

中山大学本科生随堂考试

考试科目:《计算机组成原理》

学年学期: 2023 学年第一学期

姓名: _____

学院/系: 计算机学院

学号: _____

考试方式: 闭卷

年级专业: _____

考试时长: 100 分钟

班别: _____

警示 《中山大学授予学士学位工作细则》第八条: “考试作弊者, 不授予学士学位。”

-----以下为试题区域, 总分 100 分, 考生请在答题纸上作答-----

一、 填空 (10 分)

1. 10101_2 除以 11_2 , 商 111 余数是 0.
2. 计算机实现有符号数除法运算, 要求余数与被除数 符号一致, 否则会产生商的绝对值得到不同结果.
3. 运算器(ALU)的两个主要功能是: 逻辑运算, 算术运算.
4. 两个 8 位二进制表示的无符号数进行乘法运算 10011010×01110111 , 用移位加 (“shift and add”) 和布斯算法(Booth’s Algorithm), 那么储存这两个数相乘的积需要 16 位寄存器, 标准移位加乘法器需要进行 8 次循环, 实际加法 6 次, 如果采用布斯算法, 实际进行加法运算 2 次, 进行了 2 次减法运算.

二、 判断对错 (10 分)

1. 假设所执行程序的一半是 ADD 指令(它的 CPI=2). 如果程序中 ADD 指令减少一半, 程序总的执行时间也减少一半. 错
2. 单周期 CPU 中, 减少 JUMP 指令在数据通路中的延迟时间, 有可能会降低时钟周期. 错
3. 单周期 CPU 中, 减少 LW 指令在数据通路中的延迟时间, 有可能会降低时钟周期. 对
4. 对于有符号数比较, $A < B$ 可以通过减法完成, 然后简单地通过结果的最高位判断, 即最高位=1, 表示 $A < B$. 错
5. 如果 $\$8 > \9 将跳转, 用指令序列: SLT \$1, \$8, \$9; BEQ \$1, \$0, LABEL; 可以完成. 对
6. 在单周期 CPU 里的程序计数器不需要写和读使能控制信号. 对
7. 有符号数去掉扩展的符号位不会改变它的值. 例如, 11111010 二进制截断到 4 bits 1010. 对
8. 半字 $0x1234$ 写在内存地址 $0x89e4$ 处. 如果从地址 $0x89e4$ 读出的字节是 $0x12$, 那么我们说存储系统采用的是大端模式. 对
9. 在计算机浮点数运算中, $x + (y + z) = (x + y) + z$ 等式成立. 错

这句话不对, 因为有符号数的减法可能会导致溢出, 从而使结果的最高位不正确地反映了两个数的大小关系. 例如, 如果 $A=127$, $B=-128$, 那么 $A-B=255$, 结果的最高位为 0, 但实际上 $A < B$. 因此, 有符号数的比较不能仅仅依赖于减法的结果的最高位, 还需要考虑溢出标志位 OV. 如果 $OV=0$, 那么最高位正确地表示了两个数的大小关系; 如果 $OV=1$, 那么最高位是错误的, 需要取反. 这也是为什么 51 单片机中有 JG 和 JL 这样的条件转移指令, 它们可以一次性判断两个标志位, 从而正确地比较有符号数的大小.

有疑。

1. 用 6 位二
的 2 进制补

- 32431

$-10 \Rightarrow 10: 001010$
 $-10: 110110$

$\Rightarrow 010001 \Rightarrow -19$

$$K \xrightarrow{10} M \xrightarrow{20} G \xrightarrow{30} T$$

是 3 TiB

[111]

是右符是粒

01111000 $\Rightarrow -(2^3 + 2^4 + 2^5 + 2^6) = -120$ ✓

$2^3 + 2^7 = 126$

77-1

同岸港極遠處 $\rightarrow 7.97-1$

$$\overline{1+4+16=21}$$

大于107就全活

(10 Points)

红股. 是减128/128 $\Rightarrow -128 \rightarrow 0$

$$142 + 4 + 2^7 - 1 = 2^9 + 2^{-3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8} = 0.625$$
$$-1.625 \times 2^8$$
$$= 0.$$

