

Capítulo 13: Discos duros

Estos discos han sido la manera principal de guardar datos en ordenadores por décadas. Es importante saber los detalles de las operaciones de los discos antes de construir el software de sistema de archivos que lo gestiona

- La interfaz

La interfaz básica de los discos modernos es sencilla. El disco consiste en un gran número de sectores, cada uno de ellos puede ser leído o escrito. Estos sectores están numerados desde el 0 al $n-1$ siendo n el número de sectores. Podemos tomar el disco como un array de sectores, por tanto 0 a $n-1$ será el espacio de direcciones del disco

Es posible realizar operaciones en varios sectores, aunque cuando estamos actualizando el disco, la única garantía que hacen los fabricantes son escrituras de 512 bytes atómicas, es decir, se completarán en su totalidad o no lo harán. Por tanto, si se produce una pérdida de energía inesperada solo una parte de la escritura se completará (escritura rota)

Se suele asumir que acceder a bloques contiguos es lo más rápido que cualquier otro patrón de acceso aleatorio

- Geometría básica

Empezamos entendiendo alguno de los componentes en un disco moderno. Empezamos con el plato, una superficie dura circular en la que los datos son guardados induciendo cambios magnéticos sobre él. Un disco suele tener uno o más platos, cada plato con 2 caras. Estos platos están hechos de un material duro y recubierto con una capa magnética que permite guardar los bits incluso cuando está apagado

Los platos están unidos mediante un eje que está conectado al motor que hace girar los discos. La velocidad de rotación se mide en rotaciones por minuto (RPM) y normalmente los valores están entre 7200 y 15000

Los datos se codifican en cada superficie en sectores de círculos concéntricos, éstos círculos son los conocidos como pistas. Una única superficie puede contener cientos de pistas de la anchura de un pelo

Para escribir y leer en cada superficie necesitaremos un mecanismo que nos permita sentir los patrones magnéticos en el disco e inducir cambios en él. Este proceso de lectura y escritura se lleva a cabo gracias a la cabeza del disco. Hay una por cada superficie y está unida al disco mediante un brazo que se mueve por la superficie poniendo la cabeza sobre la pista deseada

- Un simple disco duro

Latencia de vía única: el retraso de rotación

Para entender cómo una solicitud se procesa, imaginemos que queremos leer el bloque 0. En un disco duro simple no se tiene que hacer mucho. Solo tenemos que esperar a que el sector deseado esté bajo la cabeza del disco. Esta espera se produce con frecuencia en los discos modernos y es una parte importante del tiempo del servicio I/O llamado delay de rotación

Múltiples pistas: tiempo de búsqueda

Los discos modernos tienen millones de pistas, lo que hace que el tiempo aumente. El disco tiene que mover primero el brazo hacia la pista correcta en un proceso llamado búsqueda. La búsqueda junto con la rotación, son las operaciones más costosas en las operaciones de los discos

La búsqueda se divide en varias fases. La primera es la fase de aceleración en la que el brazo empieza a moverse. La segunda es la fase de avance en la que el brazo se mueve en su velocidad máxima. La tercera fase es la de deceleración en la que el brazo se frena. Por último, la cuarta fase es la de asentamiento en la que la cabeza es minuciosamente colocada sobre la pista correcta. El tiempo de búsqueda suele ser significativo ya que el disco tiene que estar seguro de haber encontrado la pista correcta

Durante la búsqueda el brazo se ha movido hacia la pista correspondiente, pero el plato ha rotado. Cuando el sector deseado pase por debajo de la cabeza la fase final de la I/O empezará, conocida como transferencia donde los datos son leídos de la superficie

Más detalles

Aunque no empleemos mucho tiempo en ello, hay detalles interesantes sobre cómo los discos funcionan. Muchos dispositivos usan algo llamado pistas sesgadas para asegurarse que la lectura se realiza correctamente, aunque se cambie de pista

Los sectores a veces son cortados así porque cuando se cambia de una pista a otra el disco necesita tiempo para reposicionar la cabeza. Con esto, la cabeza se moverá a la siguiente pista, pero el siguiente bloque que queremos se encontrará ya bajo la cabeza, con esto ganamos el tiempo de una rotación entera

Otra realidad es que las pistas exteriores tienden a tener más sectores que las internas, es lógico. Estas pistas a menudo se denominan unidades de disco multizona, donde el disco es organizado en varias zonas, siendo una zona una serie de sectores consecutivos en una pista. Cada zona tiene el mismo número de sectores, pero las zonas exteriores tienen más sectores que las interiores

Por último, una parte muy importante en un disco moderno es la caché, a veces llamada pista de búfer. Esta caché es una pequeña cantidad de memoria con la que el disco puede usar para guardar datos leídos o escritos en el disco

- Tiempo de I/O

Podemos calcular el tiempo de I/O mediante la suma de tres componentes:

$$T_{I/O} = T_{busqueda} + T_{rotación} + T_{transferencia}$$

También podemos saber el ratio de I/O que es usado para comparación entre discos mediante:

$$R_{I/O} = \frac{Tamaño_{transferencia}}{T_{I/O}}$$

- Planificación del disco

A causa del gran costo de I/O, el S.O. ha tenido un rol importante a la hora de decidir el orden de I/O emitidas al disco. Siendo específicos, dadas una serie de solicitudes I/O, el planificador del disco las examina y decide cuál realizar

Este planificador seguirá el principio de SJF, trabajo más corto primero, a la hora de decidir.

SSTF: el tiempo de búsqueda más corto primero

En las primeras planificaciones en discos, se usaba la planificación del tiempo de búsqueda más corto primero. Éste ordena la cola de solicitudes I/O por piscas, eligiendo las solicitudes que necesiten las pistas más cercanas

Por desgracia, el S.O. no ve el disco duro como círculos, lo ve como un array, por tanto, esto da problemas. En vez de esto, el S.O busca según el bloque más cercano primero

Ascensor (SCAN o C-SCAN)

El algoritmo originalmente llamado SCAN simplemente se mueve hacia adelante y hacia atrás a través de las solicitudes de servicio de disco en orden a través de las pistas. SCAN tiene varias variantes, como F-SCAN o C-SCAN

C-SCAN en vez de hacer una pasada por el disco en ambas direcciones, el algoritmo solo va de pistas exteriores a interiores y entonces resetea la cabeza hacia la pista exterior para repetir el proceso

Por esto, este algoritmo a veces es conocido como el ascensor. Aun así, SCAN no es el mejor método ya que ignora la rotación

SPTF: el tiempo de posicionamiento más corto primero

Es la solución al problema visto anteriormente. Existe dependencia sobre el tiempo relativo entre la búsqueda y la rotación. En los discos modernos, tanto la búsqueda como la rotación tienen tiempos equivalentes por lo que la decisión dependerá de cada petición

Otras cuestiones de planificación

En sistemas antiguos, la planificación de disco la realizaba el S.O. pero ahora todos los detalles relevantes se encuentran en el controlador del disco. El S.O. escoge ciertas peticiones que considera las mejores y después, en el disco, se aplica el SPTF para deducir el orden interno

Otro aspecto relevante es la fusión de I/O ya que junta peticiones de bloques contiguos o cercanos en una sola