

Inverted Page Table

逆向页表

操作系统二 / 研讨一 / 第四题 /

20121548黄茗雨
20123016高天澄
20123025牛少君

目录

CONTENTS

1

提出逆向页表的
原因

Part 01

2

逆向页表与前向页表
的比较

Part 02

3

逆向页表的优点及
问题和解决方案

Part 03

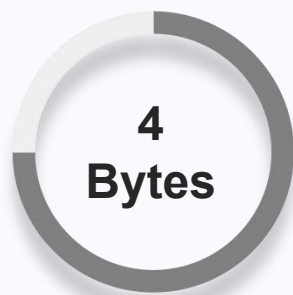
➤ 提出逆向页表的原因

在启动分页机制时需要用到页表，页表保存的是虚拟页号与物理页框之间的映射关系，其中页表项与虚拟内存页有一一对应的关系，当虚拟内存地址空间过大时页表项会占用过多内存（即使采用大页面，该问题也不能得到缓解）。

例子：一个大小为2GB的进程



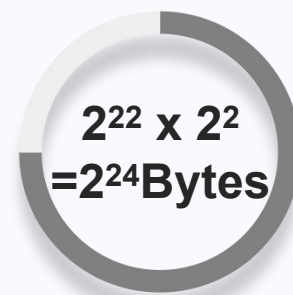
页的大小



页表项的大小



进程中页的个数



页表大小

➤ 逆向页表的组成



A. 页码

它指定逻辑地址的页码范围



B. 进程ID

逆向页表包含正在执行的所有进程的地址空间信息。由于两个不同的进程可以具有一组相似的虚拟地址，因此有必要在逆向页表中存储每个进程的进程ID，以唯一标识其地址空间。这是通过使用Pid和页码的组合来完成的。因此，此进程ID充当地址空间标识符，并确保特定进程的虚拟页面正确映射到相应的物理帧



C. 控制位

这些位用于存储额外的分页相关信息。其中包括有效位、脏位、参考位、保护和锁定信息位



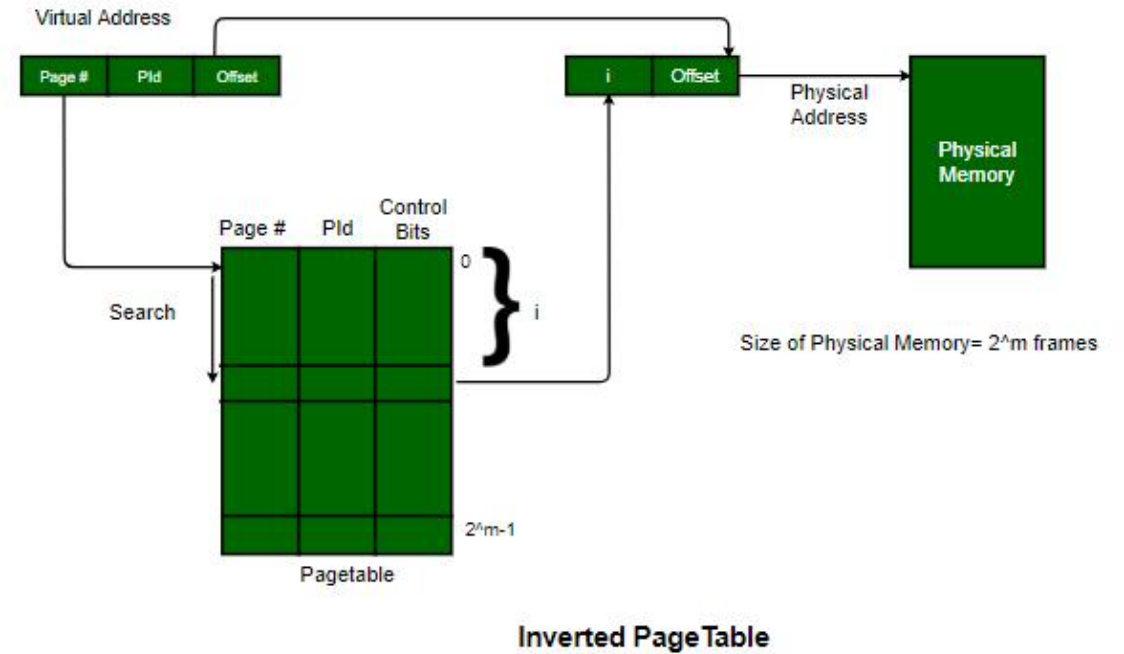
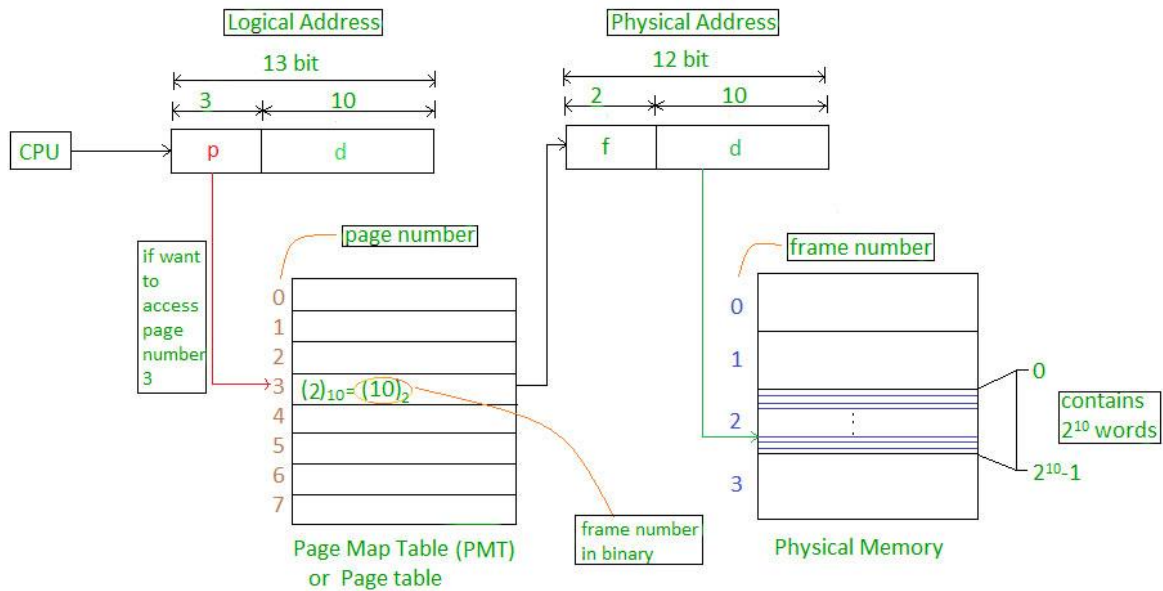
D. 链式指针

