

计算机考研系列书课包

玩转数据结构



主讲人

刘财政

第七讲 高阶专题

考点二：存储器管理专题

虚拟存储器

考点二：存储器管理专题

1. 某计算机存储器按字节编址，虚拟（逻辑）地址空间大小为16MB，主存（物理）地址空间大小为1MB，页面大小为4KB；Cache 采用直接映射方式，共8行；主存与 Cache 之间交换的块大小为32B。系统运行到某一时刻时，页表的部分内容和 Cache 的部分内容分别如题a 图、题 b 图所示，图中页框号及标记字段的内容为十六进制形式。

虚页号	有效位	页框号	...	行号	有效位	标记	...
0	1	06	...	0	1	020	...
1	1	04	...	1	0	—	...
2	1	15	...	2	1	01D	...
3	1	02	...	3	1	105	...
4	0	—	...	4	1	064	...
5	1	2B	...	5	1	14D	...
6	0	—	...	6	0	—	...
7	1	32	...	7	1	27A	...

(a)页表的部分内容

(b)Cache 的部分内容

考点二：存储器管理专题

请回答下列问题。

(1) 虚拟地址共有几位，哪几位表示虚页号？物理地址共有几位，哪几位表示页框号（物理页号）？

某计算机存储器按字节编址，虚拟（逻辑）地址空间大小为16MB，主存（物理）地址空间大小为1MB，页面大小为4KB；

逻辑地址位数： $\log_2 16M = 24$ 位

物理地址位数： $\log_2 1M = 20$ 位

页内地址位数： $\log_2 4K = 12$ 位

LA	页号 (12)	页内地址 (12位)
----	---------	------------

PA	块号 (8)	页内地址 (12位)
----	--------	------------

考点二：存储器管理专题

请回答下列问题。

(2) 使用物理地址访问 Cache 时，物理地址应划分成哪几个字段？要求说明每个字段的位数及在物理地址中的位置。

在直接映射方式下的主存结构如表所示，

主存标记	Cache块号 (行号)	Cache (主存) 块内地址
------	--------------	-----------------

- ❑ Cache被分为8个块，那么Cache块号是3位；
- ❑ Cache块大小是32B，则块内地址5位。
- ❑ 因此主存标记是 $20 - 5 - 3 = 12$ (位)

主存标记	Cache块号 (行号)	Cache (主存) 块内地址
(12位)	(3位)	(5位)

考点二：存储器管理专题

(3) 虚拟地址 001C60H 所在的页面是否在主存中？若在主存中，则该虚拟地址对应的物理地址是什么？访问该地址时是否 Cache 命中？要求说明理由。

LA	页号 (12)	页内地址 (12位)
----	---------	------------

001C60H 中虚页号为 001H=1，查页表知其有效位为 1，在内存中；该物理地址对应的也表项中，页框号为 04H 故物理地址为 04C60H；

虚页号	有效位	页框号	...	行号	有效位	标记	...
0	1	06	...	0	1	020	...
1	1	04	...	1	0	—	...
2	1	15	...	2	1	01D	...
3	1	02	...	3	1	105	...
4	0	—	...	4	1	064	...
5	1	2B	...	5	1	14D	...
6	0	—	...	6	0	—	...
7	1	32	...	7	1	27A	...

(a)页表的部分内容

(b)Cache 的部分内容

考点二：存储器管理专题

(3) 虚拟地址 001C60H 所在的页面是否在主存中？若在主存中，则该虚拟地址对应的物理地址是什么？访问该地址时是否 Cache 命中？要求说明理由。

在直接映射方式下的主存结构如表所示，

主存标记	Cache块号 (行号)	Cache (主存) 块内地址
(12位)	(3位)	(5位)

物理地址 04C60H = 0000
0100 1100 0110 0000, 在
直接映射方式下，对应的行号
为 3，有效位为 1 但是标记位
为 105H≠04CH 故不命中。

虚页号	有效位	页框号	...	行号	有效位	标记	...
0	1	06	...	0	1	020	...
1	1	04	...	1	0	—	...
2	1	15	...	2	1	01D	...
3	1	02	...	3	1	105	...
4	0	—	...	4	1	064	...
5	1	2B	...	5	1	14D	...
6	0	—	...	6	0	—	...
7	1	32	...	7	1	27A	...

(a)页表的部分内容

(b)Cache 的部分内容

考点二：存储器管理专题

(4) 假定为该机配置一个 4 路组相联的 TLB 共可存放 8 个页表项，若其当前内容（十六进制）如题 c 图所示，则此时虚拟地址 024BACH 所在的页面是否存在主存中？要求说明理由。

组号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号
0 1	0	-	-	1	001	15	0	-	-	1	012	1F
	1	013	2D	0	-	-	1	008	7E	0	-	-

□ 组相联映射方式

标记	TLB组号 (C位)	页内地址
逻辑地址		

每一个线性地址块都可通过模运算对应到**唯一的一组**TLB表项

这样只需进行一次比较

$$\text{TLB组号} = \text{页号} \bmod 2^C$$

考点二：存储器管理专题

(4) 假定为该机配置一个 4 路组相联的 TLB 共可存放 8 个页表项，若其当前内容（十六进制）如题 c 图所示，则此时虚拟地址 024BACH 所在的页面是否存在主存中？要求说明理由。

组号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号
0 1	0	-	-	1	001	15	0	-	-	1	012	1F
	1	013	2D	0	-	-	1	008	7E	0	-	-

□ 一个4路组相联的TLB，共可存放8个页表项，则共有2组，组号是1位。则
标记是12-1=11位

标记 (11位)	TLB组号 (C位) (1位)	页内地址 (12位)
-------------	--------------------	---------------

逻辑地址

考点二：存储器管理专题

(4) 假定为该机配置一个 4 路组相联的 TLB 共可存放 8 个页表项，若其当前内容（十六进制）如题 c 图所示，则此时虚拟地址 024BACH 所在的页面是否存在主存中？要求说明理由。

组号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号	有效位	标记	页框号
0	0	-	-	1	001	15	0	-	-	1	012	1F
1	1	013	2D	0	-	-	1	008	7E	0	-	-

标记 (11位)	TLB组号 (C位) (1位)	页内地址 (12位)
-------------	--------------------	---------------

- ❑ 024BACH = 0000 0010 0100 1011 1010 1100H,
- ❑ 前 12 位为 0000 0010 0100，组地址位为 0，第 0 组中存在标记为 012H 的页，其页框号为 1F，故 024BACH 所在的页面存在主存中。

考点二：存储器管理专题

2、某程序中有如下循环代码段 p: “for(int i = 0; i < N; i++) sum+=A[i];”。

假设编译时变量 sum 和 i 分别分配在寄存器 R1 和 R2 中。常量 N 在寄存器 R6 中，数组 A 的首地址在寄存器 R3 中。程序段 P 起始地址为 0804 8100H，对应的汇编代码和机器代码如下表所示。

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	(R2)<<2 → R4
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	(R4)+(R3) → R4
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	((R4)+0) → R5
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	(R1)+(R5) → R1
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	(R2)+1 → R2
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2)!=(R6) goto loop

考点二：存储器系统专题

执行上述代码的计算机 M 采用 32 位定长指令字，其中分支指令 bne 采用如下

格式：

31	26	25	21	20	16	15	0
OP		Rs		Rd		OFFSET	

OP	Rs	Rd	OFFSET
----	----	----	--------

OP 为操作码；Rs 和 Rd 为寄存器编号；OFFSET 为偏移量，用补码表示。请回答下列问题，并说明理由。

假设对于题中的计算机 M 和程序 P 的机器代码，M 采用页式虚拟存储管理；P 开始执行时， $(R1)=(R2)=0$ ， $(R6)=1000$ ，其机器代码已调入主存但不在 Cache 中；数组 A 未调入主存，且所有数组元素在同一页，并存储在磁盘同一个扇区。请回答下列问题并说明理由。

考点二：存储器系统专题

1) P 执行结束时, R2 的内容是多少?

(1) R2 里装的是 i 的值, 循环条件是 $i < N(1000)$, 即当 i 自增到不满足这个条件时跳出循环, 程序结束, 所以此时 i 的值为 1000。

考点二：存储器系统专题

2) M 的指令 Cache 和数据 Cache 分离。若指令 Cache 共有 16 行, Cache 和主存交换的块大小为 32 字节, 则其数据区的容量是多少? 若仅考虑程序段 P 的执行, 则指令 Cache 的命中率为多少?

□ Cache 共有 16 行, 每块 32 字节, 所以 Cache 数据区的容量为 $16 \times 32\text{B} = 512\text{B}$ 。

考点二：存储器系统专题

2) M 的指令 Cache 和数据 Cache 分离。若指令 Cache 共有 16 行, Cache 和主存交换的块大小为 32 字节, 则其数据区的容量是多少? 若仅考虑程序段 P 的执行, 则指令 Cache 的命中率为多少?

