



OpenMIPS 教学版讲解

leishangwen@163.com



主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



一 OpenMIPS 项目简介

- OpenMIPS开始于2013年8月，目的是开发一款32位、兼容MIPS32指令集的开源软核处理器，便于老师教学、学生体会理解计算机体系结构课程的相关知识，同时也可以做实际用途。
- OpenMIPS将坚持自由软件的理念，保持开源的形式，同时采用商业友好的LGPL授权。
- 并且分为两个版本：教学版、实践版，每个版本都使用VHDL、Verilog HDL两种语言编写，这样实际是有四个版本



一 OpenMIPS 项目简介

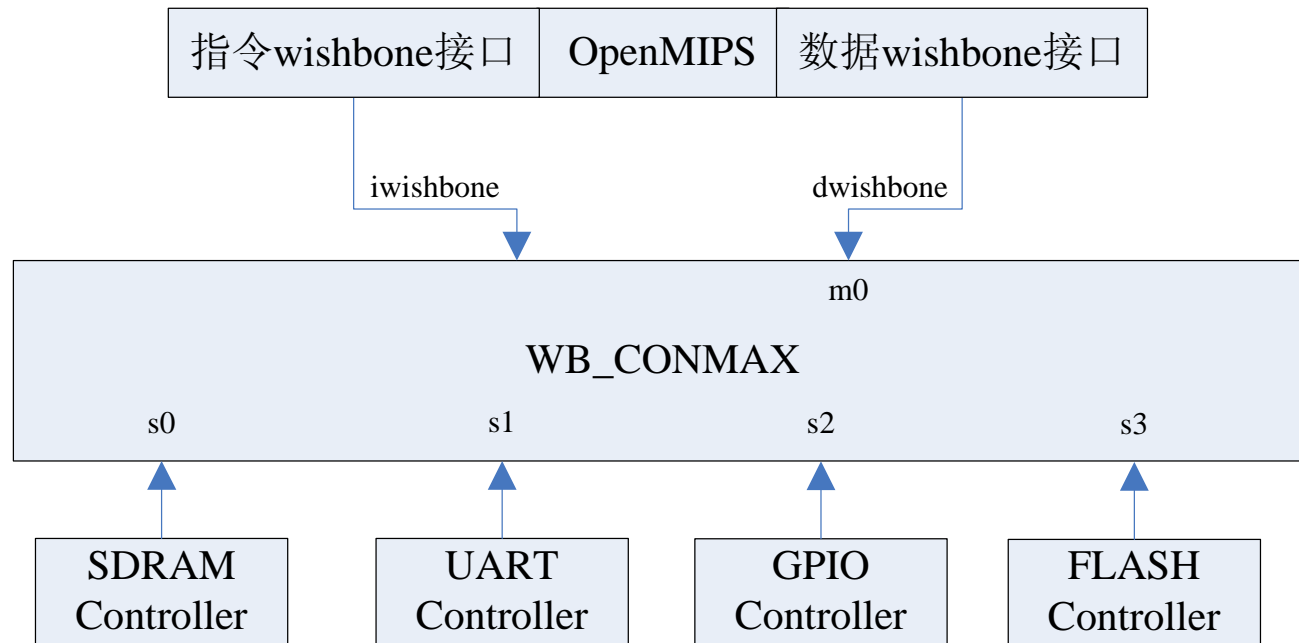
- OpenMIPS_VHDL_study_v1.0 教学版（ VHDL ） 1.0
- OpenMIPS_Verilog_study_v1.0 教学版（ Verilog ） 1.0
- OpenMIPS_VHDL_practice_v1.0 实践版（ VDHL ） 1.0
- OpenMIPS_Verilog_practice_v1.0 实践版（ Verilog ） 1.0



