

Assignment7

11911839 聂雨荷

Q1

[50pts] 请求分页管理系统中，假设某进程的页表内容见下表（一级页表，H表示十六进制）。

页号	页框(Page frame) 号	有效位 (存在位)
0	112H	1
1		0
2	233H	1

页面大小为4KB，一次内存的访问时间为100ns，一次快表（TLB）的访问时间为10ns，处理一次缺页的平均时间为 10^8 ns（已含更新TLB和页表的时间），假设：

- ① TLB 初始为空；
- ② 地址转换时先访问 TLB，若 TLB 未命中，再访问页表（忽略访问页表之后的 TLB 更新时间）；
- ③ 有效位为 0 表示页面不在内存中，产生缺页中断，缺页中断处理后，返回到产生缺页中断的指令处重新执行。设有虚地址访问序列2333H、1555H、2555H，请问：

- (1) 依次访问上述三个虚地址，各需多少时间？给出计算过程。
- (2) 假设操作系统仅允许进程使用页框号为122H和233H这两个物理页面并采用最近最少使用置换算法(LRU)。基于以上的访问序列，虚地址1555H的物理地址是多少？请说明理由

(1) page size = 4KB = 2^{12} B，故 offset 为 12 位，则虚地址中低 12 bits 表示 offset，最高位为 page number

- 2333H: page number 为 2, offset 为 333H。
 - 先访问 TLB 10ns，未命中
 - 再访问内存中的 page table 100 ns，取得对应的 page frame number，并且将 page number 2 同步更新到 TLB 中
 - 合成物理地址，访问主存中取得这个地址，花费 100ns
 - 总时间：10ns + 100ns + 100ns = 210ns
- 1555H: page number 为 1, offset 为 555H。
 - 先访问 TLB 10ns，未命中
 - 再访问内存中的 page table 100ns，因为有效位为 0，产生缺页中断

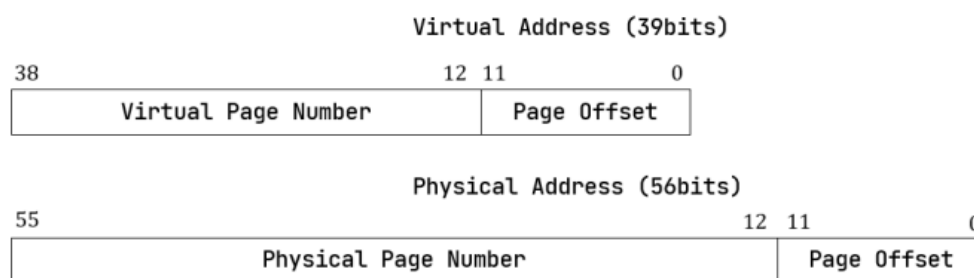
- 处理缺页中断花费 10^8ns , 此时, page table 和 TLB 都将更新新调入的页号为 1 的页面
- 再次优先访问快表, 花费 10ns
- 合成物理地址, 访问主存中取得这个地址, 花费 100ns
- 总时间: $10\text{ns} + 100\text{ns} + 10^8\text{ns} + 10\text{ns} + 100\text{ns}$
- 2555H: page number 为 2, offset 为 555H。
 - 先访问 TLB 10ns , 命中
 - 合成物理地址, 访问主存中取得这个地址, 花费 100ns
 - 总时间: $10\text{ns} + 100\text{ns} = 110\text{ns}$

(2) 访问 1555 H 的时候, 产生缺页中断, 此时 TLB 中驻留集为 2, 并且其中有 page number 为 0 和 2 的页面。此时使用 LRU 策略, 由于 第一步访问的 page number = 2, 所以换出之前的 page number = 0 的部分, 换入 page number = 1

因为 1 page 对应的 page frame number 是 112, 所以物理地址为 112555H。

Q2

[50pts] 现在有一台 riscv64 架构的计算机, 使用sv39的多级页表机制, 物理地址和虚拟地址的格式如下。



假设现在内存中只有三个可分配的空白物理页面, 物理页号分别为 0x86000, 0x86001, 0x86002。当进程申请物理页面时, 操作系统采取物理页号由小到大的分配策略。某一时刻, Satp寄存器中的值为 0x80084000, 根页表中的内容全部为 0, 当前进程要访问 0xA123456789 这个合法的虚拟地址, 请模拟计算机处理缺页中断, 分配对应的物理页并且正确填写对应的页表项, 并最终找到对应的物理地址。请完成以下填空 (统一填写十六进制, 设置 flag 时只设置有效位和 U 位, 其它位全部设置为0)

1. 根页表地址是 (), 第 () 项页表项值为 ()。
2. 二级页表地址是 (), 第 () 项页表项值为 ()。
3. 三级页表地址是 (), 第 () 项页表项值为 ()。
4. 虚拟地址 0xA123456789 对应的物理地址是 ()。

虚拟地址 0xA123456789: 1 | 010 000 100 | 100 011 010 | 001 010 110 | 0111 1000 1001

- page size 2^{12} , offset 12 bits

- virtual memory space 2^{39}
- page table size 2^9 (three levels) 9 bits

L1	L2	L3	offset
010 000 100	100 011 010	001 010 110	0111 1000 1001

Satp 寄存器指向根页表地址，故

- 根页表地址是 0x0000-0000-8400-0000，第 132 (base 10) 项页表项值为 0x0000-0000-2180-0011
- 二级页表地址是 0x0000-0000-8600-0000，第 282 (base 10) 项页表项值为 0x0000-0000-2180-0411
- 三级页表地址是 0x0000-0000-8600-1000，第 86 (base 10) 项页表项值为 0x0000-0000-2180-0811
- 故，虚拟地址 0xA123456789 对应的物理地址是 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1000 0110 0000 0000 0010 0111 1000 1001 (base2) = 0x0000-0000-8600-2789