- ❑ 程序段 P 的首地址是 0804 8100H, 又块大小为 32 字节, 则块内地址是 5 位, 于是程序段 P 从一块的开始位置进行存放;
- ❑ 程序段 P 一共有 6 条指令, 每条指令占用 4B, 则程序段 P 一共占有 24B, 能够放入到一个 Cache 块中。
- ❑ 读取第一条指令时会发生 Cache 缺失, 故将 P 所在的主存块调入 Cache 某一行, 以后每次读取指令时, 都能在指令 Cache 中命中。
- ❑ 因此在 1000 次循环中, 只会发生 1 次指令访问缺失, 所以指令 Cache 的命中率为: $(1000 \times 6 - 1) / (1000 \times 6) = 99.98\%$ 。

考点二：存储器系统专题

3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁盘和 TLB 至少各多少次？

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	$(R2) \ll 2 \rightarrow R4$
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	$(R4) + (R3) \rightarrow R4$
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	$((R4) + 0) \rightarrow R5$
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	$(R1) + (R5) \rightarrow R1$
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	$(R2) + 1 \rightarrow R2$
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2) != (R6) goto loop

▣ 指令 4 为加法指令，即对应 $sum += A[i]$ ，当数组 A 中元素的值过大时，则会导致这条加法指令发生溢出异常；

考点二：存储器系统专题

3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁盘和 TLB 至少各多少次？

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	$(R2) \ll 2 \rightarrow R4$
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	$(R4) + (R3) \rightarrow R4$
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	$((R4) + 0) \rightarrow R5$
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	$(R1) + (R5) \rightarrow R1$
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	$(R2) + 1 \rightarrow R2$
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2) != (R6) goto loop

▣ 指令 2、5 虽然都是加法指令，但他们分别为数组地址的计算指令和存储变量 i 的寄存器进行自增的指令，而 i 最大到达 1000，所以他们都不会产生溢出异常。

考点二：存储器系统专题

3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁盘和 TLB 至少各多少次？

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	$(R2) \ll 2 \rightarrow R4$
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	$(R4) + (R3) \rightarrow R4$
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	$((R4) + 0) \rightarrow R5$
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	$(R1) + (R5) \rightarrow R1$
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	$(R2) + 1 \rightarrow R2$
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2) != (R6) goto loop

❑ 只有访存指令可能产生缺页异常，即指令 3 可能产生缺页异常。

考点二：存储器系统专题

3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁盘和 TLB 至少各多少次？

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	$(R2) \ll 2 \rightarrow R4$
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	$(R4) + (R3) \rightarrow R4$
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	$((R4) + 0) \rightarrow R5$
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	$(R1) + (R5) \rightarrow R1$
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	$(R2) + 1 \rightarrow R2$
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2) != (R6) goto loop

❑ 数组 A 未调入主存，且所有数组元素在同一页，并存储在磁盘同一个扇区。
因此访问A[0]时，出现访存缺页，将数组A调入内存，只需要访问一次磁盘。

考点二：存储器系统专题

3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁盘和 TLB 至少各多少次？

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	(R2)<<2 → R4
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	(R4)+(R3) → R4
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	((R4)+0) → R5
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	(R1)+(R5) → R1
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	(R2)+1 → R2
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2)!=(R6) goto loop

❑ 数组 A 未调入主存，且所有数组元素在同一页，并存储在磁盘同一个扇区。
因此访问A[0]时，出现访存缺页，此时的访问路径是③，访问了两次TLB。

LA → PA

{

①TLB

②TLB+ 页表

③TLB + 页表 + 中断 + TLB

考点二：存储器系统专题

3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁盘和 TLB 至少各多少次？

编号	地址	机器代码	汇编代码	注释
1	08048100H	00022080H	loop: sll R4,R2,2	$(R2) \ll 2 \rightarrow R4$
2	08048104H	00083020H	add R4,R4,R3	$(R4) + (R3) \rightarrow R4$
3	08048108H	8C850000H	load R5,0(R4)	$((R4) + 0) \rightarrow R5$
4	0804810CH	00250820H	add R1,R1,R5	$(R1) + (R5) \rightarrow R1$
5	08048110H	20420001H	add R2,R2,1	$(R2) + 1 \rightarrow R2$
6	08048114H	1446FFFAH	bne R2,R6,loop	if(R2) != (R6) goto loop

❑ 数组A的后续元素，A[1]~A[999], 在进行地址映射时，由于A已经在内存中了，不会再产生访存缺页了，因此无论走路径①或者②，每个元素只会访问一次 TLB，共计 $2 + 999 = 1001$ 次

$$LA \rightarrow PA \begin{cases} \text{① TLB} \\ \text{② TLB + 页表} \\ \text{③ TLB + 页表 + 中断 + TLB} \end{cases}$$

考点二：存储器管理专题

3. 某虚拟存储器的用户编程空间共32个页面，每页1KB，主存为16KB。假定某时刻该用户页表中已调入主存的页面的页号和物理块号为: (0,5), (1,10), (2,4)(3,7). 求出虚地址0A5CH和 1A5CH对应的物理地址，若在内存中找不到对应的页面，会出现什么情况？

【解析】请求分页存储管理方式。页面大小 $L=1\text{KB}=2^{10}\text{B}$,于是低10位为页内地址
对于虚地址 $A=0A5\text{CH}=(00001010\ 0101\ 1100)_2$ ，其中后10位为页内地址，前6位000010为页号即2，
对应的物理块号为4，物理地址 $E1=100\ 10\ 0101\ 1100=1\ 0010\ 0101\ 1100=125\text{CH}$ （表示地址拼接）。

对于虚地址 $A=1A5\text{CH}=(0001\ 10100101\ 1100)_2$ ，前6位000110为页号即6，此时内存中没有该页面,则产生缺页中断。

考点二：存储器管理专题

4、某请求分页存储管理系统，允许用户空间为32 个页面（每页1KB), 主存为16KB, 如一个用户程序有10 页长，且在某时刻该用户进程的页表如表所示。

页号	物理块号	是否在 TLB 中
0	8	是
1	7	是
2	4	否
3	10	否
4	5	否
5	3	是
6	2	是
其他	无效	

(1) 如果程序执行时遇到以下两个虚地址：0AC5(H)、1AC5(H), 试计算它们对应的物理地址。

(1)页面大小 $L=1\text{KB}=2^{10}\text{B}$,低10位为页内地址

对于虚地址 $A1=0A5\text{CH}=(0000\ 1010\ 0101\ 1100)_2$, 前6 位000010 为页号即2, 对应的物理块号为4（二进制数为100），后10位为页内地址，所以物理地址 $E1=100\ 10\ 0101\ 1100=0001\ 0010\ 0101\ 1100=125\text{CH}$ 。

考点二：存储器管理专题

4、某请求分页存储管理系统，允许用户空间为32个页面（每页1KB），主存为16KB，如一个用户程序有10页长，且在某时刻该用户进程的页表如表所示。

页号	物理块号	是否在 TLB 中
0	8	是
1	7	是
2	4	否
3	10	否
4	5	否
5	3	是
6	2	是
其他	无效	

(1) 如果程序执行时遇到以下两个虚地址：0AC5(H)、1AC5(H)，试计算它们对应的物理地址。

(1) 页面大小 $L=1\text{KB}=2^{10}\text{B}$ ，低10位为页内地址

对于虚地址 $A_2=1A5C(H)=(0001\ 1010\ 0101\ 1100)_2$ ，前6位000110为页号即6，对应的物理块号为2（二进制数为10），后10位为页内地址，所以物理地址 $E_2=10\ 10\ 0101\ 1100=1010\ 0101\ 1100=A5CH$ 。

考点二：存储器管理专题

4、某请求分页存储管理系统，允许用户空间为32个页面（每页1KB），主存为16KB，如一个用户程序有10页长，且在某时刻该用户进程的页表如表所示。

页号	物理块号	是否在 TLB 中
0	8	是
1	7	是
2	4	否
3	10	否
4	5	否
5	3	是
6	2	是
其他	无效	

(2) 页表存放在主存中，对主存的一次存取需要 $1.5\mu s$ ，对TLB表（快表）的查找时间忽略为0，试问这两次访问共耗费多少时间？

(2)对于虚地址 $A1=0A5CH=(0000\ 1010\ 0101\ 1100)_2$ ，前6位000010为页号即2，不在TLB，但是在页表中，因此访问时间是 $1.5\mu s * 2 = 3\mu s$ 。

对于虚地址 $A2=1A5C(H)=(0001\ 1010\ 0101\ 1100)_2$ ，前6位000110为页号即6，在TLB中，因此访问时间是1.5。

考点二：存储器管理专题

5、在请求分页存储管理系统中，假设页表内容如表所示，页面大小为 2^{12}B ，主存的访问时间是 100ns ，联想存储器的访问时间是 10ns ，换入页面（含重新设置页表项，并用新页表项置入联想存储器）的平均时间为 $100\ 000\ 000\text{ns}$ ，进程所用页帧固定且驻留集大小为2，采用LRU 页面淘汰算法，当进程被调度执行时，依次访问虚地址： $(23362)_8$ 、 $(14565)_8$ 、 $(24575)_8$ ，问各需要多少访问时间？ $(14565)_8$ 的物理地址是多少并解释（假设联想存储器初始为空，变址时先访问联想存储器）？

