

计算机学院专业必修课

计算机组成

课程介绍

高小鹏

北京航空航天大学计算机学院
系统结构研究所

个人信息

- 地点: G1031/G843
- 电话
 - ◆ 座机: 010-82338473
 - ◆ 手机: 1391-1392-138
- Email
 - ◆ gxp@buaa.edu.cn



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

这门课程的意义是什么？

- 奠定坚实的计算机专业基础
- 迄今为止最改变你学习方法与提升工程能力的课程
 - ◆ 每个知识点都不是很深，但知识点巨多
 - ◆ 能同时阅读多本参考书，至少学习3个以上工具软件
 - ◆ 能正确、高效的开发大规模指令集的复杂流水线CPU
 - ◆ 体会到形式建模方法的价值



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

感受

- 学生愤怒的说
 - ◆ 太过份了！怎么能这么多自学呢？！
 - ◆ 太过份了！每周一个CPU的节奏！
 - ◆ 太过份了！推背感太强了！
 - ◆ 太过份了！我们的时间都用来做计组实验了？！别的课学不学了？！
- 辅导员哀怨的说
 - ◆ 学生很抱怨，因为学霸还不太会
 - ◆ 学生飙着泪在做实验
 - ◆ 女生把男生堵在宿舍里做实验
 - ◆ 我们没法安抚学生情绪



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

对不起！

但是，这门课很重要！

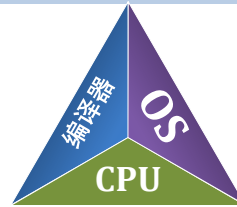
请大家不停的学习！

教学目标

- 系统的理解并掌握计算机的运行原理
 - ◆ 学习计算机硬件的组成
 - ◆ 掌握计算机硬件的设计
 - ◆ 理解计算机硬件/软件的协同机制
- 核心任务：实现基于MIPS的功能型计算机
 - ◆ 以数字电路为基础，设计MIPS的功能组件
 - ◆ 以功能组件为基础，构造MIPS CPU
 - ◆ 编写MIPS程序，验证系统功能

“系统能力” 培养概述

- 技术地位：计算机系统的3大核心技术
 - ◆ CPU：指令集、流水线、存储层次...
 - ◆ OS：中断、任务切换、存储管理...
 - ◆ 编译器：代码生成、优化、指令调度...
- 相互关系：密切配合，相互影响，互相渗透
 - ◆ 从程序的角度看：CPU~运行程序；OS~管理程序；编译器~生成程序
- 学习意义：奠定专业基础
 - ◆ 知新：计算机系统的运行原理及构造方法、软/硬件协同关系
 - ◆ 温故：C语言、数据结构、算法。。。。
 - ◆ 发展：体系结构研究、系统开发、大型应用架构设计、核心算法优化



7



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

“系统能力” 培养概述

- 教改目标：系统能力培养
 - ◆ 系统能力：构造计算机核心系统的能力
 - ◆ 挑战性学习成果：本科生自主开发“CPU、OS、编译器”
- 培养诉求：多数学生能够达成“挑战性成果”
- 技术路线：组建“系统能力”课程群
 - ◆ 3门必修课：计算机组成、操作系统、编译技术
- 计算机组成：课程群建设的最关键环节
 - ◆ CPU开发：国内外公认的教学难关

8



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

工程方法：CPU形式建模综合方法

- 目的：让多数普通学生达成目标！
- 规模达到一定程度(如30+)，须强调方法，否则：
 - ◆ 少数优秀学生：靠天份能悟出来
 - ◆ 多数普通学生：盲动→失败→挫折感
- 工程方法：按照方法可以一步步的开发出复杂系统
 - ◆ 要让学生拥有巅峰体验：“我也行！”

9

教学方法

- 课上与课下：讲为辅，练为主
- 老师与学生：答为辅，学为主
- 教案组织：
 - ◆ 以Berkeley的CS61C和CS150为基础
 - 裁剪、组合
 - ◆ 部分大班计组教案
 - ◆ 部分补充内容

你需要学习的内容：基本原理

- 计算机的各组成要素
 - ◆ 入门：一台计算机都有哪些基本部件
 - ◆ 进阶：理解计算机各组成要素间的关联关系
 - ◆ 高级：理解程序执行、硬件运行间的作用关系
- 突破点：CPU
 - ◆ CPU的指令集为什么要这样设计？
 - ◆ 如何从1条指令推导出数据通路（数据结构）？
 - ◆ 如何把多个数据通路组合成完整数据通路？
 - ◆ 如何设计控制指令执行的控制系统（算法）？

