

嵌入第十一周作业

1. 简述现代计算机系统需要有存储层级的原因。

解：为了提供高效的数据访问和处理。
① 高速访问和低成本：高层级具有更快的访问速度；低层级具有更大的存储容量。

② 访问局部性：最常访问的数据放在高层级的存储介质中。

③ 多级缓存：为了利用空间局部性和时间局部性。

④ 有存储层级的层次结构：基于成本和性能之间的权衡。

3. 页表除了保存物理页号外，一般还包括各种状态和权限标记位。它们为内存访问提供各种细粒度的控制。

解：
① V (Valid)：有效位 (Valid)，为1时，表示页表条目有效，可用于内存访问，为0无效。

② R (Read)：读取权限位 (Read)，为1时，表示允许对该页进行读取操作。

③ W (Write)：写入权限位 (Write)，为1时，表示允许对该页进行写入操作。

④ X (Execute)：执行权限位 (Execute)，允许执行该页中的指令。

⑤ U (User)：用户权限位 (User)，用户模式下允许访问该页。

⑥ G (Global)：全局位 (Global)，该页表条目是全局的。

⑦ A (Accessed)：访问位 (Accessed)，该页被访问过。

处理器可通过此来跟踪最近访问的页，用以实现大小，每个页可能包含很多空闲内存空间，被称为页替换算法。

⑧ D (Dirty)：脏位 (Dirty)，该页被写入过，处理器可据此来跟踪最近修改的页...

⑨ 如果用户进程能自由修改自己的页表，会导致严重的安全和稳定性问题。页表目的是提供对物理内存的抽象和隔离，以保护不同进程的交叉面。

⑩ 外部碎片：每个页只能容纳一小部分数据，之间的内存访问，会打破进程间的隔离，导致在内存中形成大量不连续的未被利用的空闲空间。

⑪ 页表大小：页表用于映射虚拟页和物理页之间的关系。如果页大小过小，需要更大的页表，所有访都已被禁止。禁止访问某个特定页的情况用限制或保留特定的内存区域。

2. 解：由过大：

① 内部碎片：如果页大小远大于程序所需的实际内存大小，每个页可能包含很多空闲内存空间，被称为内部碎片，会浪费存储空间。

② 页面置换开销：即使只有部分页面被修改，也需要将整个大页写回到磁盘，增加了磁盘I/O的开销。

③ 由过小：

④ 外部碎片：每个页只能容纳一小部分数据，之间的内存访问，会打破进程间的隔离，导致在内存中形成大量不连续的未被利用的空闲空间。

⑤ 页表大小：页表用于映射虚拟页和物理页之间的关系。如果页大小过小，需要更大的页表，所有访都已被禁止。禁止访问某个特定页的情况用限制或保留特定的内存区域。

4. PSLV物理内存保护(PMP)机制及权限
线程为特定的物理内存区域指定访问权限，其
配置寄存器如下所示：

(1) PMP控制寄存器的
X/W/R位有什么作用？

(2) PMP配置寄存器中的L和A位作用？

解：(1) 用于更细粒度地控制物理内存的访问
权限，提供了对物理内存区域的额外保护。

可覆盖页表中的权限设置。当发生内存访
问时，同时检查。

(2) OL位：lock。用于锁定PMP配置寄存器
防止对其进行非特权级的写入操作。为1不
允许进一步的配置更改，有助于确保配置
的完整性和平滑性。

(3) Addressing：用于指示PMP配置寄存器的
地址范围模式。为0，以字节为单位；为1，
以对齐的双字节(32位)区域进行编码。这样可
提供更大的地址范围，并减少PMP配置寄存器
的数量需求。

可见该配置PMP机制来保护物理内存，并限
制对特定区域的访问权限。

有2⁴⁴个不同的虚拟地址，需要 $2^{60}/512 = 2^{55}$
bytes，即单页表系会需要空间巨大。

(4) 仅使用48位虚拟地址空间：

$$2^{48} \text{ bytes} / 4 \text{ KB} \times 8 \text{ bytes} = 2^{39} \text{ bytes}$$

(5) 多级页表：

① 空间利用率：只为实际使用的页表条目分配
内存。

② 层次结构：通过分割虚拟地址空间为更小
的区域。

③ 情性加载：只存在需要访问特定页时才会加载
到相应的页表条目。

5. 1GB大小的页，每页是单独使用8字节空间，内存
系统按字节寻址。使用完整的64位虚拟地址
时，一个单页页表需要多大的空间用于存储
页表：

由每页有4KB/8字节=512个页表条目的地址。