**实验7报告3**

第32小组

袁峥

一、实验任务（10%）

1. CPU 增加 TLBR、 TLBWI、 TLBP 指令。
2. CPU 增加 Index、 EntryHi、 EntryLo0、 EntryLo1 、 PageMask CP0 寄存器。
3. CPU 增加 32 项 TLB 结构， 支持的页大小位 4KB。
4. CPU 增加 TLB 相关例外： Refill、 Invalid、 Modified。
5. 运行专用功能测试 tlb\_func， 要求全部通过， 共 10 项测试。

二、实验设计（30%）

（一）对于支持TLB的整体设计

本次实验需要在CPU的设计中增加一个32项的TLB，同时支持相关的指令和CP0寄存器。TLB模块的设计图如下：



对于原来的CPU设计，首先需要增加一个TLB模块来进行取指和访存地址的虚实转换，并对TLB表项进行读写。

同时在mycpu\_top中需要增加5个CP0寄存器，分别为CP0\_Index、 CP0\_EntryHi、 CP0\_EntryLo0、 CP0\_EntryLo1 和CP0\_PageMask。其中CP0\_Index在TLBP指令时需要自动更新，CP0\_EntryHi、 CP0\_EntryLo0、 CP0\_EntryLo1 和CP0\_PageMask在TLBR指令时需要自动更新。所有的CP0寄存器的修改统一放在执行级。

在中断和例外处理上，延续原来的想法，所有异常在执行级统一处理。inst\_refill和inst\_invalid在取指级触发，data\_refill、data\_invalid和data\_modified在执行级触发。同时区分不同的异常处理入口地址，对于TLB\_refill异常处理入口地址为0xbfc00200，其余异常处理入口地址仍为0xbfc00380。

在流水级的阻塞和清空上，如果在取指级或执行级为TLBWI、TBLR或者为修改CP0\_ENTRYHI的MTC0指令，则此时取指级经过虚实转换后取来的指令需要重做，因为上述指令会修改TLB和虚实转换时需要使用到的寄存器，可能会导致后续的取指转换的地址不正确。

（二）TLB模块

（1）基本概述

该模块主要用来存储TLB表的内容，同时支持取指虚地址和访存虚地址同时转换为对应物理地址。此外，需要支持TLBWI、TLBR和TLBP三条指令。

对于TLBWI指令，在时钟上升沿根据Index\_in的索引将对应的TLB表项更新为输入值。

对于TLBP指令，首先在输入时对于真正要查找TLB的data\_vaddr通过TLBP信号进行二选一，如果是TLBP指令，则查找EntryHi\_in对应的虚地址，否则查到data\_vaddr\_in对应的虚地址。对于查找结果，如果找到了对应项，需要将查找信号进行编码，如果没有找到，则把Index\_out的最高位置1。

对于TLBR指令，根据Index\_in将TLB表中的对应项输出。

对于虚实地址转换，首先将虚地址的高19位与TLB表中每项的EntryHi域的高19位结合PageMask域进行比较，同时如果EntryHi域的第12位为0，还需将CP0\_EntryHi寄存器的ASID域与TLB中每项的ASID域进行比较，如果全部满足则说明命中。如果32项没有一项命中，则found信号置0。对于命中的情况，根据虚地址的第12位分别选取EntryLo0域或EntryLo1域的物理页框号，结合虚地址的低12位组成物理地址，同时将V\_flag和D\_flag置为对应EntryLo域中的V位和D位。

（2）接口定义

| **名称** | **方向** | **位宽** | **功能描述** |
| --- | --- | --- | --- |
| clk | IN | 1 | 时钟信号 |
| TLBWI | IN | 1 | TLBWI指令信号 |
| TLBR | IN | 1 | TLBR指令信号 |
| TLBP | IN | 1 | TLBP指令信号 |
| inst\_vaddr | IN | 32 | 取指虚地址 |
| data\_vaddr\_in | IN | 32 | 访存虚地址 |
| EntryHi\_in | IN | 32 | CP0\_EntryHi寄存器的输入信号 |
| PageMask\_in | IN | 32 | CP0\_PageMask寄存器的输入信号 |
| EntryLo0\_in | IN | 32 | CP0\_EntryLo0寄存器的输入信号 |
| EntryLo1\_in | IN | 32 | CP0\_EntryLo1寄存器的输入信号 |
| Index\_in | IN | 32 | CP0\_Index寄存器的输入信号 |
| EntryHi\_out | OUT | 32 | 需要修改的CP0\_EntryHi寄存器的值 |
| PageMask\_out | OUT | 32 | 需要修改的CP0\_PageMask寄存器的值 |
| EntryLo0\_out | OUT | 32 | 需要修改的CP0\_EntryLo0寄存器的值 |
| EntryLo1\_out | OUT | 32 | 需要修改的CP0\_EntryLo1寄存器的值 |
| Index\_out | OUT | 32 | 需要修改的CP0\_Index寄存器的值 |
| inst\_V\_flag | OUT | 1 | 取指地址虚页号在TLB查找到对应物理页是否有效 |
| data\_V\_flag | OUT | 1 | 访存地址虚页号在TLB查找到对应物理页是否有效 |
| data\_D\_flag | OUT | 1 | 访存地址虚页号在TLB查找到对应物理页是否可写 |
| inst\_paddr | OUT | 32 | 取指虚地址经过TLB映射后的物理地址 |
| data\_paddr | OUT | 32 | 访存虚地址经过TLB映射后的物理地址 |
| inst\_found | OUT | 1 | 取指地址虚页号是否在TLB查找到对应物理页 |
| data\_found | OUT | 1 | 访存地址虚页号是否在TLB查找到对应物理页 |

三、实验过程（60%）

（一）实验流水账

上周已经完成本次实验的所有内容并通过测试，本周没有进行修改。

（二）错误记录

未发现错误。