1

Fundamentos de Organización de Datos

Clase 7

2

Agenda

Hashing	• Definición • Tipos • Propiedades
Propiedades	• Función de hash • Densidad / tamaño nodo • Tratamiento del overflow
Dispersión	• Estática • Dinámica

3

Hashing (Dispersión) → Introducción

Necesitamos un mecanismo de acceso a registros con una lectura solamente

- Secuencial : N/2 accesos promedio
- Ordenado (búsqueda binaria) : Log_2 N
- Árboles : 3 o 4 accesos

Clave Primarias → características

- No se repiten
- El resto de las claves actúan a través de ella
- Cuando se aprenda a modelar, tendrán más características que las hacen especiales

4

Hashing (Dispersión) → Definición

Técnica para generar una dirección base única para una clave dada. La dispersión se usa cuando se requiere acceso rápido a una clave

Técnica que convierte la clave del registro en un número aleatorio, el que sirve después para determinar donde se almacena el registro.

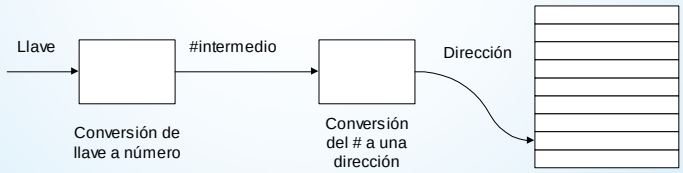
Técnica de almacenamiento y recuperación que usa una función de hash para mapear registros en direcciones de memoria secundaria.

5

Hashing (Dispersión) → Definición

Atributos del hash

- No requiere almacenamiento adicional (índice)
- Facilita inserción y eliminación rápida de registros
- Encuentra registros con muy pocos accesos al disco en promedio



6

Hashing (Dispersión) → Defincón

Costo

- No podemos usar registros de longitud variable
- No puede haber orden físico de datos
- No permite claves duplicadas

Para determinar la dirección

- La clave se convierte en un número casi aleatorio
- # se convierte en una dirección de memoria
- El registro de datos completo se guarda en esa dirección
- Si la dirección está ocupada ⟹ colisión y overflow(tratamiento especial)

7

Hashing (Dispersión) → Parámetros

EFICIENCIA

- Función de hash
- Tamaño de los nodos
- Densidad de empaquetamiento
- Método de tratamiento de desbordes

8

Hashing (Dispersión) → Parámetros

1. Función de hash

- Caja negra que a partir de una clave se obtiene la dirección donde debe estar el registro.
- Diferencias con índices
  - Dispersión no hay relación aparente entre clave y dirección
  - Dos claves distintas pueden transformarse en iguales direcciones (claves sinónimos)

9

Hashing (Dispersión) → parámetros

Colisión:

- Situación en la que un registro es asignado a una dirección que está utilizada por otro registro.

Overflow

- Situación en la que un registro es asignado a una dirección en la cual no queda espacio para alojarlo.

Soluciones

- Algoritmos de dispersión sin colisiones o que estas colisiones nunca produzcan overflow →(perfectos) (imposibles de conseguir).
- Almacenar los registros de alguna otra forma, esparcir.

Hashing (Dispersión) → Parámetros

10

Soluciones para las colisiones

- Esparcir registros: buscar métodos que distribuyan los registros de la forma más aleatoria posible
- Usar memoria adicional: distribuir pocos registros en muchas direcciones:
  - Disminuye el colisiones y por ende disminuye el overflow
  - Desperdicia espacio
- Colocar más de un registro por dirección: direcciones con N claves → mejoras notables
  - Ej: archivo con registro físicos de 512 bytes y el registro a almacenar es de 80 bytes ➔ se puede almacenar hasta 6 registros por cada dirección de archivo.
    - Cada dirección tolera hasta 5 sinónimos
    - Las direcciones que pueden almacenar varios registros en esta forma ➔ **nodos/cubetas/compartimentos**

11

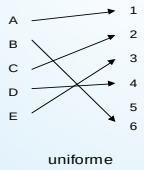
Hashing (Dispersión) → Parámetros

Algoritmos simples de dispersión

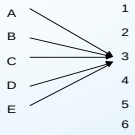
- Condiciones
  - Repartir registros en forma uniforme
  - Aleatoria (las claves son independientes, no influyen una sobre la otra)

Tres pasos

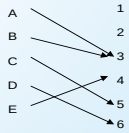
- Representar la llave en forma numérica (en caso que no lo sea)
- Aplicar la función
- Relacionar el número resultante con el espacio disponible



uniforme



peor



aceptable

12

Hashing (Dispersión) → Parámetros

- **Ejemplo de Funciones de dispersión**
  - **Centros cuadrados:** la llave se multiplica por si misma y tomando los dígitos centrales al cuadrado, posteriormente se ajusta al espacio disponible
  - **División:** la clave se divide por un # aproximadamente igual al # de direcciones (número primo pues tiende a distribuir residuos en forma más eficiente)
  - **Desplazamiento:** los dígitos externos de ambos extremos se corren hacia adentro, se suman y se ajusta al espacio disponible

13

Hashing (Dispersión) → Parámetros

2. Tamaño de los nodos/cubetas/compartimentos

- Puede almacenar más de un registro
- A mayor tamaño
  - Menor colisión
  - Mayor fragmentación
  - Búsqueda más lenta dentro de la cubeta (este concepto realmente afecta al problema?)

