

第 3 章 内存管理

内存管理概念

46. 【2009 统考真题】分区分配内存管理方式的主要保护措施是 (A)。
A. 界地址保护 B. 程序代码保护 C. 数据保护 D. 栈保护
47. 【2009 统考真题】一个分段存储管理系统中, 地址长度为 32 位, 其中段号占 8 位, 则最大段长是 (C)。
A. 2^8B B. 2^{16}B C. 2^{24}B D. 2^{32}B
48. 【2010 统考真题】某基于动态分区存储管理的计算机, 其主存容量为 55MB (初始为空), 采用最佳适配 (Best Fit) 算法, 分配和释放的顺序为: 分配 15MB, 分配 30MB, 释放 15MB, 分配 8MB, 分配 6MB, 此时主存中最大空闲分区的大小是 (B)。
A. 7MB B. 9MB C. 10MB D. 15MB
49. 【2010 统考真题】某计算机采用二级页表的分页存储管理方式, 按字节编址, 页大小为 2^{10}B , 页表项大小为 2B, 逻辑地址结构为

页目录号	页号	页内偏移量
------	----	-------

逻辑地址空间大小为 2^{16} 页, 则表示整个逻辑地址空间的页目录表中包含表项的个数至少是 (B)。

- A. 64 B. 128 C. 256 D. 512
50. 【2011 统考真题】在虚拟内存管理中, 地址变换机构将逻辑地址变换为物理地址, 形成该逻辑地址的阶段是 (C)。
A. 编辑 B. 编译 C. 链接 D. 装载
51. 【2014 统考真题】现有一个容量为 10GB 的磁盘分区, 磁盘空间以簇为单位进行分配, 簇的大小为 4KB, 若采用位图法管理该分区的空闲空间, 即用一位标识一个簇是否被分配, 则存放该位图所需的簇为 (A) 个。
A. 80 B. 320 C. 80K D. 320K
52. 【2014 统考真题】下列选项中, 属于多级页表优点的是 (D)。
A. 加快地址变换速度 B. 减少缺页中断次数
C. 减少页表项所占字节数 D. 减少页表所占的连续内存空间
53. 【2016 统考真题】某进程的段表内容如下所示。

段号	段长	内存起始地址	权限	状态
0	100	6000	只读	在内存
1	200	—	读写	不在内存
2	300	4000	读写	在内存

访问段号为 2、段内地址为 400 的逻辑地址时, 进行地址转换的结果是 (D)。

- A. 段缺失异常 B. 得到内存地址 4400
C. 越权异常 D. 越界异常

54. 【2017 统考真题】某计算机按字节编址，其动态分区内存管理采用最佳适应算法，每次分配和回收内存后都对空闲分区链重新排序。当前空闲分区信息如下表所示。

分区始址	20K	500K	1000K	200K
分区大小	40KB	80KB	100KB	200KB

- 回收始址为 60K、大小为 140KB 的分区后，系统中空闲分区的数量、空闲分区链第一个分区的始址和大小分别是 (B)。
- A. 3, 20K, 380KB B. 3, 500K, 80KB C. 4, 20K, 180KB D. 4, 500K, 80KB
55. 【2019 统考真题】在分段存储管理系统中，用共享段表描述所有被共享的段。若进程 P_1 和 P_2 共享段 S，则下列叙述中，错误的是 (B)。
- A. 在物理内存中仅保存一份段 S 的内容
B. 段 S 在 P_1 和 P_2 中应该具有相同的段号
C. P_1 和 P_2 共享段 S 在共享段表中的段表项
D. P_1 和 P_2 都不再使用段 S 时才回收段 S 所占的内存空间
56. 【2019 统考真题】某计算机主存按字节编址，采用二级分页存储管理，地址结构如下：
- | | | |
|-------------|-----------|-------------|
| 页目录号 (10 位) | 页号 (10 位) | 页内偏移 (12 位) |
|-------------|-----------|-------------|
- 虚拟地址 2050 1225H 对应的页目录号、页号分别是 (A)。
- A. 081H, 101H B. 081H, 401H C. 201H, 101H D. 201H, 401H
57. 【2019 统考真题】在下列动态分区分配算法中，最容易产生内存碎片的是 (C)。
- A. 首次适应算法 B. 最坏适应算法
C. 最佳适应算法 D. 循环首次适应算法
58. 【2021 统考真题】在采用二级页表的分页系统中，CPU 页表基址寄存器中的内容是 (B)。
- A. 当前进程的一级页表的起始虚拟地址 B. 当前进程的一级页表的起始物理地址
C. 当前进程的二级页表的起始虚拟地址 D. 当前进程的二级页表的起始物理地址