一 OpenMIPS 项目简介

- 教学版的主要设想是尽量简单，符合教科书
- 实践版的主要设想是使OpenMIPS成为一个实际可用的处理器，能够下载到FPGA上，运行实际有用的程序

一 OpenMIPS项目简介





一 OpenMIPS 项目简介

OpenMIPS是采用具有哈佛结构的32位标量处理器，兼容MIPS32体系结构，这样可以使用现有的MIPS编译环境。

具有以下特点：

- 五级整数流水线，分别是：取指、译码、执行、访存、回写
- 哈佛结构，分开的指令、数据接口
- 32个32位整数寄存器
- 大端模式
- 向量化异常处理，支持精确异常处理
- 8个外部中断



一 OpenMIPS 项目简介

- 32bit数据、地址总线宽度
- 单周期乘法
- 支持延迟转移
- 兼容MIPS32体系结构，支持MIPS32指令集中的所有整数指令
- 大多数指令可以在一个时钟周期内完成
- 可综合
- 兼容wishbone b2的指令、数据总线接口（只有实践版提供）
- LGPL开源
- VHDL、Verilog HDL两种语言版本



主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



二 OpenMIPS 基本情况

- 支持的指令情况
- 流水线情况
- 具有的寄存器情况



二 OpenMIPS 基本情况

- 支持的指令情况
- 流水线情况
- 具有的寄存器情况



二 OpenMIPS 基本情况

OpenMIPS支持MIPS32的所有整数指令

- 逻辑操作指令AND、ANDI、LUI、NOR、OR、ORI、XOR、XORI
- 移位操作指令SLL、SLLV、SRA、SRAV、SRL、SRLV
- 算术操作指令ADD、ADDI、ADDIU、ADDU、CLO、CLZ、SLT、SLTI、SLTIU、SLTU、SUB、SUBU、MADD、MADDU、MSUB、MSUBU、MUL、MULT、MULTU、DIV、DIVU
- 移动操作指令MFHI、MFLO、MOVN、MOVZ、MTHI、MTLO



二 OpenMIPS 基本情况

- 控制指令NOP、SSNOP
- 跳转指令J、JAL、JALR、JR
- 分支指令B、BAL、BEQ、BGEZ、BGEZAL、BGTZ、BLEZ、BLTZ、BLTZAL、BNE
- 加载类指令LB、LBU、LH、LHU、LL、LW、LWL、LWR
- 存储类指令SB、SC、SH、SW、SWL、SWR
- 协处理器访问指令MFC0、MTC0
- 自陷指令SYSCALL、TEQ、TEQI、TGE、TGEI、TGEIU、TGEU、TLT、TLTI、TLTIU、TLTU、TNE、TNEI
- 异常返回指令ERET



二 OpenMIPS 基本情况

- 支持的指令情况
- 流水线情况
- 具有的寄存器情况



二 OpenMIPS 基本情况

OpenMIPS具有五级流水线，在各个阶段完成的工作如下：

- 取指阶段：从指令存储器取得指令，修改pc的值
- 译码阶段：指令译码，根据译码结果取得指令执行需要的寄存器的值、立即数的值，并判断是否是多周期指令
- 执行阶段：判断并解决数据相关问题，执行指令操作，判断是否转移
- 访存阶段：如果是加载存储指令，那么读写数据存储器
- 回写阶段：写目的寄存器。判断是否有异常发生



二 OpenMIPS 基本情况

- 支持的指令情况
- 流水线情况
- 具有的寄存器情况



二 OpenMIPS 基本情况

- OpenMIPS支持32个32位整数寄存器
- 还支持协处理器CP0中的如下寄存器:
 - COUNT
 - COMPARE
 - STATUS
 - CAUSE
 - EPC
 - CONFIG
 - PrId
 - BadVAddr
 - ErrorEPC。