页号	页帧号(主存块号)	驻留位(标志)	磁盘地址
0	101	1	334
1	326	0	
2	254	1	776
3	120	0	

考点二：存储器管理专题

【解析】对于15位虚地址，由于页面为12位，所以前3为页号，后12位为页内地址。
当页面驻留（驻留位为1）时，访问虚地址时间 = 访问TLB时间 + 访问内存单元时间；
否则（驻留位为0）当TLB未命中时，访问虚地址时间 = 访问TLB时间 + 访问页表时间 + 调页时间 + 访问TLB时间 + 访问内存单元时间。

$(23362)_8$ 的页号为2，该页面驻留内存，所以访问时间
 $= 10\text{ns} + 100\text{ns} + 100\text{ns} = 210\text{ns}$ 。

$(14565)_8$ 的页号为1，该页面未驻留内存，需要调页，所以访问时间 = $10\text{ns} + 100\text{ns} + 100\,000\,000\text{ns} + 10\text{ns} + 100\text{ns} = 100\,000\,220\text{ns}$ 。

考点二：存储器管理专题

【解析】对于15位虚地址，由于页面为12位，所以前3为页号，后12位为页内地址。当页面驻留（驻留位为1）时，访问虚地址时间 = 访问TLB时间 + 访问内存单元时间；否则（驻留位为0）当TLB未命中时，访问虚地址时间 = 访问TLB 时间 + 访问页表时间 + 调页时间 + 访问TLB 时间 + 访问内存单元时间。

$(24575)_8$ 的页号为2, 该页面驻留内存，所以访问时间 = $10\text{ns} + 100\text{ns} = 110\text{ns}$ 。

由于进程所用页帧固定且驻留集大小为2, 并采用LRU页面淘汰算法。先访问 $(23362)_8$ 再访问 $(14565)_8$ 时，产生缺页中断，将其页面调入101页帧（因为101页帧是最近未使用页，被置换），因此 $(14565)_8$ 虚地址的物理地址是 $(1014565)_8$ 。

考点二：存储器管理专题

6、有一请求分页存储管理系统，页面大小为100 字节。有一个50x50 的整型数组按行连续存放，每个整数占两个字节，将数组初始化为0 的程序描述如下：

```
int a[50][50];  
int i,j;  
for(int i = 0; i <= 49; i++)  
    for(int j = 0; j <= 49; j++)  
        a[i][j] = 0;
```

若在程序执行时内存中只有一个块用来存放数组信息，试问该程序执行时产生多少次缺页中断？

考点二：存储器管理专题

【解析】 由题目所给条件可知,数组a中共有 $50 * 50 = 2500$ (个)整数,每个整数占用2个字节,共需存储空间为 $2 * 2500 = 5000$ (字节)。

而页面大小为100字节(块大小=页面大小=100 字节),则数组a占用空间 $5000/100 = 50$ (页)。

假设数组a从作业地址空间的第m页开始存放,则数组a分布在第m页~第m+49页中,其排列顺序为

$a[0][0], a[0][1], \dots, a[0][49]$	第 m 页
$a[1][0], a[1][1], \dots, a[1][49]$	第 m+1页
$a[49][0], a[49][1], \dots, a[49][49]$	第m+49页

数组初始化程序是按行进行的,每次缺页中断调进一页后,位于该页内的数组元素全部赋予0值,然后再调入下一页,由于内存中只有一个页面用来存放数组信息,所以执行上述程序涉及的页面走向为 $m, m+1, \dots, m+49$, 故缺页中断次数为 50 次。

谢谢大家

考点三：
文件管理专题

考点框架



文件管理和目录



磁盘管理和分配

考点三: 文件管理专题

文件管理和目录

考点三: 文件管理专题

1、某文件系统为一级目录结构，文件的数据一次性写入磁盘，已写入的文件不可修改，但可多次创建新文件。请回答如下问题。

(1) 在连续、链式、索引三种文件的数据块组织方式中，哪种更合适？要求说明理由。为定位文件数据块，需要 FCB 中设计哪些相关描述字段？

【解析】(1) 连续更合适,根据题意，文件的数据一次性写入磁盘，而一次写入不存在,连续的数据块组织方式完全可以满足一次性写入磁盘，且连续文件组织方式减少了其他不必要的空间开销，而连续的组织方式顺序查找读取速度是最快的。已写入的文件不可修改，即插入或者删除问题，避免了连续文件因为插入或者删除文件带来的开销。为定位文件数据块，需要FCB中包含起始位置和长度。

考点三: 文件管理专题

1、某文件系统为一级目录结构，文件的数据一次性写入磁盘，已写入的文件不可修改，但可多次创建新文件。请回答如下问题。

(2) 为快速找到文件，对于FCB，是集中存储好，还是与对应的文件数据块连续存储好？要求说明理由。

【解析】(2) FCB 集中存储好。目录（FCB文件）是存在磁盘上的，所以检索目录的时候需要访问磁盘；集中存储是将文件控制块的一部分数据分解出去，存在另一个数据结构中，而在目录中仅留下文件的基本信息和指向该数据结构的指针，这样一来就有效地缩短减少了目录的体积，减少了目录在磁盘中的块数，于是检索目录时读取磁盘的次数也减少，于是就加快了检索目录的次数。

考点三: 文件管理专题

2、某文件系统空间的**最大容量为4TB** ($1\text{TB}=2^{40}$) , 以磁盘块为基本分配单位。**磁盘块大小为1KB**。文件控制块 (FCB) 包含一个**512B**的索引表区。请回答下列问题。

(1) 假设索引表区仅采用直接索引结构, 索引表区存放文件占用的磁盘块号, **索引表项中块号最少占多少字节**? 可支持的**单个文件最大长度**是多少字节?

【解析】(1) 文件系统空间的最大容量为 4TB, 磁盘块大小为 1KB, 因此文件系统中所能容纳的磁盘块总数为 $4\text{TB}/1\text{KB}=2^{32}$ 。为了表示磁盘块, 因此索引项中的块号最少要占 $32\text{位}/8\text{位}=4\text{B}$ 。

而索引表区仅采用直接索引结构, 且索引表区用于存放文件占用的磁盘块号, 故 512B 的索引表区能容纳 $512\text{B}/4\text{B}=128$ 个索引项。由于每个索引项对应一个磁盘块, 所以该系统可支持的单个文件最大长度是 $128\times 1\text{KB}=128\text{KB}$ 。

考点三: 文件管理专题

2、某文件系统空间的**最大容量为4TB** ($1\text{TB}=2^{40}$) , 以磁盘块为基本分配单位。**磁盘块大小为1KB**。文件控制块 (FCB) 包含一个**512B**的索引表区。请回答下列问题。

(2) 假设索引表区采用如下结构: **第0~7字节采用<起始块号, 块数>格式表示文件创建时预分配的连续存储空间**。其中**起始块号占6B, 块数占2B**, 剩余**504字节**, 采用**直接索引结构**, 一个**索引项占6B**, 则可支持的单个文件最大长度是多少字节?

(2) 根据题意, 可知所求的单个文件最大长度一共包含两部分: 预分配的连续空间和直接索引区。直接索引区共 504B, 直接索引区共 504B, 因此直接索引区共 $504\text{B}/6\text{B}=84$ 个索引项。由于每个索引项对应一个磁盘块, 因此直接索引区空间大小是84KB。连续区起始块号占6B, 块数占 2B, 因此连续区的磁盘块数是 2^{16} 个磁盘块, 所以连续区大小是 2^{16}KB 。所以该系统可支持的单个文件最大长度是 $2^{16}\text{KB}+84\text{KB}$ 。

考点三: 文件管理专题

2、某文件系统空间的**最大容量为4TB** ($1\text{TB}=2^{40}$) , 以磁盘块为基本分配单位。**磁盘块大小为1KB**。文件控制块 (FCB) 包含一个**512B**的索引表区。请回答下列问题。

(2) 假设索引表区采用如下结构: **第0~7字节采用<起始块号, 块数>格式表示文件创建时预分配的连续存储空间**。为了使单个文件的长度达到最大, 请指出起始块号和块数分别所占字节数的合理值并说明理由。

根据上述计算, 可知, 直接索引区的大小是固定的84KB。而连续区的大小可以根据起始块号和块数所占字节的不同而调整。根据题意, 第 0~7 字节采用<起始块号, 块数>格式表示文件创建时预分配的连续存储空间。为了使单个文件的长度达到最大且不浪费起始块号的位置, 应使连续区的块数字段表示的空间大小尽可能接近 (大于等于) 系统最大容量 4TB。而4TB所对应的磁盘块是 2^{32} 块, 因此分别设起始块号和块数分别占 4B, 这样起始块号可以寻址的范围是 2^{32} 个磁盘块, 共4TB, 即整个系统空间。同样的, 块数字段可以表示最多 2^{32} 个磁盘块, 共4TB。

考点三: 文件管理专题

3、文件F由200条记录组成，记录从1开始编号。用户打开文件后，欲将内存中的一条记录插入到文件F中，作为其第30条记录。请回答下列问题，并说明理由。

(1) 若文件系统采用连续分配方式，每个磁盘块存放一条记录，文件F存储区域前后均有足够的空闲磁盘空间，则完成上述插入操作最少需要访问多少次磁盘块？

F 的文件控制块内容会发生哪些改变？

(1)系统采用顺序分配方式时，插入记录需要移动其他的记录块，整个文件共有 200 条记录，要插入新记录作为第 30 条，而存储区前后均有足够的磁盘空间，且要求最少的访问存储块数，则要把文件前 29 条记录前移，若算访盘次数移动一条记录读出和存回磁盘各是一次访盘，29 条记录共访盘 58 次，存回第 30 条记录访盘 1 次，共访盘 59 次。F 的文件控制区的起始块号和文件长度的内容会因此改变。

考点三: 文件管理专题

3、文件F由200条记录组成, 记录从1开始编号。用户打开文件后, 欲将内存中的一条记录插入到文件F中, 作为其第30条记录。请回答下列问题, 并说明理由。

(2) 若文件系统采用链接分配方式, 每个磁盘块存放一条记录和一个链接指针, 则完成上述插入操作需要访问多少次磁盘块? 若每个存储块大小为1KB, 其中4个字节存放链接指针, 则该文件系统支持的文件最大长度是多少?

