



Προχωρημένα Θέματα Τεχνολογίας και Εφαρμογών Βάσεων Δεδομένων

Παραγωγή πλάνων στην βελτιστοποίηση ερωτήσεων

Πάνος Βασιλειάδης
pvassil@cs.uoi.gr

Φλεβάρης 2007

Σχήμα αναφοράς

`emp(name, age, sal, dno)`

`dept(dno, dname, floor, budget, mgr, ano)`

`acnt(ano, type, balance, bno)`

`bank(bno, bname, address)`

- Κάθε υπάλληλος (emp) εργάζεται σε ένα τμήμα (dept)
- Κάθε τμήμα έχει ένα λογαριασμό (acnt) ο οποίος βρίσκεται σε μια τράπεζα (bank)

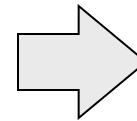
➤ Έστω η ερώτηση $\pi_{\text{NAME,BUDGET,BALANCE}}(E \bowtie D \bowtie A)$

Υποθέσεις - Access paths

Access paths

✦ EMP

- ✦ 100.000 tuples, 100 σελίδες
- ✦ Όχι ταξινομημένη
- ✦ B+ tree στο E.NAME

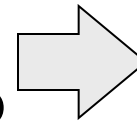


E. FTS

E.INDX.NAME

✦ DEPT

- ✦ 10.000 tuples, 10 σελίδες
- ✦ Ταξινομημένη βάσει του D.DNO
- ✦ B+ tree στο D.DNO

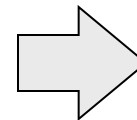


D.FTS

D.INDX.DNO

✦ ACNT

- ✦ 10.000 tuples, 10 σελίδες
- ✦ Όχι ταξινομημένη
- ✦ B+ tree στο A.ANO



A.FTS

A.INDX.ANO

FTS: Full Table Scan

Υποθέσεις - Παρατηρήσεις

- ✦ Έστω ότι έχω αρκετή μνήμη για να δίνω $\sqrt{|R|}$ buffers στη μνήμη σε μια σχέση R
 - ✦ 10 buffers για EMP,
 - ✦ 3 buffers για DEPT, ACNT
- ✦ **Επιλεκτικότητα** = 1 για όλα τα joins (έστω ότι έχω FK στα DNO, ANO)
 - ✦ $|E \bowtie D| = 100$ pages
 - ✦ $|D \bowtie A| = 10$ pages
 - ✦ $E \bowtie D \bowtie A = 100$ pages

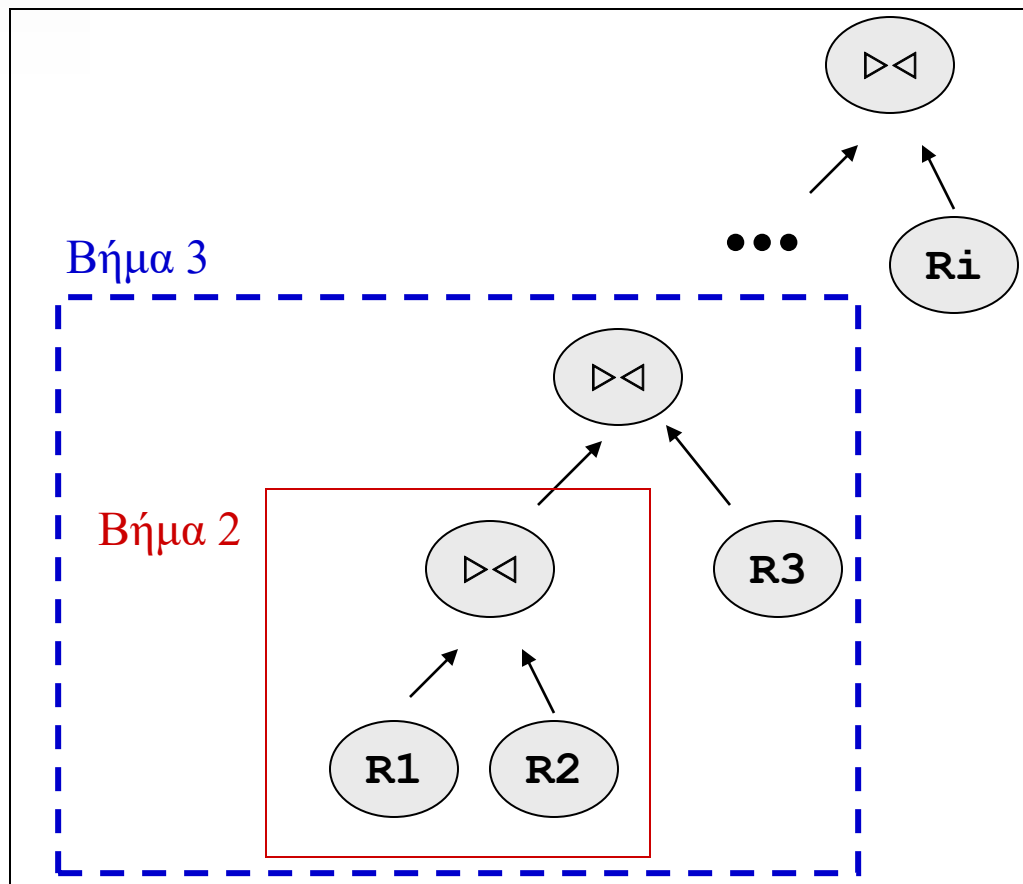
(κάνοντας τον χονδροειδή υπολογισμό ότι μία σελίδα εξακολουθεί να έχει 1000 εγγραφές)

