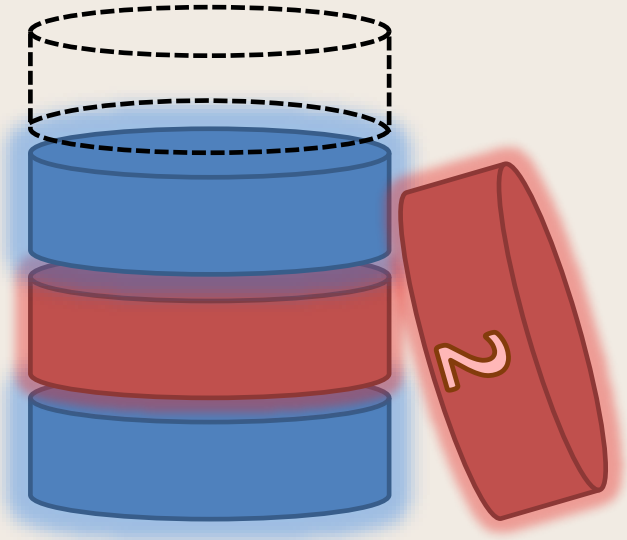
Evaluarea Operatorilor Relaționali 2



Condiții Join generale

- Egalități cu mai multe câmpuri (ex., *R.sid*=*S.sid* AND *R.rname*=*S.sname*):
  - Pentru *Index NL*, putem construi un index compus <*sid, sname*> (dacă S e tabela internă); sau se pot utiliza doi indecşi pe *sid* sau *sname*.
  - Pentru *Sort-Merge* şi *Hash Join*, ordonarea/partiția se realizează pe combinația ambelor câmpuri.

Condiții Join generale

- Inegalități
  (ex., *R.rname* < *S.sname*):
  - Pentru *Index NL*, e necesar un B-arbore (clusterizat!).
    - numărul de "potriviri" este de obicei mult mai mare decât în cazul egalităților.
  - *Hash Join*, *Sort Merge Join* nu sunt aplicabile.
  - *Block NL* este cea mai potrivită metodă în acest caz.

Statistici şi cataloage

- ***Catalogul*** unei baze de date conține cel puțin următoarele informații despre tabele şi indecşi:
  - numărul de înregistrări (NTuples) şi numărul de pagini (NPages) ale fiecărei tabele.
  - numărul de valori distincte ale cheilor de indexare (NKeys) şi numărul de pagini (Npages) pentru fiecare index.
  - Înălțimea şi valorile minime şi maxime ale cheilor (Height /Low/High) pentru fiecare index cu structură de arbore.

Statistici şi cataloage

- Cataloagele se actualizează periodic
  - Actualizarea la fiecare modificare e foarte costisitoare; dar fiind vorba (oricum) de aproximare acest lucru nu reprezintă un dezavantj considerabil.

- Uneori se stochează informații mai detaliate (ex. histograme ale valorilor unui câmp)

Estimarea dimensiunii şi factorii de reducţie

- Fie interogarea:

```
SELECT  attribute list
FROM  relation list
WHERE  term1 AND ... AND termk
```

- Numărul maxim de înregistrări din rezultat este produsul cardinalităților relațiilor din clauza FROM
- *Factorul de reducţie (FR)* asociat fiecărui *term* reflectă impactul lui *term* în reducerea dimensiunii rezultatului. *Cardinalitatea rezultatului* = Nr maxim de înreg.* produsul tuturor FR.
  - Presupunem implicit că *termenii* sunt independenți!
  - *col=val* are FR: *1/NKeys(I),* pentru indexul I pe *col*
  - $col_1=col_2$ are FR: $1/MAX(NKeys(I_1), NKeys(I_2))$
  - *col>val* are FR: *(High(I) - val)/(High(I) - Low(I))*

Selecție simplă

```
SELECT  *
FROM    Students S
WHERE   S.sname < 'C%'
```

- Are forma $\sigma_{R.câmp\ OP\ val}$ (S)
- Dimensiunea rezultatului aproximată de *dimensiunea lui S * factor de reducție*.
- Fără index, nesortat: trebuie scanată întreaga tabelă; costul este N (număr de pagini în S)
- Fără index, sortat : căutare binară pt. localizarea primei înregistrări ce satisface condiția cost=Log_2N
- Cu un index pentru atributul de selecție: Foloseşte indexul pentru determinarea înregistrărilor din rezultat, apoi returnează înregistrările corespunzătoare.

