

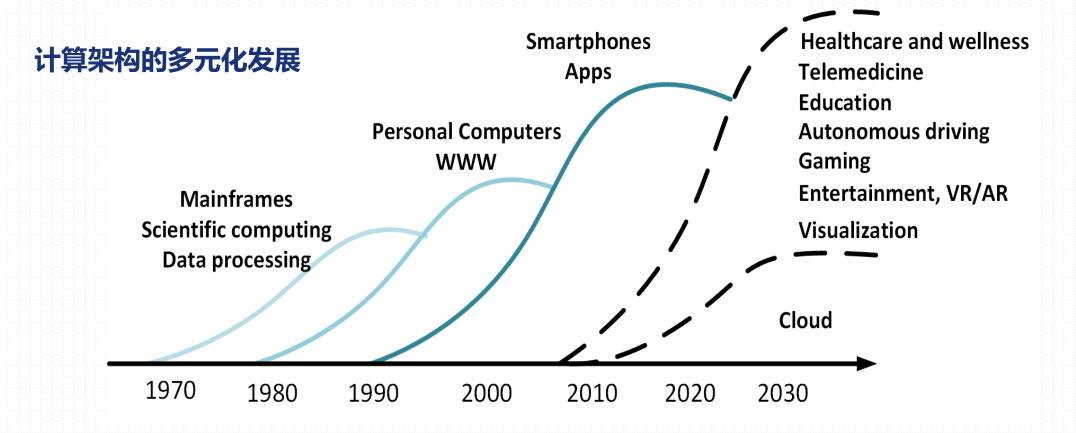


# "计算机组成与设计"课程的变革 RVfpga课程实践

浙江大学 - **刘鹏** 席宇浩 王维东 Imagination Tech. – Robert Owen 2023/08/25

### 》计算架构的教育需求





- 理解现代计算架构如何工作
- 理解未来计算架构的发展趋势

- 计算架构对系统软件和应用的影响
- 未来技术对计算架构的影响

# 》"计算机组成与设计" 课程介绍



编译工具链

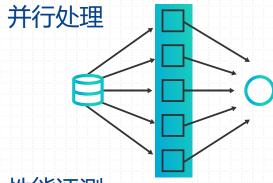
指令集、汇编和C语言

抿滨

指令集仿真器



指令/数据/ 线程级并行

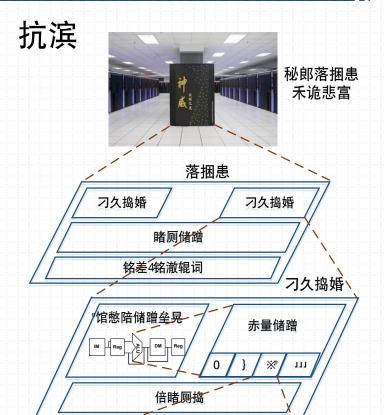


性能评测

SPEC2006

Core Mark





乃鸣鸥 垒晃 国产处理器

指令系统

流水线

存储与Cache

虚拟内存

总线与IO

# ≫学院课程改革



国产处理器

介绍了鲲鹏、申威系列处理 器架构和国产超级计算机

调研优化

调研了国内外十所高校的 相关课程,优化了理论授 课内容和考核方式

使用MIPS教学

课程改革

2011

2019

2020

2021

2022

2023

RISC-V指令集

使用RISC-V指令集替换了 MIPS指令集 设计新实验

增加了使用RISC-V编译工 具链、指令集仿真器等软 件工具的大作业 RVfpga实验

引入了RVfpga慕课中的部 分硬件实验

# ≫ RVfpga目标与内容





- ➤ RISC-V FPGA (RVfpga) 是一个包含实验说明、硬件设计和软件工具的教学项目,旨在提供
  - 全面的、免费的、完整的RISC-V课程
  - 易于上手的实践内容以学习RISC-V处理器及其生态系统
  - 针对低成本FPGA的RISC-V片上系统
- > 实践内容包含
  - 将商用RISC-V内核及SoC在FPGA上例化、编程
  - 为内核和系统增加更多功能
  - 分析和修改RISC-V内核和存储结构
- ➤ 由Imagination Technologies与其合作伙伴开发,基于西部数据的Veer EH1内核

## **≫David Patterson课程寄语**



○☐ Imagination

发明 RISC-V 的团队负责人之一、加州大学伯克利分校 David Patterson 教授对课程的寄语

# » RVfpga实验内容





#### 第一部分

序号       实验标题         1       创建Vivado项目         2       C语言编程         3       RISC-V汇编语言         4       函数调用         5       图像处理         6       I/O简介         7       7段显示屏		
2       C语言编程         3       RISC-V汇编语言         4       函数调用         5       图像处理         6       I/O简介	序号	实验标题
<ul> <li>3 RISC-V汇编语言</li> <li>4 函数调用</li> <li>5 图像处理</li> <li>6 I/O简介</li> </ul>	1	创建Vivado项目
4       函数调用         5       图像处理         6       I/O简介	2	C语言编程
<ul><li>5 图像处理</li><li>6 I/O简介</li></ul>	3	RISC-V汇编语言
6 I/O简介	4	函数调用
	5	图像处理
7 7段显示屏	6	I/O简介
·	7	7段显示屏
8 定时器	8	定时器
9 中断驱动I/O	9	中断驱动I/O
10 串行总线	10	串行总线

