

ProEmulator模拟软件 在微机原理教学实践中的应用

陈耀, 陆杰, 陆华, 朱赛

(同济大学电子与信息工程学院, 上海 201804)

【摘要】 模拟器是计算机学习、研究和开发的有力工具。ProEmulator是一款通用多目标嵌入式系统模拟器软件, 本文对该模拟软件在微机原理课程教学实践中的应用进行了探讨。结果表明, 通用嵌入式系统模拟软件在微机原理教学中有着重要作用。

【关键词】 微机原理; 模拟软件; 嵌入式系统; ProEmulator

【中图分类号】 G642 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2095-5065 (2013) 08-0018-04

0 引言

微机原理与接口技术、微控制器原理与应用等微机原理类课程是高等工科院校中电子信息工程、通信工程、电气工程及其自动化等专业的重要专业基础课, 是理论紧密联系实践、原理充分结合应用、知识先进性与系统性统一的课程。如何以学生为中心, 通过该课程的学习使学生掌握微机的基本原理, 培养学生微机系统的分析、设计、调试等工程应用能力, 为学生将来从事各种

智能化产品的开发设计提供技术支撑, 增强学生的实践能力, 是众多电子信息类专业教学中着重研究的一项课题。本文结合通用嵌入式系统模拟软件ProEmulator在微机原理类课程教学中的应用, 对模拟软件在计算机教学实践中的作用进行了一定的探索。

1 通用多目标嵌入式系统模拟软件ProEmulator简介

模拟器是一种用于模仿其他硬件行为的软件或硬件。现在我们提及模拟器时, 多半是指能够运行于某种硬件系统下的软件, 这个软件可以模仿另一种硬件系统对数据的处理过程, 并最终得到相同或者相似的结果。

在计算机领域, 对于不同的处理器、平台和系统, 已有很多相关模拟器软件的研究和实现方案, 如用于模拟ARM处理器的Armsim^[1]、模拟PowerPC处理器的MOOSE^[2]、模拟x86处理

收稿日期: 2013-7-9

作者简介: 陈耀 (1968—), 男, 江苏海门人, 硕士, 讲师, 研究方向为信号与信息处理、嵌入式系统等;

陆杰 (1963—), 男, 江苏海门人, 高级工程师, 全国计算机与信息技术教学示范实验中心、信息技术中心主任, 研究方向为信息与通信和测控技术;

陆华 (1965—), 女, 上海人, 实验师, 研究方向为微机系统及其应用;

朱赛 (1961—), 男, 浙江海宁人, 工程师, 研究方向为交通智能控制等。

器的PTLsim^[3]、能模拟多种处理器的全系统模拟器SkyEye^[4]、著名的结合了混合模式SPICE电路和微控制器的协同模拟软件——Proteus VSM (Virtual System Modeling)^[5]等。

处理器种类繁多, 厂商提供的开发工具一般只支持某一系列的处理器, 有些开发环境甚至不具备模拟功能。为方便教学、学习和研究, 迫切希望有一款能支持多种处理器的通用模拟器。为此, 我们开发了一款基于插件机制具有开放结构的通用多目标嵌入式系统模拟软件——ProEmulator, 它可以模拟各种不同类型的处理器(如Intel 8051、x86、Freescale M68HC08、Microchip PIC12、AVR、ARM7等)及多种外围设备(如键盘、LED、LCD等), 支持汇编、C、C++等编译器, 提供系统时钟和引脚信号级的高精度模拟。作为一款通用模拟器, 它提供友好和方便的用户界面, 具有丰富的调试和代码管理功能, 允许选择不同的处理器和编译器, 可实现对新器件、新设备的模拟, 搭配现有设备可构成一个完整的实验系统, 是处理器学习、研究和开发的有效工具。

目前, ProEmulator已经在世界最大的开放源代码软件项目网站SourceForge^[6]及国内的共创软件联盟上注册, 一些国内外的技术人员正在不断地为它开发插件, 它的架构被广泛地应用到业界及教育培训领域。

表1给出了ProEmulator和其他两个通用系统模拟软件Proteus、SkyEye的主要特性比较。

表1 ProEmulator和Proteus、SkyEye特性比较

特 性	ProEmulator	Proteus	SkyEye
是否是开源软件	是	否	是
是否是商业软件	否	是	否
支持处理器	8051, M68HC08, PIC12, AVR, x86, ARM7等	PIC, 8051, MSP430, AVR, HC11, x86, ARM7等	ARM, ColdFire, MIPS, PowerPC, SPIRC, x86, Blackfin DSP等

