

# 可编程中断控制器的仿真

叶继华<sup>1</sup>, 马丽红<sup>2</sup>, 甘登文<sup>1</sup>

(1. 江西师范大学 计算机信息工程学院, 江西 南昌 330022;  
2. 华南理工大学 通信与电子工程系, 广东 广州 510641)

**摘要:** Simulink 可用作建模、分析和仿真各种动态系统的交互环境, 通过 Simulink 提供的丰富模块资源和工具箱资源, 用户很方便建立仿真模型。由于 Simulink 的模块库中, 缺少各种可编程接口芯片模块, 进行接口电路的仿真主要是通过确定电路的功能之后选择 Simulink 中的有关模块, 对这些模块进行修改, 重新封装, 构建所需要的电路。结合 Intel 8259A 可编程中断控制器(PIC), 介绍了利用 Simulink 对计算机接口电路进行仿真的过程。通过调用 Simulink 的模块库创建可编程芯片的仿真, 删除芯片中多余的引脚, 简化了各块芯片的复杂线路, 突出了使用 Simulink 仿真的高效性和准确性。

**关键词:** 仿真; 接口电路; Simulink; PIC

**中图分类号:** TP391.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2006)11-0207-03

## Simulation of Programmable Interrupt Controller

YE Ji-hua<sup>1</sup>, MA Li-hong<sup>2</sup>, GAN Deng-wen<sup>1</sup>

(1. College of Computer Information Engineering, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China;  
2. Dept. of Communication and Electronic Eng., South China Univ. of Tech., (Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** The Simulink can be used to establish the model, analysis and simulation a variety of interaction environment for dynamic system. Through the abundant module resources and the toolbox resources provided by simulation, user could establish to simulate model expediently. Because there is few programmable interface chip module in the Simulink module library, IC simulation is realized by constructing the circuits according to the function requirement and encapsulating them based on modifying the correlative module in Simulink. With the example of Intel 8259A programmable interrupt controller(PIC), how to simulate computer interface circuit in Simulink is introduced and discussed. Transferring the module store of Simulink creates the simulation of programmable interface chips, by deleting redundant pins and simplifying complicate lines of each chip, it stands out the high efficiency and veracity by using Simulink.

**Key words:** simulation; interface circuit; Simulink; PIC

### 0 引言

系统仿真是一种实验技术, 它为一些复杂系统创造了一种计算机实验环境, 使系统的未来性能测度和长期动态特性, 能在相对极短的时间内在计算机上得到实现。从实施过程来看, 它是通过对所研究系统的认识 and 了解, 抽取其中的基本要素的关键参数, 建立与现实系统相对应的仿真模型, 经过模型的确认和仿真程序的验证, 在仿真试验设计的基础上, 对该模型进行仿真试验, 以模拟系统的运行过程, 观察系统状态变量随时间变化的动态规律性, 并通过数据采集和统计分析, 得到被仿真系统参数的统计特性, 据此推断和估计系统的真实参数和性能测度, 为决策提供辅助依据<sup>[1]</sup>。

近年来, 随着计算机硬件性能的不断提升和计算机软

件技术的飞速发展, 利用计算机进行实验系统仿真成为一种国际潮流, 国内也逐步开始了这一方面的工作。目前在自动控制、通信等方面的课程已经有相当一部分的实验内容通过仿真实验来实现, 但是在计算机接口方面的实验仿真相对不足<sup>[2]</sup>, 为此, 通过《计算机硬件实验仿真环境的实现》课题的研究, 实现了一个计算机接口内容实验环境的仿真。

由于 Matlab 的强大功能, 目前的控制技术研究大都利用 Matlab/Simulink 进行控制规律的设计、开发。控制理论的教学实验也要利用 Matlab 软件对控制系统进行仿真分析<sup>[3]</sup>。Simulink 是 Matlab 的一个共生产品, 具有相对独立的功能和使用方法, 可用作建模、分析和仿真各种动态系统的交互环境, 通过 Simulink 提供的丰富模块资源和工具箱资源, 用户很方便建立仿真模型。在利用 Matlab 中的有关工具箱进行的模糊控制系统仿真研究中, 系统的建立通常是利用其提供的模糊仿真模块。虽然它比较直观, 但仿真过程缓慢, 且结构复杂, 不易修改<sup>[4]</sup>。文中结合 Intel 8259A 可编程并行接口芯片(PIC), 介绍了利

