

Lab4任务

重点讲解

记忆游戏

Lab4任务

- 实现以下例外：
 - 系统调用
 - 断点
 - 地址错
 - 整型溢出
 - 保留指令例外
- 实现以下中断：
 - 时钟中断
 - 硬件中断
 - 软件中断
- 例外与中断的区别：

Lab4任务

- 需要实现的CP0寄存器:
 - 大家都要用: epc、status、cause
 - 地址错: Badvaddr
 - 时钟中断: COUNT、COMPARE
- 需要实现的指令:
 - MTC0
 - MFC0
 - ERET

Lab4任务

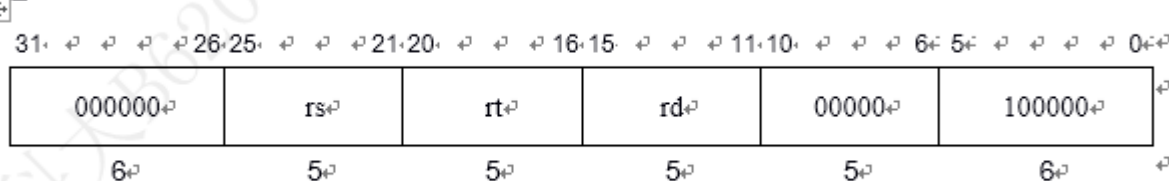
重点讲解

记忆游戏

Lab4重点讲解

- 整型溢出例外:
 - add、addi、sub会产生
 - Addu、addiu、subu不会产生
- 地址错:
 - Load地址错、store地址错、**取指地址错**。
- 保留指令:
 - 取回的指令是32bit数，译码发现不属于myCPU实现的指令，就要报保留指令例外。
 - 所以控制信号，不能用少的bit判断。如下，ADD指令译码

.3.3.1 ADD



汇编格式: ADD rd, rs, rt

Lab4重点讲解

- COUNT计数:
 - 每两拍+1
 - mtc0写count时, count_step也应清0
- 时钟中断:
 - Cause.TI在count==compare时置上, 在mtc0写compare时清掉
 - 时钟中断复用HW_INT5, 也就是casue.IP7。

Lab4重点讲解

➤ A05文档里关于CP0寄存器的描写:

➤ Status的第28位固定为1

➤ “读/写”属性针对软件而言的。MTC0是写，mfc0是读。文档未列出**硬件自行修改属性**，这是我们结构设计重点关注的点。比如status.EXL位是软件可读写，硬件也会自行修改。

表 6-4 Status 寄存器域描述

域名称	位	功能描述	读/写	复位值
0	31..23	只读恒为 0。	0	0
bev	22	myCPU 实现为只读恒为 1。	R	1
0	21..16	只读恒为 0。	0	0
IM7..IM0	15..8	中断屏蔽位。每一位分别控制一个外部中断、内部中断或软件中断的使能。 1: 使能; 0: 屏蔽。	R/W	无
0	7..2	只读恒为 0。	0	0
EXL	1	例外级。当发生例外时该位被置 1。0: 正常级; 1: 例外级。 当 EXL 位置为 1 时: ◆ 处理器自动处于核心态 ◆ 所有硬件与软件中断被屏蔽 ◆ EPC、Cause0 在发生新的例外时不做更新。	R/W	0x0
IE	0	全局中断使能位。 0: 屏蔽所有硬件和软件中断; 1: 使能所有硬件和软件中断。	R/W	0x0