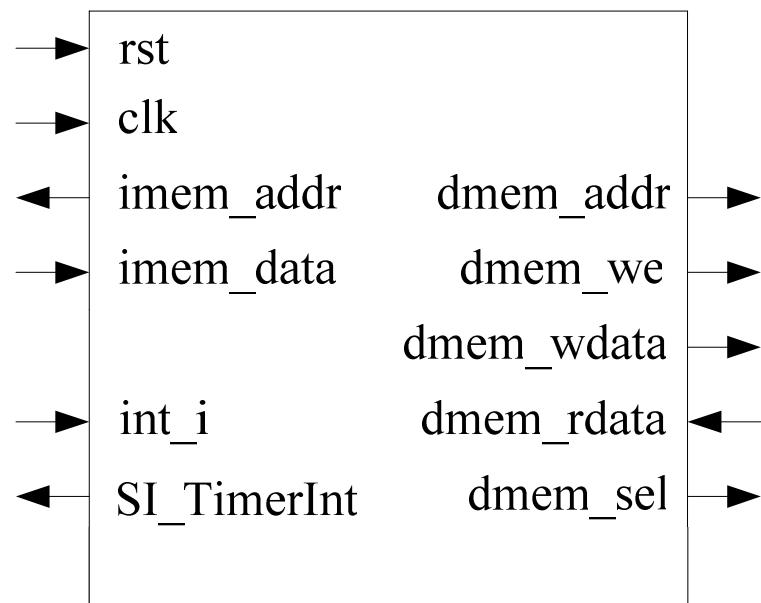
主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



