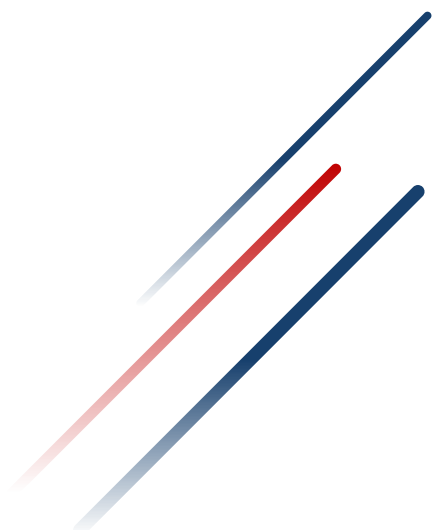


计算机设计与实践

CPU验证与下板



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ



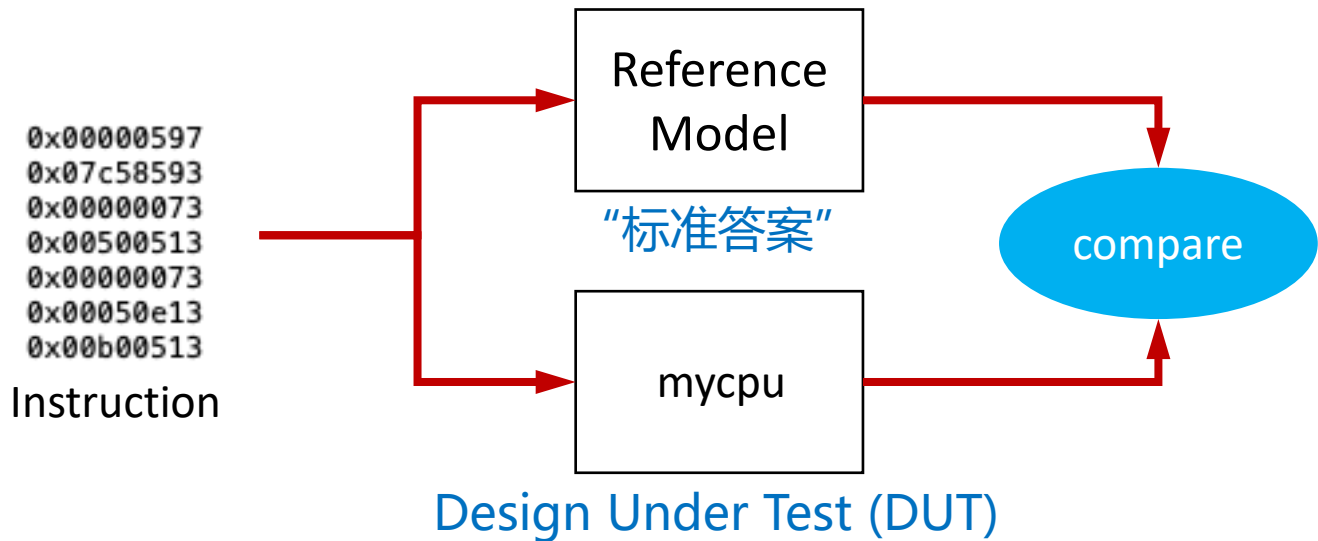
Trace比对

- ◆ Trace: CPU执行指令序列时产生的信息 (PC、**写寄存器**的信息, etc)
- ◆ 基于Trace比对的验证方法:
 - ① 用已知功能正确的CPU运行测试程序, 记录Trace0 (Golden Trace)
 - ② 用待验证CPU运行测试程序, 产生Trace1
 - ③ 将Trace1与Trace0进行实时比对, 如果出现不同, 立即报错并停止
- ◆ 特殊情况:
 - ◆ Store指令 —— 后续相关的Load指令写入寄存器的值与GT比对



Trace比对

◆ Trace比对的基本原理：



Trace比对

◆ Trace-检查写寄存器:

CPU, 每个周期都能完成一条指令。但并不是每个周期都有指令到达WB阶段, 因此检查写寄存器是要WB阶段有指令的时刻。

```
output      debug_wb_have_inst, // 此时刻, WB阶段有指令 (对于单周期CPU, 恒为1)
output [31: 0] debug_wb_pc,      // WB阶段的PC (如果wb_have_inst=0, 此项可为任意值)
output      debug_wb_ena,        // WB阶段寄存器写使能 (如果wb_have_inst=0, 此项可为任意值)
output [4: 0] debug_wb_reg,      // WB阶段写入的寄存器 (如果wb_ena=0 | wb_have_inst = 0, 此项可为任意值)
output [31:0] debug_wb_value     // WB阶段写入寄存器的值 (如果wb_ena=0 | wb_have_inst = 0, 此项可为任意值)
```

have_inst的作用是表示CPU完成了一条指令, 需要进行比对, 测试系统发现这个信号拉高后, 就会触发一次"trace"的比较。



Trace比对-要求

- ◆ IROM/DRAM

IROM

模块名: inst_mem

大小: 32x65536

模块名和大小都不要写错，否则trace不过



DRAM

模块名: data_mem

大小: 32x65536



Trace比对-使用

◆ RTL集成

顶层文件top.v

```
//  
module top(  
    input        clk,  
    input        rst_n,  
    output        debug_wb_have_inst, // 此时  
    output [31: 0] debug_wb_pc,       // WB阶  
    output        debug_wb_ena,       // WB阶  
    output [4: 0]  debug_wb_reg,       // WB阶  
    output [31:0]  debug_wb_value     // WB阶  
);  
  
    // Your CPU and ROM/RAM here...  
  
    mini_rv u_mini_rv (  
        .clk            (clk),  
        .rst_n          (rst_n),  
        //连接inst_mem/data_mem  
        ...  
        //连接debug信号  
        .debug_wb_have_inst (debug_wb_have_inst),  
        .debug_wb_pc        (debug_wb_pc),  
        .debug_wb_ena        (debug_wb_ena),  
        .debug_wb_reg        (debug_wb_reg),  
        .debug_wb_value      (debug_wb_value)  
    );  
  
    inst_mem u_inst_mem (  
    );  
  
    data_mem u_data_mem (  
    );  
  
endmodule
```



Trace比对-使用

- ◆ Trace使用

工具：VirtualBox虚拟机

加载继承了trace功能的镜像，在指定目录输入命令make即可

- ◆ 详细说明及镜像下载：<https://hitsz-cslab.gitee.io/organ/trace/>



单周期CPU下板要求

- ◆ 下板时，要求在CPU上运行Trace比对的程序
- ◆ 将PC的值显示在数码管上
 - ◆ 不需为数码管设计外设电路，可直接复用计组实验的数码管模块





Let's roll !



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ

