

嵌入式第六周

9. 小 jal 指令包含 20 位的有符号立即数偏码，而是否可以用一条 lui 指令和一条 jalr 指令的组合 (J-type)，该指令相较于当前 PC 可以跳转的地址空间范围为多少？完成任意 32 位绝对地址的跳转操作。

解答：可以。lui 指令可以将一个 16 位的立即数左移 16 位，然后存储在目标寄存器的高 16 位，低

若被符号扩展为 21 位，则相较于当前 PC 16 位填充为 0。因此 lui 指令可以用来加载一个可以跳转地址空间范围是 -2^{20} 到 $2^{20}-1$ 。32 位绝对地址的高 16 位。

四条件分支指令 (bne/bne) 包含 12 位的有符号立即数偏码 (B-type)，这类指令可以相对当前 PC 跳转的地址空间范围为多少？并将其返回值存储在寄存器中，通常用于实现过程调用和返回操作。可用目标寄存器中值和另一个寄存器中值计算出跳转地址。

五偏移量被符号扩展为 13 位，其跳转范围如果将目标寄存器设置为 lui 指令的目标寄存器，是 -2^{12} 到 $2^{12}-1$ 。将另一个包含低 16 位地址偏移量的寄存器，那就计算出了 32 位绝对跳转地址。

10. 一条常用的 32 位指令能够被压缩为 16 位 RVC 指令的条件？RVC 中各类型的指令是否都可以使用完整的 32 个通用型寄存器？

RVC 指令像偏码规则是：

每个 RVC 指令都包含一个 16 位的压缩码和一个可选的 16 位的扩展码，用于存储操作数。

每个 RVC 指令都对应一个完整的 32 位指令。

一条常用的 32 指令一条件是：该指令仅使用了 16 个通用型寄存器中的任意一个，且没有使用立即数或跳转指令(?)。

小条件补充：①指令的目标寄存器和源寄存器的偏移量必须在 ~ 7 范围内。

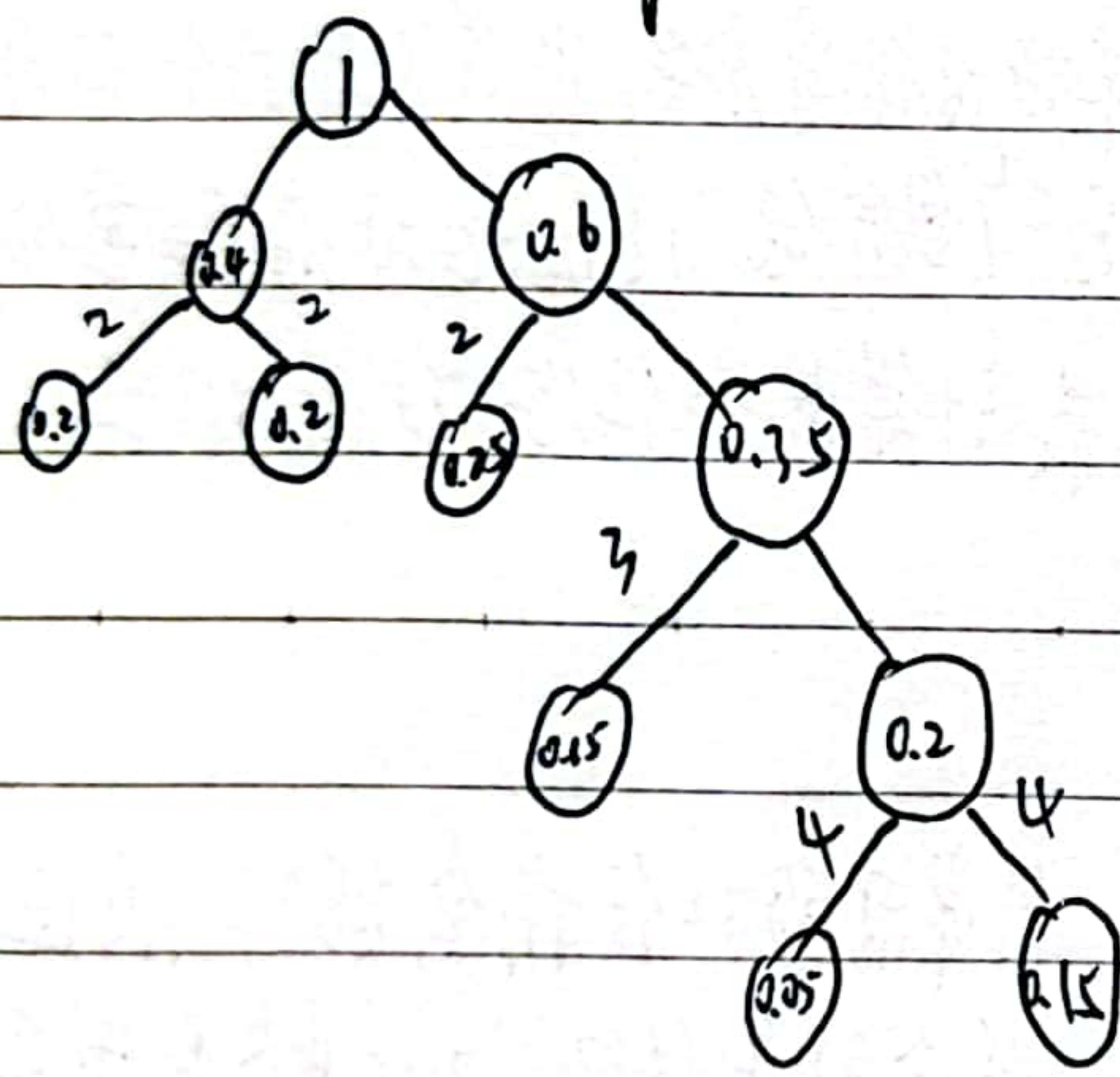
②操作数、偏移量等必须在一定取值范围内，比如立即数只能为16位，偏移量即写入了栈空间以外的内存区域。返回地址只能为8位，等。

③并非所有类型指令都可以用PVC指令集实现压缩。

但在PVC中，各类型的指令都

可以使用完整的32个通用寄存器（整型）。

18. 解：构造 Huffman 树如下：



19. 小结：溢出是由于函数调用过程中，栈空间不足以存储所有的函数调用栈帧（函数的参数、局部变量、返回地址等信息）。

即写入了栈空间以外的内存区域。递归陷入死循环时，函数会不断调用自身，不再放

栈上的内存，导致无法健康成长函数。

①尽可能减少递归调用次数或层级。

②针对递归算法，可以使用循环或迭代方法来避免栈溢出。

③增加栈空间大小；将局部变量改为全局变量或静态变量。

④改为非递归算法。

⑤使用动态内存分配，使用堆内存代替栈内存，但需手动释放。

20. $sp \rightarrow ra(F_1)$

$t_0(F_1)$

$arg(F_1)$

$ra(F_2)$

$t_0(F_2)$

$s_0(F_2)$

$t_1(F_2)$

$s_1(F_2)$

$arg_0(F_2)$

$arg_1(F_2)$

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^b p_i l_i = 4 \times 0.05 + 4 \times 0.15 +$$

$$3 \times 0.15 + 2 \times (0.2 + 0.2 + 0.25) = 2.55$$

$$R = -\frac{-\sum_{i=1}^n p_i \log p_i}{\bar{l}} = 0.033$$