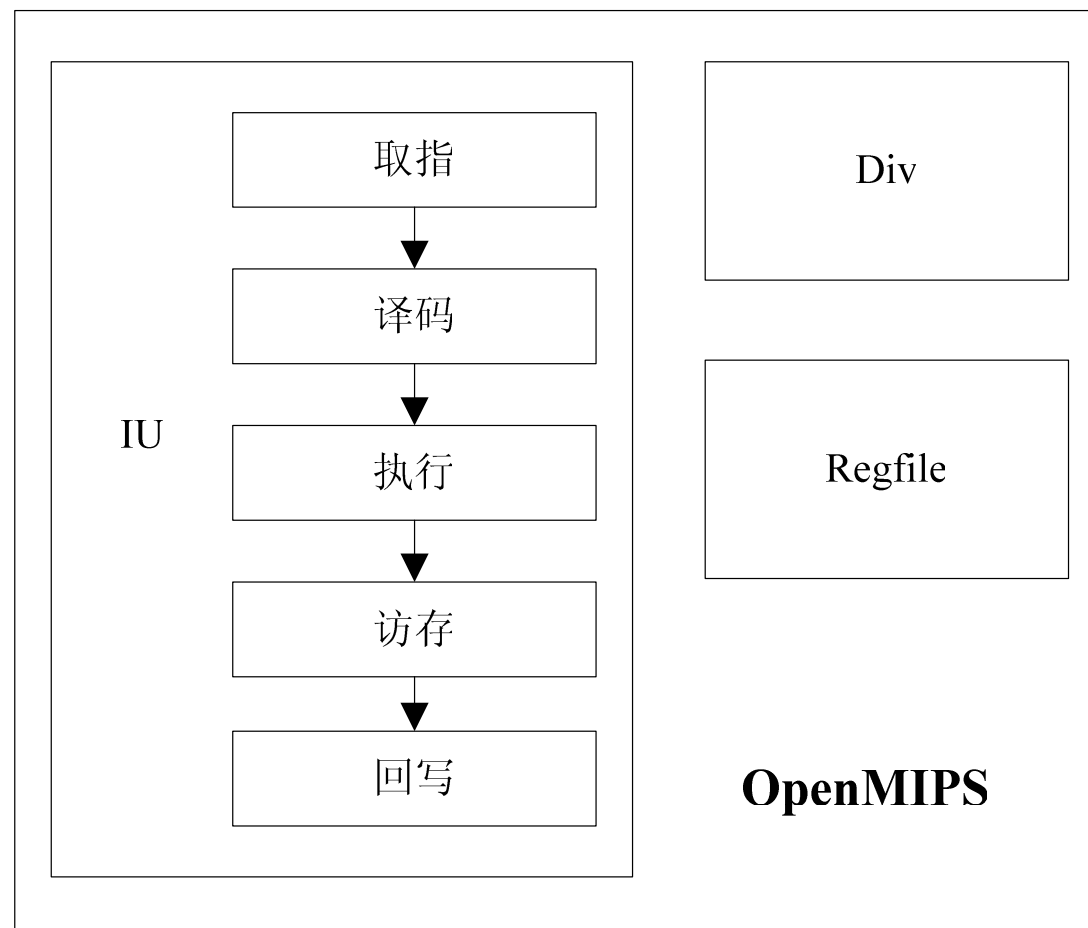
三 OpenMIPS 教学版主要特点

OpenMIPS（教学版）





三 OpenMIPS 教学版主要特点





主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



四 OpenMIPS教学版的文件组织

■ rtl

- 所有OpenMIPS的源代码文件在该文件夹下，包括
 - 流水线文件iu.vhd
 - 除法模块div.vhd
 - 寄存器文件Regfile.vhd
 - 顶层文件OpenMIPS.vhd
 - 宏定义文件stdlib.vhd



四 OpenMIPS教学版的文件组织

- **min_sopc**
- 包括如下文件：
 - 指令存储器imem.vhd
 - 数据存储器dmem.vhd
 - 以及一个用来测试OpenMIPS的最小SOPC的顶层文件OpenMIPS_min_sopc.vhd



四 OpenMIPS教学版的文件组织

- **testbench**
- 包括testbench测试文件OpenMIPS_min_sopc_tb.vhd



四 OpenMIPS教学版的文件组织

- **tool**

- 包括一个小工具Bin2Mem.exe，该工具用来将GCC编译得到的二进制文件进行格式变化得到inst_rom.data文件，使用后者初始化OpenMIPS_min_sopc中的指令存储器imem，以便进行测试



四 OpenMIPS教学版的文件组织

- **10_Days_make_OpenMIPS**
- 在之前发布过一些文档介绍如何使用10天时间实现处理器OpenMIPS，本文件夹下的内容是相关资料的整理，包含一个文档《10天实现处理器——OpenMIPS成长记》，以及与之对应的每一天的OpenMIPS代码



四 OpenMIPS教学版的文件组织

- **doc**

- 包含一些文档，具体有：

- 《MIPS32指令集》
- 《MIPS Architecture for Programmers Volume III》
- 《OpenMIPS快速入门手册》