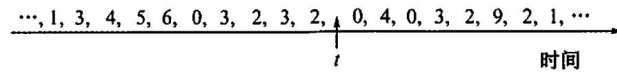
虚拟内存管理

30. 【2011 统考真题】在缺页处理过程中，操作系统执行的操作可能是 (D)。
- I. 修改页表 II. 磁盘 I/O III. 分配页框
- A. 仅 I、II B. 仅 II C. 仅 III D. I、II 和 III
31. 【2011 统考真题】当系统发生抖动时，可以采取的有效措施是 (A)。
- I. 撤销部分进程 II. 增加磁盘交换区的容量
- III. 提高用户进程的优先级
- A. 仅 I B. 仅 II C. 仅 III D. 仅 I、II
32. 【2012 统考真题】下列关于虚拟存储器的叙述中，正确的是 (B)。
- A. 虚拟存储只能基于连续分配技术 B. 虚拟存储只能基于非连续分配技术
- C. 虚拟存储容量只受外存容量的限制 D. 虚拟存储容量只受内存容量的限制
33. 【2013 统考真题】若用户进程访问内存时产生缺页，则下列选项中，操作系统可能执行的操作是 (B)。
- I. 处理越界错 II. 置换页 III. 分配内存
- A. 仅 I、II B. 仅 II、III C. 仅 I、III D. I、II 和 III
34. 【2014 统考真题】下列措施中，能加快虚实地址转换的是 (C)。
- I. 增大快表 (TLB) 容量 II. 让页表常驻内存
- III. 增大交换区 (swap)
- A. 仅 I B. 仅 II C. 仅 I、II D. 仅 II、III
35. 【2014 统考真题】在页式虚拟存储管理系统中，采用某些页面置换算法会出现 Belady 异常现象，即进程的缺页次数会随着分配给该进程的页框个数的增加而增加。下列算法中，可能出现 Belady 异常现象的是 (A)。
- I. LRU 算法 II. FIFO 算法 III. OPT 算法
- A. 仅 II B. 仅 I、II C. 仅 I、III D. 仅 II、III
36. 【2016 统考真题】某系统采用改进型 CLOCK 置换算法，页表项中字段 A 为访问位， M 为修改位。 $A = 0$ 表示页最近没有被访问， $A = 1$ 表示页最近被访问过。 $M = 0$ 表示页未被修改过， $M = 1$ 表示页被修改过。按 (A, M) 所有可能的取值，将页分为 $(0, 0)$, $(1, 0)$, $(0, 1)$ 和 $(1, 1)$ 四类，则该算法淘汰页的次序为 (A)。
- A. $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$ B. $(0, 0)$, $(1, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 1)$
- C. $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 1)$, $(1, 0)$ D. $(0, 0)$, $(1, 1)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$
37. 【2015 统考真题】在请求分页系统中，页面分配策略与页面置换策略不能组合使用的是 (C)。
- A. 可变分配，全局置换 B. 可变分配，局部置换
- C. 固定分配，全局置换 D. 固定分配，局部置换

38. 【2015 统考真题】系统为某进程分配了 4 个页框, 该进程已访问的页号序列为 2, 0, 2, 9, 3, 4, 2, 8, 2, 4, 8, 4, 5。若进程要访问的下一页的页号为 7, 依据 LRU 算法, 应淘汰页的页号是 (A)。

A. 2 B. 3 C. 4 D. 8

39. 【2016 统考真题】某进程访问页面的序列如下所示。



若工作集的窗口大小为 6, 则在 t 时刻的工作集为 (A)。

A. {6, 0, 3, 2} B. {2, 3, 0, 4}
C. {0, 4, 3, 2, 9} D. {4, 5, 6, 0, 3, 2}

40. 【2019 统考真题】某系统采用 LRU 页置换算法和局部置换策略, 若系统为进程 P 预分配了 4 个页框, 进程 P 访问页号的序列为 0, 1, 2, 7, 0, 5, 3, 5, 0, 2, 7, 6, 则进程访问上述页的过程中, 产生页置换的总次数是 (C)。

A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

41. 【2020 统考真题】下列因素中, 影响请求分页系统有效 (平均) 访存时间的是 (D)。

I. 缺页率 II. 磁盘读写时间 III. 内存访问时间
IV. 执行缺页处理程序的 CPU 时间

A. 仅 II、III B. 仅 I、IV C. 仅 I、III、IV D. I、II、III 和 IV

42. 【2021 统考真题】某请求分页存储系统的页大小为 4KB, 按字节编址。系统给进程 P 分配 2 个固定的页框, 并采用改进型 Clock 置换算法, 进程 P 页表的部分内容见下表。

页号	页框号	存在位 1: 存在, 0: 不存在	访问位 1: 访问, 0: 未访问	修改位 1: 修改, 0: 未修改
...
2	20 H	0	0	0
3	60 H	1	1	0
4	80 H	1	1	1
...

若 P 访问虚拟地址为 02A01H 的存储单元, 则经地址变换后得到的物理地址是 (C)。

A. 00A01H B. 20A01H C. 60A01H D. 80A01H

43. 【2021 统考真题】下列选项中, 通过系统调用完成的操作是 (C)。

A. 页置换 B. 进程调度 C. 创建新进程 D. 生成随机整数

15. 【2009 统考真题】请求分页管理系统中，假设某进程的页表内容如下表所示。

页面大小为 4KB，一次内存的访问时间是 100ns，一次快表（TLB）的访问时间是 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），进程的驻留集大小固定为 2，采用最近最少使用（LRU）

页号	页框（Page Frame）号	有效位（存在位）
0	101H	1
1	—	0
2	254H	1

置换算法和局部淘汰策略。假设：①TLB 初始为空；②地址转换时先访问 TLB，若 TLB 未命中，再访问页表（忽略访问页表后的 TLB 更新时间）；③有效位为 0 表示页面不在内存，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 2362H, 1565H, 25A5H，请问：

1) 依次访问上述三个虚拟地址，各需多少时间？给出计算过程。

2) 基于上述访问序列，虚地址 1565H 的物理地址是多少？请说明理由。

答：

1)

页面大小为 4KB，即 2^{12} ，所以低 12 位是页内偏移量，高位是页号。对于 2362H，页号为 2，访问快表 10ns，因为 TLB 初始为空，所以访问页表 100ns 得到页框号，与页内偏移合成物理地址后访问内存 100ns，总共需要 210ns；对于 1565H，页号为 1，访问快表 10ns，有效位为 0，未命中，访问页表 100ns，产生缺页中断，需要 10^8 ns，再访问快表，需要 10ns，合成物理地址后访问内存 100ns，因此总的时间为 $(10^8 + 220)$ ns；对于 25A5H，访问快表需 10ns，合成物理地址后访问内存 100ns，总的时间为 110ns。

2)

采用 LRU 算法，因此 0 号页被淘汰，空出 101H 号页框存放逻辑地址，由由此可知，虚地址 1565H 的物理地址是 101565H。

16. 【2010 统考真题】设某计算机的逻辑地址空间和物理地址空间均为 64KB，按字节编址。

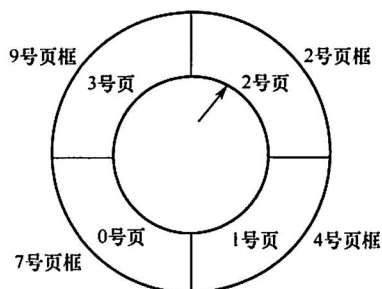
若某进程最多需要 6 页（Page）数据存储空间，页的大小为 1KB，操作系统采用固定分配局部置换策略为此进程分配 4 个页框（Page Frame），见下表。在装入时刻 260 前，该进程的访问情况也见下表（访问位即使用位）。