Ενδιαφέρουσες Ταξινομήσεις

- ✦ Ενδιαφέρουσες ταξινομήσεις (interesting orders)
 - ✦ DNO (E.DNO, D.DNO)
 - ✦ ANO (D.ANO, A.ANO)
 - ✦ No order
- ✦ Θυμηθείτε ότι οι ενδιαφέρουσες ταξινομήσεις είναι ομάδες πεδίων και περιλαμβάνουν τα πεδία των συνδέσεων, τα πεδία των GROUP BY, ORDER BY clauses, καθώς και το no-order.

Δυναμικός προγραμματισμός για επεξεργασία ερωτήσεων

Βήμα i



Εν παραλλήλω,
φτιάχνω πολλά
δέντρα.

Σιγά σιγά όμως,
μειώνω τον αριθμό
τους...

Βήμα 1

Έστω τα παρακάτω κόστη ανάκτησης των σχέσεων EMP, DEPT, ACNT:

- E.FTS 100 pages
- E.INDX.NAME 110 pages
- D.FTS 10 pages
- D.INDX.DNO 11 pages
- A.FTS 10 pages
- A.INDX.ANO 11 pages

Βήμα 1

Έστω τα παρακάτω κόστη ανάκτησης των σχέσεων EMP, DEPT, ACNT:

➤ E.FTS	100 pages	} No-order
➤ E.INDX.NAME	110 pages	
➤ D.FTS	10 pages	} DNO
➤ D.INDX.DNO	11 pages	
➤ A.FTS	10 pages	No-order
➤ A.INDX.ANO	11 pages	ANO

Βήμα 1

Έστω τα παρακάτω κόστη ανάκτησης των σχέσεων EMP, DEPT, ACNT:

➤ E.FTS 100 pages → No-order

~~➤ E.INDX.NAME 110 pages~~

➤ D.FTS 10 pages → DNO

~~➤ D.INDX.DNO 11 pages~~

➤ A.FTS 10 pages No-order

➤ A.INDX.ANO 11 pages ANO

Βήμα 2

- Υπολογισμός **join** ανά δύο σχέσεις, για όλα τα πιθανά access paths και ομαδοποίηση ανά interesting order για να διαλέξουμε το φθηνότερο
 - ✦ $E \triangleright \triangleleft D, D \triangleright \triangleleft E$
 - ✦ $D \triangleright \triangleleft A, A \triangleright \triangleleft D$
- Προσοχή: όχι καρτεσιανά γινόμενα ($E \times A$)
- Έστω ότι έχω μόνο **NLJ**, **MSJ** ως τρόπους εκτέλεσης των joins

	Formula	Estimated Cost	Result size (pages)	Output order
$E \bowtie_{NLJ} D$	$100 + \frac{100}{10} * 10$	200	100	No-order
$E \bowtie_{MSJ} D$	$100 * 2.00 + 100 + 10$ ($E * \log E + D * \log D + E + D$)	310	100	DNO
$D \bowtie_{NLJ} E$	$10 + \frac{10}{3} * 100$	343.00	100	No-order
$D \bowtie_{MSJ} E$	Ίδιο με πριν	310	100	DNO
$D \bowtie_{NLJ} A.FTS$	$10 + \frac{10}{3} * 10$	43.33	10	DNO
$D \bowtie_{NLJ} A.INX$	$10 + 10 * (1 + 1)$ (scan D + $\forall d \in D, tree + A$)	30	10	DNO
$D \bowtie_{MSJ} A.FTS$	$10 * 1.0 + 10 * 1.0 + 10 + 10$	40	10	ANO
$D \bowtie_{MSJ} A.INX$	$10 * 1.0 + 11 * 1.0 + 10 + 11$	31	10	ANO
$A.FTS \bowtie_{NLJ} D$	$10 + \frac{10}{3} * 10$	43.30	10	No order
$A.INX \bowtie_{NLJ} D$	$11 + \frac{11}{3} * 11$	47.66	10	ANO
$A.FTS \bowtie_{MSJ} D$	Ίδιο με πριν	40	10	ANO
$A.INX \bowtie_{MSJ} D$	Ίδιο με FTS	33	10	ANO

