24) : 6508-6518.
- [15] Ashabani M, Mohamed Y A I. Novel comprehensive control framework for incorporating VSGs to smart power grids using bidirectional synchronous-VSC [J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2014, 29 (2) : 943-957.
- [16] Torres L M A, Lopes L A C, Moran T L A, et al. Self-tuning virtual synchronous machine: a control strategy for energy storage systems to support dynamic frequency control [J]. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2014, 29 (4) : 833-840.
- [17] Alipoor J, Miura Y, Ise T. Power system stabilization using virtual synchronous generator with alternating moment of inertia [J]. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 2015, 3 (2) : 451-458.
- [18] 程冲, 杨欢, 曾正, 等. 虚拟同步发电机的转子惯量自适应控制方法 [J]. 电力系统自动化, 2015, 39 (19) : 82-89.
- (收稿日期: 2017-12-05) **EA**

(上接第58页)

参考文献

- [1] 马晓嘉. 基于PLC的智能交通灯控制系统控制 [J]. 城市建设理论研究, 2015 (15) : 23-25.
- [2] 田鑫. PLC在红绿灯控制系统中的应用 [J]. 科学导报, 2015 (12) : 15-17.
- [3] 赵银广. 基于PLC的控制系统仿真平台设计及其应用研究 [J]. 电子测试, 2014 (5) : 46-47.
- [4] 梁刚, 刘紫燕. PLC与组态王十字路口交通灯控制系统设计 [J]. 现代计算机, 2014 (3) : 72-76.
- [5] Jiri Koziorek, Lenka Landryova. Softplcs and their using in control applications [C]. The 5th IFAC Workshop on Programmable Devices And Systems, 2001 Gliwice, Poland, 2001: 139-143.
- [6] 杨淑莹. VC++图像处理程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [7] 胡学林, 宋宏. 电气控制与PLC [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1997.
- [8] 郑阿奇. Visual C++实用教程 (3) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- (收稿日期: 2017-03-14) **EA**