

9. 回答以下问题:

- 1) jal 指令包含 20 位的有符号立即数编码 (J-type), 该指令相较于当前 PC 可以跳转的地址空间范围是多少?
- 2) 条件分支指令 (如 bne) 包含 12 位的有符号立即数编码 (B-type), 这类指令相较于当前 PC 可以跳转的地址空间范围是多少?
- 3) 是否可以使用一条 lui 指令和一条 jalr 指令的组合完成任意 32 位绝对地址的跳转操作?

- 1) 因为为 20 位有符号立即数, 则表示  $-2^9 \sim 2^9 - 1$  之间的范围, 又因为实际偏移量为  $2 \times \text{immed}$ , 则可跳转到相较于当前 PC 前后  $2 \times 2^9 = 2^{10}$  字节, 即前后 1MB 的范围
- 2) 因为为 12 位有符号立即数, 则  $-2^8 \sim 2^8$  之间范围, 实际跳转偏移量为  $2 \times \text{immed}$ , 则可跳转到相较于当前 PC 前后  $2 \times 2^8 = 2^{12}$  字节, 即前后 4KB
- 3) lui 将高 20 位的绝对地址存储在目标寄存器中, 而低 12 位使用 jalr 跳转

10. 调查 RVC 压缩指令集的编码, 说明一条常用的 32 位指令能够被压缩为 16 位 RVC 指令的条件是什么? RVC 中各类型的指令是否都可以使用完整的 32 个通用整型寄存器?

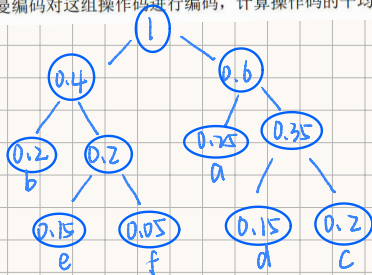
- ① 指令类型必须为 R 型、I 型或 S 型, 指令中的立即数必须在指定范围内, 指令中的寄存器编号必须在指定的范围内, 指令中的操作码必须是指定的操作码之一, 同时还要根据指令的上下文判断
- ② 在 RVC 指令集中, 每个指令都有一个 4 位的寄存器字段, 用于指定操作数所在的寄存器, 对于 R 型和 I 型指令, 寄存器字段有 4 位, 可以使用 32 个寄存器编号, 对于 S 型和 B 型指令, 寄存器字段只有 3 位, 可以使用 16 个寄存器

18. 有一组操作码, 它们的出现几率如下表所示。

$a_i$	$p_i$
a	0.25
b	0.20

c	0.20
d	0.15
e	0.15
f	0.05

请按照霍夫曼编码对这组操作码进行编码, 计算操作码的平均长度和信息冗余度。



$$\text{平均长度} = \sum_{i=1}^6 p_i l_i = 0.25 \times 2 + 0.2 \times 2 + 0.15 \times 2 \times 3 + 0.2 \times 3 + 0.05 \times 3 = 2.55$$

$$\text{冗余度} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^6 p_i \log_2 p_i}{2.55} \approx 3.3\%$$

19. 回答以下问题:

- 1) 当函数嵌套调用层数过多(例如递归陷入死循环时),可能会造成栈溢出,请简述其原理。
- 2) 有什么办法可以缓解或避免特定情况下的栈溢出问题?

1) 当一个函数被调用时,它的参数和返回地址会被压入栈中.在函数嵌套调用的过程中,每次调用都会将一些数据压入栈中,并在函数返回时弹出数据.如果函数嵌套过为,使用的栈空间超过了系统为它分配的栈空间大小,栈底和其它内存区域之间的边界被破坏,当继续向栈中写入数据时,这些数据会覆盖其它内存区域的数据.

- 2) ① 增大栈空间 可以通过修改程序的编译选项或者操作系统的设置来实现  
② 减少函数的嵌套使用  
③ 使用动态内存分配,例如 malloc  
④ 增加栈空间检查 或使用栈保护技术

20. 假设有三个函数: F1、F2 和 F3。其中 F1 包含 1 个输入参数, 计算过程使用寄存器 t0 和 s0; F2 包含 2 个输入参数, 计算过程使用寄存器 t0-t1 及 s0-s1, 返回一个 int 值。F1 执行过程中会调用 F2, F2 执行过程中会调用 F3。下表模拟了 F1 执行过程中栈的内容, 其中第一行为 F1 函数被首次调用时 sp 寄存器指向的位置。请在表中填入当 F2 函数首次调用 F3 前栈内保存的可能内容, 并在每行的括号内标注该值是被哪个函数所保存的。第一行的内容已经给出。(可根据需要增删行数)

ra (F1)  
s0 (F1)  
t0  
sp (F1)  
ra (F2)  
s0 (F2)  
s1  
t0  
t1  
sp (F2)