(2) 文件系统采用链接分配方式时, 插入记录并不用移动其他记录, 只需找到相应的记录, 修改指针即可。插入的记录为其第 30 条记录, 那么需要找到文件系统的第 29 块, 一共需要访盘 29 次, 然后把第 29 块的下块地址部分赋给新块, 把新块存回内存会访盘 1 次, 然后修改内存中第 29 块的下块地址字段, 再存回磁盘, 一共访盘 31 次。

4 个字节共 32 位, 可以寻址 $2^{32} = 4G$ 块存储块, 每块的大小为 1KB, 即 1024B, 其中下块地址部分占 4B, 数据部分占 1020B, 那么该系统的文件最大长度是 $4G \times 1020B = 4080GB$ 。

考点三: 文件管理专题

4、某磁盘文件系统使用链接分配方式组织文件, 簇大小为4KB。目录文件的每个目项包括文件名和文件的第一个簇号, 其他簇号存放在文件分配表FAT中。

(1)假定目录树如下图所示, 各文件占用的簇号及顺序如下表所示, 其中dir、 dir1是目录, file1、 file2是用户文件。请给出所有目录文件的内容。



文件名	簇号
dir	1
dir1	48
file1	100、106、108
file2	200、201、202

(1) 目录文件的每个目项包括文件名和文件的第一个簇号, 在本题中只有两个目录文件dir和dir1。且dir包含一个目录dir1, 其第一个簇号是48。

文件名	簇号
dir1	48

考点三: 文件管理专题

4、某磁盘文件系统使用链接分配方式组织文件, 簇大小为4KB。目录文件的每个目项包括文件名和文件的第一个簇号, 其他簇号存放在文件分配表FAT中。

(1)假定目录树如下图所示, 各文件占用的簇号及顺序如下表所示, 其中dir、dir1是目录, file1、file2是用户文件。请给出所有目录文件的内容。

	文件名	簇号
	dir	1
	dir1	48
	file1	100、106、108
	file2	200、201、202

(1) 目录文件的每个目项包括文件名和文件的第一个簇号, dir1包含2个文件file1和file2, 且file1的第一个簇号是100, file2的第一个簇号是200.因此dir和dir1目录文件如下表所示。

文件名	簇号
file1	100
file2	200

考点三: 文件管理专题

(2) 若FAT的每个表项仅存放簇号, 占2个字节, 则FAT的最大长度为多少字节? 该文件系统支持的文件长度最大是多少?

(2) FAT文件表每一项有两个含义:

①表项的地址代表当前文件的数据实际存储在磁盘中的簇的地址。

②表项中的数据表示文件的下一个簇数据所在磁盘中的地址。

若FAT的每个表项仅存放簇号, 占2个字节, 那么FAT的项数 (可以提供的最大磁盘块簇号) 是 2^{16} 。而FAT中存放的又是磁盘簇号, 块号占2B, 因此FAT的最大长度为 $2^{16} \times 2B = 128KB$ 。又FAT表项占2个字节, 也就是可以提供的最大磁盘簇编号数是 2^{16} , 也就是系统中最多有 2^{16} 个磁盘簇, 簇大小为4KB, 因此文件的最大长度是 $2^{16} \times 4KB = 256MB$ 。

考点三: 文件管理专题

(3) 系统通过目录文件和FAT实现对文件的按名存取, 说明file1的106、108两个簇号分别存放在FAT的哪个表项中?

(3) 根据FAT的原理, 表项中的数据表示文件的下一个簇所在磁盘中的地址。file1中包含100, 106和108, 其中文件的首个簇号放置到目录文件中, 随后的每一个簇号表项都存放文件的下一个簇数据所在磁盘中的地址。file1的簇号106存放在FAT的100号表项中, 簇号108存放在FAT的106号表项中。

考点三: 文件管理专题

(4) 假设仅FAT和dir目录文件已读入内存, 若需将文件dir/dir1/file1的第5000个字节读入内存, 则要访问哪几个簇?

(4) FAT和dir目录文件已读入内存, 不需要再读磁盘。通过dir找到dir1, 需要读取dir1中的目录文件, 此时需要读取48号簇。根据48号簇, 可以读出file1和file2的地址 (本题只需要file1); 通过file1的目录项, 我们知道file1从100簇开始。由于要读取file1的第5000个字节, 且簇大小是4KB (4096B), 因此需要读取的内容在第二个簇中, 因此读取文件file1的106号簇。

考点三: 文件管理专题

5、文件物理结构是指一个文件在外存上的存储组织形式,主要有连续结构、链接结构和索引结构三种,请分别简述它们的优、缺点。

连续结构的优点:

- ①存储管理简单,容易实现;
- ②支持顺序存取和随机存取;
- ③顺序访问速度快。

连续结构的缺点:

- ①要求为每个文件分配连续的存储空间;
- ②必须事先知道文件的长度;
- ③不能灵活地插入和删除记录;
- ④不利于文件的动态增长。

考点三: 文件管理专题

5、文件物理结构是指一个文件在外存上的存储组织形式,主要有连续结构、链接结构和索引结构三种,请分别简述它们的优、缺点。

链接结构的缺点:

- ①存取速度较慢,不适合随机存取;
- ②物理块间的链接指针可能发生错误,造成数据丢失,可靠性差;
- ③需要较多的寻道次数和较长的寻道时间;
- ④链接指针占用了一定的空间,降低了空间利用率。

考点三: 文件管理专题

5、文件物理结构是指一个文件在外存上的存储组织形式,主要有连续结构、链接结构和索引结构三种,请分别简述它们的优、缺点。

索引结构的优点:

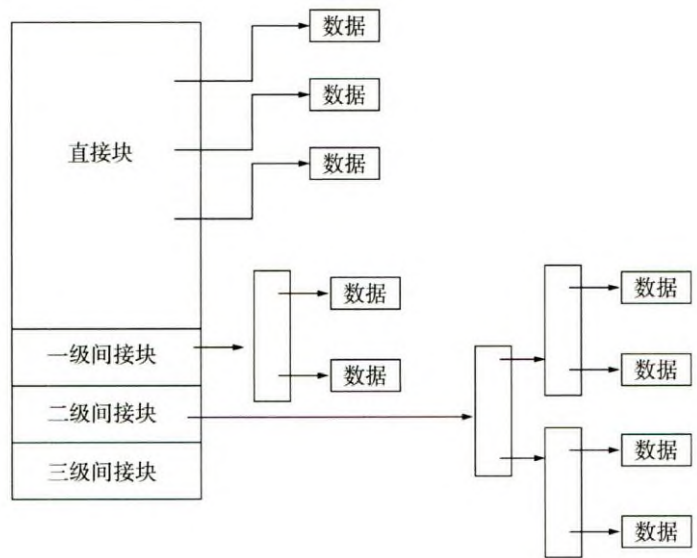
- ①既能满足顺序存取,又能满足随机存取;
- ②能适应文件的动态增长;
- ③方便插入、修改和删除记录。

索引结构的缺点:

- ①需要较多的寻道次数和较长的寻道时间;
- ②索引表增加了系统开销,包括内存空间和存取时间。

考点三: 文件管理专题

6、某文件系统采用混合索引分配方式,如下图所示,有10个直接块(每个直接块指向一个数据块), 1个一级间接块,1个二级间接块和1个三级间接块,间接块指向的是一个索引块, 每个索引块和数据块的大小均为512字节,索引块编号大小为4字节。问:
(1)如只使用直接块,文件最大为多少字节?



【解析】(1)如果只使用直接块,
文件最大为 $10 * 512 = 5120\text{B}$ 。

考点三: 文件管理专题

6、某文件系统采用混合索引分配方式,如下图所示,有10个直接块(每个直接块指向一个数据块), 1个一级间接块,1个二级间接块和1个三级间接块,间接块指向的是一个索引块, 每个索引块和数据块的大小均为512字节,索引块编号大小为4字节。问:
(2)在该系统中能存储的文件最大是多少?