你需要学习的内容：硬件描述语言

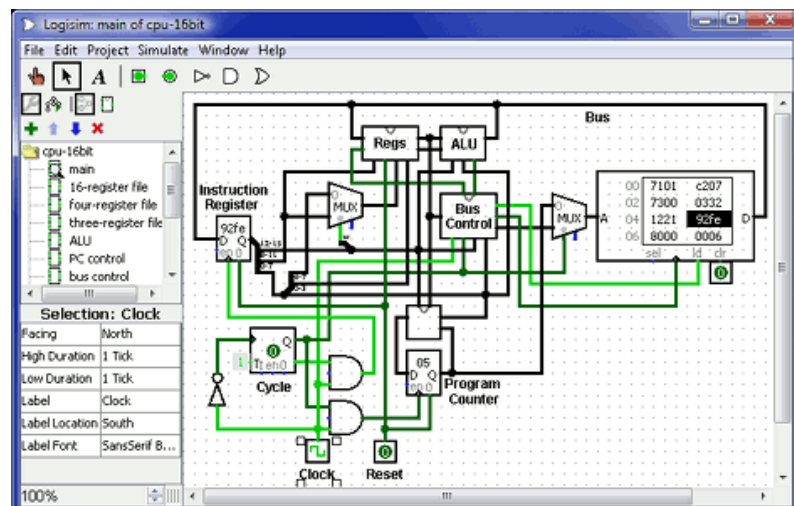
- 现代芯片设计的基本方法：硬件描述语言
 - ◆ HDL（Hardware Description Language）
 - ◆ 这是用于专门描述硬件工作原理的语言
- 与程序设计语言（C、JAVA）的主要区别
 - ◆ 语言内置的**并行性**
 - ◆ 不仅描述逻辑，而且描述时序
 - 软件：1 + 1的计算结果等于2
 - 硬件：1 + 1的计算结果等于2 & 在正确时间完成计算
 - ◆ 以1挡10、以1挡100
- 本课程：Verilog

你需要学习的内容：硬件描述语言

- 用 Verilog 开发大量的基础硬件
 - ◆ 基本的数字电路：与非门、组合逻辑、时序逻辑
 - ◆ 基本的数字部件：译码器、运算器、寄存器文件、多路选择器、状态机
 - ◆ 完整的CPU：数据通路、控制器
 - ◆ 完整的Computer：CPU、存储器接口、输入输出接口、桥接器

你需要学习的内容：各种软件工具

- 电路模拟器：Logicsim
 - 学习如何设计和模拟数字电路



你需要学习的内容：各种软件工具

- MARS：MIPS模拟器
 - ◆ MARS (MIPS Assembler and Runtime Simulator)
 - ◆ 功能：模拟了一台MIPS计算机
 - ◆ 本课程用途1：开发MIPS汇编程序
 - ◆ 本课程用途2：黄金参考模型
- ISE：硬件集成开发环境
 - ◆ 功能：用VerilogHDL开发、仿真、调试CPU；把CPU设计代码下载到实验设备
 - ◆ 本课程用途：开发MIPS CPU

你需要学习的内容：软硬件协同调试技术

- 程序运行出错了！！！！
- 错误定位：CPU有bug？MIPS汇编程序有bug？
- 怎么办？

参考书

□ Computer Organization and Design

The Hardware/Software Interface

- ◆ David A. Patterson & John L. Hennessy

□ Digital Design and Computer Architecture

- ◆ David Money Harris Sarah L. Harris

□ 计算机组成与实现

- ◆ 高小鹏，高等教育出版社
- ◆ 基本特点
 - 内容与课程教学高度相关（不包含数字电路）
 - 详细介绍了单周期/多周期方法（不包含流水线方法）
 - 大量的“系统设计详解”（例如：为什么MIPS不设置“小于转移”指令？）



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

教学资源

□ 学校课程中心

- ◆ <http://course.buaa.edu.cn/>
- ◆ 关键字：计算机组成（2019秋-高工）、高小鹏
- ◆ 用途：交作业、下载PPT

□ MOOC平台

- ◆ 主力资源平台
- ◆ 有专门介绍



北京航空航天大学计算机学院
School of Computer Science and Engineering, Beihang University

课程要求（理论课）

- 成绩：笔试85%；作业15%
- 作业提交：course.buaa.edu.cn
- 课程名称：计算机组成(2019秋)

几点忠告

- 不要逃课
 - ◆ 开始似乎很容易，但越来越难
- 不要拖延
 - ◆ 一个未能完成，后续项目就难以为继
- 力求甚解
 - ◆ 不独立完成的结果是最终无法完成
- 不要贸然动手开发
 - ◆ 工程化方法貌似枯燥，但实则高效
 - ◆ 设计环节的所有付出，都会在总时间上得到回报
- 追求完美
 - ◆ 如果你打算面试时牛B，那么请做好实验！

课程纪律

- 第1条：作业/project必须截止时间前提交
 - ◆ 否则0分
- 第2条：可以彼此交流，但不能copy!
 - ◆ 抄袭者&被抄袭者：均为0分
- 第3条：上课纪律
 - ◆ 宗旨：不要干扰我及其他同学
 - ◆ 否则：老师很生气，后果很严重
 - ◆ 务必做到以下几点
 - 1、关闭手机或静音
 - 2、严禁开小会，欢迎随时可以举手提问
 - 3、迟到就不要进来
 - 4、可以睡觉但禁止打鼾
 - 5、可以不来上课，但请祈祷能通过

谢谢！