122

规格化 \Rightarrow 指数不为 0. $\Rightarrow 1.0 \times 2^{-126}$
 $1-127 = -126$

非规格化 \Rightarrow 1.0×2^{-12}
 $0.0 \dots 1 \times 2^{-126}$

非规格化数计算 0. 尾数 $\times 2^{-26}$

Special Value	Exponent	Significand
+/- 0	0000 0000	0
Denormalized number	0000 0000	Nonzero
NaN	1111 1111	Nonzero
+/- infinity	1111 1111	0

四、CPU 性能 (Points) (15 Points)

单位换算

1. 对某处理器性能进行测试，它的数据传送、立即数、分支指令需要更多的周期数 (lw, addi, lui, sw, beq, etc.)，如下表所示：

Instruction Type	Clock Cycles
Data Transfer / Immediate / Branch	2
All Other	1

1M = 10⁶ million 是百万

当运行基准程序 P 时，它执行 10 Million 条指令，显示这些指令中的 30% 是表格中第一种传送类等的指令，70% 是其它类型指令，问

- 1) 时钟频率 500MHz，运行 P 程序需要多少时间? (5 Points)
 2) 如果想通过降低第一类指令的 CPI 提高性能 1.2 倍，那么第一类指令降低多少合适? (5 Points)

无答案

$$T = \frac{1}{500M} (2 \times 3M + 7M)$$

时钟周期 $\div 1.2$
 时钟周期 $\times 5$

$$CPI = \text{指令数} \times \text{CPI}$$

$$= \frac{1.3}{500 \times 10^6} = \frac{1.3}{500} = \frac{26}{1000} = 0.026s$$

2. 假设编译器有两个选择，编译结果 5 条或 6 条指令，如下表所示：

Class	A	B	C
CPI for class	1	2	3
IC in sequence 1	2	1	2
IC in sequence 2	4	1	1

Instrument.
count
指令数

1/2 可

问每个选择的平均 CPI 是多少？哪个更好? (Same computer) (5 Points)

$$\text{Sequence 1: } 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 2 = 10 / 5 = 2$$

$$\text{Sequence 2: } 4 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 1 = 9 / 6 = 1.5$$

2 更好

五、MIPS 指令 (15 Points)

1. 下列汇编程序从数组读取 32 位数，计算结果放到 \$v0 返回。这个程序至少包含一条伪指令，它可能转化成多条真正指令。

main: la \$t0, 0x40000
 lw \$v0, 0(\$t0)

t0 = base address of array
 # initialize v0

load address.
 不同的数据范围对应不同的伪指令条数。
 40000 > 16 位。

```

loop: lw      $t1, 0($t0)
      beq     $t1, $zero, done
      slt    $t2, $t1, $v0
      beq     $t2, $zero, endl
      add     $v0, $t1, $zero
endl:  addi   $t0, $t0, 4
      j      loop

done:  # end of program
    
```

$t_0 = \&a[0]$ $v_0 = a[0]$
 $t_1 = a[0] = 10$ $t_2 = 0$ (没有进位)
 $t_0 + 4 = \&a[4]$
 $t_1 = 4$ $v_0 = a[0] = 10$
 $t_2 = 1$ $v_0 = t_1 = 4$
 $t_0 = \&a[8]$ $t_1 = -1$
 $t_2 = 1$ $v_0 = -1$
 $t_0 = \&a[12]$ $t_1 = 0$

数组的首地址是0x00040000，下图是数组（及它附近）在内存存储内容

Memory Address(hexadecimal)	Memory Contents (decimal)
0x0003FFFC	3
0x00040000	10
0x00040004	4
0x00040008	-1
0x0004000C	0
.....	

- 这个程序在汇编后将占多少内存空间，以字为单位（32-bit memory words）？(Be careful!)（5分） 10
- 这个程序 LOOP 执行多少次？（5分） 4
- 填空，每次循环后 \$t0-t2 和 \$v0 的值，以十进制或十六进制表示。（10分）

Iteration 1	\$t0 <u>0x40004</u>	\$t2 <u>0</u>
	\$t1 <u>10</u>	\$v0 <u>10</u>
Iteration 2	\$t0 <u>0x40008</u>	\$t2 <u>1</u>
	\$t1 <u>4</u>	\$v0 <u>4</u>
Iteration 3	\$t0 <u>0x4000C</u>	\$t2 <u>1</u>
	\$t1 <u>-1</u>	\$v0 <u>-1</u>
Iteration 4	\$t0 <u>0x40010</u>	\$t2 <u>1</u>
	\$t1 <u>-1</u>	\$v0 <u>-1</u>