考点三: 文件管理专题

(2) 直接块指向数据的块数是10块,

一级间接块指向的索引块里的指针数= $512\text{B}/4\text{B}=128$ (个),所以一级间接块指向数据的块数是128块。

二级间接块指向的索引块里的指针数= $512\text{B}/4\text{B}=128$ (个),指向的索引块里还有128个指针,所以二级间接块指向数据的块数是 128^2 块。

同理,三级间接块指向数据的块数是 128^3 块。

所以该系统能存储的文件最大为 $(10+128+128^2+128^3) * 512\text{B}=1082201088\text{B} = 1056837 \text{ KB}$.

考点三: 文件管理专题

6、某文件系统采用混合索引分配方式,如下图所示,有10个直接块(每个直接块指向一个数据块), 1个一级间接块,1个二级间接块和1个三级间接块,间接块指向的是一个索引块, 每个索引块和数据块的大小均为512字节,索引块编号大小为4字节。问:

(3)如读取某文件第10M字节的内容,需要访问磁盘几次?

(3)10 MB 的文件需要的数据块数 $=10\text{MB}/512\text{B}=20480$ (块)。

直接块和一级间接块指向的数据块数 $=10+128=138$ (块) <20480 块。

直接块、一级间接块和二级间接块指向的数据块数 $=10+128+128^2=16552$ (块) <20480 块,

所以第 10 MB的数据应该存放在三级间接块下的某个数据块中,共需要访问磁盘4次。

考点三: 文件管理专题

7、设某文件A由100个物理块组成，现分别用连续（顺序）文件、链接（串联）文件、索引文件来构造。针对3种不同的结构，执行以下操作时各需要多少次磁盘I/O。（假设文件控制块已读入内存中）

(1) 采用连续文件时，由于文件的头部没有空间扩展文件，故而情况如下：

①若要把一个物理块加到文件的头部，必须查文件控制块，找到文件的第一个物理块，计算文件第100 块的位置。然后将第100 块都读到内存，再将它写到磁盘的下一块中。并将第99 块、98 块、...、1 块依次读入内存，并写到磁盘的下一块中（即盘块后移，给待插入块腾出空间）。这样，一个物理块需要两次访问磁盘（一次读入，一次写入）。最后将新加入内容从内存写到磁盘的物理块中，所以共访问磁盘201 次。

②如果将一个物理块加到文件正中间，根据上述分析，需要访问磁盘101 次。

③因为连续文件可直接计算文件存放的位置，如果将一物理块加到文件尾部，直接将新加入的内容从内存写到磁盘的物理块中即可，只需要访问磁盘一次。

考点三: 文件管理专题

7、设某文件A由100个物理块组成，现分别用连续（顺序）文件、链接（串联）文件、索引文件来构造。针对3种不同的结构，执行以下操作时各需要多少次磁盘I/O。（假设文件控制块已读入内存中）

(2) 采用链接文件时，情况如下。

①如果要将一物理块加到文件头部，只需要将新加入的内容从内存写到磁盘的物理块，然后将该物理块的指针指向原来第一个物理块，并修改文件控制块中第一块的地址和文件大小即可，所以访问磁盘一次。

②如果将一物理块加到文件正中间，需要读出前50 块（访问磁盘50 次），以便找到第50 块的链接指针，将新加入的内容从内存写到新分配的物理块中，将新分配的物理块的链接指针指向第51 块（访问磁盘一次），再将第50 块的链接指针指向新插入的物理块（访问磁盘一次。即第50 块先前已经读入内存，用于找到第51 块的链接指针，而本次访问磁盘，是修改该指针指向插入盘块，并写回到磁盘中）。共需要访问磁盘52 次。

考点三: 文件管理专题

7、设某文件A由100个物理块组成，现分别用连续（顺序）文件、链接（串联）文件、索引文件来构造。针对3种不同的结构，执行以下操作时各需要多少次磁盘I/O。（假设文件控制块已读入内存中）

(2) 采用链接文件时，情况如下。

③如果将一物理块加到文件尾部，需要将第100 块读出（访问磁盘100 次），以便找到第100 块，修改它的链接指针指向新插入的物理块并写回外存（访问磁盘一次），再将待写入的数据写入磁盘（访问一次磁盘），故而需要访问磁盘102 次。

考点三: 文件管理专题

7、设某文件A由100个物理块组成，现分别用连续（顺序）文件、链接（串联）文件、索引文件来构造。针对3种不同的结构，执行以下操作时各需要多少次磁盘I/O。（假设文件控制块已读入内存中）

(3) 采用索引文件，且索引块在内存。情况如下。

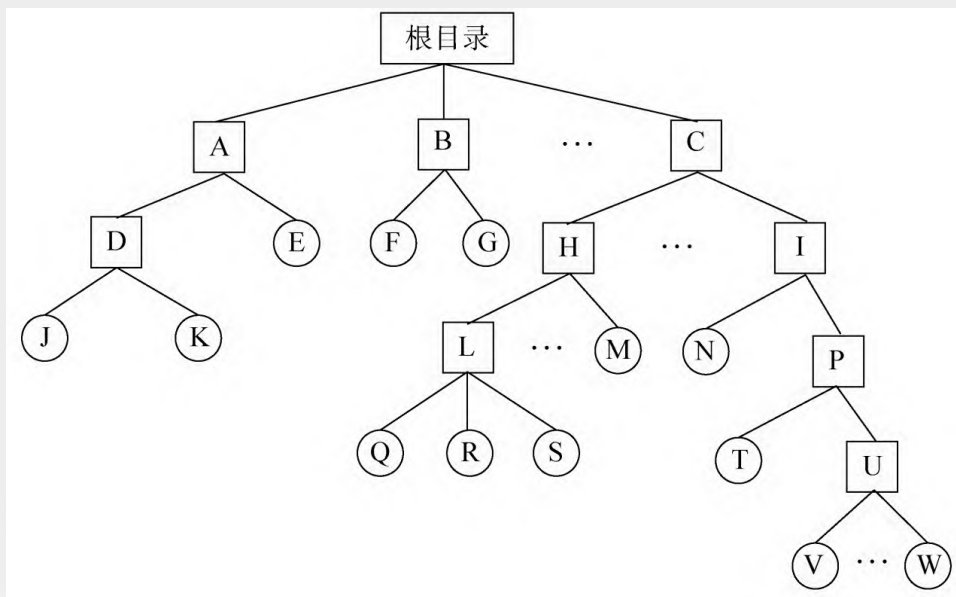
①如果要将一物理块加到文件头部。需要将新加入的内容从内存写到磁盘的物理块，并在文件控制块中的头部增加新加入物理块的地址和文件大小即可，所以访问磁盘一次。

②如果将一物理块加到文件正中间，只需要将新加入的内容从内存写到磁盘的物理块，并在文件控制块中的正中间增加新加入物理块的地址和文件大小即可，所以访问磁盘一次。

③如果将一物理块加到文件尾部，只需要将新加入的内容从内存写到磁盘的物理块，并在文件控制块中的尾部增加新加入物理块的地址和文件大小即可，所以访问磁盘一次。

考点三: 文件管理专题

8、有一个文件系统如图所示。图中的框表示目录，圆圈表示普通文件。根目录常驻内存，目录文件组织成链接文件，不设文件控制块，普通文件组织成索引文件。目录表目指示下一级文件名及其磁盘地址（各占2个字节，共4个字节）。若下一级文件是目录文件，指示其第一个磁盘块地址。若下级文件是普通文件，指示其文件控制块的磁盘地址。每个目录文件磁盘块最后4个字节供拉链使用。下级文件在上级目录文件中的次序在图中为从左至右。每个磁盘块有512字节，与普通文件的一页等长。



考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: 每个磁盘地址占2个字节, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

(1) 一个普通文件最多可有多少个文件页?

(1) 由题目中所给条件可知, 磁盘块大小512 个字节, 每个磁盘地址占2 个字节, 因此一个一级索引可容纳256 个磁盘地址。同理, 一个二级索引表可容纳256 个一级索引表地址, 一个三级索引表可容纳256 个二级索引表地址。

因为普通文件的文件控制块共13 个地址项, 10 个直接地址, 1个1 级索引地址, 1 个二级索引地址, 一个三级索引地址。故而, 一个普通文件最多可有的页数为: $10+256+256 * 256+256* 256*256=16\ 843\ 018$ 。

考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

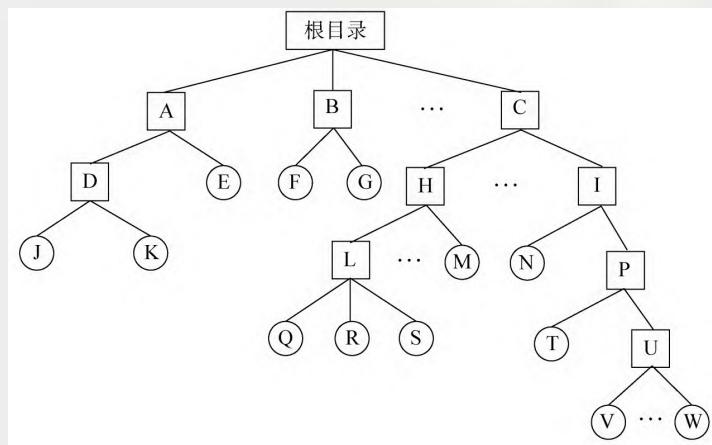
(2) 若要读文件J 中某一页, 最多启动磁盘多少次?

