

计算机体系结构（研讨课）实验报告

实验项目 prj3 小组编号 28 组员姓名 刘景平、张钰堃、付博宇

1 逻辑电路结构与仿真波形的截图及说明

1.1. exp10

1.1.1. 添加算术指令

1. 添加算术指令首先需要增加有关指令类型的译码信号，按照之前的格式，写明该指令的汇编代码和具体操作，以 `slti` 和 `sltiu` 指令为例：

```
//slti rd, rj, si12
//rd = (signed(rj) < SignExtend(si12, 32)) ? 1 : 0
assign inst_slti = op_31_26_d[6'h00] & op_25_22_d[4'h8];
//sltiu rd, rj, si12
//rd = (unsigned(rj) < SignExtend(si12, 32)) ? 1 : 0
assign inst_sltiu = op_31_26_d[6'h00] & op_25_22_d[4'h9];
```

2. 需要根据指令类型译码信号更改其他相关的译码信号，如 `gr—we`、`aluop` 等，剩余的指令通路与之前的算术指令相同。

3. 注意到 `andi`，`ori`，`xori` 指令的立即数扩展模式是零扩展，与之前的算术指令不同，需要单独处理。

```
assign need_ui12 = inst_andi | inst_ori | inst_xori; //立即数扩展模式
assign imm = src2_is_4 ? 32'h4 :
    need_si20 ? {i20[19:0], 12'b0} :
    need_ui5 ? {27'b0, rk[4:0]} :
    need_si12 ? {{20{i12[11]}}, i12[11:0]} :
    need_ui12 ? {20'b0, i12[11:0]} :
    32'b0 ;
```

1.2. exp11

1.2.1. 添加转移指令

1. 添加转移指令首先需要增加有关指令类型的译码信号，按照之前的格式，写明该指令的汇编代码和具体操作，以 `beq` 和 `bne` 指令为例：

2. 需要根据指令类型译码信号更改其他相关的译码信号，如 `gr—we`、`br-target` 等，剩余的指令通路与之前的转移指令相同。

3. 为了同时处理有符号数和无符号数的比较，需要利用加法进行判断，在 ID 模块中加入了一个小加法器。

```

        //imitation calcu slt and sltu in alu
wire signed_rj_less_rkd;
wire unsigned_rj_less_rkd;

wire cin;
assign cin = 1'b1;
wire [31:0] adver_rkd_value;
assign adver_rkd_value = ~rkd_value;
wire [31:0] rj_rkd_adder_result;
wire cout;
assign {cout, rj_rkd_adder_result} = rj_value + adver_rkd_value + cin;

assign signed_rj_less_rkd = (rj_value[31] & ~rkd_value[31])
    | ((rj_value[31] ^ rkd_value[31]) &
        rj_rkd_adder_result[31]);
assign unsigned_rj_less_rkd = ~cout;

```

首先将 rd 中的值取反，然后将 rj 与 rd 相加，并加入一个进位 1，计算出一个 33 位的加法结果，其中最高位 cout 为进位。对于无符号数的比较而言，如果没有进位则说明 rj 小于 rd，即 unsigned_rj_less_rkd 为 1。对于有符号数的比较而言，如果 rj 的符号为 1，而 rd 的符号位为 0，则可直接说明 rj 小于 rd，即 signed_rj_less_rkd 为 1；如果 rj 和 rd 的符号位相同，则需要比较 rj 与 rd 的加法结果的符号位，如果为 1 则说明 rj 小于 rd，即 signed_rj_less_rkd 为 1。

2 实验过程中遇到的问题、对问题的思考过程及解决方法

3 实验分工

3.1. exp10

张钰堃负责添加算术指令，刘景平负责添加除法指令，付博宇负责添加乘法指令。

3.2. exp11

张钰堃负责添加转移指令，刘景平负责添加 load 指令，付博宇负责添加 store 指令。