收稿日期: 2006-03-11

基金项目: 江西省教育厅科研资助项目(2006124)

作者简介: 叶继华(1966-), 男, 江西上饶人, 副教授, 主要从事系统仿真、网络通信方面的研究。

用 Simulink 实现接口电路的仿真的一种方法。利用 Simulink 的模块库中的现有模块,对这些模块进行修改,重新封装,构建所需要的电路,一方面简化了数字仿真过程,另一方面又扩展了 Simulink 的应用领域<sup>[5]</sup>。

## 1 Intel 8259 的工作原理

8259A 可编程中断控制器是专为定时、中断驱动的微计算机应用系统进行中断控制而设计的芯片。它可以管理中断优先级排队、中断屏蔽、中断向量提供等功能;可提供 8 级中断请求。对 8086CPU 来说,中断过程如下:

(1)某一条或若干条中断请求线( $IR_0 \sim IR_7$ )变为高电平,使 IRR 寄存器的对应位为 1,对这一中断请求作了锁存。

(2)如果对应的中断没有屏蔽且没有更高优先级的中断被受理,8259A 的 INT 输出 1,向 CPU 发中断请求。

(3)CPU 响应后,发第一个中断响应信号 INTA。第一个 INTA 到达后,8259A 将 ISR 寄存器中优先级最高的一位置 1,IRR 寄存器对应位置 0,并且封锁  $IR_0 \sim IR_7$  上的中断请求,即使 IRR 的锁存功能失效。

(4)CPU 发第二个 INTA 信号。8259A 收到该信号后,将中断类型码送到数据线的  $D_7 \sim D_0$ 。如果 ICW4 中的中断自动结束位为 1,将第一个 INTA 脉冲到来时设置的当前中断服务寄存器 ISR 的对应位清零。

### 1.1 Intel 8259“单级中断”的仿真原理

根据 Intel 8259 的中断过程及原理,设计 Intel 8259 仿真系统的单级中断有 8 个中断请求线( $IR_0 \sim IR_7$ ),工作时,当某一条或若干条中断请求线变为高电平时,置 INT 的输出为 1 向 CPU 发中断请求,CPU 通过 INTA 信号来响应当前的中断,并且 8 个中断请求有优先级别的高低。假设  $IR_7$  的优先级最高, $IR_0$  的优先级最低,则当有多个中断请求信号时,8259 将按照中断源的高低按先后顺序来响应相应的中断。实现过程中用了选择情况子系统和系统延时来实现中断的优先顺序,并连接了 8 个中断输出,可以直观地得到仿真的结果。

### 1.2 Intel 8259“单级中断”仿真电路的构建

“单级中断”仿真电路主要由 Switch 开关、常数模块、不同颜色的发光二极管、使能信号系统和 8259 子系统组成。

Switch 开关的构建过程为:在 Matlab 的命令窗口中输入命令 Simulink,打开 Simulink Library Browser 子窗口,选中左边目录栏中的 Simulink 库后单击子目录 signal routing,右边的子窗口显示相应的 signal routing 库中的模块集,选中 manual switch 模块并拖入所建的仿真模块中(简单表述为(Simulink -> signal routing -> manual switch),下文同此)。常数模块的构建过程为 Simulink -> Sources -> Constant,包括 Low 和 High 两部分。发光

二极管模块的构建过程为 Dials&Gauges Blockset -> Global Majic Activex library -> leds,不同的发光二极管调用了二极管库中相应的二极管实现。使能信号激活系统的构建类似于 Low 和 High 的构建。8259 单级中断子系统内部主要是由 8 个选择情况(Simulink -> prots&subsystems -> switch case)模块和 8 个相应选择情况激发子系统(Simulink -> prots&subsystems -> switch case action subsystem)模块组成,代表了  $IR_0 \sim IR_7$  不同的中断优先级。8259 子系统的构建首先是调用一个使能子系统(Simulink -> prots&subsystems -> Enabled subsystem),然后双击此子系统,打开进入子系统的内部,在子系统内部生成 8 个情况模块和 8 个相应选择情况激发子系统,通过相应选择情况激发相应的子系统,其中相应选择情况激发子系统的实现是通过延时模块(Simulink -> Continuous -> Transport Delay)设置延时时间和初始值及自定义函数(Simulink -> User -> Defined Functions -> Fcn)实现的。如图 1 所示。