(2) 从图中可以看出, 目录文件A和目录文件D中目录项都只有2个, 因此这两个目录文件都不需要拉链。若要读取文件J 中某一页,

首先从内存的根目录中找到目录文件A的磁盘地址, 将其读入内存 (第1次读磁盘)。

然后再从目录A中找到D的磁盘地址, 并将其读入内存 (第2次读磁盘)。

从D目录中找到文件J 的文件控制块地址, 将其读入内存 (第3次读磁盘)。



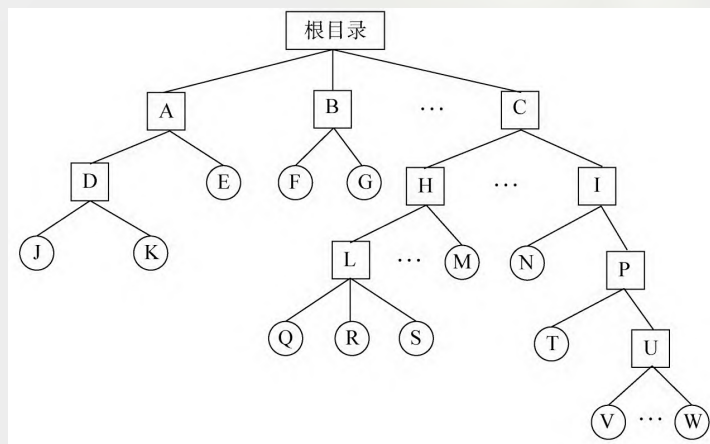
考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

(2) 若要读文件J 中某一页, 最多启动磁盘多少次?

(2) 在最坏的情况下, 要访问页的地址需通过三级索引才能找到, 这时要三次读取磁盘才能将三级索引读入内存 (第4、5、6次读磁盘)。

最后读入文件J的相应页 (第7次读磁盘)。由此可知, 若要读文件J 中某一页, 最多启动磁盘7次。

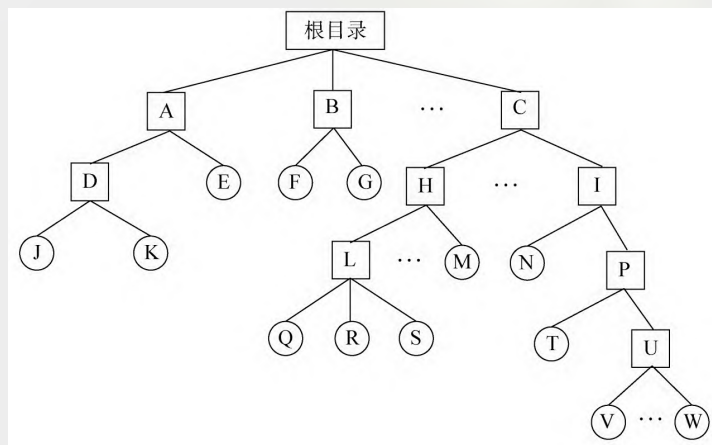


考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

(3) 若要读文件W 中的某一页, 最少启动磁盘多少次?

从图中可以看出, 目录文件C和目录文件U中, 目录项数目较多。每个盘块可以放128个目录项, 而最后4个字节用作链接, 若目录项数超过127, 则目录文件的读入可能需要多次读盘(因目录文件组织成链接文件)。



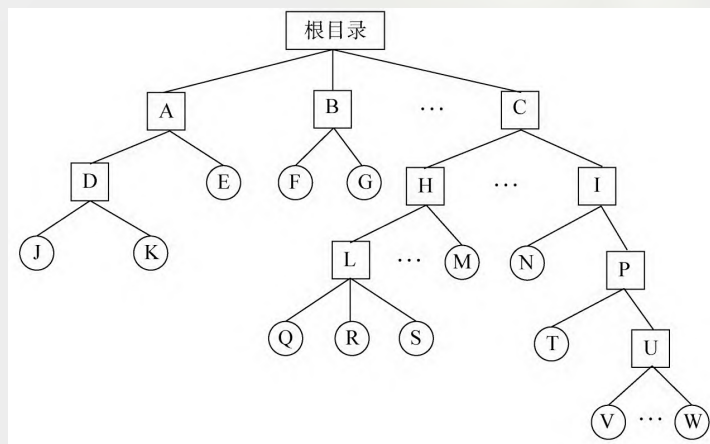
考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

(3) 若要读文件W 中的某一页, 最少启动磁盘多少次?

在最好情况下, 所找的目录项都在目录的第一个磁盘块中。若要读文件W的某一页, 首先从内存的根目录中找到目录文件C的地址, 将其读入内存(第1次读磁盘)。

在最好情况下, 能从目录C的第一个盘块中找到目录文件I 的地址, 将其读入内存(第2次读磁盘)。



考点三: 文件管理专题

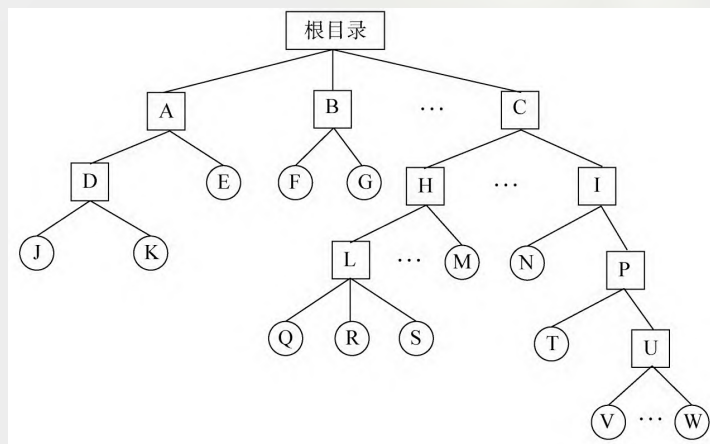
普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

(3) 若要读文件W 中的某一页, 最少启动磁盘多少次?

从目录1中找到目录文件P的地址, 将其读入内存 (第3次读磁盘)。从目录P 中找到目录文件U的地址, 将其读入内存 (第4次读磁盘)。

在最好情况下, 能从目录U的第一个盘块中找到目录文件W 的文件控制块的地址, 将其读入内存 (第5次读磁盘)。

在最好情况下, 要访问的页在前10页中, 这时可以直接读到该页的地址。最后读入文件W 的相应页 (第6次读磁盘)。由此可知, 若要读文件W中的某一页, 最少启动磁盘6 次。

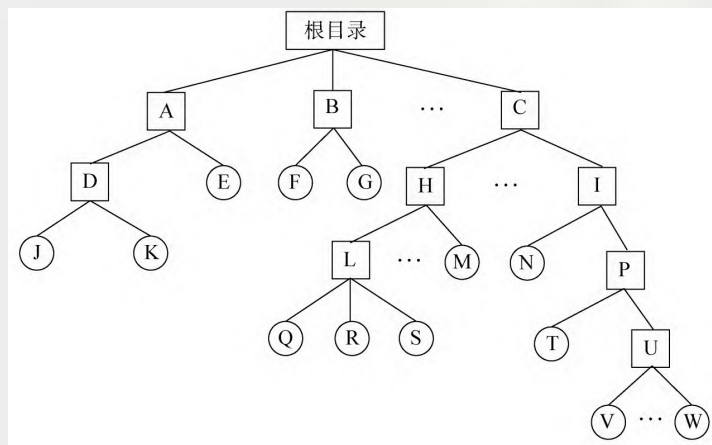


考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

(4) 就(3) 而言, 为最大限度减少启动磁盘次数, 可采用什么方法? 此时, 磁盘最多启动多少次?