2 ProEmulator在微机原理教学中的应用

除软件开发、结构设计、程序测试和硬件验证外, 计算机教育是模拟器的一个传统应用领域。作为一种支持工具, 模拟器的最大优点是: 基本上无基础建设的成本; 学生可随意控制机器内部状态, 灵活选择学习细节; 有助于快速理解真实的机器。开发适用于教育教学的模拟软件, 应用和发挥模拟器强大的教学和培训功能, 对提高学生的工程应用能力、探索微机原理课程的教学改革具有很好的现实意义。

微机原理、微控制器和嵌入式系统等微机类课程教学在高校广泛开设。传统的模式往往是在课程初期进行大量的理论教学, 由于一般无法保证每个学生独立拥有一套完整的实验开发系统, 学生的实践学习只能通过安排在实验室的几次有限的实验进行。有了模拟器软件, 每个学生都能在自己的计算机上拥有一个虚拟的开发和实验环境, 随时验证和调试设计的实验程序。

另外, 真实的嵌入式设备往往比较脆弱, 容易损坏, 但在模拟器软件中进行学习就可以完全不用担心这点。而且指令的执行、存储器寄存器的变化、I/O的动态都非常直观, 并能任意修改, 这对于微机系统原理的讲授、学习来说是非常有效的。

多年来, ProEmulator模拟软件在同济大学电子与信息工程学院电子信息工程等专业微机原理类课程的课堂教学和学生实践教学等环节取得了成功的应用, 也使微机原理相关课程的教学改革取得了良好的效果。

2.1 ProEmulator在微机原理课堂教学中的应用

模拟器是一种形象化的直观教学工具, 能使教材上复杂的程序功能一目了然, 能将抽象的知识形象化, 有利于学生实践能力和创造思维的培养, 将理性认识上升到感性认识。在微机原理与接口技术等微机类课程教学中, 通过使用

ProEmulator模拟软件创设情境教学可以给学生留下深刻印象,激发学生的学习兴趣,充分提高课堂效率,有效地提高微机原理课程的教学效果。

如定时器溢出中断部分,按传统的教学方法进行课堂理论讲授,学生往往难以理解和掌握。而借助ProEmulator模拟软件并结合典型例程,利用单步、跟踪、断点等调试方法,可以使基本理论与实际应用有机结合起来,方便学生直观理解定时器溢出中断的工作原理和过程。ProEmulator模拟软件运行8051 MCU定时器溢出中断例程的界面如图1所示。

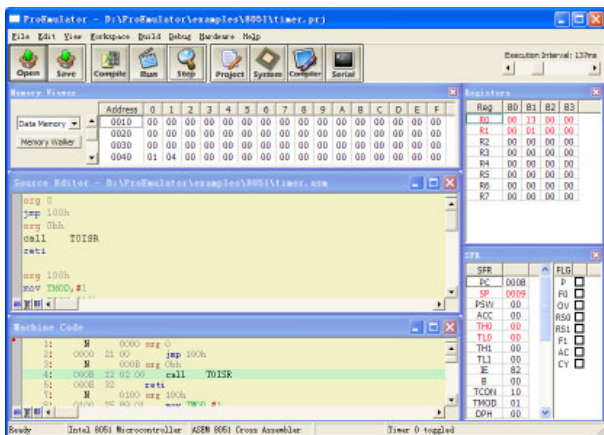


图1 ProEmulator模拟软件运行定时器溢出中断例程界面

在教学改革实践中我们探索了一种全新的微控制器原理与应用课程教学模式,不同于以往只围绕某一型号或系列的传统方法,新模式以多种典型的MCU为代表,从MCU的共性出发来讲授MCU的原理与应用,取得了良好的教学效果。但在课堂教学演示中,教师经常需要在不同类型的集成开发环境(如Keil、CodeWarrior、MAPLAB等)之间转换,十分不便。ProEmulator的多目标特性可以让教师在同一集成开发环境中演示不同类型MCU的例程,大大提高了教学的效率,增强了教学效果。图2为ProEmulator处理器设置界面。

一个完整的微机应用系统一般会包含如键盘、LED等外部设备,但并不是所有模拟器都能模拟外设,对外设的模拟是衡量模拟器性能的一

个重要指标。外设模拟功能可以让用户在PC上体验到几乎跟真实硬件完全一致的人机交互效果。ProEmulator可以模拟键盘、LED、LCD等外部设备。图3给出了M68HC908GP32 MCU驱动八个七段LED显示器外设的模拟界面。

