

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ

Υλη

- Έννοιες Επεξεργασίας Δοσοληψιών
- Τεχνικές Ελέγχου Συνδρομικότητας
- Τεχνικές Ανάκαμψης από Σφάλματα
- Κατανεμημένες και Παράλληλες Βάσεις Δεδομένων
- Βάσεις Δεδομένων και Διαδίκτυο
- Βάσεις Δεδομένων και Συστήματα Ομοτίμων (peer-to-peer systems)
- Διαχείριση Χωρικών Δεδομένων

Κοιτάξτε τη web σελίδα

Διαδικαστικά

Διαδικαστικά

- Θα υπάρχει τελική εξέταση
- Κάποιες ενδιάμεσες ασκήσεις (2 σύνολα) για κατανόηση της ύλης
- Ίσως κάποια γενική άσκηση στα «νέα» θέματα (web, p2p) που θα μετρά μόνο θετικά στο βαθμό (+1 ή 2 μονάδες)

Επεξεργασία Δοσοληψιών

Δοσοληψίες

- Η ταυτόχρονη εκτέλεση προγραμμάτων χρηστών είναι απαραίτητη για την καλή απόδοση ενός ΣΔΒΔ
 - Επειδή οι προσπελάσεις στο δίσκο είναι συχνές και σχετικά αργές, είναι σημαντικό να κρατείται η cpu απασχολημένη με πολλά προγράμματα χρηστών
- ⇒ Πολυχρηστικά ΣΔΒΔ

Διαπλεγμένο μοντέλο ταυτόχρονης εκτέλεσης



Δοσοληψίες

Δοσοληψία (transaction)

εκτέλεση ενός προγράμματος που προσπελαίνει ή τροποποιεί το περιεχόμενο της βάσης δεδομένων

το πώς βλέπει το ΣΔΒΔ τα προγράμματα των χρηστών

Δοσοληψία (transaction)

Ένα πρόγραμμα χρήστη μπορεί να εκτελεί πολλές λειτουργίες στα δεδομένα που ανακτά από τη ΒΔ, αλλά το ΣΔΒΔ ενδιαφέρεται μόνο για τα δεδομένα που *διαβάζονται/γράφονται* στη ΒΔ

- Ανάγνωση(X) - R(X)
- Εγγραφή(X) - W(X)

- Οι χρήστες υποβάλουν δοσοληψίες και πρέπει να μπορούν να θεωρούν ότι κάθε δοσοληψία *εκτελείται μόνη της*.
- Η **συνδρομικότητα** (concurrency) *επιτυγχάνεται από το ΣΔΒΔ* που διαπλέκει τις πράξεις (αναγνώσεις/εγγραφές) των διαφόρων συναλλαγών

- Όταν μια δοσοληψία υποβάλλεται στο ΣΔΒΔ το σύστημα πρέπει να εξασφαλίσει ότι (α) είτε όλες οι πράξεις της θα ολοκληρωθούν είτε (β) καμία δε θα εκτελεστεί - δηλαδή δε θα έχει καμία επίδραση στη ΒΔ -- ακόμα και αν συμβούν αποτυχίες
- Αυτή είναι μια σημαντική ιδιότητα που πρέπει να εξασφαλίσει το ΣΔΒΔ - Ο χρήστης πρέπει να μπορεί να θεωρεί ότι όλο το πρόγραμμα (πράξεις) εκτελούνται σε ένα βήμα είτε καμία πράξη δεν εκτελείται (**ατομικότητα των δοσοληψιών**)

Είδη Αποτυχιών

Δυο κατηγορίες: καταστροφή ή όχι της μόνιμης αποθήκευσης (δίσκου)

Παραδείγματα αποτυχιών ...

Πιο αναλυτικά ...

⌘ Θεωρείστε δύο συναλλαγές (Xacts):

```
T1: BEGIN R(X), X=X-N, W(X), R(Y), Y=Y+N, W(Y), END
T2: BEGIN R(X) X=X+M, W(X) END
```

- ❖ Διαισθητικά, η T1 μεταφέρει N κρατήσεις θέσεων από μια πτήση (X) και τις μεταφέρει σε μία άλλη (Y). Η T2 απλώς κρατά M θέσεις στην πρώτη πτήση (τη X)
- ❖ Δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι η T1 θα εκτελεστεί πριν την T2 η το ανάποδο, αν και η δύο υποβληθούν ταυτόχρονα. Ωστόσο, το συνολικό αποτέλεσμα πρέπει να είναι *ισοδύναμο* με τη μία ή την άλλη περίπτωση (δηλαδή, με κάποια *σειριακή εκτέλεση* των δύο δοσοληψιών)

X = 100 κρατήσεις
Y = 90 κρατήσεις
Μεταφορά N = 30 κρατήσεων
Νέα κράτηση M = 5 θέσεις

Προβλήματα Λόγω Συνδρομικότητας

T1 μεταφέρει N κρατήσεις θέσεων από την πτήση X στη Y.
T2 κρατά M θέσεις στη X. Σωστό X = 75, Y = 120

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>T1</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X-N X= 70 W(X) write X = 70 R(Y) read 90 Y=Y+N Y = 120 W(Y) write Y = 120 END</pre> | <p>σειριακή εκτέλεση T1 → T2</p> | <p>T1</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X-N X = 70 W(X) write 105 END</pre> | <p>σειριακή εκτέλεση T2 → T1</p> |
|---|---|---|---|

| | |
|--|--|
| <p>T1</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X-N X = 75 W(X) write X = 75 R(Y) read 90 Y=Y+N Y = 120 W(Y) write Y = 120 END</pre> | <p>T2</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X+M X = 105 W(X) write X = 105 END</pre> |
|--|--|

Βάσεις Δεδομένων II 2003-2004 Ευαγγελία Πιτουρά **13**

X = 100 κρατήσεις
Y = 90 κρατήσεις
Μεταφορά N = 30 κρατήσεων
Νέα κράτηση M = 5 θέσεις

Προβλήματα Λόγω Συνδρομικότητας

| | |
|--|--|
| <p>T1</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X-N X = 70 W(X) write X = 70 R(Y) read 90 Y=Y+N Y = 110 W(Y) write Y = 110 END</pre> | <p>T2</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X+M X = 105 W(X) write X = 105 END</pre> |
|--|--|

Η τιμή του X είναι λανθασμένη

Απώλεια Ενημερώσεων

Βάσεις Δεδομένων II 2003-2004 Ευαγγελία Πιτουρά **14**

X = 100 κρατήσεις
Y = 90 κρατήσεις
Μεταφορά N = 30 κρατήσεων
Νέα κράτηση M = 5 θέσεις

Προβλήματα Λόγω Συνδρομικότητας

| | |
|--|---|
| <p>T1</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X-N X = 70 W(X) write X = 70</pre> | <p>T2</p> <pre>BEGIN R(X) read 70 X=X+M X = 75 W(X) write X = 75 END</pre> |
|--|---|

Dirty Read

Προσωρινή Ενημέρωση

Y=Y+N

Τι θα συμβεί αν η T1 αποτύχει - η T2 θα έχει διαβάσει «ανύπαρκτη τιμή»

Βάσεις Δεδομένων II 2003-2004 Ευαγγελία Πιτουρά **15**

X = 100 κρατήσεις
Y = 90 κρατήσεις
Μεταφορά N = 30 κρατήσεων
Νέα κράτηση M = 5 θέσεις

Προβλήματα Λόγω Συνδρομικότητας

| | |
|---|--|
| <p>T1</p> <pre>BEGIN R(X) read 100</pre> | <p>T2</p> <pre>BEGIN R(X) read 100 X=X+M X = 105 W(X) write X = 105 END</pre> |
|---|--|

Μη Επαναλήψιμη Ανάγνωση

R(X)

Η τιμή του X που διαβάζει η T1 είναι διαφορετική!!

Βάσεις Δεδομένων II 2003-2004 Ευαγγελία Πιτουρά **16**

Πράξεις μιας Δοσοληψίας

- Ας προσπαθήσουμε να ορίσουμε το πρόβλημα στη γενική του μορφή

Βάσεις Δεδομένων II 2003-2004 Ευαγγελία Πιτουρά **17**

Πράξεις μιας Δοσοληψίας

Πράξεις Δοσοληψιών

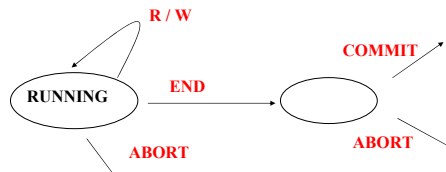
- BEGIN
- R(X)
- W(X)
- END
- COMMIT (επικύρωση) - επιτυχία - όλες οι τροποποιήσεις επικυρώνονται και δεν μπορούν να αναιρεθούν
- ABORT (ακύρωση ή ανάκληση) - αποτυχία - όλες οι τροποποιήσεις πρέπει να αναιρεθούν

