

实验 4-2 报告

学号:2016K8009929060

姓名: 王晨赳

一、实验任务（10%）

本次实验在之前的基础上添加 `break` 例外、地址错、整数溢出、保留指令例外的支持，并增加对中断的支持。
lab4-2 功能测试行为仿真通过后，再上板检验。

二、实验设计（30%）

`break` 例外和保留指令例外与之前的 `syscall` 例外类似，可在 ID 阶段标记，送到 MEM 阶段统一报出。整数溢出例外的判断在 EX 阶段，设计 ALU 的时候就在其中加入了溢出的判断，所以根据 ALU 的输出结果可判断是否标记整数溢出例外。对于地址错例外分为访存地址出错和取指地址出错，在发送地址之前应该对地址做一下检测，若地址出错则访存或取指不会成功。为了处理地址错例外，需要添加 `CP0_BADVADDR` 寄存器。这个寄存器对软件来说是只读的，CPU 将出错的那个地址记录在此。为了支持时钟中断，需要添加 `CP0_COUNT` 和 `CP0_COMPARE` 寄存器。`Count` 寄存器每过两拍便增一，软件也可对其进行设置。`Compare` 寄存器由软件进行设置。时钟中断接到硬件中断 5 号上，即 `cause_ip7` 上，另外的硬件中断分别接到 `cause_ip6~2` 上，两个软件中断接到 `cause_ip1~0` 上。当一个中断被触发，如果此时 `status_ie` 为高，`status_exl` 为低，且 `status_im` 没有屏蔽该中断，那么对应的 IP 位会置位，对于时钟中断还会置 `cause_ti` 位。时钟中断在 `count` 和 `compare` 寄存器相等时会被触发，软件中断在软件向 `cp0_cause` 寄存器的 IP1 或 IP0 位写 1 后被触发。此外对于同一条指令，如果同时发生了多种例外，那么要根据例外优先级来选择何种例外报出。

三、实验过程（60%）

（一）实验流水账

2018.11.22 20:00~22:00 构思，写代码

2018.11.24 20:00~23:00 写代码，调试

2018.11.25 18:00~23:00 调试

2018.11.26 18:00~23:00 调试

（二）错误记录

具体描述实验过程中的错误，环境问题、仿真阶段、上板阶段的都可以记录。

1、错误 1

(1) 错误现象

测试用例一开始便跳到了例外处理入口。

(2) 分析定位过程

检查发生例外的原因。

(3) 错误原因

时钟中断被响应，在关中断的情况下没有使不响应中断。

(4) 修正效果

完善了中断即及例外响应的代码，问题解决。

2、错误 2

(1) 错误现象

例外处理入口没有向寄存器堆写回值。

(2) 分析定位过程

观察写寄存器堆的信号，是否拉高。

(3) 错误原因

执行该指令的时候写寄存器堆信号未拉高，原因是它之前的那条指令也发生例外，导致拉低了原本的信号。

(4) 修正效果

完善当例外未提交之前，多条指令都发生例外的处理，问题解决。

3、错误 3

(1) 错误现象

发生了 `badvaddr` 例外，但是写回的错误地址不对。

(2) 分析定位过程

查看发生错误的地址，以及 `badvaddr` 例外的代码。

(3) 错误原因

`Badvaddr` 例外的判断出错，本来不是地址错的报成了地址错例外。

(4) 修正效果

修改了判断 `badvaddr` 例外的相关代码，问题解决。

4、错误 4

(1) 错误现象

向寄存器堆写的值不对。

(2) 分析定位过程

回溯向寄存器写回值的那条指令。

(3) 错误原因

有些信号未初始化，导致某些控制信号出错为 X。

(4) 修正效果

初始化相关信号，问题解决。

5、错误 5

(1) 错误现象

Debug 信号写回寄存器堆的值不对。

(2) 分析定位过程

发现是 Epc 寄存器的值不对。找到最近发生例外的指令，对比应写到 epc 寄存器的 PC。

(3) 错误原因

发生了多个例外，但是 epc 寄存器记录的不是第一个发生例外的 PC。

(4) 修正效果

完善处理多个例外发生时的代码。问题解决。

6、错误 6

(1) 错误现象

Debug 信号写回寄存器堆的值不对。

(2) 分析定位过程

Cause 寄存器的值不对。查看 cause 寄存器被置位的那几位的含义。

(3) 错误原因

时钟中断未清除。

(4) 修正效果

在向 compare 写值的时候会清除时钟中断。问题解决。

7、错误 7

(1) 错误现象

Debug 信号写回寄存器堆的值不对。

(2) 分析定位过程

发现是 Epc 寄存器的值不对。找到最近发生例外的指令，对比应写到 epc 寄存器的 PC。

(3) 错误原因

时钟中断发生在一条延迟槽指令上，但写回 epc 寄存器的 PC 不是前一条分支指令的 PC。

(4) 修正效果

修改对 epc 进行赋值的代码，问题解决。

8、错误 8

(1) 错误现象

Debug 信号写回寄存器堆的值不对。

(2) 分析定位过程

发现是 Badvaddr 寄存器的值出错。查看错误地址，以及 cp0 寄存器的写使能信号。

(3) 错误原因

发生例外后没有阻止对 cp0 寄存器的修改，导致处理器状态改变。

(4) 修正效果

发生例外之后的指令不能修改 cp0 寄存器，将其写 cp0 寄存器的信号拉低，问题解决。

9、错误 9

(1) 错误现象

执行某个测试点很长时间，但仍未停止。

(2) 分析定位过程

定位陷入死循环的指令，查看其周围指令。

(3) 错误原因

没有处理软件中断。

(4) 修正效果

添加对软件中断的处理，问题解决。

10、错误 10

(1) 错误现象

Debug 信号写回寄存器堆的值不对。

(2) 分析定位过程

发现是 cause 寄存器的值不对，而且是 cause_bd 位未置 1。

(3) 错误原因

参考的讲义内容有错，cause 寄存器应该是 29~16 位只读恒为 0。讲义上写为了 30~16 位只读恒为 0。

域名称	位	功能描述	读/写	复位值
BD	31	标识最近发生例外的指令是否处于分支延迟槽。1：在延迟槽中；0：不在延迟槽中	R	0x0
TI	30	计时器中断指示。1：有待处理的计时器中断；0：没有计时器中断。	R	0x0
0	30..16	只读恒为 0。	0	0

图 1：讲义截图

(4) 修正效果

修改 cause 寄存器的赋值，问题解决。