

专用 SoC 仿真系统的研究与实现

李长波

(芜湖职业技术学院,安徽 芜湖 241000)

摘要:随着微电子技术的日新月异,专用 SoC 的应用越来越广,快速完成专用 SoC 的应用软件成为一个很大的问题。在 PC 机上仿真专用 SoC 是解决这个问题的方法之一。结合仿真软件的开发过程,阐述了在 PC 机上实现专用 SoC 的指令、中断、内存、时钟、FLASH、LCD 等硬件的仿真思想和方法。系统地描述了仿真系统的体系架构、开发原理、总体设计、详细设计等内容,并且完成了一款专用 SoC 的仿真。

关键词:仿真;SoC;数据结构;RISC

中图分类号:TP311.56

文献标志码:A

在企业的研发中,经常遇到硬件软件化和软件硬件化的问题。本文论述的是一个硬件软件化的问题,用软件仿真硬件,使用户在软件仿真的环境中完成需要硬件才可以完成的工作。对于各种专用 SoC,硬件软件化的平台搭建有较高的技术含量。

1 专用 SoC 的硬件构成

图 1 为 SoC 芯片的构成框图^[1],由图 1 可以看出,该芯片有十大模块构成,分别是主控 MCU、电源、触摸屏、双时钟、UART、SPI、LCD 控制器、FLASH 驱动、I/O 口和存储器。专用 SoC 是针对某一类特定需求而设计。图 1 所示的 IC 是为了词典机设计的框架,每一个应用模块都有对应的用途。主控 SoC 调度所有的模块,而且其中还包含累加器、RAM、各种寄存器等资源。存储器是线性存储器,要求容量大,存放数量庞大的词典数据。双时钟模块要实现高速运算和计时功能,开机时高速运算,关机时保留低速时钟计时;I/O 口模块可以外加各种 DSP,如语音,也可以设计按键。FLASH 驱动用来存放可以被用户修改的数据。LCD 控制器外接 COG 类的 LCD 作为显示设备^[2]。

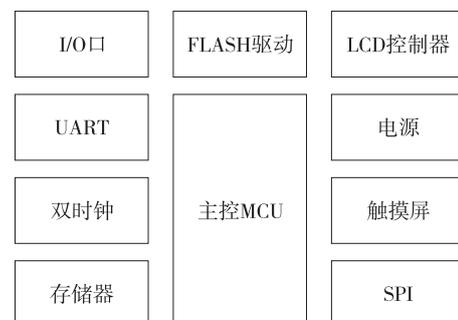


图 1 SoC 的基本构成

2 SoC 仿真系统的原理

2.1 主控 SoC 的仿真模型的建立^[3]

SoC 内部有 4 个部分要建立模型:累加器、RAM、FLASH、各类寄存器。根据所仿真的 SoC 的类型,抽象出它的数据模型,如 SoC 的位数等。图 2 是 SoC 的基本框图,从图 2 中可以看出,要建立的仿真模型有累加器 ACC、寄存器、RAM。寄存器包括 SoC 各种功能寄存器,如状态寄存器、堆栈寄存器、通用寄存器、特殊寄存器等,并且要清楚每个寄存器每个位的功能。RAM 也包含较多的内涵,如全局变量、局部变量、堆栈区以及特

收稿日期:2013-12-05

基金项目:安徽省教育厅自然科学研究项目(KJ2010B273);芜湖职业技术学院教学研究项目(WZ[2013]jy13)

作者简介:李长波(1967-),男,吉林镇赓人,工程师,讲师,硕士,主要从事嵌入式方面的研究,(E-mail)lcb8701@126.com

殊变量等的仿真,都需要严密的算法,来保证结果的正确。

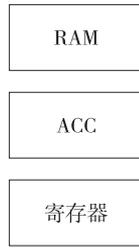


图 2 处理单元的基本构成

2.2 其它模块仿真模型的建立^[3]

其它模块包括:触摸屏、双时钟、UART、SPI、LCD 控制器、FLASH 驱动、I/O 口和存储器模块。对于每一个外设,系统都为它定义好数学模型的同时,开一个或多个线程完成对其功能的仿真。图 3 为触摸屏的仿真流程图,图 4 为 FLASH 的仿真流程图。从图 3 中可以看出,触摸屏要处理单击、双击和拖动三个事件;FLASH 要处理扇区读写问题,而且在写的时候,要完成先擦出后写入的功能。其它模块与此类似,不重复叙述。