四 OpenMIPS教学版的文件组织

- **asm_test**

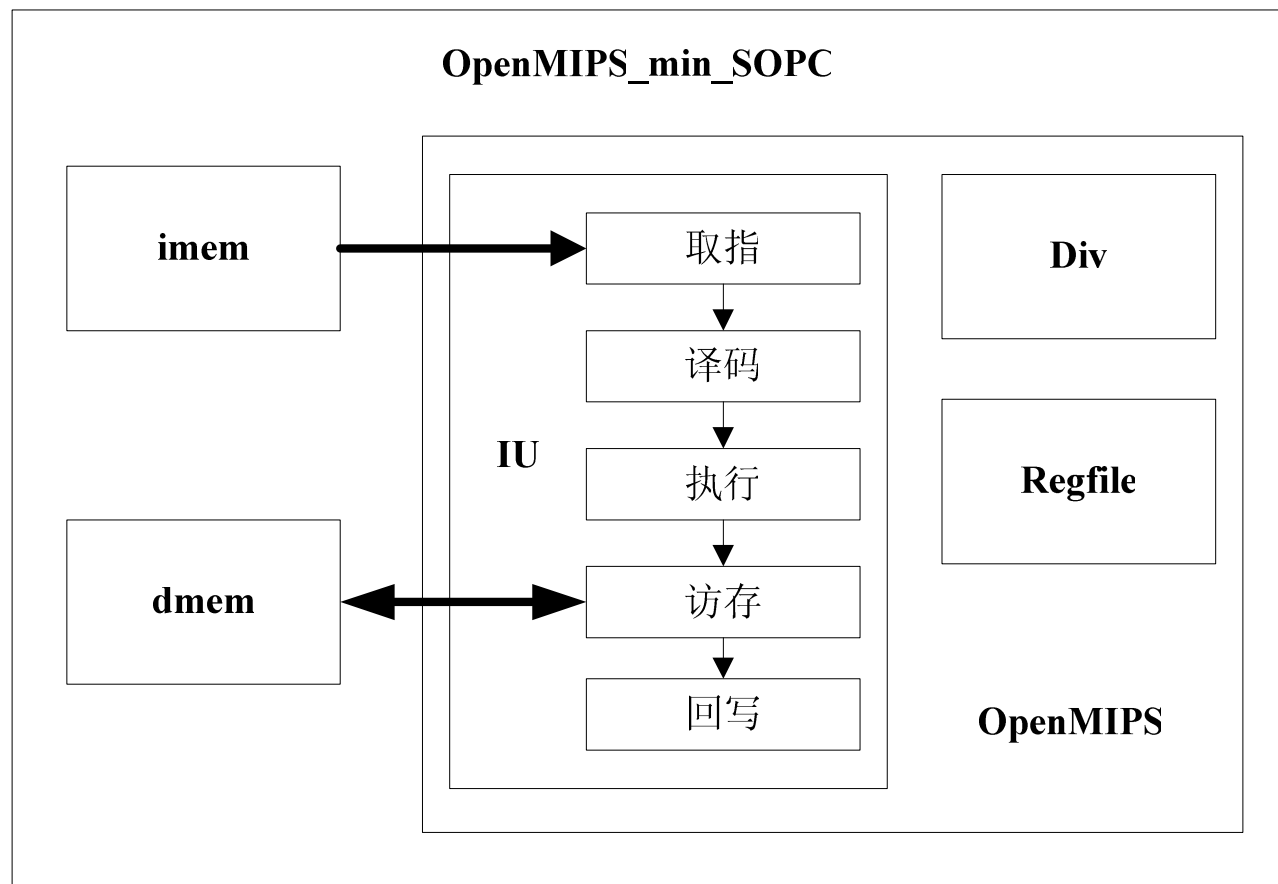
- 包括所有的测试例程，其组织方式是参照《10天实现处理器——OpenMIPS成长记》一文，按照“天”来组织，比如Day2文件夹中存放的是《10天实现处理器——OpenMIPS成长记》一文中第二天对应的测试例程，当然所有的测试例程都可以在最终的OpenMIPS中进行测试



主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划

五 OpenMIPS 最小SOPC





主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



六 OpenMIPS测试环境

- GCC
- Ubuntu虚拟机
- ModelSim



主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



七 测试举例

第一步：建立ModelSim工程

第二步：编译测试程序得到inst_rom.data
(以Day3_1、Day7_1、Day10_3为例)

第三步：仿真



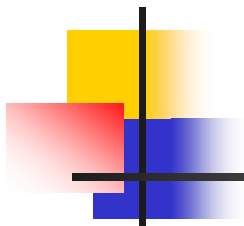
主要内容

- 一 OpenMIPS项目简介
- 二 OpenMIPS基本情况
- 三 OpenMIPS教学版主要特点
- 四 OpenMIPS教学版的文件组织
- 五 OpenMIPS最小SOPC
- 六 OpenMIPS测试环境
- 七 测试举例
- 八 下一步计划



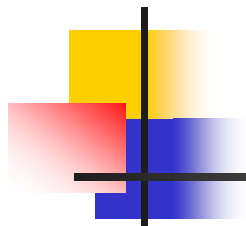
八 下一步的计划

按照计划，将在2013年12月31日左右发布OpenMIPS
实践版OpenMIPS_VHDL_practice_v1.0，敬请关注。



《步步惊芯——软核处理器内部设计分析》

介绍了开源软核处理器OR1200的内部设计，分析了其代码，目前在各大网上书店均有销售，请各位朋友多多支持



谢谢