14

Hashing (Dispersión) → Parámetros

3. Densidad de empaquetamiento

- Proporción de espacio del archivo asignado que en realidad almacena registros
- DE = $\frac{\text{número de registros del archivo}}{\text{capacidad total del archivo}}$
- Densidad de empaquetamiento menor
  - Menos overflow
  - Más desperdicio de espacio

15

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Estimación del overflow → sabiendo que

- N # de cubetas,
- C capacidad de nodo,
- R # reg. Del archivo
- DE = $\frac{R}{C \times N}$
- Probabilidad que una cubeta reciba I registros (distribución de Poisson)

$$P(I) = \frac{R!}{I!*(R-I)!} * (\frac{1}{N})^I * (1-\frac{1}{N})^{R-I}$$

16

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Por que? Cuál es la justificación de la fórmula anterior?

- Supongamos que
  - A: no utilizar un cubeta particular
  - B: utilizar una cubeta en particular
- P(B) = 1/N P(A) = 1 – P(B) = 1 – 1/N
- Si tenemos dos llaves?
  - P(BB) = P(B) * P(B) = $(1/N)^2$ (porque se puede asegurar esto?)
  - P(BA) = P(B) * P(A) = (1/N) * (1 – 1/N)
  - P(AA) = P(A) * P(A) = $(1 – 1/N)^2$

17

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Si la secuencia fuera de tres claves

- P(BBB) o P(BBA) o P(BAB)
- Cuantas combinaciones? →8

En general → si fueran R claves

- P(A…AB…B) siendo la suma de A y B igual a R
- Que nos interesa → que I registros vayan a un nodo

18

Hashing (Dispersión) → Parámetros

$$P(I) = \frac{R!}{I!*(R-I)!} * (\frac{1}{N})^I * (1-\frac{1}{N})^{R-I}$$

En general la secuencia de K llaves, que I caigan en un nodo es la probabilidad

$$(1/N)^I * (1-1/N)^{R-I}$$

Cuantas formas de combinar esta probabilidad hay (R tomadas de a I combinaciones)

$$\frac{R!}{I!*(R-I)!}$$

Función de Poisson: (probabilidad que un nodo tenga I elementos) R,N,I con la definición ya vista

$$P(I) = \frac{(R/N)^I * e^{-(R/N)}}{I!}$$

19

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Análisis numérico de Hashing

- En general si hay n direcciones, entonces el # esperado de direcciones con l registros asignados es N*P(l).
- Las colisiones aumentan con al archivo más "lleno"
  - Ej: N = 10000 K = 10000 DE = 1 100%

P(0)= 0.3679			3679	
P(1)= 0.3679	*	10000	3679	qué significa?
P(2)= 0.1839			1839	
P(3)= 0.0613			613	

overflow = 1839 + 2*613 = 3065 (alto)

Hashing (Dispersión) → Parámetros

20

Ahora supongamos que el problema es

- K = 500 N= 1000 DE = 50%

P(0) = 0.607		607
P(1) = 0.303	* 1000	303

saturación = N * [1 * P(2) + 2 * 1P(3) + 3 * P(4) + 4 * P(5)] = **107**

- **Saturación menor**

densidad	overflow
10%	4.8%
50%	**21.4%**
100%	36.8%

- **si la DE es del 50% y cada dirección puede almacenar sólo un registro, puede esperarse que aprox. el 21% de los registros serán almacenados en algún lugar que no sea sus direcciones base**
- **los números bajos de overflow (baja densidad) → muchas cubetas libres**

21

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Que pasa si mantenemos la DE pero cambiamos ciertos valores

- EJ:

$K = 750$, $N = 1000$, $C = 1$ → $DE = 75\%$, $K / N = 0.75$

$K = 750$, $N = 500$, $C = 2$ → $DE = 75\%$, $K / N = 1{,}5$

deben influir en la función de Poisson

saturación c = 1 → 222 cubetas
c = 2 → 140 cubetas

- Cual es el tamaño de la cubeta?