页号	页框号	装入时刻	访问位
0	7	130	1
1	4	230	1
2	2	200	1
3	9	160	1

当该进程执行到时刻 260 时，要访问逻辑地址为 17CAH 的数据。回答下列问题：

1) 该逻辑地址对应的页号是多少？

2) 若采用先进先出（FIFO）置换算法，则该逻辑地址对应的物理地址是多少？要求给出计算过程。若采用时钟（Clock）置换算法，则该逻辑地址对应的物理地址是多少？要求给出计算过程。设搜索下一页的指针沿顺时针方向移动，且当前指向 2 号页框，如下图所示。



答：

1)

页面的大小为1KB，所以页内偏移为10位，因此低10位是页内偏移量，高位是页号。对于17CAH的数据，用二进制表达是 0001 0111 1100 1010，所以页号为000101，即5号页。

2)

若采用先进先出置换法，则0号页面被换出，其对应的页框号是7，所以对应的二进制物理地址为0001 1111 1100 1010，即1FCAH。

若采用时钟算法，且当前值指针指向2号页框，则第一次循环时，访问位都被置为0，第二次循环时，选择置换2号页框对应的页，因此对应的二进制物理地址为0000 1011 1100 1010，即0BCAH。

17. 【2012 统考真题】某请求分页系统的页面置换策略如下：从0时刻开始扫描，每隔5个时间单位扫描一轮驻留集（扫描时间忽略不计）且本轮未被访问过的页框将被系统回收，并放入空闲页框链尾，其中内容在下一次分配之前不清空。当发生缺页时，若该页曾被使用过且还在空闲页链表中，则重新放回进程的驻留集中；否则，从空闲页框链表头部取出一个页框。

忽略其他进程的影响和系统开销。初始时进程驻留集为空。目前系统空闲页的页框号依次为32, 15, 21, 41。进程P依次访问的<虚拟页号, 访问时刻>为<1, 1>, <3, 2>, <0, 4>, <0, 6>, <1, 11>, <0, 13>, <2, 14>。请回答下列问题：

- 1) 当虚拟页为<0, 4>时，对应的页框号是什么？
- 2) 当虚拟页为<1, 11>时，对应的页框号是什么？说明理由。
- 3) 当虚拟页为<2, 14>时，对应的页框号是什么？说明理由。
- 4) 这种方法是否适合于时间局部性好的程序？说明理由。

答：

1)

页框号为21，因为起始驻留集为空，而0页对应的页框为空闲链表中的第3个空闲页框21。

2)

对应的页框号为32，因为访问的时刻是11，此时发生第3次扫描，页号为1的页框在第2轮已经处于空闲页框链表中，此时该页又被重新访问，因此要被重新放入驻留集中，其页框号为32。

3)

对应的页框号为41，因为第2页从来没有访问过，它不在驻留集中，因此从空闲页框链表中取出表头的页框41。

4)

适合，因为如果程序的时间局部性越好，则其从空闲页框链表中重新取回的可能性也越大，则该策略的优势越大。

18. 【2015 统考真题】某计算机系统按字节编址，采用二级页表的分页存储管理方式，虚拟地址格式如下所示：

10 位	10 位	12 位
页目录号	页表索引	页内偏移量

请回答下列问题：

- 1) 页和页框的大小各为多少字节？进程的虚拟地址空间大小为多少页？
- 2) 若页目录项和页表项均占 4B，则进程的页目录和页表共占多少页？写出计算过程。
- 3) 若某指令周期内访问的虚拟地址为 0100 0000H 和 0111 2048H，则进行地址转换时共访问多少个二级页表？说明理由。

答：

1)

页的大小和页框的大小均为 2^{12} B，即 4KB。虚拟地址空间大小为 $2^{32}/2^{12}=2^{20}$ 页

页目录占页数目为： $2^{10} \times 4/2^{12}=1$ 页

页表占页数目为： $2^{20} \times 4/2^{12}=1024$ 页

所以总共是 1025 页。

3)