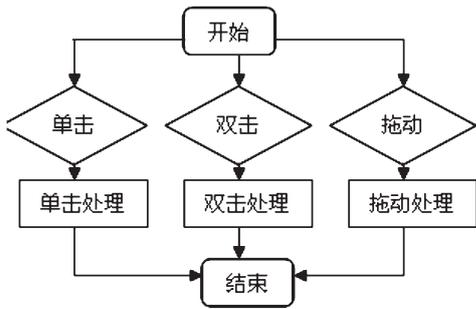


图 3 触摸屏仿真流程图

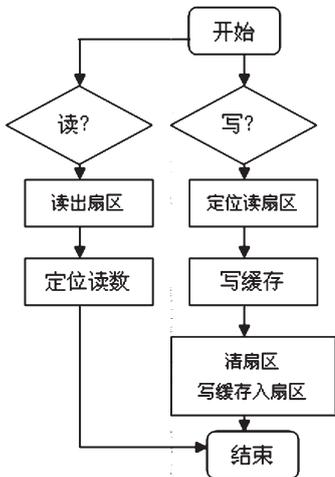


图 4 FLASH 读写流程图

2.3 指令仿真模型的建立^[3]

指令仿真是系统非常关键的部分,每一条指令按照它对应的时序、操作的寄存器、影响的状态位、影响的堆栈等都要准确仿真(图 5)。而且对于指令仿真,不仅要建立单个指令的数据模型,还要建立整个数据指令集合的处理系统。

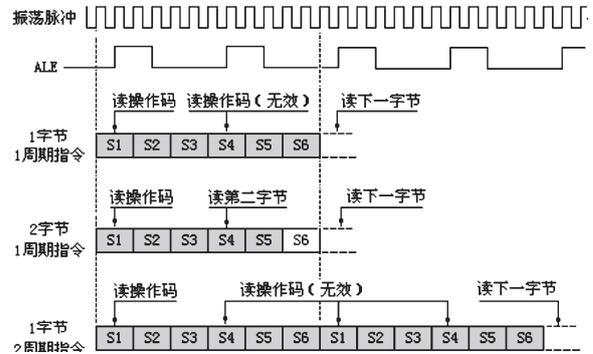


图 5 MCS-51 的取指时序

时序对单个指令非常关键,下面以总线数据写为例加以说明。从图 5 可以看出,每一个时间点要非常准确,系统在进行指令仿真时,必须按时钟准确计算。所以,仿真只能是高速 IC 仿真低速 IC。

图 6 是 SoC 主控芯片左移指令的流程图,从图 6 中可以看出,指令操作就是数据结构的操作,所以,数据结构的定义非常关键。当前芯片的架构主要是 ARM 和 MIPS,而指令集基本使用 RISC (Reduced Instruction Set Computing) 指令集,所以仿真相对规范。



图 6 左移指令流程图

把 SoC 主芯片的指令全部用程序解释出来之后,这些子模块需要进行管理。本系统建立了一个指针队列加以管理。每个元素的信息如图 7 所示,其显示了指令

集的管理结构。其中指令是一个指针,指向对应的指令子模块,优先级依据 RISC 指令集提供信息确定,脉冲数是该指令占用多少个脉冲,时间是该指令执行完所消耗的总时间。



图7 指令集管理结构

3 SoC 仿真系统的实现

系统使用 VC 开发平台设计完成,在开发的过程中,大量使用宏定义,有较好的可移植性。

3.1 总体设计

系统划分的模块^[4]如图8所示,共分为5大模块,分别是处理器模块、存储器模块、指令模块、外设模块和人机接口模块。处理器模块完成处理器的数据定义、参数设置、程序运行等功能;存储器模块完成处理器的数据定义、参数设置、读写运算等功能;指令模块完成指令的仿真、指令集合的管理、指令的调用机制等功能;外设模块完成外设的数据定义、参数设置、功能仿真等功能;人机接口模块处理系统与用户的接口。

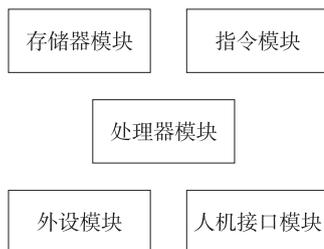


图8 总体模块的划分

3.2 详细设计

总体设计把系统分成五部分大的模块,这些模块还要继续分割成小的模块。模块越小,任务越清晰,这是软件设计的基本步骤。这里只以处理器模块来加以说明,其它的模块省略。从图9中可以看出,处理器模块又划分出四个小模块,分别是现场模块、指令模块、时序模块和计算模块。现场模块完成 SoC 主芯片的累加器、寄存器、RAM 等功能;指令模块完成指令的仿真设计和管理;时序模块完成 SoC 晶振的仿真和计算功能;计算模块完成上述三个模块的集成及综合处理的功能。这些小模块还可以继续划分,直到分成可以直接写子函数为止,并且完成流程图。



