



PROBLEMAS DE SISTEMAS OPERATIVOS MÓDULO 4 – GESTIÓN DE ENTRADA/SALIDA

1. Un disco tiene 305 cilindros, 4 cabezas, y 17 sectores de 512 bytes cada uno. El disco gira a 3000 rpm y tiene un mecanismo de cabezas móviles con un tiempo medio de posicionamiento de 30 ms (90 ms para el caso peor).

- Calcular los tiempos en el mejor y el peor caso necesarios para transferir 20 bloques consecutivos y 20 bloques aleatoriamente distribuidos.
- Indicar cuáles son los factores determinantes para el cálculo de los tiempos de transferencia y la variabilidad entre las cifras del mejor y peor caso.
- Especificar claramente las consideraciones de ambas situaciones.

Solución

El tiempo que tarda en dar una vuelta el disco (la latencia rotacional) se calcula como:

$$3000 \text{ rpm} = 50 \text{ rps} \Rightarrow T_{\text{rot}} = 20 \text{ ms/vuelta}$$

Por tanto el tiempo de lectura de un sector es:

$$T_{\text{sector}} = 20 / 17 = 1.176 \text{ ms}$$

La velocidad máxima de transferencia en bits/segundo para una sola cabeza es:

$$V_{\text{max}} = (17 \cdot 512 \cdot 8) \text{ bits} / 20 \text{ ms} = 3.481.600 \text{ bps} = 3.32 \text{ Mb/s}$$

(a1) Transferencia de 20 bloques consecutivos

CASO MEJOR: Las cabezas ya están posicionadas en el primero de los 20 sectores y los 20 sectores forman parte de un mismo cilindro:

$$20 \cdot T_{\text{sector}} = 20 \cdot 1.176 = 23.53 \text{ ms}$$

CASO PEOR: Las cabezas están posicionadas al otro extremo de donde se encuentran los 20 bloques, al alcanzar el cilindro adecuado se hace necesario esperar una rotación completa para alcanzar el primer sector.

$$T_{\text{seek-extremo}} + T_{\text{rot}} + 20 \cdot T_{\text{sector}} =$$

$$90 + 20 + 20 \cdot 1.176 = 133.53 \text{ ms} \Rightarrow \text{unas 6 veces más lento}$$

suponiendo que

$$T_{\text{seek-medio}} = T_{\text{seek1}} \cdot (305 / 3) \Rightarrow \text{Tiempo medio es el correspondiente a mover la cabeza } 1/3 \text{ del total}$$

$$T_{\text{seek1}} = (3 \cdot 30 \text{ ms}) / 305 = 0.3 \text{ ms} \Rightarrow \text{Tiempo de posicionamiento en el sector contiguo}$$

$$T_{\text{seek-extremo}} = 3 \cdot T_{\text{seek-medio}} = 90 \text{ ms} \Rightarrow \text{Full Stroke Seek} = 3 \cdot \text{Average seek distance}$$

(Hemos considerado que el tiempo de seek sólo depende de la distancia recorrida, desechando el componente de puesta en movimiento inicial de las cabezas)

(a2) Transferencia de 20 bloques aleatoriamente distribuidos

CASO MEJOR: Coincide con el anterior

CASO MEDIO: Por cada sector tener que hacer un recorrido de cabezas medio, y una vuelta de rotación media antes de acceder al sector

$$20 \times (T_{\text{seek-medio}} + T_{\text{rot-medio}} + T_{\text{sector}}) =$$

$$20 \times (30 + 20/2 + 1.176) = 823.53 \text{ mseg} \Rightarrow \text{unas 35 veces más lento}$$

CASO PEOR: Por cada sector tener que hacer un recorrido de cabezas extremo, y una vuelta de rotación completa antes de acceder al sector

$$20 \times (T_{\text{seek-extremo}} + T_{\text{rot}} + T_{\text{sector}}) =$$

$$20 \times (90 + 20 + 1.176) = 2223.53 \text{ mseg} \Rightarrow \text{unas 95 veces más lento}$$

2. Supóngase un disco de 256 cilindros, 4 cabezas, 100 sectores por pista y 2KB por sector. El disco gira a 6000rpm y el tiempo de desplazamiento o posicionamiento del brazo de cabezas de lectura/escritura es de 0.5ms por cilindro. El disco gira en dirección ascendente desde el sector 0 al 99 e inicialmente se encuentra en CPS (Cilindro, Pista y Sector)=(25, 3, 12).

- Determinar el tiempo de posicionamiento del brazo de disco hasta alcanzar CPS=(15,2,15).
- Calcular el tiempo necesario para la lectura de 900KB físicamente consecutivos



a partir de la posición CPS del apartado anterior

c. Y la posición CPS de la cabeza tras la lectura.

Solución:

(a) 256 cilindros, 4 cabezas, tiempo de desplazamiento 0.5ms por cilindro.