需要访问 1 个二级页表。因为虚拟地址 0100 0000H 和 0111 2048H 的最高 10 位都是 01，访问的是同一个二级页表。

19. 【2017 统考真题】假定 2017 年题 44 给出的计算机 M 采用二级分页虚拟存储管理方式，虚拟地址格式如下：

页目录号 (10 位)	页表索引 (10 位)	页内偏移量 (12 位)
-------------	-------------	--------------

请针对 2017 年题 43 的函数 f1 和题 44 中的机器指令代码，回答下列问题。

- 1) 函数 f1 的机器指令代码占多少页？
- 2) 取第一条指令 (push ebp) 时，若在进行地址变换的过程中需要访问内存中的页目录和页表，则会分别访问它们各自的第几个表项 (编号从 0 开始)？
- 3) M 的 I/O 采用中断控制方式。若进程 P 在调用 f1 前通过 scanf() 获取 n 的值，则在执行 scanf() 的过程中，进程 P 的状态会如何变化？CPU 是否会进入内核态？

答：

1)

机器指令的虚地址范围是从 00401020H 到 0040107FH，这些虚地址的高 20 位都是 00401H，因此函数 f1 的机器指令代码占 1 页。

2)

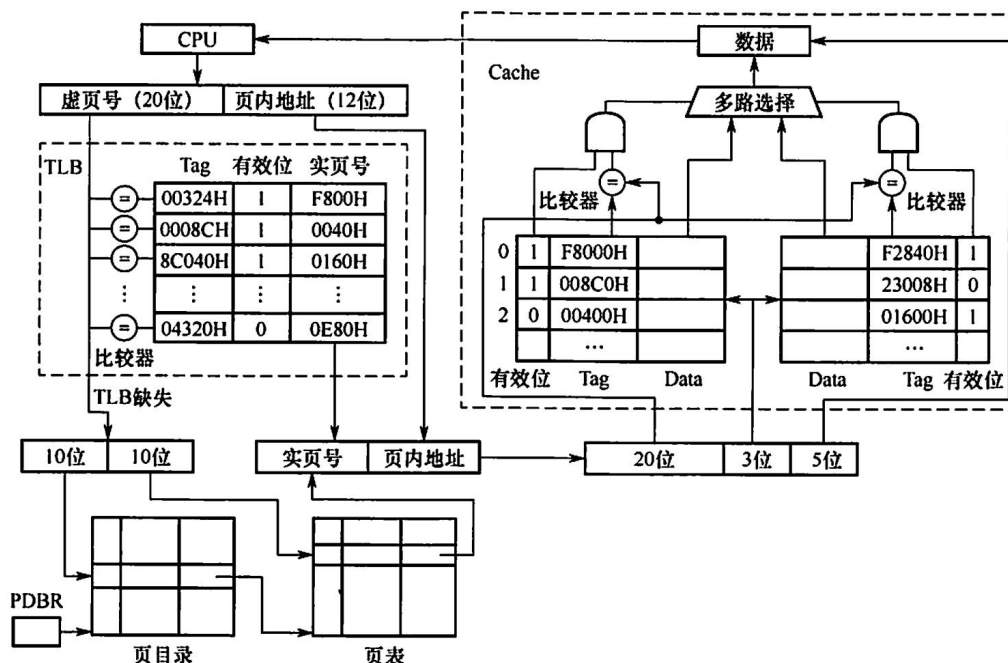
将 00401H 分为 10 位+10 位，即为 0000 0000 01 和 0000 0000 01，因此在取第一条指令 (push ebp) 时，会访问内存中页目录的第 1 表项和页表的第 1 表项。

3)

M 的 I/O 采用中断控制方式。若进程 P 在调用 f1 之前通过 scanf() 获取 n 的值，则在执行过程中，进程 P 的状态将会从运行态转换为阻塞态并等待输入设备的输入。当输入完成后，输入设备会给 CPU 发送中断，CPU 响应中断并执行中断处理程序将输入的数据放到指定内存且将 P 进程唤醒成为就绪状态，使其进入就绪队列等待进程调度程序的调度后转变为运行状态。在整个处理过程中，CPU 会从用户态进入内核态，比如说进程 P 的状态转变、执行中断处理程序等等，这些都在内核中完成。

