

## 5/10 第四章习题:

1. 存储层级: 现代计算机按照距离处理器远近, 存储层级可分为多级, 层级从上到下容量逐渐增大, 速度逐级减慢, 且单位容量的成本逐级降低。存储层级的需要主要是为了提高性价比, 减少成本, 通过存储层级让整体平均成本接近最底层, 而性能达到的性能接近最上层, 同时增加容量和持久性; 其次还可为了架构更易于满足存储。

2. 页过大: 在页面内部产生空闲内存, 即内存碎片, 降低了访问页面的效率, 同时增加页面置换开销, 降低内存利用率。

页过小: 内存中会出现零散的未使用空间, 即外部碎片, 降低内存利用率; 增加页面管理开销和页面错误概率, 影响性能。

3. 1) V位: 指示 PTE (page-table entry) 是否有效, 若  $V=0$  其他位都不起作用, 且可被软件自由使用。

RWX位: 这三位分别指示这个 page 是否可读, 可写或可执行, 其中 R 指示是否可读, W 指示是否可写, X 指示是否可执行 (很可以)。

U位: 代表这个 page 是否支持用户模式访问, 当且仅当  $U=1$  时, 用户模式的软件才能访问该页面。

G位: 指定了一个全局映射, 全局映射指的是存在所有地址空间的映射。

A位: 指示自从上次 A 位被清除后, 这个虚拟页是否被读取, 写入或获取 (fetch) 过。

D位: 指示自从上次 D 位被清除后, 这个虚拟页是否被写入过。

12) 若用户能随意修改页表, 则用户可能会修改不应该改动的一些权限, 一些指示信号的正确性, 从而让系统中所规定的权限遭到破坏, 且一些指示信号给出错误的指示, 导致异常和错误的产生。

13) 当 X/W/R 位全为 0, 代表该页不可读, 不可写, 不可执行, 此时的 PTE 便成为了指向下一级页表的指针。

4. (1) 页表条目的 X/W/R 位是控制虚拟地址的读/写/执行权限, 而此处 PMP 中的 X/W/R 位是控制物理地址内存的这种权限。

12) L位: 指示 PMP entry 是否被锁定, 当 PMP entry 被锁定时, 写/读/执行等与地址寄存器的操作被忽视。

同时 L 位指示 R/W/X 位的操作权限是否被加在了机器模式, 即当 L 位置位时, R/W/X 位允许会被加在所有特权模式下, 而当 L 位被清除时, 机器模式匹配 PMP 条目的访问会成为 R/W/X 位只用于 S/U 模式之下。

A位: 进行地址匹配, 与地址寄存器共同决定地址的范围。当  $A=0$  时, 代表 PMP entry 无效, 无地址匹配;

$A=1$  时, 代表匹配任意一个地址范围顶层地址;  $A=2$  时代表匹配 4 字节地址范围;  $A=3$  时匹配 8 字节地址范围 (的倍数的)。

5. (1) 页大小  $4kB = 2^{12}B \rightarrow$  需要 12 位进行页内索引  $\therefore 64 - 12 = 52$  (位)  $\therefore$  共需  $2^{52} \times 2^3 = 2^{55}B = 33554432G$  空间

(2) 同理,  $48 - 12 = 36$  (位)  $\therefore 2^{36} \times 2^3 = 2^{39}B = 512G \therefore$  降低到 512G。

13) 多级页表通则是为进程实际使用的部分虚拟地址内存已请求页表, 省缺大量未映射页表项, 从而更灵活分配空间。

此外, 多级页表采用散列的方式, 提高内存利用率, 降低存储开销。