

## 教学材料: MIPSfpga

### 介绍

MIPSfpga 为 FPGA 的安装启用提供了 MIPS MicroAptiv 微处理器核心的寄存器传输级 (Register Transfer Level, RTL) 源代码和教学材料。MIPS MicroAptiv 微处理器 (UP) 核心是在许多嵌入式装置里能够被发现的同一微控制器系列的一种,包括来自微芯公司很流行的 PIC32MZ 微控制器和三星的 Artik1。

教学材料将会向您展示作为计算机架构课程的一部分如何去使用这个处理器,为您的学生去探索一个商业的流水线处理器核心内部是如何运作和如何去在他们的项目中去使用这个核心打下基础,特别在于如何有效地创建一个属于他们自己的 SoC 设计。

因为有了 MIPS 的长期的继承和这些卓越的参考文献,有精简指令级计算机(RISC)架构的 MIPS 成为了全世界很多教师选择的偏好。但在过去,为了向学生展示它的核心概念,老师们不得不满足于一个只是部分和相仿 MIPS 的核心,或者去用有疑问且非官方的复制品。现在不是这样了! MIPSfpga 是一个真正对外清楚公开的核心和予以学术用途且可免费获取的“商业”RTL 架构。

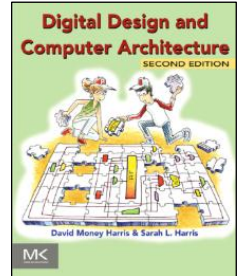
### 教学材料的构成

MIPSfpga 教学材料是由 3 个部分组成:

- **MIPSfpga Getting Started Package:** 包括了一个以 MIPSfpga 核心简介而开始的“Getting Started Guide”, 材料文档里就包含了这个 MIPSfpga 核心。它将给予有关如何去安装一个可以用于仿真的核心或者如何将它放置到一个 FPGA 里的综合概述,以及如何给处理器编程。关于软件安装方面的指导也在里面,连同核心的细节参考指导还有指令集结构(ISA – Instruction Set Architecture), 系统集成指南以及如何使用用户定义的指令(UDI – User Defined Instructions)的详细参考。所有的用户首先都需要这个材料文档为基点因为它包含 RTL, 参考指南, OpenOCD 和 Codescape Essentials 安装器和一些相关的部件。其他语言版本的“Getting Started Guide”都只是翻译“Getting Started Package”参考指南的相关翻译文件。
- **MIPSfpga Fundamentals:** 在这里你会找到幻灯片和相关的实验室手稿,他们阐明了如何使用 Nexys 4 DDR 或其他平台。这份教材将一路引领你从如何去构造一个核心到如何去用 C 语言和汇编语言进行编程,总共有 9 个实验练习。然后你将继续添加一些外围设备到这个核心以实现更大层面的交互。最后一个例子将教你如何移植 MIPSfpga 到其他的 FPGA 板上,比如 Basys 3。
- **MIPSfpga SoC:** 在这进阶材料文档你可以使用 Nexys4 DDR 平台在 MIPSfpga 上运行 Buildroot Linux。MicroAptiv 核心被包装成一个可以在 Vivado IP Integrator 工具上用的 IP 块。其结果是,来自 Xilinx 公司基于 AXI 的 IP 块能够被轻松的结合到 MIPS 核心。这可被用于创建一个系统芯片(SoC)的样本,比如 MIPSfpga 里运行于 Linux 上的一个通用非同步收发器(UART)的设计和以太网。一个定制的 AXI 通用输入输出 (GPIO) 块和一个 Linux 驱动器样本也被包含在里面,其中还包括大量的参考文档。即使它的复杂程度使它成为一门研究生课程,但是这些组件为与芯片设计产业需求极度相关的系统芯片课程提供了卓越的基础。博士生和教授也将会发现这材料对研究项目非常有用。

## 目标课程(教育资历)

- 数字设计和微架构 (工学学士学位/BSc)
- 计算机架构, 高级计算机架构 (工学学士学位, 工学研究生学位/BSc, MSc)
- 系统芯片 (SoC) 设计 (工学研究生学位/MSc)
- 设计验证(工学研究生学位/MSc)
- 嵌入式系统项目(工学学士学位, 工学研究生学位/BSc, MSc)
- 处理器架构: 修改, 提高, 优化... (工学研究生学位, 博士学位/MSc, PhD)