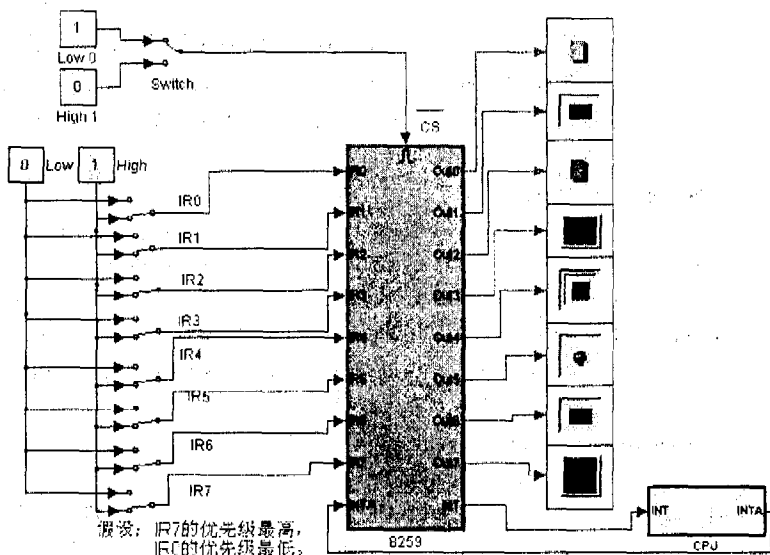


图 1 Intel 8259“单级中断”仿真系统主界面

### 1.3 Intel 8259“单级中断”的仿真结果

8259 单级中断仿真系统工作时,通过设置使能信号激活系统,然后通过 Switch 开关进行中断请求( $IR_0 \sim IR_7$ )的选择,选择高电平 High 即常数模块的值为 1 时对应的中断有效,则相应的二极管发光。反之,选择低电平 Low 即常数模块的值为 0 时对应的中断无效,二极管不发光。运行此系统,根据所选择的中断请求可以得到相应的二极管发光,并且每个发光二极管的发光顺序不同。由  $IR_0 \sim IR_7$  作为中断请求的输入,双击数据总线上的选择开关来选择相应输入值,假设输入值全选 1 时,则  $IR_0 \sim IR_7$  都有中断请求,并且 8 根二极管按照假定优先级的高低按顺序发光;也可以根据不同的输入中断请求来得到不同的中断。当响应中断时,中断请求对应的二极管发亮,结束响应时,对应的二极管熄灭。当 Switch 开关选择 1 (High level) 时,对应的中断请求线有中断请求;否则,无中断请

求。运行结果可以直接在此仿真系统中得到。

#### 1.4 Intel 8259“级联中断”的仿真原理

8259A 可以方便地构成一个主 8259A 最多带 8 个从

8259A 的系统,可控制 64 个优先级。在级联配置方式下,主片是通过级联总线  $CAS_0 \sim CAS_2$  来控制从片的,相当于从片的片选信号。从片的输出 INT 连接到从片的中断请求输入端上。当某一从片 8259A 有中断请求输入并得到响应时,主 8259A 就允许该从片在 INTA 期间发出设备中断服务程序的入口地址(中断向量)。

### 1.5 Intel 8259“级联中断”仿真电路的构建

根据 8259 的级联中断方式,设计两个 Intel 8259 芯片,一个为主片 Intel 8259,一个为从片 Intel 8259。通过主片的  $CAS_0 \sim CAS_2$  来控制从片,作为从片的选通信号。假设从片 8259 的中断输入端  $IR_0$  有高电平,则从片的输出  $INT$  连接到主片 8259 的  $IR_3$  的中断请求输入端,并由主片 8259 将中断信号发给 CPU,最后响应从片的  $IR_0$  中断。在此子系统中,从片 8259 的  $IR_0$  中断响应使得相应的发光二极管闪烁。

Intel 8259 级联中断是建立在 Intel 8259 单级中断基础之上的,组成机构类似于单级中断,不同的是级联中断是由两个 Intel 8259 组成,即一个为主 Intel 8259 子系统和一个为从 Intel 8259 子系统;在级联中断中加入了 CPU 子系统。主 Intel 8259 子系统是由  $IR_0 \sim IR_7$  (Simulink - > Sources - > In1) 与  $D_0 \sim D_7$  (Simulink - > Sinks - > Out1) 的直接相连,输出至 CPU; 通过常数模块 (Simulink - > Sources - > Constant) 设置  $CAS_0 \sim CAS_2$  (Simulink - > Sinks - > Out1) 的值,输出至从 Intel 8259 子系统。从 Intel 8259 子系统相应  $IR_0$  中断,即将  $IR_0$  的值设为高电平,其余的值设置为低电平。因此从 Intel 8259 子系统不需要调用选择情况子系统,只需要通过延时模块 (Simulink - > Continuous - > Transport Delay) 设置延时时间和初始值及自定义函数 (Simulink - > User - > Defined Functions - > Fcn) 实现。

