

本节内容

两级页表

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识总览

单级页表存在什么问题？如何解决？

两级页表的原理、逻辑地址结构

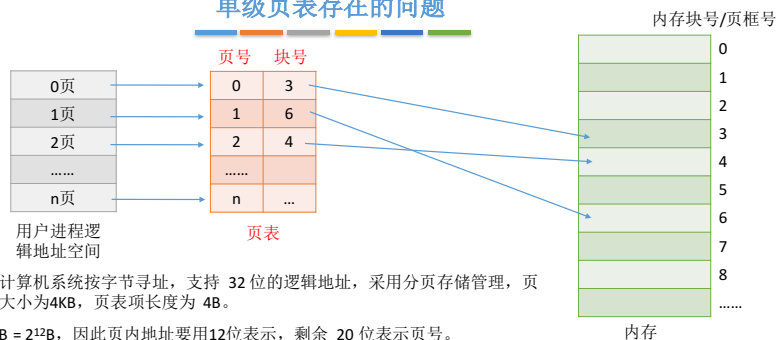
如何实现地址变换？

两级页表问题需要注意的几个细节

两级页表

王道考研/CSKAOYAN.COM

单级页表存在的问题



某计算机系统按字节寻址，支持 32 位的逻辑地址，采用分页存储管理，页面大小为 4KB，页表项长度为 4B。

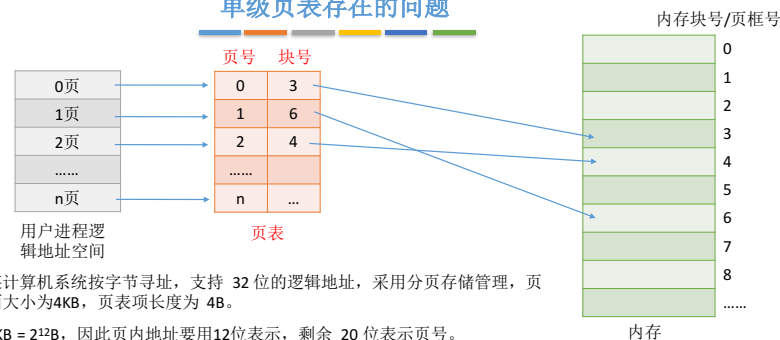
4KB = 2^{12} B，因此页内地址要用 12 位表示，剩余 20 位表示页号。因此，该系统中用户进程最多有 2^{20} 页。相应的，一个进程的页表中，最多会有 $2^{20} = 1\text{M} = 1,048,576$ 个页表项，所以一个页表最大需要 $2^{20} * 4\text{B} = 2^{22}$ B，共需要 $2^{22}/2^{12} = 2^{10}$ 个页框存储该页表。

根据页号查询页表的方法：K 号页对应的页表项存放位置 = 页表始址 + K * 4。要在所有的页表项都连续存放的基础上才能用这种方法找到页表项。

需要专门给进程分配 $2^{10} = 1024$ 个连续的页框来存放它的页表

王道考研/CSKAOYAN.COM

单级页表存在的问题



某计算机系统按字节寻址，支持 32 位的逻辑地址，采用分页存储管理，页面大小为 4KB，页表项长度为 4B。

4KB = 2^{12} B，因此页内地址要用 12 位表示，剩余 20 位表示页号。因此，该系统中用户进程最多有 2^{20} 页。相应的，一个进程的页表中，最多会有 $2^{20} = 1\text{M} = 1,048,576$ 个页表项，所以一个页表最大需要 $2^{20} * 4\text{B} = 2^{22}$ B，共需要 $2^{22}/2^{12} = 2^{10}$ 个页框存储该页表。

根据局部性原理可知，很多时候，进程在一段时间内只需要访问某几个页面就可以正常运行了。因此没有必要让整个页表都常驻内存。

王道考研/CSKAOYAN.COM

如何解决单级页表的问题?