六、单周期 CPU(20 points total)

假设数据通路上各个部件的延迟时间如下：

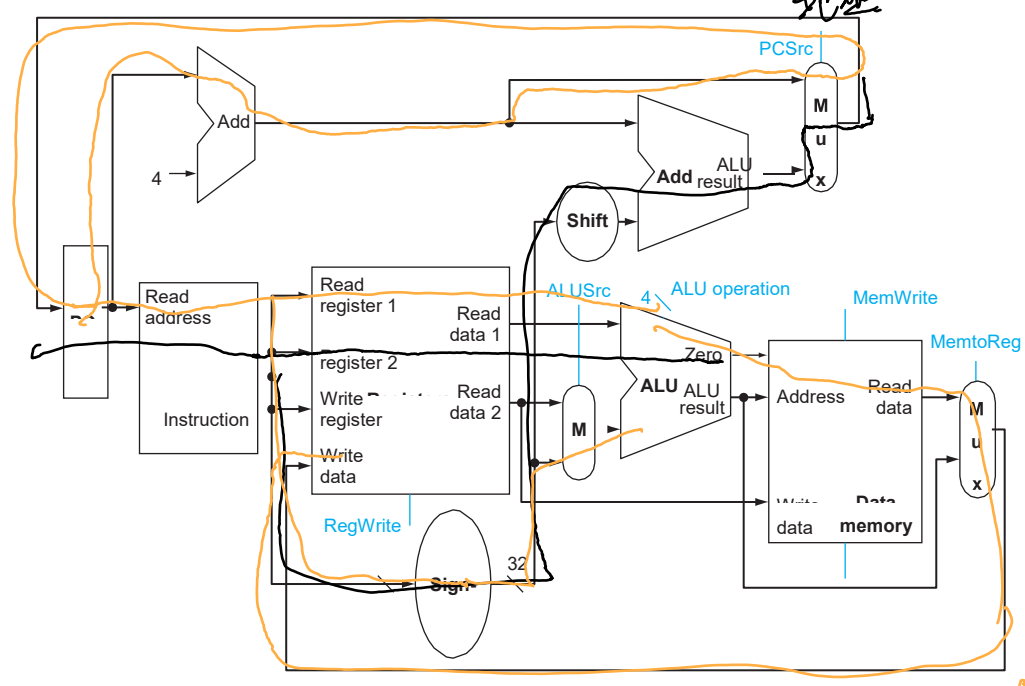
I-Mem	Add	Mux	ALU	Regs	D-Mem	Sign-Extend	Shift-Left-2
200ps	60ps	20ps	80ps	80ps	250ps	15ps	10ps

200 80+80+20/60+10+15 20

branch. + 寄存器 + ALU 操作 + MUX. + MUX.
+ PC + 4 + offset + sign + shift

1. 如果下面的数据通路只支持条件跳转指令 (branch), 那么最小的时钟周期可以是多少? (5 points)
2. 如果下面数据通路支持 LW 指令, 那么时钟周期又是多少? (5 points)

760ps.