有时两个或多个进程可能共享主内存的一部分。在这种情况下，两个或多个逻辑页映射到同一页表项，然后使用链接指针将这些逻辑页的详细信息映射到根页表。

➤ 逆向页表的结构

Number of frames = Physical Address Space / Frame size = $4\text{ K} / 1\text{ K} = 4 = 2^2$

Number of pages = Logical Address Space / Page size = $8\text{ K} / 1\text{ K} = 8 = 2^3$



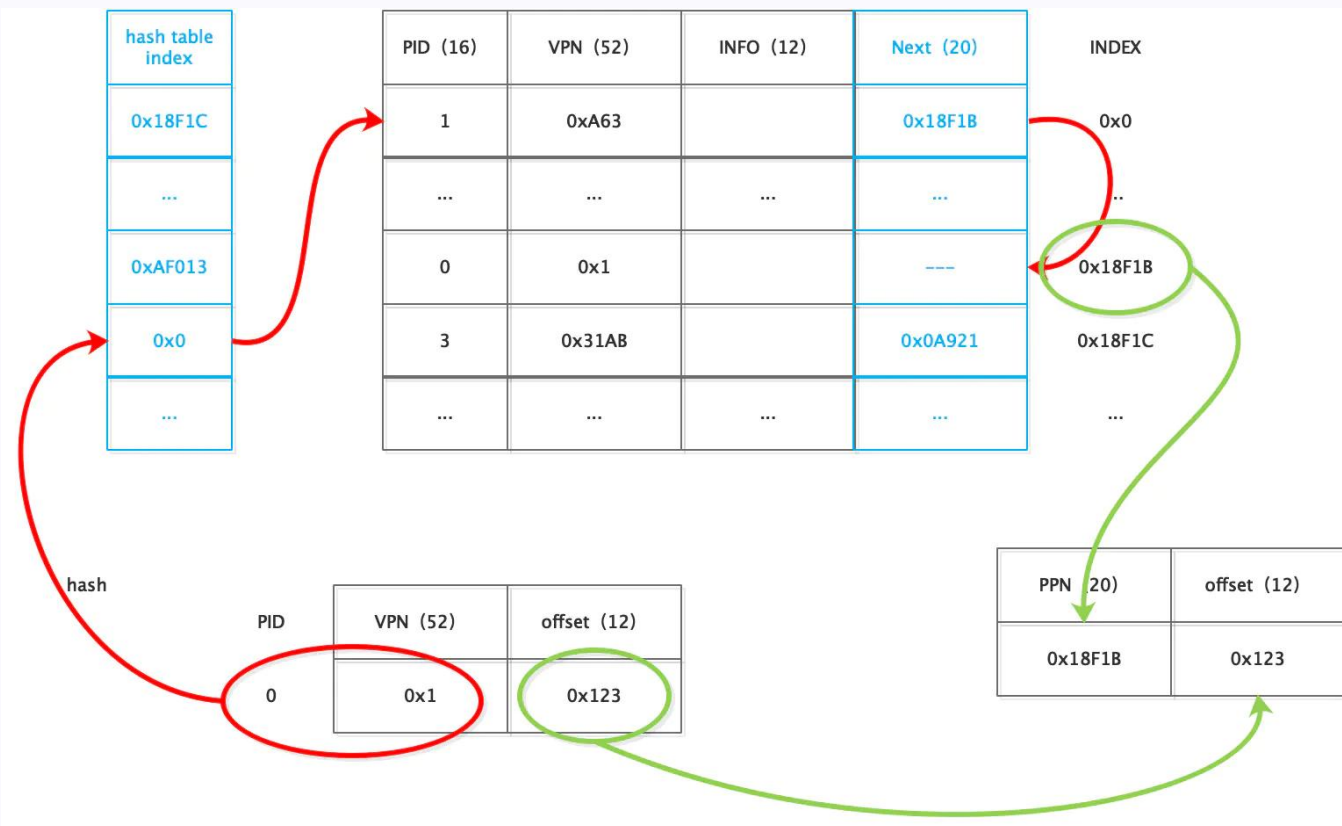
➤ 前向页表和逆向页表的区别

前向页表	逆向页表
页表是虚拟内存系统使用的一个重要部分，它用来存储逻辑地址和物理地址之间的映射关系。	在逆向页表中，每个占用的物理内存帧都有一个虚拟页。它可以用来克服页表的局限性。
对于每个进程，操作系统保存一个页表。	操作系统为所有进程维护一个逆向页表。
内存引用的逻辑地址是这样的： 逻辑地址： $\langle \text{虚拟页码}(p), \text{偏移量}(d) \rangle$ ；	内存引用的逻辑地址是这样的： 逻辑地址： $\langle \text{pid}(\text{id}), \text{虚拟页码}(p) \rangle = \text{页表}[f]$
页表是虚拟内存系统使用的一种数据结构。	为了更快地查找，可以使用哈希表数据结构实现倒置页表。
如果页不存在，则会浪费页表中的内存。	我们可以通过逆向页表来最小化内存的浪费。

➤ 优点&问题&解决方案