CPS (25, 4, 12) -> CPS=(15,2,15)

-El disco gira a 6000rpm -> $60[s/min]/6000[rev/min] \cdot 1000[ms/s] \rightarrow 10ms/rev$

-Un sector tarda en leerse $10/100=0.1ms/sector$

-Nos movemos 10 cilindros -> $0.5 \cdot 10=5ms$, lo que supone avanzar 50 sectores (media pista), así que estaremos en el $12+50=62$, si queremos ir al 15 son 38 hasta el 0 mas 15 lo que hace 53 sectores -> $5ms + 5.3ms = 10.3ms$

(b) 100 sectores de 2KB por pista -> 200KB por pista, 800KB por cilindro

Si queremos leer 900KB, son 1 cilindro más 100KB, o sea, media pista más -> CHS=(16,2,65)
El tiempo de lectura son $10ms \cdot (4+0.5)$ de lectura de datos, más un cambio de cilindro, pero en el cambio de cilindro dejamos de estar en la posición 0, así que hay que esperar a la vuelta siguiente.

Total= $10ms \cdot (4+0.5)+10ms=50.5ms$.

(c) CHS=(16,2,65)

3. Supongamos un disco flexible con 40 cilindros, en el que un posicionamiento tarda 6ms por cilindro. Si no se intenta colocar los bloques de un fichero cercanos unos a otros, dos bloques lógicamente consecutivos (es decir, que se siguen el uno al otro dentro del fichero) se encontrarán separados 13 cilindros por término medio. Sin embargo, si se intenta agrupar los bloques relacionados, la distancia media entre bloques puede reducirse a 2 cilindros. ¿Cuánto tiempo llevaría leer un fichero de 100 bloques en ambos casos, si la latencia rotacional es de 10ms y el tiempo necesario para realizar la lectura de un bloque son 20ms?

Solución:

Primer caso: separación media 13 pistas

Tacceso = $(6 \cdot 13 + 10 + 20) \cdot 100 = 10800 = 10,8 \text{ seg}$

Segundo caso: separación media 2 pistas

Tacceso = $(6 \cdot 2 + 10 + 20) \cdot 100 = 4200 = 4,2 \text{ seg}$ (2,57 veces más rápido)

4. El espacio libre del disco puede contabilizarse mediante una lista o mediante un mapa de bits. Las direcciones de disco requieren D bits. Para un disco con B bloques totales, F de los cuales están libres, establecer la condición para la cuál la lista de bloques libres ocupa menos espacio que el mapa de bits. Para D igual a 16 bits, expresar la respuesta como porcentaje del espacio de disco que debe estar libre.

Solución:

$F \cdot D < B$, o sea $F < B/16$ o sea, el 6.25% o menos del total deberá estar libre

Si el disco tiene libre menos del 6.25% ocupa menos espacio la lista que el mapa de bits

5. Admitamos las siguientes simplificaciones: un computador tiene instrucciones que requieren dos ciclos de bus, uno para acceder a la instrucción y otro para acceder al dato. Cada ciclo de bus tarda 250ns y cada instrucción tarda 500ns (es decir, el tiempo de procesamiento interno es despreciable). El computador dispone además de un disco en el que cada pista contiene 16 sectores de 512 bytes. El tiempo de rotación del disco es de 8,092ms.

- ¿Cuál es el rendimiento del computador expresado en MIPS?
- ¿Cuál es el porcentaje de reducción del rendimiento que sufre el computador durante una transferencia de DMA si cada una consume un ciclo de bus?



Considerar dos casos: transferencias de 8 bits y transferencias de 16 bits.

Solución:

(a) $1/(500 \cdot 10^{-9}) = 1/5 \cdot 10^7 \text{ instrs/seg} = 2 \text{ MIPS}$ ($1\text{M} = 10^6$)

(b) $(512 \cdot 16 \text{ bytes}) / (8'092 \times 10^{-3} \text{ seg}) = 1 \ 012 \ 357'8 \text{ bytes/seg}$

1.- $1 \ 012 \ 357'8 \text{ transf/seg}$ de 1 byte necesita el DMA para atender al disco

$(4 \ 000 \ 000 \text{ ciclos/s} - 1 \ 012 \ 357'8 \text{ ciclos/s}) / 2 \text{ ciclos/instr} = 2 \ 987 \ 642,2 / 2 = 1 \ 493 \ 821,1 \text{ instr/seg}$

$1,494 \text{ MIPS} / 2 \text{ MIPS} \cdot 100 = 74,7 \% \Rightarrow \text{reducción } 25,3 \%$

2.- $1 \ 012 \ 357'8 / 2 = 506 \ 178'9 \text{ transf/seg}$ de 2 bytes necesita el DMA

$(4 \ 000 \ 000 - 506 \ 178'9) / 2 = 3 \ 493 \ 821'1 / 2 = 1 \ 746 \ 910'5 \text{ instr/seg}$

$1'747 / 2 \times 100 = 87,35\% \Rightarrow \text{reducción } 12,65\%$

6. El rendimiento de un sistema de ficheros depende críticamente de la tasa de aciertos de la cache de disco (fracción de bloques encontrados en la cache). Si se tarda 1ms en satisfacer una petición desde la cache, pero 40ms más en satisfacerla si se necesita una lectura de disco, obtener una fórmula para el tiempo medio necesario para satisfacer una petición si la tasa de acierto es h . Trazar la gráfica de la función para valores de h entre 0 y 1.

