

## Solución al 2º ejercicio de DSO Sep 2005

Disco = 256 GB =  $2^{38}$  B  
Bloque = Agrupación = Cluster = 4 KB =  $2^{12}$  B  
Tam. Med. Fich. = 32 KB =  $2^{15}$  B  
Tam. Nodo-i = 64 B =  $2^6$  B  
11 ptrs directos más tres niveles de indirección.

### a) Tamaño (en bloques) del bitmap de bloques.

Necesitamos un bit por bloque, luego:

$$2^{38} \text{ B/disco} / 2^{12} \text{ B/bloque} = 2^{26} \text{ bloques/disco}$$
$$2^{26} \text{ bits} / 2^{(12+3)} \text{ bits/bloque} = 2^{11} \text{ bloques}$$

### b) Tamaño (en bloques) del bitmap de nodos-i.

Necesitamos un nodo-i por fichero, y tenemos el tamaño medio de fichero, luego:

$$2^{38} \text{ B/disco} / 2^{15} \text{ B/fichero} = 2^{23} \text{ ficheros/disco}$$
$$2^{23} \text{ bits} / 2^{(12+3)} \text{ bits/bloque} = 2^8 \text{ bloques}$$

### c) Tamaño (en bloques) del vector de nodos-i.

$$2^{23} \text{ nodos-i} * 2^6 \text{ B/nodo-i} / 2^{12} \text{ B/bloque} = 2^{17} \text{ bloques}$$

### d) Tamaño (en bloques) de una FAT32 para este disco.

La FAT32 es una estructura (un vector) que permite implementar una lista simplemente encadenada de los clusters asignados a un fichero dado el primero de los clusters asignados. Necesitamos una entrada por cluster del disco y cada entrada es de 32 bits, luego:

$$2^{26} \text{ clusters} * 2^2 \text{ B/cluster} / 2^{12} \text{ B/bloque} = 2^{16} \text{ bloques}$$

### e) Factor que limita el tamaño del mayor fichero posible.

UFS:

Caben dos posibles factores:

- la capacidad de direccionamiento del nodo-i.
- el capacidad final de almacenamiento de bloques del sistema de ficheros.

La capacidad de direccionamiento del nodo-i depende del número de punteros a bloque que quepan en un bloque:

$$\text{Punteros para enumerar } 2^{26} \text{ bloques, luego: punteros de } 32 \text{ bits} = 2^2 \text{ B}$$
$$2^2 \text{ B/puntero} / 2^{12} \text{ B/bloque} = 2^{10} \text{ punteros/bloque}$$

La capacidad de direccionamiento (en bloques) del nodo-i descrito es:

$$11 + 2^{10} + 2^{20} + 2^{30} \text{ bloques}$$

Claramente supera la capacidad final de almacenamiento de bloques del sistema de ficheros dado que la capacidad bruta del disco es de  $2^{26}$  bloques y la neta será siempre inferior.

Luego, el factor limitante, en este caso, es la capacidad neta de almacenamiento de bloques del sistema de ficheros.

FAT:

En este caso, dada la naturaleza y estructura de la FAT, la capacidad de direccionamiento y la capacidad de almacenamiento, coinciden.

Luego, como en el caso anterior, el factor limitante es la capacidad neta de almacenamiento de bloques del sistema de ficheros.

**f) Factor que limita el número máximo de ficheros posible.**

UFS:

Siempre, el número previsto de nodos-i debe ser menor o igual al número de bloques disponibles. Y número de máximo de fichero y número de nodos-i son básicamente la misma cosa.

Luego el factor limitante es el número de nodos-i previsto ( $2^{23}$ ).

FAT:

La estructura equivalente (en cierto modo) al nodo-i es la entrada de directorio, y de estas puede haber cualquier número, mientras quede espacio libre.

Luego, como en el apartado anterior, el factor limitante es la capacidad neta de almacenamiento de bloques del sistema de ficheros.

**g) Número de accesos a cache de bloques para leer un fichero de 128 GB.**

$$2^{37} \text{ B/fichero} / 2^{12} \text{ B/bloques} = 2^{25} \text{ bloques/fichero}$$

UFS:

Para direccional  $2^{25}$  bloque necesitamos usar hasta el tercer nivel de indirección del nodo-i, como puede verse:

Número de accesos:

1 * 11	directos a bloque de datos (BD)
2 * $2^{10}$	a través del puntero indirecto simple
3 * $2^{20}$	a través del puntero indirecto doble
4 * ( $2^{25} - 2^{20} - 2^{10} - 11$ )	a través del puntero indirecto triple

Suma:

$$2^{27} - 2^{20} - 2^{11} - 2^5 - 2^0 \quad \text{accesos.}$$

FAT:

Como se indicó anteriormente, la FAT es el soporte para implementar una lista simplemente encadenada de los clusters asignados a un fichero. Dada la descripción del fichero, se entiende que habrá ocupado en orden los primeros  $2^{25}$  clusters consecutivos disponibles del disco.