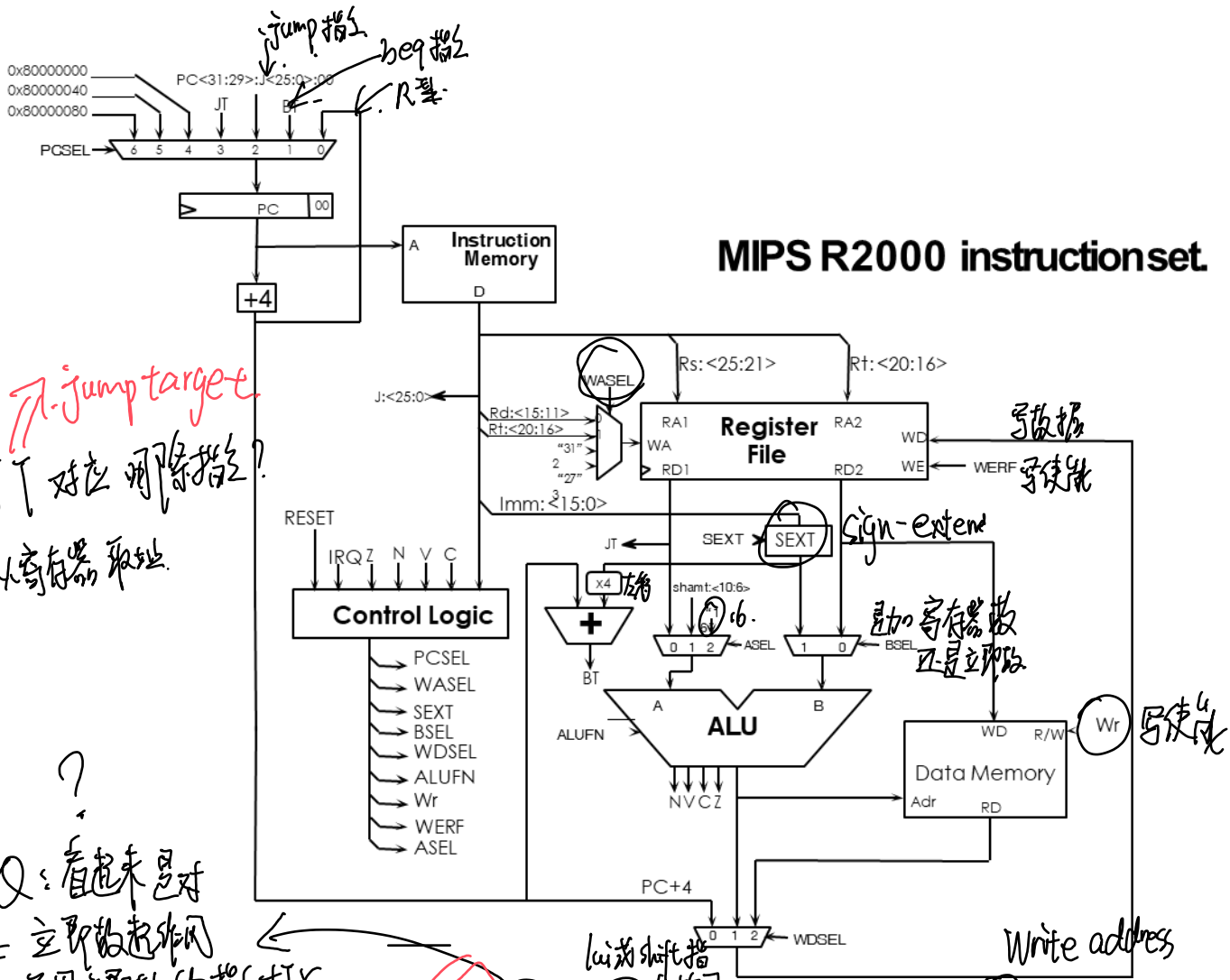
3. 单周期非流水线 Mips 数据通路如下图所示, 给出每条指令的控制信号取值 (10 points total)
- {0, 1, "don't care", "X" signifies "don't care."}

ALUFN<2:0	ALU Operation
000	Add
001	Subtract
100	And
101	Or
010	Subtract (set-on-less-

IF + Reg + ALU
+ Sign + MUX
+ PC + 4 + offset + sign + shift
+ MUX + Reg
200 + 80 + 80 + 80 + 20 + 20

Set on less than.

slt. 为什么会有单独的 ALU op.
因为 slt 不仅要减, 还要比较, 然后再输出比较结果 1/0



	WDSEL	WERF	SEXT	ASEL	BSEL	ALUFN	Wr	WASEL	PCSEL
add rd, rs, rt	1	1	x	0	0	000	0	0	0
ori rt, rs, imm	1	1	0	0	1	101	0	1	0
beq rs, rt, lable	x,	0	x	0	0	001	0	x	2
lw rt, imm(rs)	2	1	0	0	1	000	0	1	0
sw rt, imm(rs)	x	x	0	0	1	000	1	x	0
Slt rd,rs,rt	1	1	x	0	0	001	0	0	0

立即就要符符良 Q 这个信是马使能吗
逻辑运算不同 不是说马使能都要写 0 吗?