问题一：页表必须连续存放，因此当页表很大时，需要占用很多个连续的页框。

问题二：没有必要让整个页表常驻内存，因为进程在一段时间内可能只需要访问某几个特定的页面。



思考：我们是如何解决进程在内存中必须连续存储的问题的？

将进程地址空间分页，并为其建立一张页表，记录各页面的存放位置

同样的思路也可用于解决“页表必须连续存放”的问题，把必须连续存放的页表再分页

可将长长的页表进行分组，使每个内存块刚好可以放入一个分组（比如上个例子中，页面大小 4KB，每个页表项 4B，每个页面可存放 1K 个页表项，因此每 1K 个连续的页表项为一组，每组刚好占一个内存块，再讲各组离散地放到各个内存块中）

另外，要为离散分配的页表再建立一张页表，称为 **目录表**，或称 **外层页表**，或称 **顶层页表**

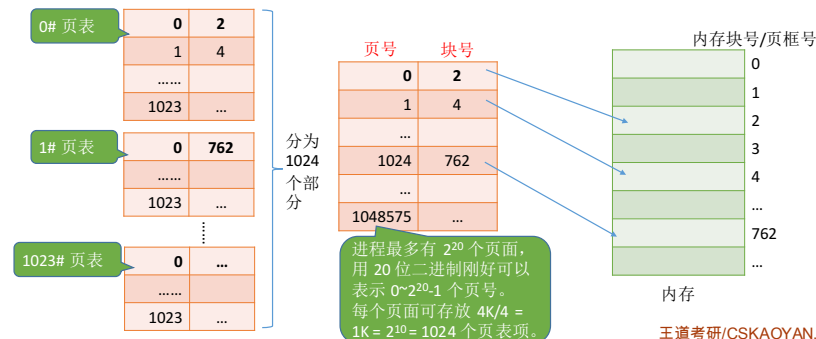
王道考研/CSKAOYAN.COM

两级页表的原理、地址结构

32位逻辑地址空间，页表项大小为4B，页面大小为 4KB，则页内地址占12位

31	.....	12	11	.....	0
页号			页内偏移量		

单级页表结构的逻辑地址结构



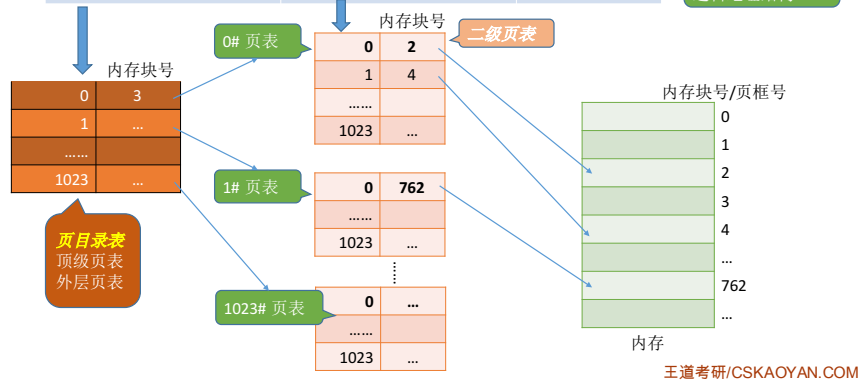
王道考研/CSKAOYAN.COM

两级页表的原理、地址结构

10位一级页号刚好可表示 $0 \sim 1023$

31	.....	22	21	.....	12	11	.....	0
一级页号			二级页号			页内偏移量		

两级页表结构的逻辑地址结构



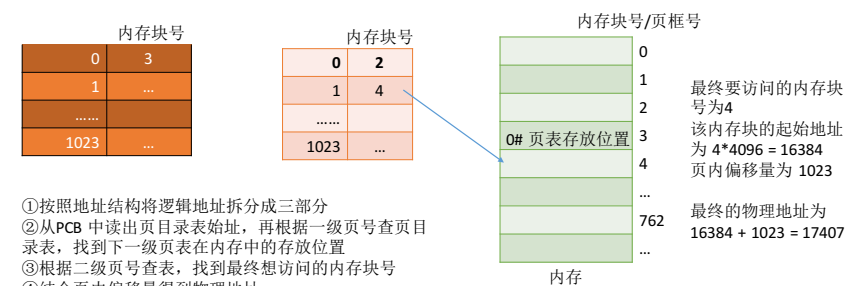
王道考研/CSKAOYAN.COM

如何实现地址变换

31	.....	22	21	.....	12	11	.....	0
一级页号			二级页号			页内偏移量		

两级页表结构的逻辑地址结构

例：将逻辑地址 (0000000000,0000000001,1111111111) 转换为物理地址（用十进制表示）。



王道考研/CSKAOYAN.COM

- ①按照地址结构将逻辑地址拆分成三部分
- ②从PCB中读出页目录表始址，再根据一级页号查页目录表，找到下一级页表在内存中的存放位置
- ③根据二级页号查表，找到最终想访问的内存块号
- ④结合页内偏移量得到物理地址

如何解决单级页表的问题?

问题一：页表必须连续存放，因此当页表很大时，需要占用很多个连续的页框。

问题二：没有必要让整个页表常驻内存，因为进程在一段时间内可能只需要访问某几个特定的页面。

可以在需要访问页面时才把页面调入内存（虚拟存储技术）。可以在页表项中增加一个标志位，用于表示该页面是否已经调入内存