图9 处理器模块的划分

3.3 代码转化

根据详细设计的流程图,程序员可以完成代码的转化。流程图代码化属于正向工程范畴,先将流程图转化成流程树,树有根节点和子节点,根节点表示整个流程,子节点可以是控制节点或代码节点。控制节点可以实现顺序、分支、循环等控制;代码节点实现函数调用、表达式或代码段,然后再对流程树进行深度优先的遍历,输出每个流程节点所表示的代码,最终得到源文件^[5-6]。

3.4 程序测试

程序测试是指对一个完成了全部或部分功能、模块的计算机程序在正式使用前的检测,以确保该程序能按预定的方式正确地运行。测试可以分成白盒测试、黑盒测试和灰盒测试。系统完成之后,通过测试才可以交付使用。本系统使用灰盒测试法,主要由程序设计人员自己完成逻辑覆盖测试和功能覆盖测试。

4 结束语

本系统完成专用 SoC 在 PC 机上的软仿真,完成了 SoC 的软化功能。本系统的应用在两个方面:一是产品开发,二是宣传品制作。开发一款电子产品,若软件工作量大,则软开发平台非常重要。因为软件要多人完成,软开发平台有高效率 and 低成本的特点,现在很多此类厂商都使用软件开发平台。另外,当前互联网的影响非常大,如果能把你的产品做成演示版放在互联网上宣传,效果非常好,仿真软件在这个方面起到很大作用。

参考文献:

- [1] 张志良.单片机原理与控制技术[M].2版.北京:机械工业出版社,2007.
- [2] 袁志勇.嵌入式系统原理与应用技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [3] 徐士良.计算机软件技术基础[M].3版.北京:清华大学出版社,2010.
- [4] 奈霍夫.数据结构与算法分析[M].2版.北京:清华大学出版社,2006.

- [5] Donald Hearn,Pauline Baker.Computer Graphics C Version[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [6] 黄维通,姚瑞霞.Visual C++ 程序设计教程[M].北京:机械工业出版社,2001.

Research and Implementation of a Dedicated SoC Simulation System

LI Changbo

(Wuhu Institute of Technology, Wuhu 241000, China)

Abstract: With the development of microelectronic technology changes rapidly, the application of dedicated SoC is becoming more and more widely. It has become a big problem to complete the application software of dedicated SoC quickly. The simulation of dedicated SoC in the PC is one of the methods to solve this problem. Combined with the development process of simulation software, the simulation ideas and methods of instructions, interrupts, memory, clock, FLASH, LCD and other hardwares to realize dedicated SoC in the PC are stated. The system architecture, the development principle, overall design, detailed design etc of the simulation system are described systematically. And the simulation of a special SoC is completed.

Key words: simulation; SoC; data structure; RISC

(上接第 37 页)

- [7] 叶佩,李庆春.旅行时线性插值射线追踪提高计算精度和效率的改进方法[J].吉林大学学报,2013,43(1):291-298.
- [8] Moser T J.Shortest path calculation of seismic rays[J]. Geophysics,1991,56(1):59-67.
- [9] 桑运云,李振春,张凯.抛物旅行时插值最短路径射线追踪[J].石油地球物理勘探,2013,48(3):403-409.
- [10] 王庆林,白超英.相空间波前构造法地震多值射线追踪的改进[J].石油地球物理勘探,2013,48(1):15-21.
- [11] 徐涛,徐果明,高尔根,等.三维复杂介质的块状建模和试射射线追踪[J].地球物理学报,2004,47(6):1118-1126.
- [12] 张朴,刘洪,李幼铭.射线追踪方法的发展现状[J].地球物理学进展,2000,15(1):36-45.

3-D Ray Tracing Method Based on Wave Field Uploading Shooting

XIN Quansheng¹, JIA Yu¹, SHU Yin²

- (1. College of Nuclear Technology and Automation Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;
2. School of Communication & Information Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: There are multiple rays for each pair of source-receiver in the traditional shooting method, and it has to shoot and iterate again for every change of observation system. The basic idea of 3-D ray tracing method based on wave field uploading shooting is testing through the control points in target layer, and iterating each pair of source-receiver based on the target layer. It solves the problem in principle that multiple rays are existed in each pair of source-receiver, and enhances the accuracy of CRP statistics. At the same time, as long as the model does not change, the shooting result remains good. As long as the artillery position of observation system does not change, the result from shot point to the control point of target layer remains good, and the computational efficiency of 3-D ray tracing is enhanced. Numerical simulation results show the effectiveness of the algorithm.

Key words: three-dimensional ray tracing; wave field uploading; shooting method; iteration