### 1.6 Intel 8259“级联中断”的仿真结果

运行此系统,可以观察到从片 Intel 8259 的中断请求

线  $IR_0$  为高电平输出,所对应的二极管得到中断响应。当响应中断时,中断请求对应的二极管发亮,如图 2 所示。当结束响应时,对应的二极管熄灭。

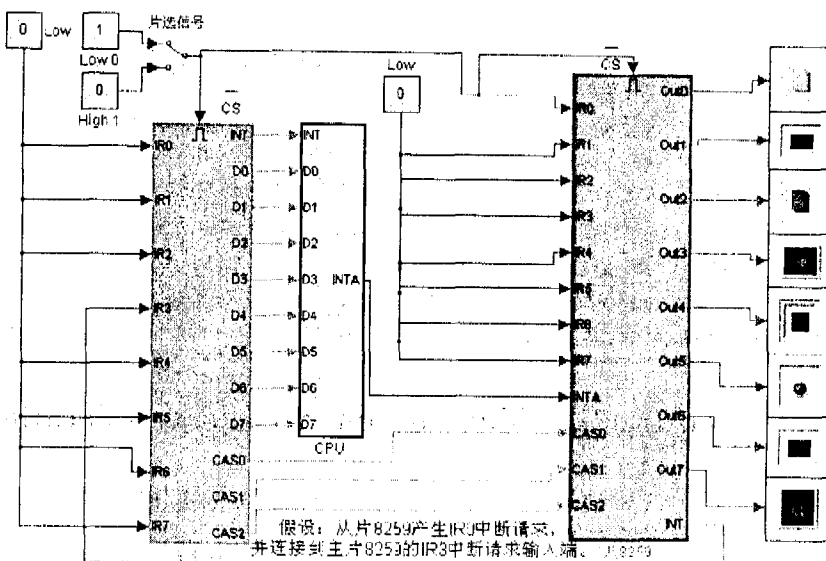


图 2 响应  $IR_0$  中断的效果

## 2 结束语

用 Simulink 实现可编程接口仿真系统模型的过程简单、直接,不需要复杂的编程或函数调用,只需要了解每个芯片的工作原理和工作方式,然后使用 Simulink 库中的功能模块就可建立仿真模型,并能够达到较好的仿真效果。

### 参考文献:

- [1] Znamnirowski L, Palusinski O A, Vrudhula S B K. Programmable Analog/Digital Arrays in Control and Simulation[J]. Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 2004, 39(4):55-73.
- [2] 陶玲,叶继华,聂承启.可编程接口芯片的仿真[J].科技广场,2005,16(12):60-63.
- [3] 邢超,李言俊,张科.基于 MATLAB/Simulink 的实时控制实验环境[J].计算机应用与软件,2004,21(3):46-47.
- [4] 张建灵,安锦文,王米娜.基于 Simulink 和 C/C++ 混合编程的模糊控制系统仿真[J].系统仿真学报,2004,16(12):2774-2776.
- [5] 胡琳静,孙政顺. SIMULINK 中自定义模块的创建与封装[J].系统仿真学报,2004,16(3):488-491.

(上接第 206 页)

- [5] Craven B G W, Eiben A E, Marchiori E. Solving Constraint Satisfaction Problems with Heuristic-based Evolutionary Algorithms[J]. IEEE Transactions on Systems Man And Cybernetics, 2000, 2: 1571-1577.
- [6] 李敏强, 寇纪淞. 遗传算法的基本理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7] BUCKLES B P, PETRY F E. Genetic Algorithms[M]. Los-Alamitos, Calif: IEEE Computer Society Press, 1992.
- [8] 童刚. 遗传算法在公交调度中的应用研究[J]. 计算机工程, 2005, 31: 29-31.
- [9] 四维科技, 赵辉. Visual C++ 系统开发实例精粹[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.