优点	减少内存空间：逆向页表通常将存储页表所需的内存量减少到物理内存的大小。最大条目数可以是物理内存中的页帧数。
	因页迁移而引起对页表项的修改时，不需要遍历所有进程的虚存，仅仅搜索页面的逆向页表。这意味着页迁移代码仅仅做很少的内存搜索工作。对于频繁的迁移复制来说，减少了页迁移/复制开销。
	当负载很大时，内存管理可以花费较少的CPU时间，提高页迁移/复制的效率
问题&解决方案	更长的查找时间：逆向页表是按帧数排序的，但内存查找是根据虚拟地址进行的，因此，通常需要较长的时间才能找到适当的条目，但通常这些页表是使用哈希数据结构实现的，以便更快地查找。
	难以实现共享内存：由于逆向页表为每个帧存储一个条目，因此在页表中实现共享内存变得很困难。链接技术用于将多个虚拟地址映射到按帧号顺序指定的条目。
	可能会发生冲突：可以使用其他技术来减少查找时间，例如使用一个包含比物理内存帧更多条目的哈希表。

➤ 散列逆向页表



为了加快地址转换速度，可以在线性逆向页表前增加一层散列表。散列表的输入是PID和VPN，输出是逆向页表的索引。利用散列表进行散列时可能发生冲突，可以利用链地址法解决冲突，我们通过在倒排页表项中增加next域使其能够构成链表（表头的索引位于散列表中）。转换过程如下图。

散列逆向页表的大小为 hash表大小 + 倒排页表大小 = $4 \times 128\text{KB} + 14 \times 128\text{KB} = 2.3\text{MB}$ ，理想情况下（找到一个足够好的散列函数），平均一次地址转换需要2.5次内存访问操作。

感谢垂听

操作系统二 / 研讨一 / 第四题 / 逆向页表

20121548黄茗雨
20123016高天澄
20123025牛少君