

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), 该指令相较当前 PC 可以跳转的地址空间范围为多少?
- 2) 条件分支指令 (如 bne) 包含 12 位的有符号立即数编码 (B-type), 这类指令相较当前 PC 可以跳转的地址空间范围为多少?
- 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?

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?

9. 1) 该指令相较当前 PC 可以跳转的地址范围为 $(-2^{19} \sim 2^{19}-1)$

2) 该指令相较当前 PC 可以跳转的地址范围为 $(-2^{11} \sim 2^{11}-1)$

3) 是;

lui rs, imm0

jalr rd, rs, imm2

10. RISC-V 压缩指令基于 RISC-V 指令集压缩特性, 采用类似变长编码的方式实现。在 32 位指令中, 有些指令的高 32 位都是 0, 这些指令可以被压缩成 16 位指令。这些压缩指令可以在硬件中解压后执行, 以实现与 32 位指令相同的操作。

RVC 指令集中有 16、32、48 位: 48 位指令需要使用一个 32 位指令和一个 16 位指令来实现。有些指令的编码空间中, 因此并不是所有的指令都支持 32 个寄存器。故 RVC 中各类型的指令并不都可使用完整的 32 位通用整型寄存器。

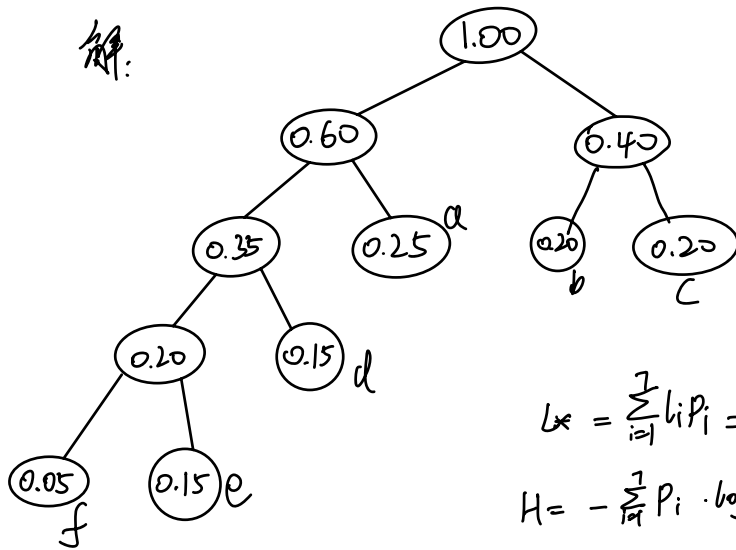
18. 有一组操作码, 它们的出现几率如下表所示。

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。

解:



$$L_x = \sum_{i=1}^7 l_i p_i = 2.55$$

$$H = - \sum_{i=1}^7 p_i \cdot \log_2 p_i = 2.466$$

$$R = 1 - \frac{H}{\lceil \log_2 n \rceil} = 1 - \frac{2.466}{3} = 17.8\%$$

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?

解: (1) 由于函数每嵌套一次会划分一次栈,直到嵌套到最后一个函数时,才会依次释放栈的空间。当函数嵌套过多时,创建的栈较多,可能会造成栈溢出。

(2) ① 增加栈大小,例如在Linux系统下,可以使用 `ulimit` 命令来设置栈大小。

② 使用静态分析工具,例如使用Clang编译器的Address Sanitizer工具可以在编译时自动插入代码来检测栈溢出和内存泄漏等问题。

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)
do(F1)
to(F1)
so(F1)
ra(F2)
do(F1)
di(F1)
to(F2)
ti(F2)
so(F2)
si(F2)