Βάσεις Δεδομένων II 2003-2004 Ευαγγελία Πιτουρά **18**

Πράξεις μιας Δοσοληψίας

- Μια δοσοληψία μπορεί να επικυρωθεί (commit) αφού ολοκληρώσει *όλες* τις πράξεις της ενώ μπορεί να ακυρωθεί (abort) αφού εκτελέσει *κάποιες* από τις πράξεις της
- Το ΣΔΒΔ *logs* όλες τις πράξεις έτσι ώστε να μπορεί να αναίρέσει (undo) τις πράξεις μιας ακυρωμένης (aborted) δοσοληψίας.

Καταστάσεις μιας Δοσοληψίας



Συνδρομικότητα σε ΣΔΒΔ

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

Κάθε δοσοληψία πρέπει να αφήνει τη ΒΔ σε μια *συνεπή κατάσταση* αν η ΒΔ ήταν σε συνεπή κατάσταση όταν άρχισε η δοσοληψία (*συνέπεια*)

- Το ΣΔΒΔ επιβάλλει κάποιους ΠΑ (Περιορισμούς Ακεραιότητας) με βάση τους ΠΑ που έχουν δηλωθεί στις εντολές CREATE TABLE
- Πέρα από αυτό, το ΣΔΒΔ δεν καταλαβαίνει τη σημασιολογία των δεδομένων (π.χ., δεν καταλαβαίνει πώς να υπολογίσει το επιτόκιο)

Αποτελέσματα της διαπλεγμένης εκτέλεσης δοσοληψιών (έλεγχος συνδρομικότητας) και των αποτυχιών (ανάκαμψη)

Επιθυμητές Ιδιότητες μιας Δοσοληψίας

Ιδιότητες Δοσοληψιών

- **Atomicity** (ατομικότητα) - είτε όλες οι πράξεις είτε καμία
- **Consistency** (συνέπεια) - διατήρηση συνέπειας της ΒΔ
- **Isolation** (απομόνωση) - δεν αποκαλύπτει ενδιάμεσα αποτελέσματα
- **Durability** (μονιμότητα ή διάρκεια) - μετά την επικύρωση μιας δοσοληψίας οι αλλαγές δεν είναι δυνατόν να χαθούν

Επιθυμητές Ιδιότητες μιας Δοσοληψίας

- Atomicity (ατομικότητα) → **ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΚΑΜΨΕΙΣ**
- Consistency (συνέπεια) → ΥΠΕΥΘΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΗ
- Isolation (απομόνωση) → ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΡΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ
- Durability (μονιμότητα ή διάρκεια) → **ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΚΑΜΨΕΙΣ**

Επιθυμητές Ιδιότητες μιας Δοσοληψίας

- Isolation (απομόνωση) → ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΡΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Βαθμός απομόνωσης 0 :: δεν επικαλύπτει ασταθείς αναγνώσεις (dirty reads) δοσοληψιών με μεγαλύτερο βαθμό

Βαθμός απομόνωσης 1 :: δεν παρουσιάζει απώλειες ενημέρωσης

Βαθμός απομόνωσης 2 :: ούτε απώλειες ενημέρωσης, ούτε ασταθείς αναγνώσεις

Βαθμός απομόνωσης 3 :: επίπεδο 2 + επαναλήψιμες αναγνώσεις

Τώρα που καταλάβαμε το πρόβλημα::
μπορούμε να βρούμε ένα θεωρητικό μοντέλο που να το εκφράζει;

Ορισμοί

1. δοσοληψία
2. διαπτεπλεγμένη εκτέλεση δοσοληψιών (χρονοπρόγραμμα)
3. σωστό -- αποδεκτό χρονοπρόγραμμα

Στη συνέχεια ... (στο επόμενο μάθημα)

Τεχνικές για να πετύχουμε σωστά χρονοπρογράμματα (έλεγχος συνδρομικότητας)

Ορισμός Δοσοληψίας

Μια **δοσοληψία** είναι μια ακολουθία από πράξεις εγγραφής και ανάγνωσης που τελειώνει με μια πράξη επικύρωσης (commit) ή με μια πράξη ακύρωσης (abort)