## 作者

这课程的材料是由 David Harris 和 Sarah Harris 一起撰写的, 也是一本叫**数字设计和计算机体系结构**的流行教科书合著者。它为 MIPSfpga 提供了独特的相关补充。

## 补充材料

- David Patterson 和 John L. Hennessy 编写的教科书《计算机组织和设计》对于这些教学活动来说一直保持着“圣经”一样的形象, 它也能够对由 Harris & Harris 编写的 MIPSfpga 教学材料更深层次的了解。
- 其他相关的参考教科书如下:  
<http://community.imgtec.com/university/resources/books/?subject=mips-architecture>
- 通过电路板使用 MicroAptiv 的硅片, 比如说合并来自 Digilent 公司的“WiFire”和微芯公司的 PIC32MZ 微程序控制器(MCU)。
- 由 Sarah Harris 和 Xilinx 公司的 Parimal Patel 主导的研讨会视频发布到这个网站上:  
<http://community.imgtec.com/university/video-gallery/>
- 全球研讨会计划: <https://community.imgtec.com/university/events/>



## 需要的工具

### 硬件

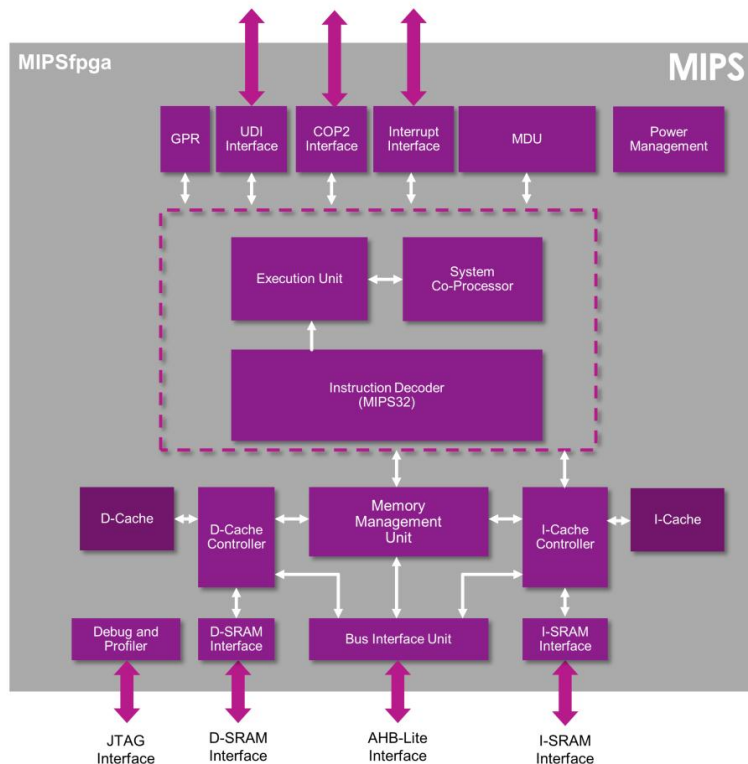
- 主机 PC: Windows 64 位
- Digilent **Basys 3** 或者 **Nexys 4 DDR** (包括 Xilinx 公司的 Artix FPGA)
- 其它输出的电路板: Zed board, Nexys 3, Nexys 4 (非 DDR), 等等
- JTAG 侦测: **SEED Studio MIPS Bus Blaster** 包括 14 到 12 针适配器 (Nexys 4 DDR), 在淘宝上也有提供

### 软件

- **Codescape MIPS 软件开发工具(SDK)的概要程序包** (包括在安装启用组件里面)
- **Vivado (Xilinx 公司) 网页组件版本**
- **Open OCD** (包括在 Getting Started Package 里面, 或使用离线版:  
<https://community.imgtec.com/university/resources/>)
- Mentor Graphics ModelSim (**学生版**或者**完整版**)或 Xilinx Xsim

## 核心结构

核心大约有 4 万个逻辑门



## 情况

MIPSfpga Getting Started ver. 1.3, MIPSfpga Fundamentals 1.3, MIPSfpga SOC ver. 1.0

## MIPSfpga Getting Started Package 和 Fundamentals 的语言选择

- 英文
- 简体中文
- 俄文
- 日文
- 西班牙文

## 支持

- MIPS 内部论坛这里有一个专门为 MIPSfpga 技术问题而设立的地方，详情[点击这里](#)。
- 关于课程和其他的讨论，这里有个 Imagination 大学项目 (IUP) 论坛，详情[点击这里](#)。