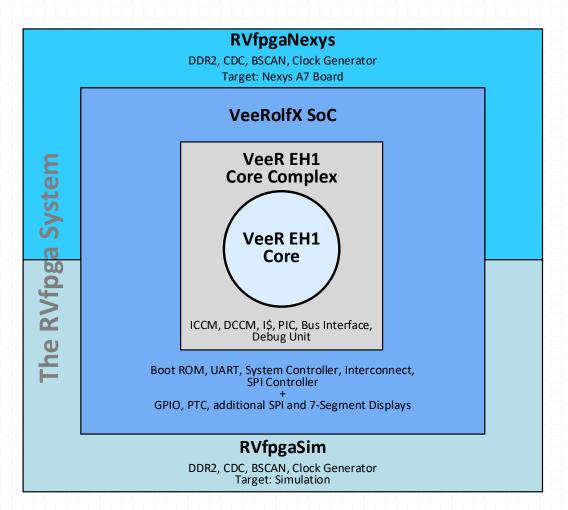
#### 第二部分

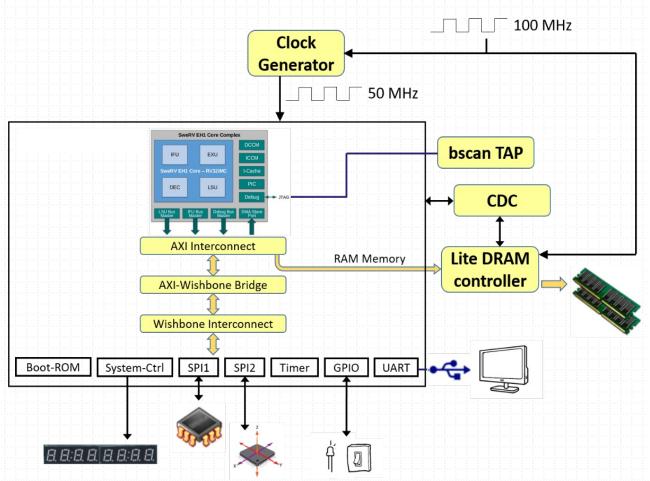
序号	实验标题
11	Veer EH1配置和性能监视
12	算术/逻辑指令:add指令
13	访存指令: lw和sw指令
14	结构冒险
15	数据冒险
16	控制冒险:分支指令与分支预测器
17	超标量执行
18	添加新功能 (指令和硬件计数器)
19	存储器层级:指令高速缓存
20	ICCM、DCCM和基准测试

# ≫RVfpga系统









# ≫Veer内核实践 - 异构SOC芯片





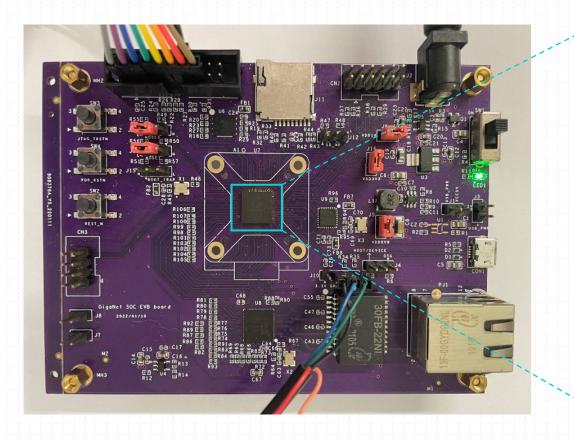
Veer EH2内核 | 安全协处理器 | 口令恢复加速器

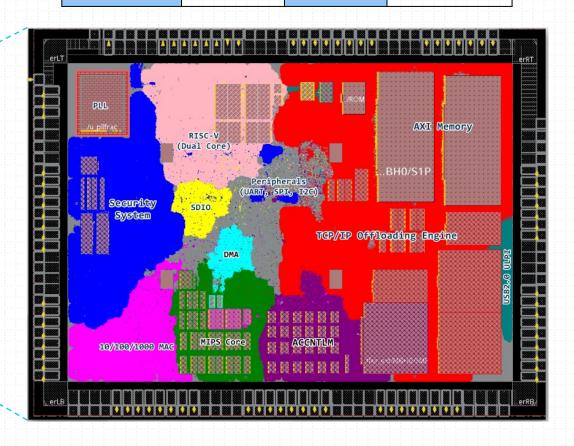
Technology

GF 22FDX

Die Size

4.4 mm<sup>2</sup>





<sup>\*</sup>由GlobalFoundries大学计划支持流片

## **≫后续活动**





- ▶ 中文慕课与Workshop
  - 针对学生: 浙江大学与Imagination合作开发的中文MOOC RVfpga课程
  - 针对老师: 十月中下旬在杭州举办一天的Workshop展示具体实验内容与实验材料









# "计算机组成与设计"课程的变革 RVfpga课程实践

浙江大学 - **刘鹏** 席宇浩 王维东 Imagination Tech. – Robert Owen 2023/08/25