Ορισμός Δοσοληψίας

☞ Θεωρείστε τις δύο συναλλαγές (Χαχτς) του παραδείγματος:

```
T1: BEGIN R(X), X=X-N, W(X), R(Y), Y=Y+N, W(Y), END
T2: BEGIN R(X) X=X+M, W(X) END
```

- ❖ T1: R(X) W(X) R(Y) W(Y) C
- ❖ T2: R(X) W(X) C

Ορισμός Χρονοπρογράμματος

- Εκφράζει μια συγκεκριμένη εκτέλεση ενός συνόλου δοσοληψιών
- Οι πράξεις των δοσοληψιών εμφανίζονται στο χρονοπρόγραμμα με τη σειρά που εκτελούνται

Συγκεκριμένα

Ένα **χρονοπρόγραμμα (schedule) S** των δοσοληψιών T_1, T_2, \dots, T_n είναι μια **διάταξη** των πράξεων τους με τον περιορισμό ότι για κάθε δοσοληψία T_i που συμμετέχει στο S οι πράξεις της T_i στο S πρέπει να εμφανίζονται με την **ίδια σειρά** που εμφανίζονται στην T_i .

Ορισμός Χρονοπρογράμματος

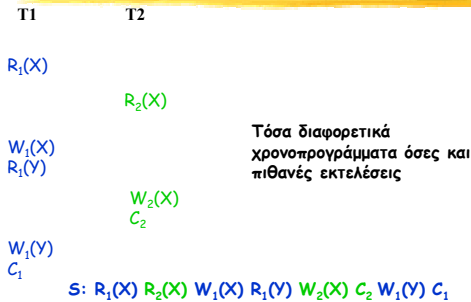
Θα χρησιμοποιούμε δεικτή στις πράξεις που να δείχνει σε ποια δοσοληψία αναφέρονται

```
T1      T2
R1(X)
W1(X)
R1(Y)
W1(Y)
C1
```

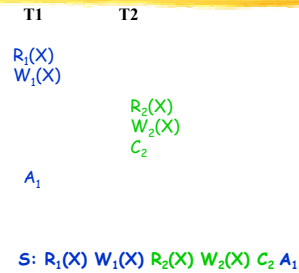
```
R2(X)
W2(X)
C2
```

S: R₁(X) W₁(X) R₁(Y) W₁(Y) C₁ R₂(X) W₂(X) C₂

Ορισμός Χρονοπρογράμματος



Ορισμός Χρονοπρογράμματος



Ορισμός Χρονοπρογράμματος

Διάταξη πράξεων

$S1: R_1(X) R_2(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

$S2: R_2(X) R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

Ποια είναι η σχέση των χρονοπρογραμμάτων S1 και S2;

Διαισθητικά «δεν διαφέρουν»

Ορισμός Χρονοπρογράμματος

Σύγκρουση πράξεων σε χρονοπρόγραμμα

Δύο πράξεις σε ένα χρονοπρόγραμμα **συγκρούονται** αν (α) ανήκουν σε διαφορετικές δοσοληψίες, (β) προσπελαίνουν το ίδιο στοιχείο, και (γ) μια από αυτές είναι πράξη εγγραφής (W)

Ορισμός Χρονοπρογράμματος

σημασία έχει η σχετική θέση (διάταξη) των πράξεων που συγκρούονται

$S1: R_1(X) R_2(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

$S2: R_2(X) R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

Τα S1 και S2 ισοδύναμα (διαφέρουν μόνο στη διάταξη πράξεων που δε συγκρούονται) \Rightarrow μερική διάταξη

Ορισμός Χρονοπρογράμματος

Επίσης, ζητάμε να μην περιέχει ενεργές δοσοληψίες (πλήρες)

Ένα **πλήρες χρονοπρόγραμμα (schedule) S** των δοσοληψιών T_1, T_2, \dots, T_n είναι ένα σύνολο από πράξεις και μια **μερική** διάταξη των πράξεων αυτών με τους ακόλουθους περιορισμούς:

- (i) οι πράξεις του S είναι ακριβώς οι πράξεις των T_1, T_2, \dots, T_n συμπεριλαμβανομένης μιας πράξης ακύρωσης ή επικύρωσης ως τελευταίας πράξης σε κάθε δοσοληψία στο χρονοπρόγραμμα
- (ii) για κάθε δοσοληψία T_i που συμμετέχει στο S οι πράξεις της T_i στο S πρέπει να εμφανίζονται με την ίδια σειρά που εμφανίζονται στην T_i
- (iii) Για κάθε ζεύγος **συγκρουόμενων** πράξεων, μια από τις δύο πρέπει να προηγείται της άλλης στο χρονοπρόγραμμα