## 合作伙伴

我们和 Xilinx 公司还有 Digilent 公司密切合作，它们给予这个庞大复杂的项目大力的支持。它们大学项目的详情分别在这里：



## 用户许可

- 对于 **MIPS 核心**:接受协议是下载安装启用程序包过程的一部分,您在接受这个协议之后,您的下载请求才能被提交。

最终用户协议 (EULA) 允许在 FPGA 平台上使用 MIPS 核心来作为学术教学目的, 学生项目或者调研。它也允许了老师将核心分发给班级里的学生, 而且还允许了对核心进行修改。但不允许这个核心被放入硅片中(这意味着商业化)。再者, 如果核心被修改然后用户希望得到修改部分的专利权, 那么这个许可必须先与 Imagination 公司进行协商。最终用户协议是用简单直白的英文写的, 最终用户协议复印件是安装启用程序包的一部分, 它可在未来用来作为参考查阅假如你忘了协议内容。

- 对于 **教学材料**:

这份协议是下载基础原理程序和高级程序包过程的一部分。

最终用户协议(EULA) 阐明了这些材料是用于教育目的而非商业目的, 这意味着一些公司和培训人员想用这些材料作为培训的话, 就必须先征得 Imagination 公司的允许。你是允许将教学材料分发给学生。只要 Imagination 公司的版权被公认, 这协议允许教学材料被摘录并用到衍生的新教学材料, 出版相关教科书需要事先获得许可(这个是按理被授予的)。对于原教学材料的有效期是没有提供保质期的。最终用户协议是用简单直白的英文写的, 最终用户协议复印件是安装启用组件的一部分, 假如你忘了协议内容, 它可在未来用来作为参考查阅。

## “MPW” – 前往硅的路线

我们已授权 Europractice 去授权使用在硅里可运行上达 100 个单位的 Warrior M 级的核心。这是开放给在欧洲, 中东, 非洲和俄罗斯的学术机构。

在其他地方的研究人员, 我们在与 MOSIS 谈判在美国, 加拿大, 日本, 韩国, 新加坡, 中国, 巴西和其他地方根据特别协定提供类似的服务。



这意味着我们已经赋予学术界: 通过使用一个用于 FPGA 的软核, 充足的去了解 MIPS 如何运行, 以及为他们的研究项目而硅化这个核心。 一个完整的软核系列!

## 发布 & 博客

获取一个免费和公开的现代 MIPS CPU 资讯

<http://imgtec.com/news/press-release/imagination-revolutionizes-cpu-architecture-education-with-free-and-open-access-to-a-modern-mips-cpu-3/>

MIPSfpga 项目将把 MIPS 的架构向全世界的大学敞开

<http://blog.imgtec.com/mips-processors/mipsfpga-opens-up-the-mips-architecture-to-universities-worldwide>

Imagination 大学计划与 Europractice 突破性的合作

<https://imgtec.com/news/press-release/imagination-expands-the-scope-of-its-university-program-with-groundbreaking-europractice-partnership/>

## 加入 Imagination 公司的大学计划(IUP)和获取教学材料

1. 点击登录页面上的“Join IUP”或“Register”：[www.imgtec.com/university](http://www.imgtec.com/university)
2. 完成第一部分：“Community Registration”，勾选标有“Imagination University Programme”的框并填写补充资料

Do you also want to register for  
the Imagination University  
Programme?  Yes

3. 验证邮件将发送到您的邮箱进行激活。（请检查您的垃圾邮件，因为偶尔邮件会被过滤）
4. 要下载教材，请访问“IUP - Teaching Resource”：<http://community.imgtec.com/university/resources/>  
请求你想要的教学材料文档，接受许可协议，并告诉我们你将计划如何使用这些教材。
5. 我们这边会收到一个批准下载的请求，我们正常的话会在 48 小时内给与审批。一旦被批准，你将会收到一份邮件告诉你现在你可以去下载了。

请注意：您的下载可能会因为以下的原因而被拒绝：

- 注册信息不完整。
- 对教学材料的使用目的不足够。
- 请求者是一个商业公司或者是一个竞争对手。

请传播这些信息给那些可能感兴趣的人，然后请关注我们网页上更多的资讯，比如研讨会、材料文档更新、视频还有其他的相关信息。