Utilizarea unui index pentru selecții

- Costul depinde de numărul de înregistrări returnate şi de clusterizare.
  - Costul găsirii înregistrărilor (de obicei mic) plus costul returnării înregistrărilor (poate fi mare fără clusterizare).
  - În exemplu, presupunând distribuirea uniformă a numelor, aprox. 10% dintre înregistrări este returnat (50 pagini, 4000 înregistrări). Cu un index clusterizat, costul e mai mic de 50 I/Os; dacă e neclusterizat, costul e până la 4000 I/Os!

Utilizarea unui index pentru selecții

- *Rafinare importantă a indecşilor ne-clusterizați*:
  1. Găsirea înregistrărilor.
  2. Sortarea acestora după rid (adresa/identificatorul fizic al înregistrărilor).
  3. Se citesc *rid* în ordine. Se asigură că fiecare pagină de date este adusă în memoria internă o singură dată.

Condiții de selecție generale

(day<8/9/94 AND grade=10) OR cid=5 OR sid=3

- Fiecare condiție de selecție este prima dată convertită la *forma normală conjunctivă* (CNF):

  (day<8/9/94 OR cid=5 OR sid=3) AND

  (grade=10 OR cid=5 OR sid=3)

- Vom discuta doar cazul fără OR-uri.

- Un index se *potriveşte* unei (conjuncții de) termeni dacă implică doar câmpuri dintr-un *prefix* al cheii de căutare.
  - Un index pe *<a, b, c>* se potriveşte cu *a=5 AND b= 3*, dar nu şi *b=3*.

Abordări ale selecțiilor generale

1. Găsirea *celei mai selective căi de acces*, returnarea înregistrărilor folosind această cale şi aplicarea tuturor termenilor ce nu au fost acoperiți de index:

- *Cea mai selectivă cale de acces:* parcurgerea unui index sau a unei tabele ce necesită cele mai puține citiri/salvări de pagini de memorie.
- Termenii care sunt acoperiți de index reduc numărul de înregistrări *returnate;* ceilalți termeni sunt folosiți pentru a invalida anumit înregistrări, dar nu afectează numărul de înregistrări/pagini citite.
- Exemplu *day<8/9/94 AND cid=5 AND sid=3*. Se poate utiliza un index B-arbore pe *day;* apoi, *cid=5* şi *sid=3* trebuie verificate pentru fiecare înregistrare *returnată*. Similar, poate fi folosit un index pe <*cid, sid*>; trebuie apoi verificat *day<8/9/94*.

Abordări ale selecțiilor generale

2. (dacă sunt 2 sau mai mulți indecşi):
   - Se obține lista de *rid* ale înregistrărilor folosind fiecare index.
   - Se *intersectează* listele de *rid*
   - Pe înregistrările obținute se aplică toți termenii rămaşi.
   - Fie *day<8/9/94 AND cid=5 AND sid=3*. Dacă e definit un index B arbore pe *day* şi un alt index pe *sid*, se pot obține codurile rid ale înregistrărilor ce satisfac *day<8/9/94* folosind primul index, şi codurile rid ale înregistrărilor ce satisfac *sid=3* folosind cel de-al doilea index. Aceste rezultate se vor intersecta şi se va verifica şi condiția *cid=5*.

Operatorul proiecție

- Proiecția : $\pi_{cid,\ sid}$Evaluations

```
SELECT   DISTINCT
         E.sid, E.cid
FROM  Evaluations E
```

- Pentru implementarea proiecției
  - Se elimină câmpurile nedorite
  - Se elimină toate înregistrările duplicate
- Abordări:
  - Proiecție bazată pe sortare
  - Proiecție bazată pe funcție de dispersie

