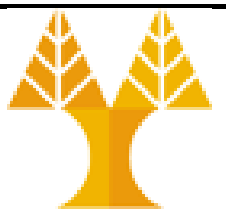
ΕΠΛ646 Προχωρημένα Θέματα Βάσεων Δεδομένων



Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ #2

ΜΕΡΟΣ Α΄: Ασκήσεις: Storage and Indexing Overview

1. **(Exercise 8.3)** Consider a relation stored as a randomly ordered file for which the only index is an unclustered index on a field called sal. If you want to retrieve all records with sal > 20, is using the index always the best alternative? Explain.

Απάντηση: *Όχι. Σε αυτήν την περίπτωση, ο δείκτης είναι unclustered, κάθε καταχώριση του δείκτη που πληροί τα κριτήρια θα μπορούσε να περιέχει ένα rid που δείχνει σε μια διαφορετική σελίδα δεδομένων, που οδηγεί σε τόσα I/Os σελίδων δεδομένων όσα ο αριθμός των καταχωρήσεων δείκτη που ταιριάζουν με την ερώτηση εύρους τιμών. Σε αυτήν την κατάσταση, η χρησιμοποίηση δείκτη είναι πραγματικά χειρότερη από τη σάρωση του αρχείου (file scan).*

2. **(Exercise 8.9)** What main conclusions can you draw from the discussion of the five basic file organizations discussed in Section 8.4? (Heap, Sorted, Clustered, Unclustered tree index, Unclustered hash index **Book p.283**) Which of the five organizations would you choose for a file where the most frequent operations are as follows?

   i. Search for records based on a range of field values.
   ii. Perform inserts and scans, where the order of records does not matter.
   iii. Search for a record based on a particular field value

File Type	Scan	Equality Search	Range Search	Insert	Delete
Heap	BD	0.5BD	BD	2D	Search + D
Sorted	BD	$D\log_2(B)$	$D\log_2(B)$ + matching pages	Search + BD	Search + BD
Clustered	1.5BD	$D\log_F(1.5B)$	$D\log_F(1.5B)$ + matching pages	Search + D	Search + D
Unclustered tree index	BD(R + 0.15)	D + $D\log_F(0.15B)$	$D\log_F$(index size) + D*matching records	3D + $D\log_F$(index size)	Search + 2D
Unclustered hash index	BD (R + 0.125)	2D	BD	4D	Search + 2D

B = Number of data pages when records are packed onto pages with no wasted space
D = Average time to read or write a disk page
F = Fan-out (tree indexes). Typically at least 100.

Heap Files

- Scan: Cost is BD since we have to retrieve each of B pages with each page taking D time.
- Equality Search: If exactly one record matches the desired equality search then on average we must scan half of the file, assuming record exists in only that part of file. Hence cost is 0.5BD.
- Range Search: In this entire file must be scanned for matching records. So cost is BD.
- Insert: If records are inserted at the end of page the time taken is fetching the page and writing back the page. So cost is 2D.
- Delete: Here time taken is searching for relevant record and writing back the page after deleting record from it. So cost is Search + D.

Sorted Files

- Scan: Cost is BD since we have to retrieve each of B pages with each page taking D time.
- Equality Search: If we assume that the equality search is specified on the field by which the file is sorted, then we can search for the record by the help of binary search. Hence cost is $D\log_2(B)$.
- Range Search: It is equality search for all matching records. So cost is $D\log_2(B)$ + matching pages.
- Insert: To insert the record while preserving the sorted order, first we have to search for the correct position in the file, add record and then fetch and rewrite all subsequent pages. So cost is Search + BD.
- Delete: Here we search for record, remove the record from the page, and rewrite the subsequent pages to fill the space created by the record which is deleted. Hence cost is Search + BD.

Clustered Tree Index

- Scan: Here effective number of pages is 1.5 times more than pages in heap files since page occupancy is 67%. So, Cost is 1.5BD since we have to retrieve all the pages with each page taking D time.
- Equality Search: If data records are ordered as data entries in some index, then we do F-ary search. So cost in $D\log_F(1.5B)$.
- Range Search: It is equality search for all matching records. So cost is $D\log_F(1.5B)$ + matching pages.
- Insert: Here time required is for searching correct position for record in the page and writing back the page. So cost is Search + D.
- Delete: Similar to insert, first search for page, delete record from it and write back the page. Cost is Search + D.

Unclustered Tree Index

Assumptions: the size of one data entry is 10% the size of one record; also, index pages have 2/3=67% occupancy; therefore, number of index leaf pages is 0.1*1.5B = 0.15B

- Scan: Here each record takes D time to read from a single page. So reading R record from a page takes DR time. Hence total cost for B pages is BDR + Read index.

- Equality Search: If we assume that data index size is one-tenth of data record, then no. leaf pages are 0.15B. So cost incurred is $D + D\log_F(0.15B)$.
- Range Search: It includes equality search and matching pages. So cost is $D\log_F$(index size) + D*matching records.
- Insert: Time required is for searching the page, fetching it, adding records and writing back the page. So cost is $3D + D\log_F$(index size).
- Delete: First we search for the page where record to be deleted is located, then fetch the page, remove record and write back the page. So cost is Search + 2D.