(4) 由于通过文件控制块访问文件所需的读盘次数无法改变, 要减少访问磁盘次数, 只有通过减少访问目录文件的次数来达到。为最大限度地减少启动磁盘次数, 可将文件W直接链接在根目录的最左端 (其目录项在根目录的前127个目录项内)。这样, 若要读文件W的某页时, 首先从内存的根目录中找到文件W的文件控制块地址, 将文件W的文件控制块读入内存 (第1次读磁盘)。

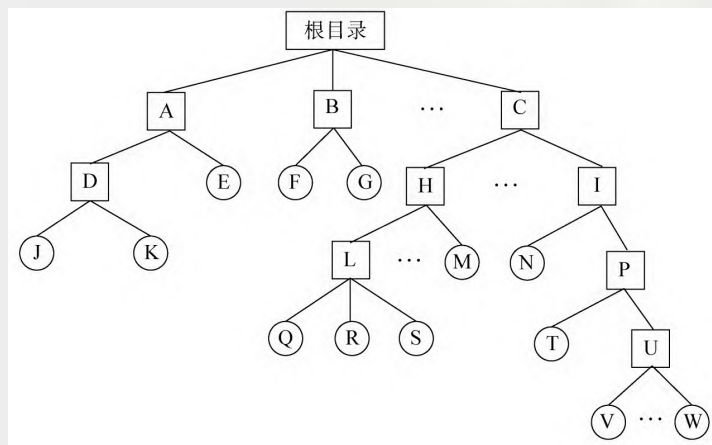


考点三: 文件管理专题

普通文件的文件控制块组织描述如下: **每个磁盘地址占2个字节**, 前10个地址直接指示该文件前10页的地址; 第11个地址指示一级索引表地址, 一级索引表中每个磁盘地址指示一个文件页地址; 第12个地址指示二级索引表地址, 二级索引表中每个地址指示一个一级索引表地址; 第13个地址指示三级索引表地址, 三级索引表中每个地址指示一个二级索引表地址。问:

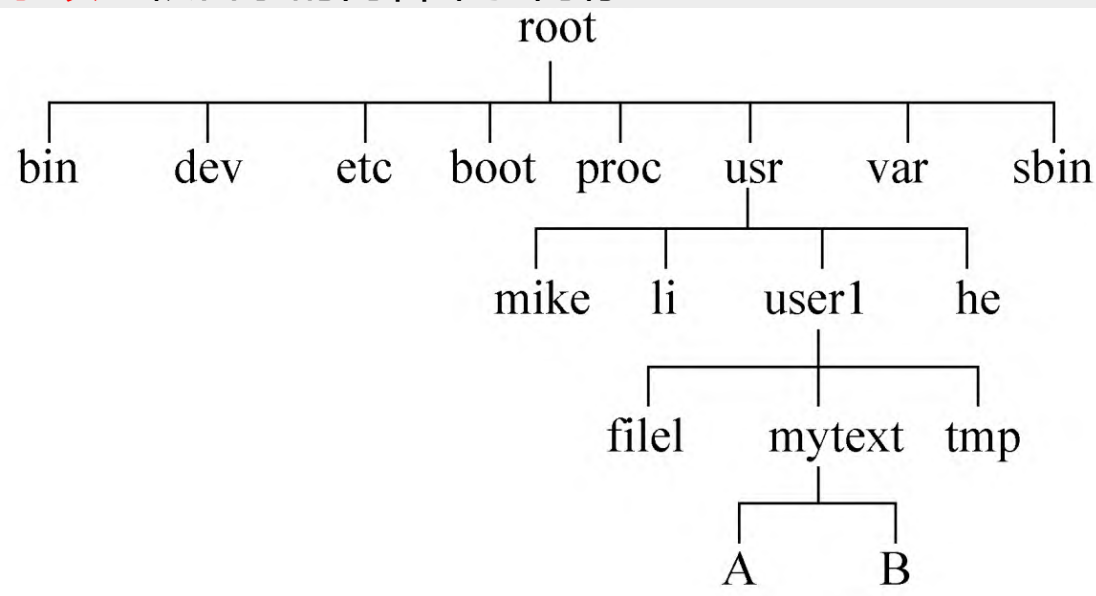
(4) 就(3) 而言, 为最大限度减少启动磁盘次数, 可采用什么方法? 此时, 磁盘最多启动多少次?

(4) 在最好情况下, 要访问的页在前10页中, 这时可以直接读到该页的地址。在最坏的情况下, 要访问页的地址需三级索引才能找到, 这时要3次访问磁盘 (第2 、 3 、 4 次读磁盘) 。最后读入文件W的相应页 (最好情况下, 第2次读盘; 最坏情况下, 第5次读磁盘) 。由此可知, 若将文件W直接链接在根目录的最左端, 要读文件W中的某一页, 最少启动磁盘2次, 最多启动磁盘5次。



考点三: 文件管理专题

9、某文件系统以硬盘作为文件存储器，物理块大小为512B。有文件A包含590个逻辑记录，每个记录占255B，每个物理块存放2个记录。文件A 在该文件目录中的位置如图所示。此树形文件目录结构由根目录节点、作为目录文件的中间节点和作为信息文件的叶子节点组成。每个目录项占127B，每个物理块存放4个目录项。根目录的内容常驻内存。



考点三: 文件管理专题

(1) 若文件采用链接分配方式, 如果要将文件A 读入内存, 至少要存取几次硬盘, 为什么?

【解析】(1)首先要检索到文件 A,即通过路径\root\usr\user1\mytext\A来进行。在最好情况下的步骤如下:

- ①从内存中的根目录中找出目录usr的目录文件,读入内存(计1次硬盘访问)。
- ②从目录usr的目录文件中找出目录user1的目录文件,读入内存(计1次硬盘访问)。
- ③从目录 user1 的目录文件中找出目录 mytext的目录文件,读入内存(计1次硬盘访问)。
- ④从目录 mytext的目录文件中找出文件A对应的物理位置,即文件在外存上的存储位置。

文件 A包含 590个逻辑记录,需占 $590/2=295$ (个)物理块。采用链接分配方式,所有物理块一个一个地读入,因此读入文件A需要访问硬盘295次。所以总的存取硬盘次数
 $=3+295=298$ (次)。

考点三: 文件管理专题

(2) 若文件采用连续分配方式, 如果要将文件A 的逻辑记录号为480的记录读入内存, 至少要存取几次硬盘, 为什么?

(2)如果采用连续分配方式,同样需要3次硬盘访问得到文件A的起始物理块号S。由于是连续文件,因此可以通过逻辑记录号直接换算成相应的物理块号: $S + 480 / \text{块大小} = S + 240$ 。

要读入该记录只需访问硬盘1次,因此总的访问次数 = $3 + 1 = 4$ (次)。

考点三: 文件管理专题

10、假定磁盘块的大小为1KB, 对于540MB的硬盘, 其文件分配表FAT最少需要占用多少存储空间?

当硬盘容量为1.2GB 时, FAT 最少需要占用多少空间?

【解析】对于540 MB的硬盘,硬盘总块数为 $540\text{MB}/1\text{KB}=540\text{K}(\text{个})$ 。因为 540K 小于 2^{20} , 所以文件分配表的每个表项可用 20位, 为方便起见, 每个表项用 24位二进制表示, 即文件分配表的每个表项大小为3个字节。

这样FAT占用空间 $= 3\text{B} * 540\text{K} = 1620\text{KB}$ 。

对于 1.2 GB的硬盘,硬盘总块数为 $1.2\text{GB}/1\text{KB}=1.2\text{ M}(\text{块})$ 。因为1.2M刚好小于 2^{21} , 所以文件分配表的每个表项可用21位, 但为方便起见, 每个表项用24位二进制表示, 即文件分配表的每个表项大小为3个字节。

这样FAT占用空间 $= 3\text{B} * 1.2\text{M} = 3.6\text{MB}$

考点三: 文件管理专题

11、某文件系统采用多级索引的方式组织文件的数据存放,假定在文件的i_node中设有13个地址项,其中直接索引10项,一次间接索引项1项,二次间接索引项1项,三次间接索引项1项。数据块大小为4KB,磁盘地址用4B表示,问:

(1)这个文件系统允许的最大文件长度是多少?

【解析】(1)数据块大小为4KB, 磁盘地址为4B, 则每个物理块可存储的地址数为 $4KB/4\text{ B}=1024$ 。

最大文件的物理块数可达 $10+1024+1024^2+1024^3$, 每个物理块大小为4 KB,

因此总长度为 $(10+1024+1024^2+1024^3)\times 4\text{ KB}=40\text{ KB}+4\text{ MB}+4\text{ GB}+4\text{ TB}$,

所以这个文件系统允许的最大文件长度是4 TB+4 GB+4 MB+40 KB, 约为4TB。

考点三: 文件管理专题

11、某文件系统采用多级索引的方式组织文件的数据存放,假定在文件的i_node中设有13个地址项,其中直接索引10项,一次间接索引项1项,二次间接索引项1项,三次间接索引项1项。数据块大小为4KB,磁盘地址用4B表示,问:

(2)一个2GB大小的文件,在这个文件系统中实际占用多少空间?

(2)该文件占用 $2\text{ GB}/4\text{ KB}=512\times 1024$ 个数据块。

- ❑ 直接索引指向10个数据块;
- ❑ 一级间接索引指向1024个数据块,需1个索引块;
- ❑ 二级间接索引项指向 $512\times 1024-10-1024$ 个数据块,
- ❑ 共需 $1+(512\times 1024-10-1024)/1024=512$ 个索引块。
- ❑ 索引块所占空间大小为 $(1+512)\times 4\text{ KB}=2\text{ MB}+4\text{ KB}$ 。
- ❑ 另外每个文件使用的i_node数据结构占 $13\times 4\text{ B}=52\text{ B}$,
- ❑ 因此该文件实际占用磁盘空间大小为 $2\text{ GB}+2\text{ MB}+4\text{ KB}+52\text{ B}$ 。



考点三: 文件管理专题

12、假定盘块的大小为1KB, 硬盘的大小为500MB, 采用显示链接分配方式时, 其FAT需占用多少存储空间?

