

9. (1) 除去符号位  $2^{19}$  20位的立即数可以表示  $-2^{19}$  到  $2^{19}-1$  之间的数值  
在 risc-v 中, 须将偏移量左移一位再与 PC 高 12 位, PC+4 和符号位相拼接  
故 "jal" 指令可以跳转到相对于当前 PC  $\pm 1$  MB 范围的任何地址

(2) 指令跳转范围为  $\pm 4$  KB 地址空间

(3) risc-v 中可以使用一条 lui 指令和 jalr 指令的组合完成任意 32 位绝对地址的跳转操作, lui 指令可以将一个 20 位的立即数左移 12 位, 得到一个 32 位的数, 存放在目标寄存器的高 20 位中, 故 lui 指令可以用于加载一个 32 位地址的高 20 位, jalr 指令可以将指令地址加上一个 12 位的立即数, 并将结果存放在目标寄存器中, 同时将 PC 设置为当前指令地址加上一个偏移量, 结合这两条指令, 具体代码实现如下:

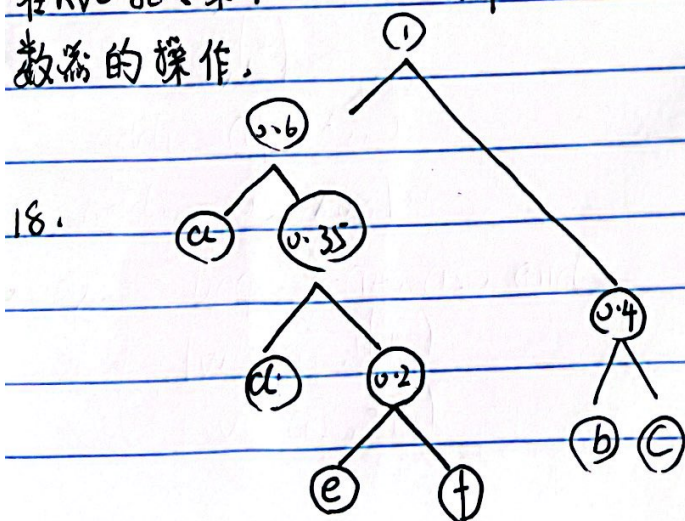
lui x1, %hi( )  $\rightarrow$  高 20 位 (伪指令)

addi x1, x1, %lo( )  $\rightarrow$  低 12 位

jalr x0, x1, 0

10. 在 RVC 指令集中, 可以将一条常用的 32 位指令压缩为一条 16 位的 RVC 指令条件为: 1. 指令没有使用特权指令 2. 指令没有使用 64 位寄存器 3. 指令操作的立即数是 16 位或更小的 4. 指令没有使用浮点操作码

在 RVC 指令集中, 所有指令都可以使用完整的 32 个通用寄存器, 但是不支持浮点计数器的操作。



$a_i$	$P_i$	$l_i$	$C(a_i)$
a	0.25	2	00
b	0.2	2	10
c	0.2	2	11
d	0.15	3	010
e	0.15	4	0110
f	0.05	4	0111