Hashing (Dispersión) → Parámetros

DE	1	2	5	10	100
10%	4.8	0.6	0.0	0.0	0.0
20%	9.4	2.2	0.1	0.0	0.0
30%	13.6	4.5	0.4	0.0	0.0
40%	17.6	7.3	1.1	0.1	0.0
50%	21.3	10.4	2.5	0.4	0.0
60%	24.8	13.7	4.5	1.3	0.0
70%	28.1	17.0	7.1	2.9	0.0
75%	*29.6*	*18.7*	*8.6*	*4.0*	*0.0*
80%	31.2	20.4	10.3	5.3	0.1
90%	34.1	23.8	13.8	8.9	0.8
100%	36.8	27.1	17.6	12.5	4.0

23

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Tratamiento de Colisiones con Overflow

- Hemos visto que el % de overflow se reduce, pero el problema se mantiene dado que no llegamos a 0%

Algunos métodos

- Saturación progresiva
- Saturación progresiva encadenada
- Doble dispersión
- Área de desborde separado

24

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Saturación progresiva:

- Cuando se completa el nodo, se busca el próximo hasta encontrar uno libre.
- Búsqueda?
- Eliminación, no debe obstaculizar las búsquedas

25

Hashing (Dispersión) → Parámetros

saturación progresiva encadenada

- similar a saturación progresiva, pero los reg. de saturación se encadenan y "no ocupan" necesariamente posiciones contiguas
- Ejemplo

26

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Dispersión doble:

- saturación tiende a agrupar en zonas contiguas, búsquedas largas cuando la densidad tiende a uno
- Solución almacenar los registros de overflow en zonas no relacionadas.
- esquema con el cual se resuelven overflows aplicando una segunda función a la llave para producir un N° C, el cual se suma a la dirección original tantas veces como sea necesario hasta encontrar una dirección con espacio.

27

Hashing (Dispersión) → Parámetros

Encadenamiento en áreas separadas:

- No utiliza nodos de direcciones para los overflow, estos van a nodos especiales
- Ejemplo:
- Se mejora el tratamiento de inserciones o eliminaciones. Empeora el TAP.
- Ubicación del desborde
  - A intervalos regulares entre direcciones asignadas
  - Cilindros de desborde

28

Hashing (Dispersión)

Hash con espacio de direccionamiento estático

- Necesita un número de direcciones fijas, virtualmente imposible
- Cuando el archivo se llena
  - Saturación excesiva
  - Redispersar, nueva función, muchos cambios

Solución → espacio de direccionamiento dinámico

- Reorganizar tablas sin mover muchos registros
- Técnicas que asumen bloques físicos, pueden utilizarse o liberarse.

29

Hashing (Dispersión) → espacio dinámico

Varias posibilidades

- Hash virtual
- Hash dinámico
- Hash Extensible

Hash Extensible

- Adapta el resultado de la función de hash de acuerdo al número de registros que tenga el archivo, y de las cubetas necesitadas para su almacenamiento.
- Función: Genera secuencia de bits (normalmente 32)

30

Hashing (Dispersión) → espacio dinámico

Como trabaja

- Se utilizan solo los bits necesarios de acuerdo a cada instancia del archivo.
- Los bits tomados forman la dirección del nodo que se utilizará
- Si se intenta insertar a una cubeta llena deben reubicarse todos los registros allí contenidos entre el nodo viejo y el nuevo, para ello se toma un bit más.
- La tabla tendrá tantas entradas (direcciones de nodos) como 2^i, siendo i el número de bits actuales para el sistema.

31

Hashing (Dispersión) → espacio dinámico (ejemplo

Clave	Secuencia de bits
Alfa	.... 0011 0011
Beta	.... 0110 0101
Gamma	.... 1001 1010
Epsilon	.... 0111 1100
Delta	.... 1100 0001
Tita	.... 0001 0110
Omega	.... 1111 1111
Pi	.... 0000 0000
Tau	.... 0011 1011
Lambda	.... 0100 1000
Sigma	.... 0010 1110

32

Elección de organización

Archivos

- Acomodar datos para satisfacer rápidamente requerimientos
- Accesos: resumen

Organización	Acc.un reg. CP	Todos reg. CP
Ninguna	Lento	Lento
Secuencial	Lento	Rápido
Index sec.	Buena	Rápida
Hash	Rápido	lento

Elección de organización

Elección de organización

- Captar los requerimientos de usuario
- Que examinar
  - Características del archivo
    - Número de registros, tamaño de registros
  - Requerimientos de usuario
    - Tipos de operaciones, número de accesos a archivos
    - Características del hard
      - Tamaño de sectores, bloques, pistas, cilíndros, etc.
    - Parámetros
    - Tiempo (necesario para desarrollar y mantener el soft, para procesar archivos)
    - Uso promedio (# reg. Usados/ #registros)