

1. 简述现代计算机系统需要存储层级的原因。

计算机需要快速访问数据,而更大的存储器访问速度更慢.故使用存储层级结构来提高处理器的运算速度和性能

2. 在页式虚拟存储中,过大或过小的页分别会引起什么问题?

过大:若只使用页的一部分,会对内存造成更大的浪费

过小:导致更多的页表条目和更频繁的换入换出操作,增加处理器工作负担

3. 页表条目除了保存物理页号外,一般还包含各种状态和权限标记位。它们为内存访问提供了各种细粒度的控制。例如, RISC-V 指令集的 Sv32 页表条目具有如下的形式:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|----|----|--------|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | 20 | 19 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | |
| PPN[1] | | | | PPN[0] | | | | RSW | D | A | G | U | X | W | R | V |
| 12 | | | | 10 | | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- 1) 查阅 RISC-V 规范, 简要描述上述条目中的位 7 至位 0 具有什么功能。
- 2) 结合上述功能讨论: 如果用户进程能够自由修改自己的页表, 会发生什么问题?
- 3) 在 RISC-V 的虚拟内存管理中, 一个 X/W/R 位全部为 0 的有效页表条目有什么含义?

(1) 记录每个页的属性, 便于进行页的访问权限管理

位0(V):有效位 位1(R):可读取位 位2(W):可写入位 位4(X):可执行位

位5(G):全局位,标志是否共享 位6(A):访问位.若被访问置1. 位7(D):脏位

(2) 由于页表用于完成地址映射,用户可以访问任何地址.从而导致安全和稳定性问题

(3) 该PTE为指向下一级页表的指针

4. RISC-V 的物理内存保护 (PMP) 机制允许硬件线程为特定的物理内存区域指定访问权限, 其配置寄存器有如下的形式:

| | | | | | | | |
|----------|----------|---|----------|----------|---|----------|----------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| L (WARL) | 0 (WARL) | | A (WARL) | X (WARL) | | W (WARL) | R (WARL) |
| 1 | 2 | | 2 | 1 | | 1 | 1 |

查阅 RISC-V 规范, 回答以下问题:

- 1) 在页表条目中已经存在 X/W/R 位的情况下, PMP 控制寄存器中的 X/W/R 位有什么作用?
- 2) 说明 PMP 配置寄存器中的 L 和 A 位有什么作用。

(1) 进一步增强对地址访问的安全控制. 若PMP配置寄存器中设置的权限和页表条目中权限不同, 则PMP配置寄存器的权限会覆盖页表条目的权限

(2) A: 表项的地址匹配模式

L: 表项的 Lock 使能位. 若该位为1, 表示表项被锁住, 无法对相关表项进行修改.