	Formula	Estimated Cost	Result size (pages)	Output order
$E \bowtie_{NLJ} D$	$100 + \frac{100}{10} * 10$	200	100	No-order
$E \bowtie_{MSJ} D$	$100 * 2.00 + 100 + 10$ ($E * \log E + D * \log D + E + D$)	310	100	DNO
$D \bowtie_{NLJ} E$	$10 + \frac{10}{3} * 100$	343.00	100	No-order
$D \bowtie_{MSJ} E$	Ίδιο με join	310	100	DNO
$D \bowtie_{NLJ} A.FTS$	$10 + \frac{10}{3} * 10$	43.33	10	DNO
$D \bowtie_{NLJ} A.INX$	$10 + 10 * (1 + 1)$ (scan D + $\forall d \in D$, tree+A)	30	10	DNO
$D \bowtie_{MSJ} A.FTS$	$10 * 1.0 + 10 * 1.0 + 10 + 10$	40	10	ANO
$D \bowtie_{MSJ} A.INX$	$10 * 1.0 + 11 * 1.0 + 10 + 11$	31	10	ANO
$A.FTS \bowtie_{NLJ} D$	$10 + \frac{10}{3} * 10$	43.30	10	No order
$A.INX \bowtie_{NLJ} D$	$11 + \frac{11}{3} * 11$	47.66	10	ANO
$A.FTS \bowtie_{MSJ} D$	Ίδιο με join	40	10	ANO
$A.INX \bowtie_{MSJ} D$	Ίδιο με FTS	33	10	ANO

Για κάθε ζεύγος σχέσεων, για κάθε ενδιαφέρουσα σειρά, διαλέγω το πιο φθηνό πλάνο

Στις ισοπαλίες διαλέγω τυχαία κάποιο

Νικητές του βήματος 2

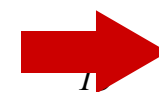
	Estimated Cost	Result size (pages)	Output order	To be joined with
$E \bowtie_{NLJ} D$	200	100	No-order	A.FTS, A.INX
$E \bowtie_{MSJ} D$	310	100	DNO	

	Estimated Cost	Result size (pages)	Output order	To be joined with
$D \bowtie_{NLJ} A.INX$	43.33	10	DNO	E
$D \bowtie_{MSJ} A.INX$	31	10	ANO	
$A.FTS \bowtie_{NLJ} D$	43.30	10	No order	

Βήμα 3

- Όσα δεντράκια επιβίωσαν από τη φάση 2, θα συνδεθούν με ένα δεντράκι ύψους 1 (ήτοι, με την επόμενη –και τελευταία- σχέση)
- Όλα τα αποτελέσματα (οφείλουν να) έχουν το ίδιο μέγεθος αποτελέσματος (ποιο?)
- Προσοχή στα μη αριστεροβαθή δέντρα!

	Formula	Estimated Cost	Overall query cost	Output order
$(E \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{NLJ} A.FTS$	400 $+ \frac{100}{10} * 10$ (λόγω pipelining)	100	+200 = 300	No order
$(E \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{NLJ} A.INX$	$100 * (1+1)$	200	400	No order
$(E \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{MSJ} A.FTS$	$100 * 2.00 + 10 * 1.0 + 100 + 10$	320	520	ANO
$(E \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{MSJ} A.INX$	$100 * 2.0 + 100 + 11$	311	511	ANO
$A.FTS \bowtie_{NLJ} (E \bowtie_{NLJ} D)$	Προσοχή: ΔΕΞΙΟΒΑΘΕΣ!			
$(E \bowtie_{MSJ} D) \bowtie_* A.*$	Οι υπολογισμοί παραλείπονται. Είναι εύκολο να δει κανείς κατ' ευθείαν ότι θα προκύψουν μεγαλύτερα νούμερα από τα παραπάνω, ούτως ή άλλως. Γιατί?			



	Formula	Estimated Cost	Overall query cost	Output order
$(D \bowtie_{NLJ} A.INX) \bowtie_{NLJ} E$	$40 + \frac{10}{3} * 100$	333.00	+30 = 363.00	DNO
$(D \bowtie_{NLJ} A.INX) \bowtie_{MSJ} E$	$40 * 1.0 + 100 * 2.0 + 40$ + 100	300	330	DNO
$(D \bowtie_{MSJ} A.INX) \bowtie_{NLJ} E$	$40 + \frac{10}{3} * 100$	333.00	+ 31 = 364.00	DNO
$(D \bowtie_{MSJ} A.INX) \bowtie_{MSJ} E$	$40 * 1.0 + 100 * 2.0 + 40$ + 100	300	331	DNO
$(A.FTS \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{NLJ} E$	$40 + \frac{10}{3} * 100$	333.00	+ 43.33 = 376.33	ANO
$(A.FTS \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{MSJ} E$	$10 * 1.0 + 100 * 2.0 + 10$ + 100	320	363.33	DNO

Οπότε ...

- ✦ Νικά η λύση $(E \bowtie_{NLJ} D) \bowtie_{NLJ} A.FTS$
 - ✦ με συνολικό κόστος 300 σελίδες.
- ✦ Αν θα είχα ζητήσει το αποτέλεσμα ORDER BY DNO, ή ORDER BY ANO, τι θα έκανα?
 - ✦ Min (total winner sorted by the requested order, best solution already having the requested order)