Solución:

Latencia: $1 \cdot h + (40+1) \cdot (1 - h) = 41 - 40 \cdot h$

`plot([0:0.01:1], 41-40*[0:0.01:1]);xlabel('Tasa de aciertos');ylabel('Latencia[ms]')`

7. Comparar las políticas de planificación de discos *FCFS*, *SSF*, *SCAN* y *C-SCAN* simulando la siguiente lista de peticiones:

Tiempo [ms]	0	23	25	29	35	45	57	83	88	95
Pista	45	132	20	23	198	170	180	78	73	150

Para cada política, calcular la media y la desviación estándar del tiempo necesario para atender a las peticiones. Suponer que el disco está posicionado inicialmente en la pista 1, que hay 200 pistas, que una búsqueda tarda $(20 + 0'1 \cdot P) \text{ms}$, siendo P el número de pistas que se recorre, que la latencia rotacional es de 8ms, y que el cumplimiento estricto de la petición lleva 2ms.

Solución:

	t0	0	23	25	29	35	45	57	83	88	95	media	desv.
	pista	45	132	20	23	198	170	180	78	73	150		
FCFS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
tfinal	34.4	73.1	114.3	144.6	192.1	224.9	255.9	296.1	326.6	364.3			
tret	34.4	50.1	89.3	115.6	157.1	179.9	198.9	213.1	238.6	269.3	154.6		
												□	79.9
SSTF	1	6	3	2	10	8	9	5	4	7			
tfinal	34.4	198.1	96.9	66.6	324.7	261.9	292.9	162.7	132.2	229.9			
tret	34.4	175.1	71.9	37.6	289.7	216.9	235.9	79.7	44.2	134.9	132.0		
												□	92.6
SCAN	1	2	10	9	5	3	4	7	8	6			
tfinal	34.4	73.1	337.5	307.2	169.7	106.9	137.9	241.7	272.2	204.5			
tret	34.4	50.1	312.5	278.2	134.7	61.9	80.9	158.7	184.2	109.5	140.5		
												□	94.8
CSCAN	1	2	6	7	5	3	4	9	8	10			
tfinal	34.4	73.1	217.5	247.8	169.7	106.9	137.9	313.3	282.8	350.5			
tret	34.4	50.1	192.5	218.8	134.7	61.9	80.9	230.3	194.8	255.5	145.4		
												□	83.0



8. Considerar un disco con c cilindros, p pistas por cilindro y s sectores por pista y una longitud de sector de ls bytes. Un fichero L está almacenado de forma contigua en el disco a partir de la posición (cL, pL, sL) , donde cL , pL y sL son números de cilindro, pista y sector, respectivamente. Deducir una fórmula para calcular la dirección de disco (es decir, cilindro, pista y sector) de un byte situado en la posición n del fichero.

Solución

El número de sector del byte n será:

$$nSect = \text{floor}(n/ls)$$

El número de sectores en un cilindro es $p*s$, luego el número de cilindros de desplazamiento sobre el inicial será:

$$cD = \text{floor}((nSect + pL*s + sL) / [p*s])$$

El desplazamiento de pista será

$$pD = \text{floor}((nSect + pL*s + sL - cD*[p*s]) / s)$$

El desplazamiento en sector:

$$sD = nSect + pL*s + sL - cD*[p*s] - pD*s$$

Posición de n : $(cL+cD, pL+pD, sL+sD)$

9. Un disco tiene un factor de intercalado de 2. Dispone de 8 sectores de 512 bytes por pista y su velocidad de rotación es de 3000 rpm. ¿Cuánto tarda en leer todos los sectores de una pista en orden, suponiendo que la cabeza ya está correctamente posicionada en la pista y que se necesita 1/2 rotación para que el sector 0 se halle justo debajo de la cabeza? ¿Cuál es la velocidad de transferencia? Repetir el problema para un disco de las mismas características con factor de intercalado 1. ¿Cuánto se degrada la velocidad de transferencia debido a la diferencia de intercalado?

Solución

3000 rpm \Rightarrow 20 ms por rotación

Intercalado = 0: una rotación y media \Rightarrow 30 ms para leer $8 * 512$ bytes \Rightarrow 133 KBs

Intercalado = 1: dos rotaciones y media \Rightarrow 50 ms para leer 4096 bytes \Rightarrow 80 KBs

Intercalado = 2: tres y un cuarto \Rightarrow 65 ms para leer 4096 bytes \Rightarrow 61'5 KBs