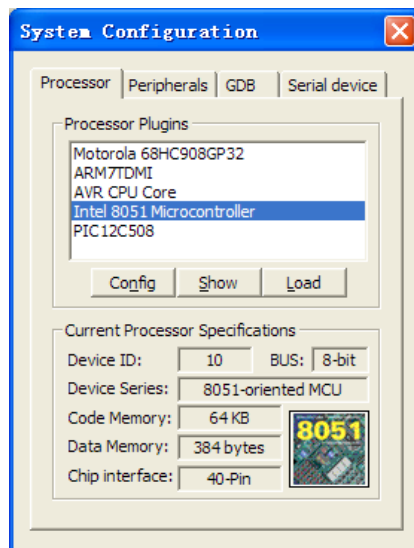


图2 ProEmulator处理器设置界面

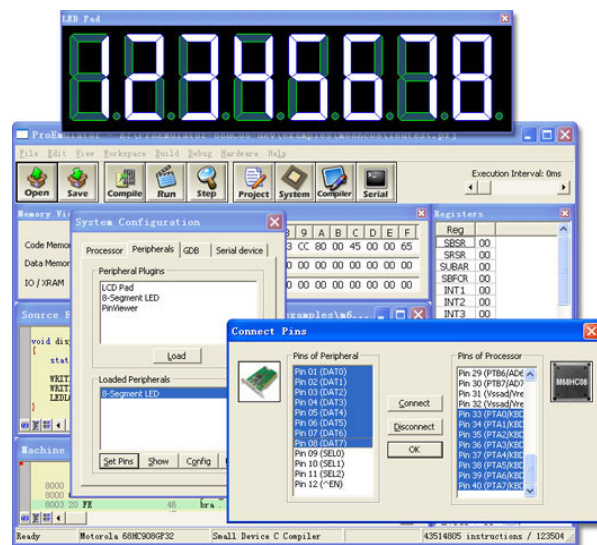


图3 M68HC908GP32 MCU驱动八个七段LED显示器外设模拟界面

2.2 ProEmulator在微机原理实践教学中的应用

微机原理类课程的特点是实践性强,对微机原理类课程来说,读书是学习,使用则是更重要的学习,边学边用是最有效的学习方法。为了

提高教学效果,要在注重课堂教学的基础上,精心设计课程实验、课程设计、毕业设计等实践环节,加强实践环节的教学,培养学生的实践动手能力、创新思维能力和团队合作能力。

(1) 微机原理课程实验环节。课程安排了基于多种典型处理器的设计和综合性系列实验,要求学生在进入实验室前编写好程序,在掌握Keil、CodeWarrior、MAPLAB等常用开发工具的基础上,利用ProEmulator模拟软件调试好实验程序。进入实验室后的重点放在程序在实验平台的下载和验证比较上,大大缩短了实验时间,提高了实验效率。同时鼓励学生进行拓展型、创新性实验,在相同的实验时间内丰富了实验内容、增强了实验效果。

(2) 微机原理课程设计环节。要求学生除熟练应用ProEmulator模拟软件完成设计任务外,掌握Proteus等其他系统模拟软件。了解不同模拟软件的特点,比较模拟软件的性能,为以后微机系统开发设计工具的应用选择打好基础。

(3) 毕业设计环节。ProEmulator模拟器是一款具有开放结构的开源软件,可通过开发更多类型的处理器、外设和编译器插件,进一步扩展模拟器的功能。在毕业设计环节,可以让具有较强程序开发能力的学生参与ProEmulator插件的开发设计。其中AVR、PIC、ARM7等处理器插件就是由往届毕业学生开发设计的。

2.3 ProEmulator应用效果

在同济大学多年来的微机原理类课程教学实践中,ProEmulator模拟软件以其优秀的性能发挥着不可替代的重要作用,ProEmulator的实用性和灵活性得到了教师和学生的一致好评。

同时,作为一款开放结构的开源软件,它也受到了国内外相关专业人士的关注,一些技术人员和在校学生也不断为它开发插件,使它的功能

日趋丰富。

3 结语

本文介绍了一款基于插件机制具有开放结构的通用多目标嵌入式系统模拟软件——ProEmulator,探讨了该软件在微机原理类课程课堂教学和多种形式实践教学中的应用,结果表明ProEmulator可显著增强教学效果,提高教学效率,体现了模拟软件在计算机教学活动中的重要价值。

【参考文献】

- [1] Wan Han, Gao Xiaopeng: ArmSim: A Complete System Simulation Environment of the ARM Embedded System. Fifth International Conference on Information Technology: New Generations, pp. 1261 - 1262. Queensland (2008)
- [2] Robinson, L., Whisenhunt, G.: A PowerPC platform full system simulation-from the MOOSE up. IEEE International Performance, Computing and Communications Conferences, pp. 458. IEEE Press, Texas (1999)
- [3] Yourst, M.T: PTLsim: A Cycle Accurate Full System x86-64 Microarchitectural Simulator. IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems & Software, IEEE Press, California (2007)
- [4] SkyEye: a very fast full system simulator. http://sourceforge.net/projects/skyeye/?_test=b.
- [5] Proteus Virtual System Modeling (VSM) co-simulation software. http://www.labcenter.com/products/vsm_overview.cfm.
- [6] ProEmulator-The retargettable embedded system emulator architecture. <http://proemulator.sourceforge.net/>.