20. 【2018 统考真题】某计算机采用页式虚拟存储管理方式，按字节编址，CPU 进行存储访问的过程如下图所示，回答下列问题。

- 1) 某虚拟地址对应的页目录号为 6，在相应的页表中对应的页号为 6，页内偏移量为 8，该虚拟地址的十六进制表示是什么？
- 2) 寄存器 PDBR 用于保存当前进程的页目录起始地址，该地址是物理地址还是虚拟地址？进程切换时，PDBR 的内容是否会变化？说明理由。同一进程的线程切换时，PDBR 的内容是否会变化？说明理由。
- 3) 为了支持改进型 CLOCK 置换算法，需要在页表项中设置哪些字段？



答：

1)
地址总长度为 32 位，高 20 位为虚页号，低 12 位为页内偏移量。虚页号中高 10 位是页目录号，低 10 位是页表索引。某虚拟地址对应的页目录号是 6，在相应的页表中对应的页号也是 6，页内偏移为 8，其二进制表示为 0000 0001 10 0000000110 000000001000，用十六进制表示为 0180 6008H。

2)
寄存器 PDBR 用于保存当前进程的页目录起始地址，该地址是物理地址。在进程切换时，进程和地址空间以及页目录发生变化，所以对应的 PDBR 内容也会发生变化。而同一进程的线程切换时，进程和地址空间以及页目录没有发生变化，所以 PDBR 的内容不发生改变。

3)
为了支持改进型 CLOCK 置换算法，需要用到使用位和修改位，所以设置访问字段（使用位）和修改字段（脏位）。

21. 【2020 统考真题】某 32 位系统采用基于二级页表的分页存储管理方式，按字节编址，页目录项和页表项长度均为 4 字节，虚拟地址结构如下所示。

页目录号（10 位）	页号（10 位）	页内偏移量（12 位）
------------	----------	-------------

某 C 程序中数组 $a[1024][1024]$ 的起始虚拟地址为 1080 0000H，数组元素占 4 字节，该程序运行时，其进程的页目录起始物理地址为 0020 1000H，请回答下列问题。

- 1) 数组元素 $a[1][2]$ 的虚拟地址是什么？对应的页目录号和页号分别是什么？对应的页目录项的物理地址是什么？若该目录项中存放的页框号为 00301H，则 $a[1][2]$ 所在页对应的页表项的物理地址是什么？
- 2) 数组 a 在虚拟地址空间中所占的区域是否必须连续？在物理地址空间中所占的区域是否必须连续？
- 3) 已知数组 a 按行优先方式存放，若对数组 a 分别按行遍历和按列遍历，则哪种遍历方式的局部性更好？

答：

1)

页面大小为 2^{12} B，即 4KB。每个数组元素 4B，所以每页可以存放 1024 个数组元素，刚好是数组的一行。数组 a 按照行优先的方式存放，1080 0000H，其虚页号为 10800，所以 $a[1][2]$ ，应该位于 10801 号虚页。 $a[1][2]$ 的虚拟地址为 1080 1008H，转化为二进制表示为 0001000010 0000000001 000000001000，根据虚拟地址结构可知，其页目录号为 042H，页号为 001H。因为进程的页目录表起始物理地址为 0020 1000H，每个页目录项和页表项长度均为 4B，所以 042H 号页目录项的物理地址是 $0020\ 1000H + 4 \times 42H = 0020\ 1108H$ 。页目录项存放的页框号是 00301H，二级页表的起始地址为 00301000H，因此 $a[1][2]$ 对应的页表项物理地址是 $00301000H + 001H \times 4 = 00301\ 004H$ 。

2)

数组 a 在虚拟地址空间中所占的区域必须连续，但是在物理地址空间中所占的区域不一定要连续。

3)

因为数组 a 按行优先方式存放，所以对数组 a 按照行遍历的空间局部性更好。