

- DICTIONARY, DYNAMIC SET CASE SUPPORT

- INSERT

- DELETE

- SEARCH

- ASSUMPTION "UNIQUE KEYS"

- APPLICATION

- WORD PROCESSORS (WORD COUNT, DOC DISTANCE)

- DICTIONARY

- SPELLING CORRECTION

- USERNAMES  $\rightarrow$  OBJECT

- COMPILERS & INTERPRETERS

- ROUTER IP - LINK

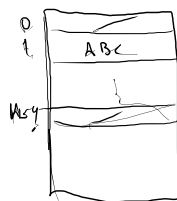
- VIRTUALIZATION: INDIRETTO VIRTUALS  $\rightarrow$  FISICO

- CRYPTOGRAPHY

- DIRECT ACCESS TABLE

1. KEY deve essere INTERIORE

2. UNIVERSO delle chiavi troppo grande



1. PRE-HASHING

• se  $x=y \Rightarrow h(x)=h(y)$

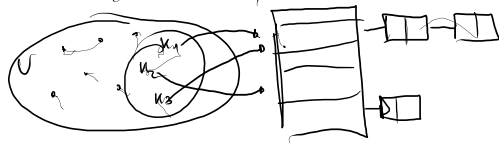
$h(x)=h(y) \nRightarrow x=y$

$hash('40B') = 64 = h('400C')$

- INVARIANTE NELLA STESSA ESecuzione

2. RISPONDE UNIVERSO CHIAVI  $U$  ed  $m$

$h: U \rightarrow \{0, 1, \dots, m-1\}$   $|U| \gg m$



COLISIONE se  $h(u_i) = h(u_j)$   $i \neq j$

- CHAINING

SIMPLE UNIFORM HASHING (SUH)

- OGNI CHIAVE HA LA STESSA PROBABILITA'

DI ESSERE MAPPATA IN UNA QUALSIASI DELLE

$m$  POSIZIONI, INDIPENDENTEMENTE MENTE

DALLA POSIZIONE DELLE ALTRE

$m = \#$  KEY NELLA TABELLA

$m = \#$  SLOT

$\alpha = \frac{m}{m} =$  LOAD FACTOR

TEMPO PER CERCARE UN ELEMENTO  
ATTIVO

$$E[\Theta(1+\alpha)]$$

- RICERCA NON HA SUCCESSO

$$n = m_0 + m_1 + m_2 + \dots + m_{m-1}$$

$$E[m_j] = \frac{m}{m} = \alpha$$

- Devo scorrere tutte le liste  $\Rightarrow O(\alpha)$   
 $\Theta(1+\alpha)$

LO TEMPO PER CALCOLARE L'HASH

- RICERCA CON SUCCESSO (cerco x)

• medio del # di elementi inseriti prima  
di x

$$X_{i,j} = 1 \text{ se } h(K_i) = h(K_j)$$

$$E[X_{i,j}] = P_r(h(K_i) = h(K_j)) = \frac{1}{m}$$

$$E\left[\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(1 + \sum_{j=i+1}^m X_{i,j}\right)\right]$$

$$\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(1 + \sum_{j=i+1}^m E[X_{i,j}]\right)$$

$$\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(1 + \sum_{j=i+1}^m \frac{1}{m}\right)$$

$$1 + \frac{1}{mm} \sum_{i=1}^m (m-i) = 1 + \frac{1}{mm} \left(m^2 - \frac{m(m+1)}{2}\right)$$

$$= 1 + \frac{m-1}{2m} = 1 + \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2m}$$

$$= \Theta(1+\alpha)$$

$$\text{se } m \geq \frac{2}{\alpha} \Rightarrow m = \Theta\left(\frac{1}{\alpha}\right)$$

PROGETTAZIONE DI HASH  
FUNCTIONS

- DISTRIBUZIONE CHIAVI NON UGUALI

→ MINIMIZZARE REGULARITÀ

- ESEMP: NOTTE DI VARIABILI

$$h('PES') \neq h('PES')$$

$$h(n) \equiv K \bmod m$$

• m potenza di 2 (es: m = 4)

10 mod 4 = 2	10 mod 5 = 0
20 mod 4 = 0	20 mod 5 = 0
30 mod 4 = 2	30 mod 5 = 0
40 mod 4 = 0	40 mod 5 = 0

?

$$m = 2^p - 1 \quad 'PE' \quad 'P' \text{ in ASCII} = 112$$

$$'E' = 112 \cdot 128 + 116 = 146$$

$$m \approx 127 \quad K \bmod m$$

$$m = 127$$

$$p^1 = 112 \cdot 128 + 116$$

$$h(k) \leq k \bmod m$$

$$112(127+1) + 116 \ \% \ 127$$

$$\underline{112 + 116}$$

$$p^1 = 116 \cdot 128 + 112$$

$$116(127+1) + 112 \ \% \ 127$$

$$\underline{116 + 112}$$