Unclustered Hash Index

Assumptions: the size of one data entry is 10% the size of one record; static hashing, no overflow pages (one bucket is one page); 4/5 = 80% occupancy; therefore , 0.1*1.25B = 0.125B pages for data entries

- Scan: Here each record takes D time to read from a single page. So reading R record from a page takes DR time. Hence total cost for B pages is BDR + Read index.
- Equality Search: If search is on the search key of hashed file, then total cost is of only getting the relevant page of data entry and record, so cost is 2D.
- Range Search: This search can be as worst as scanning the whole file. Hence cost incurred in this is of retrieving all the pages. So cost is BD.
- Insert: Here by using search key, we can read the relevant pages, add record to it and then write back the page. So cost involved with it is 4D.
- Delete: Cost involved with it is searching for the record, reading the page, deleting the record and writing back the page. So cost is Search + 2D.

Please check Lecture 2 slide 21 for more information.

Απάντηση*: Το κύριο συμπέρασμα για τις πέντε οργανώσεις αρχείων είναι ότι και οι πέντε έχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Καμία οργάνωση αρχείων δεν είναι ομοιόμορφα ανώτερη σε όλες τις καταστάσεις. Η επιλογή των κατάλληλων δομών για ένα δεδομένο σύνολο στοιχείων μπορεί να έχει έναν σημαντικό αντίκτυπο επάνω στην απόδοση. Ένα μη ταξινομημένο αρχείο είναι καλύτερο εάν επιδιώκονται μόνο οι πλήρεις σαρώσεις αρχείων. Ένα αρχείο hash δείκτη είναι καλύτερο εάν η πιό κοινή λειτουργία είναι μια επιλογή ισότητας. Ένα ταξινομημένο αρχείο είναι καλύτερο εάν επιδιώκονται επιλογές εύρους τιμών και τα δεδομένα είναι στατικά. Ένα clustered B+ δέντρο είναι καλύτερο εάν οι επιλογές εύρους τιμών είναι σημαντικές και τα δεδομένα είναι δυναμικά. Ένας unclustered B+ δέντρο δείκτης είναι χρήσιμος για επιλογές (μικρού) εύρους τιμών, ειδικά εάν πρέπει να ομοδοποιήσουμε βάση ενός άλλου κλειδιού αναζήτησης για να υποστηρίξουμε κάποια κοινή ερώτηση.*

i. *Χρησιμοποιώντας αυτά τα πεδία ως κλειδί αναζήτησης, θα επιλέγαμε μια οργάνωση ταξινομημένων αρχείων ή ένα clustered B+ δέντρο ανάλογα με εάν τα δεδομένα είναι στατικά ή όχι.*
ii. *Ένα αρχείο Heap θα ήταν καλύτερη επιλογή σε αυτήν την κατάσταση.*
iii. *Για χρήση αυτού του συγκεκριμένου πεδίου τομέα ως κλειδί αναζήτησης, η επιλογή ενός hash δείκτη αρχείου θα ήταν η καλύτερη.*

3. **(Exercise 8.11)** Consider the following relations:
   Emp(*eid*: integer, *ename*: varchar, *sal*: integer, *age*: integer, *did*: integer)
   Dept(*did*: integer, *budget*: integer, *floor*: integer, *mgr_eid*: integer)

   Salaries range from $10,000 to $100,000, ages vary from 20 to 80, each department has about five employees on average, there are 10 floors, and budgets vary from $10,000 to $1 million. You can assume uniform distributions of values.

   For each of the following queries, which of the listed index choices would you choose to speed up the query? If your database system does not consider index-only plans (i.e., data records are always retrieved even if enough information is available in the index entry), how would your answer change? Explain briefly.

   1. Query: Print ename, age, and sal for all employees.
      (a) Clustered hash index on *(ename, age, sal)* fields of Emp.
      (b) Unclustered hash index on *(ename, age, sal)* fields of Emp.
      (c) Clustered B+ tree index on *(ename, age, sal)* fields of Emp.
      (d) Unclustered hash index on *(eid, did)* fields of Emp.
      (e) No index.

   2. Query: *Find the dids of departments that are on the 10th floor and have a budget of less than $15,000.*
      (a) Clustered hash index on the *floor* field of Dept.
      (b) Unclustered hash index on the *floor* field of Dept.
      (c) Clustered B+ tree index on *(floor, budget)* fields of Dept.
      (d) Clustered B+ tree index on the *budget* field of Dept.
      (e) No index.

Απάντηση*:*

1. *Πρέπει να δημιουργήσουμε δείκτη hash στα πεδία (ename, age, sal) του Emp (b) οπότε θα μπορούσαμε να κάνουμε μια σάρωση δεικτών-μόνο (index only scan). Εάν το σύστημά μας δεν υποστηρίζει σχέδια δεικτών-μόνο (index-only plans) τότε δεν πρέπει να δημιουργήσουμε έναν δείκτη για αυτήν την ερώτηση (e). Δεδομένου ότι αυτή η ερώτηση μας απαιτεί πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα του Emp, ένας δείκτης δεν θα μας βοηθήσει καθόλου, και έτσι πρέπει να πάρουμε τις εγγραφές χρησιμοποιώντας σάρωση αρχείου.*
2. *Πρέπει να δημιουργήσουμε έναν clustered dense B+ δέντρο δείκτη (γ) στα πεδία (floor, budget) του Dept, δεδομένου ότι κατόπιν αυτού οι εγγραφές θα είναι ταξινομημένες βάση αυτών των πεδίων. Έτσι κατά εκτέλεση αυτής της ερώτησης, η πρώτη εγγραφή με floor = 10 πρέπει να ανακτηθεί, και έπειτα οι άλλες εγγραφές με floor = 10 μπορούν να διαβαστούν κατά σειρά του budget.*