如果文件A占用硬盘的第11、12、16、14中各盘块间的链接情况及FAT的情况。

【解析】由题意可知,该硬盘共有 500KB个盘块,故FAT中共有500KB个表项;如果盘块从0开始编号,为了能保存最大的盘块号 $500 \text{ KB} (2^{18} < 500\text{KB} < 2^{19})$,FAT表项最少需要19位,将它扩展为半个字节的整数倍后,可知每个FAT表项需20位,即2.5个字节。

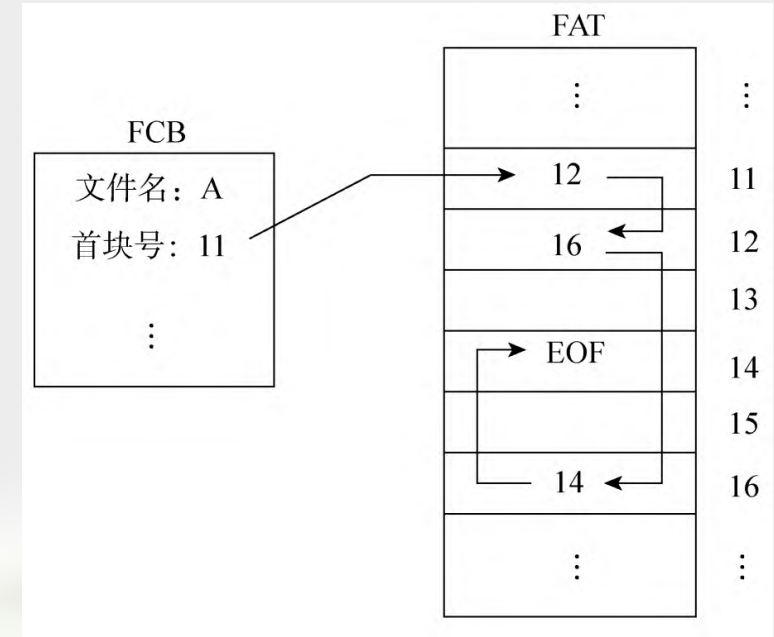
因此,FAT占用的存储空间的大小为 $2.5 \times 500 \text{ KB} = 1250 \text{ KB}$.

考点三: 文件管理专题

12、假定盘块的大小为1KB，硬盘的大小为500MB，采用显示链接分配方式时，其FAT需占用多少存储空间？

如果文件A占用硬盘的第11、12、16、14中各盘块间的链接情况及FAT的情况。

【解析】文件A中各盘块间的链接情况及FAT的情况如图所示



考点三: 文件管理专题

磁盘管理和分配

考点三: 文件管理专题

1、假设计算机系统采用C-SCAN（循环扫描）磁盘调度策略，使用2KB的内存空间记录16384个磁盘块的空闲状态。

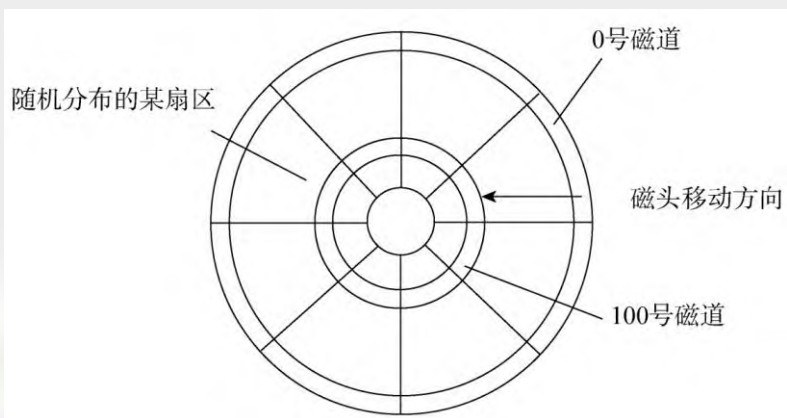
(1) 请说明在上述条件下如何进行磁盘块空闲状态的管理。

【解析】(1) 在C-SCAN（循环扫描）磁盘调度策略下，磁盘块空闲状态的管理可采用位图法。因为用2KB=16384位，也就是使用16384个位置的内存空间，记录16384个磁盘块的空闲状态，即每一位表示一个磁盘块的空闲状态。

考点三: 文件管理专题

1、假设计算机系统采用C-SCAN（循环扫描）磁盘调度策略，使用2KB的内存空间记录16384个磁盘块的空闲状态。

(2) 设某单面磁盘旋转速度为每分钟6000转，每个磁道有100个扇区，相邻磁道间的平均移动时间为1ms。若在某时刻，磁头位于100号磁道处，并沿着磁道号增大的方向移动（如下图所示），磁道号请求队列为50，90，30，120，对请求队列中的每个磁道需读取1个随机分布的扇区，则读完这4个扇区点共需要多少时间？要求给出计算过程。



考点三：文件管理专题

(2)访问磁盘的时间包括三个部分：①寻道时间②旋转时延③读写时延。

①寻道时间：采用 CSCAN 调度算法，访问磁道的顺序和移动的磁道数如下表所示：

被访问的下一个磁道号	移动距离（磁道数）
120	20
30	90
50	20
90	40

移动的磁道数为 $20+90+20+40=170$ ，故总的移动磁道时间为 170ms。

②旋转时延：由于转速为 6000r/m，则平均旋转延迟为 5ms，总的旋转延迟时间=20ms。

③读写时延：由于转速为 6000r/m，则读取一个磁道上一个扇区的平均读取时间为 0.1ms，总的读取扇区的时间平均读取 时间为 0.1ms，总的读取扇区的时间为 0.4ms。

综上，读取上述磁道上所有扇区所花的总时间为 190.4ms。

考点三: 文件管理专题

1、假设计算机系统采用C-SCAN（循环扫描）磁盘调度策略，使用2KB的内存空间记录16384个磁盘块的空闲状态。

(3) 如果将磁盘替换为随机访问的Flash半导体存储器（如 U 盘、SSD 等），是否有比 C-SCAN 更高效的磁盘调度策略？若有，给出磁盘调度策略的名称并说明理由；若无，说明理由。

(3) 在Flash半导体存储器中，而Flash半导体存储结构可以采用随机的方式进行读取，也即读写时间与物理位置无关，可直接FCFS（先来先服务）调度策略，即按I/O请求的先后顺序服务。

事实上Flash半导体存储器没有寻道时间和旋转时延。

考点三: 文件管理专题

2、磁盘共有200个柱面(0~199),它刚刚从92号磁道移到98号磁道完成读写,假设此时系统中等待访问磁盘的磁道序列为:190,97,90,45,150,32,162,108,112,80。

试给出采用下列算法后磁头移动的顺序,并计算寻道距离。

- (1) FCFS 算法 (2) SSTF 算法。
- (3) SCAN 算法 (4) C-SCAN算法。

考点三: 文件管理专题

【解析】 (1)FCFS算法的磁头移动顺序:98,190,97,90,45,150,32,162,108,112,80。

FCFS算法的寻道距离: $(190-98)+(190-97)+(97-90)+(90-45)+(150-45)+(150-32)+(162-32)+(162-108)+(112-108)+(112-80)=680$ 。

(2)SSTF算法的磁头移动顺序:98,97,90,80,108,112,150,162,190,45,32。 SSTF算法的寻道距离 $(98-97)+(97-90)+(90-80)+(108-80)+(112-108)+(150-112)+(162-150)+(190-162)+(190-45)+(45-32)=286$

考点三: 文件管理专题

【解析】 (3)SCAN算法的磁头移动顺

序:98,108,112,150,162,190,97,90,80,45,32。SCAN算法的寻道距离: $(108-98)+(112-108)+(150-112)+(162-150)+(190-162)-(190-97)+(97-90)-(90-80)+(80-45)+(45-32)=250$

(4)C-SCAN算法的磁头移动顺序:98,108,112,150,162,190,32,45,80,90,97。C-SCAN算法的寻道距离: $(108-98)+(112-108)+(150-112)+(162-150)+(190-162)+(190-32)+(45-32)+(80-45)+(90-80)+(97-90)=315$ 。

考点三: 文件管理专题

3、假定某磁盘上共有200个柱面,编号为0~199,当前磁头的位置位于90号柱面,当前正在向199号柱面方向前进。同时有若干请求者在等待服务,它们依次要访问的柱面号为: 85,132,188,94,155,100,170,125。假设每移动一个柱面所需的时间为2us,试分别采用最短寻道优先算法和电梯调度算法计算实际的服务次序,并计算各个算法的平均寻道时间。

考点三: 文件管理专题

【解析】最短寻道优先算法的服务次序: 90,94,100,85,125,132,155,170,188.

最短寻道优先算法的寻道时间 = $[(94-90)+(100-94)+(100-85)+(125-85)+(132-125)+(155-132)+(170-155)+(188-170)] \times 2\mu s = 256\mu s$.

平均寻道时间 = $256\mu s / 9 \approx 28.4\mu s$.

电梯调度算法的服务次序: 90,94,100,125,132,155,170,188,85

电梯调度算法的寻道时间 = $[(94-90)+(100-94)+(125-100)+(132-125)+(155-132)+(170-155)+(188-170)+(188-85)] \times 2\mu s = 402\mu s$ 。

平均寻道时间 = $402\mu s / 9 \approx 44.7\mu s$ 。

谢谢大家