Επικυρωμένη προβολή $C(S)$ ενός χρονοπρογράμματος S η οποία περιλαμβάνει μόνο τις πράξεις του S που ανήκουν σε επικυρωμένες δσοληψίες

Ορισμοί

- ✓ 1. δσοληψία
- ✓ 2. διαπεπλεγμένη εκτέλεση δσοληψιών (χρονοπρόγραμμα)
- ⇒ 3. σωστό -- αποδεκτό χρονοπρόγραμμα

Ισοδυναμία με σειριακό χρονοπρόγραμμα

Σειριακά Χρονοπρογράμματα:

χρονοπρογράμματα που δεν διαπλέκουν πράξεις διαφορετικών δσοληψιών (οι πράξεις κάθε δσοληψίας εκτελούνται διαδοχικά, χωρίς παρεμβολή πράξεων από άλλη δσοληψία)

Παρατήρηση: Αν κάθε δσοληψία διατηρεί τη συνέπεια, τότε κάθε σειριακό χρονοπρόγραμμα διατηρεί τη συνέπεια

Ένα σειριακό χρονοπρόγραμμα είναι σωστό

$S: R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_1(Y) C_1 R_2(X) W_2(X) C_2$

Ισοδύναμα Χρονοπρογράμματα :

Για κάθε κατάσταση της ΒΔ, το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του πρώτου χρονοπρογράμματος είναι το ίδιο με το αποτέλεσμα του δεύτερου χρονοπρογράμματος

Ένα χρονοπρόγραμμα ισοδύναμο με ένα σειριακό είναι σωστό

Ισοδύναμα Χρονοπρογράμματα : Για κάθε κατάσταση της ΒΔ, το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του πρώτου χρονοπρογράμματος είναι το ίδιο με το αποτέλεσμα του δεύτερου χρονοπρογράμματος

Αρκεί:

Είναι δυνατόν να ελεγχθεί:

Σειριοποιησιμο Χρονοπρόγραμμα :

Ένα χρονοπρόγραμμα που είναι ισοδύναμο με κάποιο σειριακό

Τι σημαίνει ισοδύναμο;

Τι σημαίνει ισοδύναμο;

- Ισοδυναμία βάσει συγκρούσεων
- Ισοδυναμία όψεων

• Ισοδύναμα Χρονοπρογράμματα βάσει Συγκρούσεων:

Δυο χρονοπρογράμματα είναι ισοδύναμα βάσει συγκρούσεων αν η διάταξη κάθε ζεύγους συγκρουόμενων πράξεων είναι ίδια και στα δυο χρονοπρογράμματα.

S1: $R_1(X) R_2(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

Παραδείγματα

S2: $R_2(X) R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

S3: $R_2(X) W_2(X) C_2 R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_1(Y) C_1$

S4: $R_2(X) R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_1(Y) C_1 W_2(X) C_2$

Σειριοποιησιμότητα βάσει Συγκρούσεων:

Ένα χρονοπρόγραμμα S είναι σειριοποιήσιμο βάσει συγκρούσεων αν είναι ισοδύναμο βάσει συγκρούσεων με κάποιο σειριακό χρονοπρόγραμμα S'.

- Σε αυτήν την περίπτωση μπορούμε να αναδιατάξουμε τις μη συγκρουόμενες πράξεις στο S μέχρι να σχηματίσουμε ένα ισοδύναμο σειριακό χρονοπρόγραμμα.

S1: $R_1(X) R_2(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

S2: $R_2(X) R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$

Σειριοποιήσιμα:

Sa: $R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_1(Y) C_1 R_2(X) W_2(X) C_2$

Sb: $R_2(X) W_2(X) C_2 R_1(X) W_1(X) R_1(Y) W_1(Y) C_1$

⌘ Θεωρείστε δύο συναλλαγές (Xacts):

| | | | | |
|-----|-------|-----------|----------|-----|
| T1: | BEGIN | A=A+100, | B=B-100 | END |
| T2: | BEGIN | A=1.06*A, | B=1.06*B | END |

