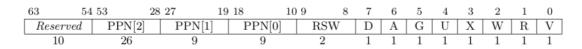
ch4实验报告

页表项的数据结构抽象与类型定义



ppn是物理页

[54:63] 保留字段 没用到

V: pte是否合法

RWX: 读写执行属性

U: 用户态可否访问

G:

A: A(Accessed) 记录自从页表项上的这一位被清零之后,页表项的对应虚拟页面是否被访问过

D: D(Dirty)则记录自从页表项上的这一位被清零之后,页表项的对应虚拟页表是否被修改过。

缺页

- 缺页指的是进程访问页面时页面不在页表中或在页表中无效的现象,此时 MMU 将会返回一个中断,告知 os 进程内存访问出了问题。os 选择填补页表并重新执行异常指令或者杀死进程。
 - 。 请问哪些异常可能是缺页导致的?

答:

Instruction page fault

Store/AMO page fault

Load page fault

。 发生缺页时,描述相关重要寄存器的值,上次实验描述过的可以简略。

答:

sval: 发生缺页时处理器访问的地址

sepc: 发生缺页时的pc

• 缺页有两个常见的原因,其一是 Lazy 策略,也就是直到内存页面被访问才实际进行页表操作。 比如,一个程序被执行时,进程的代码段理论上需要从磁盘加载到内存。但是 os 并不会马上这样做,而是会保存 .text 段在磁盘的位置信息,在这些代码第一次被执行时才完成从磁盘的加载操作。

这样做有哪些好处?

答:

app里有些代码是根本不会被执行到的,这样能减少内存使用,还能提升app的加载速度

- 其实,我们的 mmap 也可以采取 Lazy 策略,比如:一个用户进程先后申请了 10G 的内存空间,然后用了其中 1M 就直接退出了。按照现在的做法,我们显然亏大了,进行了很多没有意义的页表操作。
 - 处理 10G 连续的内存页面,对应的 SV39 页表大致占用多少内存 (估算数量级即可)?

答:

2621440个4k页面 5120个2m页面 10个1g页面

10737418240+2621440*8*+*5120*8+10*8 = 10758430800

。 请简单思考如何才能实现 Lazy 策略,缺页时又如何处理?描述合理即可,不需要考虑实现。

答:

mmap函数执行的时候只是向地址空间预留一段内存,并且向进程结构体中记录这段内存 当指令第一次访问这块内存的时候将会触发缺页异常,在缺页异常的时机里查找访问的虚拟地 址是否记录在进程结构体中,如果存在,则对该页分配内存,中断返回之后指令应该不会触发缺页

- 缺页的另一个常见原因是 swap 策略,也就是内存页面可能被换到磁盘上了,导致对应页面失效。
 - 。 此时页面失效如何表现在页表项(PTE)上?

答: V位清0,ppn描述换页的信息

双页表与单页表

为了防范侧信道攻击,我们的 os 使用了双页表。但是传统的设计一直是单页表的,也就是说,用户线程和对应的内核线程共用同一张页表,只不过内核对应的地址只允许在内核态访问。(备注:这里的单/双的说法仅为自创的通俗说法,并无这个名词概念,详情见 <u>KPTI</u>)

- 在单页表情况下,如何更换页表?
 - 修改 satp 寄存器
- 单页表情况下,如何控制用户态无法访问内核页面? (tips:看看上一题最后一问)pte不存在U位
- 单页表有何优势? (回答合理即可)
 - 异常环境切换速度比双页表快
- 双页表实现下,何时需要更换页表?假设你写一个单页表操作系统,你会选择何时更换页表(回答合理即可)?
 - 1. 进程调度切换上下文时机,异常发生时机,异常返回时机
 - 2. 我会只在进程调度切换上下文时机更换页表