➤ 精确例外：

- 之前的指令都执行完毕
- 发生例外的指令及后续指令都未修改CPU状态。

➤ 例外硬件处理步骤（三步）

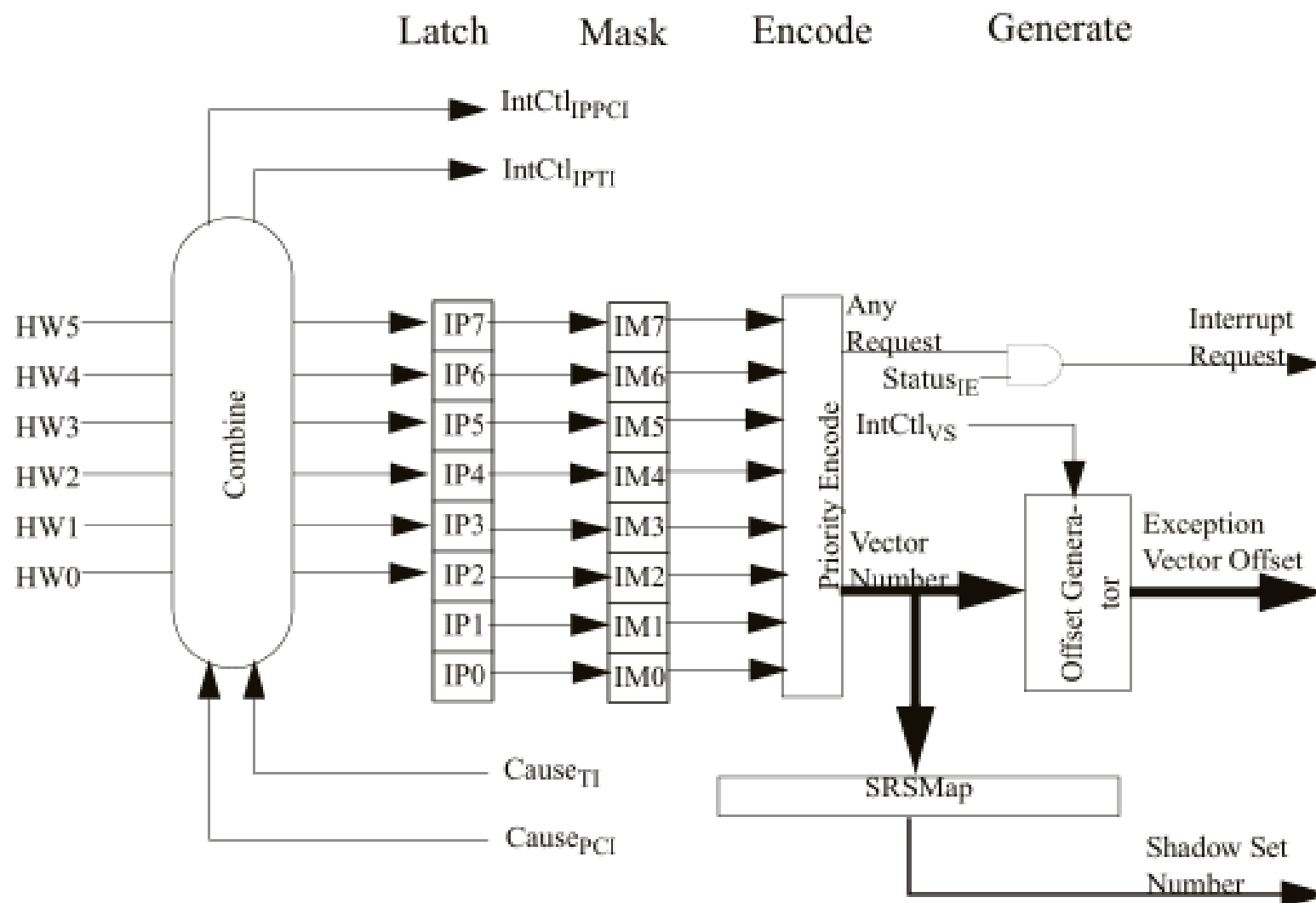
- 标记：例外发生处置上标记位。（例外发生处可能多种多样）
- 传递：例外传递到固定地方。（建议例外汇聚到一个点，一起报出）
- 报出：例外报出。（汇聚点修改CP0寄存器，修改取指级的PC）

➤ 中断处理：

- 标记：标记到流水线的某条有效指令上。（关键在于获得PC）
- 传递：传递到汇聚点
- 报出：同例外一样的报出。

Lab4重点讲解

Figure 6-1 Interrupt Generation for Vectored Interrupt Mode



- EPC填写（很多人操心过多）：
 - 例外与中断是需要软件、硬件一起配合完成的工作。
 - 硬件只用做好本职工作。EPC就是记录当前发生例外的指令的PC。
 - 软件自行决定怎么返回。如果软件碰到syscall，再执行完例外处理程序后，还是坚决认定返回EPC的原值，那就是软件人员的锅。

- **例外优先级**（很多人在此处晕了）：
 - **不同**指令发生例外：根据精确例外，最早的指令先报出。
 - **同一**指令触发多个例外条件。文档A05给出的例外优先级，是针对同一指令的。

5.1.1 例外优先级

当一条指令同时满足多个例外触发条件时，处理器核将按照表 5-1 所示例外优先级，优先触发优先级高的例外。

表 5-1 例外优先级

例外	类型
中断	异步
地址错例外—取指	同步
保留指令例外	同步
整型溢出例外、陷阱例外、系统调用例外	同步
地址错例外—数据访问	同步

Lab4重点讲解

- 例外或中断发生在延迟槽?
- 例外或中断后的第一条指令是store,报出例外时, store对外发出了吗?

- 课外思考 (与实验无关) :
 - 例外的现场保护, 谁做?
 - 软件怎么查询是什么例外?
 - CPU只有6个硬件中断, 不够用怎么办?

Lab4任务

重点讲解

记忆游戏

记忆游戏

- C程序编写的
- 先4个LED展示一组点亮顺序
- 使用键盘按键复现点亮顺序
- 计算得分，使用数码管展示。

谢谢！