No sólo se está realizando una lectura secuencial de los bloques del fichero, sino que para cada bloque X del fichero se han de acceder de manera secuencial X-1 entradas de la FAT.

Número de accesos:

0 + 1	Primer cluster de n° indicado en la entrada del directorio.
1 + 1	Segundo bloque previo 1 acceso a la FAT.
2 + 1	Tercer bloque previo 2 accesos a la FAT.
...	...
$2^{25} - 1 + 1$	Último bloque previo $2^{25}-1$ accesos a la FAT.

Suma:

$$(2^{25} + 1) * 2^{25} / 2 = 2^{49} + 2^{24} \text{ accesos.}$$

### h) Número de aciertos entre los anteriores accesos.

Es mucho más cómodo calcular los fallos, dado que sabemos cuantos bloques distintos van a accederse. El primer acceso será fallo y el resto aciertos.

$$\text{Aciertos} = \text{Accesos} - \text{Fallos}$$

Número de fallos ([ ] indica redondeo por exceso):

$$\begin{aligned} 2^{25} & \text{ Bloques de datos} \\ [(2^{25} - 11) / 2^{10}] & \text{ Bloques con punteros directos.} \\ & = 2^{15} \text{ con 11 entradas libres en el último} \\ [(2^{15} - 2^{10}) / 2^{10}] & \text{ Bloques con punteros simple indirecto.} \\ & = 2^5 \text{ menos 1} \\ [(2^5 - 2^{10}) / 2^{10}] & \text{ Bloques con punteros doble indirecto.} \\ & = 1 \text{ único, con sólo } 2^5 \text{ entradas en uso} \end{aligned}$$

Suma:

$$2^{25} + 2^{15} + 2^5 - 1 + 1 = 2^{25} + 2^{15} + 2^5 \text{ fallos}$$

FAT:

Número de fallos:

$$\begin{aligned} 2^{25} & \text{ Bloques de datos} \\ 2^{25} / 2^{10} & \text{ Bloques de FAT} \\ & = 2^{15} \end{aligned}$$

Suma:

$$2^{25} + 2^{15} \text{ fallos}$$

### i) Número medio de accesos reales por acceso aleatorio.

Dado que se trata de medir un único acceso aleatorio, partiendo de la cache vacía, todos los bloques accedidos por primera vez serán fallos (accesos reales a disco).

UFS:

Dada la naturaleza del direccionamiento del nodo-i, para acceder a un bloque concreto sólo se utiliza una vez cada bloque de indirección, luego podemos hacer directamente una media.

$$\begin{aligned} \text{accesos/fichero} / \text{bloques/fichero} & = \text{accesos/bloque (de media)} \\ & = (2^{27} - 2^{20} - 2^{11} - 2^5 - 2^0) / 2^{25} \\ & = 2^2 - 1/2^5 - 1/2^{14} - 1/2^{20} - 1/2^{25} \text{ accesos reales de media} \end{aligned}$$

FAT:

El caso de la FAT es distinto, dado que los bloques de la FAT serán accedidos repetidas veces para el acceso a un único bloque dado.

Lo cómodo es repetir los cálculos de número de accesos reales necesarios para, luego, promediar:

Número de accesos reales:

$$\begin{aligned} 1 + 2^{10} & \text{ Primer bloque de FAT y bloques de datos apuntados.} \\ 2 + 2^{10} & \text{ Primer y segundo bloque de FAT y bloques apuntados.} \\ \dots & \dots \\ 2^{15} + 2^{10} & \text{ Toda la FAT y bloques apuntados por el último.} \end{aligned}$$

Suma:

$$\begin{aligned} 2^{10} * (2^{15} + 1) * 2^{15} / 2 & = 2^{39} + 2^{24} \text{ accesos reales.} \\ \text{accesos\_reales/fichero} / \text{bloques/fichero} & = \text{accesos/bloque (de media)} \\ & = (2^{39} + 2^{24}) / 2^{25} \\ & = 2^{14} + 1/2 \text{ accesos reales de media} \end{aligned}$$