一级页号	内存块号	是否在内存中
0	3	是
1	无	否
.....		
1023	...	

二级页号	内存块号	是否在内存中
0	2	是
1	4	是
.....		
1023	...	

	0
	1
	2
0# 页表存放位置	3
	4
	...
	762
	...

内存

若想访问的页面不在内存中，则产生缺页中断（内中断），然后将目标页面从外存调入内存

王道考研/CSKAOYAN.COM

需要注意的几个细节

1. 若采用多级页表机制，则各级页表的大小不能超过一个页面

例：某系统按字节编址，采用 40 位逻辑地址，页面大小为 4KB，页表项大小为 4B，假设采用纯页式存储，则采用（）级页表，页内偏移量为（）位？

页面大小 = 4KB = 2^{12} B，按字节编址，因此页内偏移量为 12 位

页号 = $40 - 12 = 28$ 位

页面大小 = 2^{12} B，页表项大小 = 4B，则每个页面可存放 $2^{12} / 4 = 2^{10}$ 个页表项

因此各级页表最多包含 2^{10} 个页表项，需要 10 位二进制位才能映射到 2^{10} 个页表项，因此每一级的页表对应页号应为 10 位。总共 28 位的页号至少要分为三级

逻辑地址： 页号 28 位 页内偏移量 12 位

逻辑地址： 一级页号 8 位 二级页号 10 位 三级页号 10 位 页内偏移量 12 位

2. 两级页表的访存次数分析（假设没有快表机构）

第一次访存：访问内存中的页目录表

第二次访存：访问内存中的二级页表

第三次访存：访问目标内存单元

如果只分为两级页表，则一级页号占 18 位，也就是说页目录表中最多可能有 2^{18} 个页表项，显然，一个页面是放不下这么多页表项的。

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾与重要考点

所有页表项必须连续存放，页表过大时需要很大的连续空间

在一段时间内并非所有页面都用得到，因此没必要让整个页表常驻内存

将长的页表再分页

两级页表 逻辑地址结构：（一级页号，二级页号，页内偏移量）

注意几个术语：页目录表/外层页表/顶级页表

要能根据逻辑地址位数、页面大小、页表项大小 确定多级页表的逻辑地址结构

按照地址结构将逻辑地址拆分成三部分

从 PCB 中读出页目录表地址，根据一级页号查页目录表，找到下一级页表在内存中的存放位置

根据二级页号查表，找到最终想访问的内存块号

结合页内偏移量得到物理地址

多级页表中，各级页表的大小不能超过一个页面。若两级页表不够，可以分更多级

多级页表的访存次数（假设没有快表机构）—— N 级页表访问一个逻辑地址需要 N+1 次访存

王道考研/CSKAOYAN.COM