Proiecție bazată pe sortare

- Pas 1 - Scanare E pentru a obține înregistrările având doar câmpurile dorite
  - Cost = N I/O pentru scanare E (N = număr de pagini din E) + T I/Os pentru salvarea tabelei temporare E' (T = număr de pagini din E')
- Pas 2 - Sortează înregistrările folosind o combinație a câmpurilor ca şi cheie de sortare
  - Cost = $O(T\log_2 T)$
- Pas 3 – Scanare rezultate sortate, se compară înregistrările adiacente şi se elimină duplicările
  - Cost =T

Proiecție bazată pe sortare - îmbunătățire

- Modificare pas 0 al sortării externe pentru a elimina câmpurile nedorite. Se produc sub-şiruri inițiale sortate de lungime 2B pagini, având înregistrări de dimensiune mai mică decât înregistrările inițiale. (în funcție de numărul şi dimensiunea câmpurilor eliminate)
- Modificare pas de interclasare pentru a elimina duplicatele. Numărul înregistrărilor rezultate este mai mic (Diferența depinde de numărul duplicatelor.)
- Cost: La pasul 0, se citeşte tabele inițială (dim. M), şi este salvat temporar acelaşi număr de înregistrări de dimensiune mai mică. La pasul de interclasare rezultă mai puține înregistrări. Folosind *Evaluations*, cele 1000 pagini se reduc la 250 la pasul 0 dacă câmpurile rămase reprezintă 25 % din dimensiunea unei înregistrări

Proiecție bazată pe sortare - exemplu

- Proiecția tabelei *Evaluations*
- Proiecția bazată pe sortare
  - Pas 1:
    - Scanează *Evaluations* cu 1000 I/Os
    - Dacă o înregistrare din E' e 10 octeți, se vor salva în tabela temporară E' 250 pagini
  - Pas 2:
    - Având 20 pagini în *buffer*, se sortează E' în doi paşi la costul de 2*2*250 I/O
  - Pas 3:
    - 250 I/O cost la scanarea de găsirea a duplicatelor
  - Cost total: 2500 I/O

Proiecție bazată pe sortare - exemplu

- Varianta îmbunătățită a proiecției tabelei *Evaluations*
  - Pas 1:
    - Scanare *Evaluations* cu 1000 I/O
    - Salvează E' cu 250 I/O
    - Având 20 pagini în *buffer*, 250 pagini sunt salvate ca 7 subşiruri sortate, fiecare având 40 pagini
      - Se foloseşte varianta optimizată a sortării externe,
  - Pas 2:
    - Se citesc subşirurile sortate (250 I/O) şi se interclasează
  - Cost total: 1500 I/O

Proiecție bazată pe funcție de dispersie

- *Faza de partiționare*: Se citeşte tabela R folosind o singură pagină de input. Pentru fiecare înregistrare se elimină câmpurile nedorite şi se aplică o funcție de dispersie *h1* pentru a stoca înregistrarea într-unul dintre cele B-1 pagini rămase.
  - Rezultatul e format din B-1 partiții. Evident 2 înregistrări din 2 partiții diferite sunt distincte.
- *Faza de eliminare a duplicatelor*: Pentru fiecare partiție se aplică o funcție de dispersie *h2*, (<> *h1*) pe toate câmpurile rămase, cu eliminarea duplicatelor.
  - Dacă partiția nu încape în memorie se va aplica algoritmul de proiecție , recursiv.

Proiecție bazată pe funcție de dispersie - Cost

- Partiționare
  - Citire E = N I/O
  - Salvare E’ = T I/O

- Eliminarea duplicatelor
  - Citirea partițiilor = T I/Os

- Cost total = N + 2T I/Os
- Exemplu *Evaluations* = 1000 + 2*250 = 1500 I/Os

Discuție asupra proiecției

- Abordarea bazată pe sortare este standard; se aplică mai bine tabelelor cu dimensiune variabilă iar rezultatul este sortat.
- Dacă un index al relației conține toate câmpurile necesare în cheia de căutare, atunci tabela se poate scana folosind doar indexul(*index-only* scan)
  - Proiecția se aplică intrărilor indexului (dim. redusă!)
- Mai eficient este dacă un index al tabelei conține toate câmpurile necesare ca *prefix* al cheii de căutare:
  - Returnează intrările în ordine, renunțându-se la câmpurile nedorite şi comparând înregistrările adiacente pentru determinare duplicărilor la o singură trecere.