- Διαισθητικά, η πρώτη μεταφέρει \$100 από το λογαριασμό B στο λογαριασμό A. Η δεύτερη καταθέτει και στους δύο τόκο 6%.
- Δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι η T1 θα εκτελεστεί πριν την T2 ή το ανάποδο, αν και η δύο υποβληθούν ταυτόχρονα. Ωστόσο, το συνολικό αποτέλεσμα πρέπει να είναι ισοδύναμο με τη μία ή την άλλη περίπτωση (δηλαδή, με κάποια *σειριακή εκτέλεση* των δύο δοσοληψιών)

T1 μεταφέρει \$100 από το λογαριασμό B στον A.
T2 καταθέτει και στους δύο τόκο 6%.

Παραδείγματα

☞ Θεωρείστε ένα πιθανό χρονοπρόγραμμα:

| | | |
|-----|-----------|----------|
| T1: | A=A+100, | B=B-100 |
| T2: | A=1.06*A, | B=1.06*B |

❖ Αυτό είναι OK. Αλλά:

| | | |
|-----|-----------|----------|
| T1: | A=A+100, | B=B-100 |
| T2: | A=1.06*A, | B=1.06*B |

❖ Το δεύτερο χρονοπρόγραμμα:

| | | |
|-----|--|--|
| T1: | R ₁ (A) W ₁ (A), | R ₁ (B), W ₂ (B) |
| T2: | R ₂ (A), W ₂ (A) | R ₂ (B)W ₂ (B) |

Παραδείγματα

☞ Ανάγνωση Uncommitted δεδομένων (WR Συγκρούσεις "dirty reads", προσωρινή ενημέρωση):

| | | |
|-----|--|---|
| T1: | R ₁ (A) W ₁ (A) | R ₁ (B)W ₁ (B), Abort |
| T2: | R ₂ (A) W ₂ (A), C | |

☞ Μη επαναλήψιμες αναγνώσεις (RW Συγκρούσεις):

| | | |
|-----|---|---|
| T1: | R ₁ (A) | R ₁ (A) W ₁ (A) C |
| T2: | R ₂ (A) W ₂ (A) C | |

Παραδείγματα

☞ Απώλειες Ενημερώσεων (WW Συγκρούσεις):

| | | |
|-----|---|----------------------|
| T1: | W ₁ (A) | W ₁ (B) C |
| T2: | W ₂ (A) W ₂ (B) C | |

Έλεγχος Σειριοποιησιμότητας

Υπάρχει τρόπος να ελέγξουμε αποδοτικά αν ένα χρονοπρόγραμμα είναι σωστό, δηλαδή σειριοποιήσιμο βάσει συγκρούσεων;

Έλεγχος Σειριοποιησιμότητας

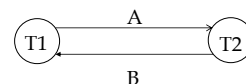
Γράφος προήγησης (precedence graph) ή γράφος σειριοποιησιμότητας (serialization graph)

Κόμβος :: Δοσοληψία

Ακμή T_i → T_j αν μια πράξη της T_i προηγείται μιας συγκρουόμενης πράξης της T_j

Έλεγχος Σειριοποιησιμότητας

| | | |
|-----|---|---------------------------------------|
| T1: | R ₁ (A) W ₁ (A), | R ₁ (B) W ₁ (B) |
| T2: | R ₂ (A) W ₂ (A) R ₂ (B) W ₂ (B) | |



Η ετικέτα στην ακμή δείχνει σε πιο δεδομένο συγκρούονται

$$S1: R_1(X) R_2(X) W_1(X) R_1(Y) W_2(X) C_2 W_1(Y) C_1$$

$$S2: R_1(X) R_2(X) W_2(X) C_2 W_1(X) R_1(Y) W_1(Y) C_1$$

Γράφοι:

Θεώρημα

Ένα χρονοπρόγραμμα είναι σειριοποιήσιμο (βάσει συγκρούσεων) αν και μόνο αν ο γράφος προήγησής του είναι ακυκλικός.

χρονοπρογράμματα ισοδύναμα με σειριακά αφήνουν τη βάση δεδομένων σε συνεπή κατάσταση

Δυο είδη σειριοποιησιμότητας

- Με βάση όψεις (πιο γενική, αλλά δεν υπάρχει λογαριθμικός αλγόριθμος)
- Με βάση συγκρούσεις (υπάρχει αλγόριθμος (γράφος συνδρομικότητας)

χρονοπρογράμματα ισοδύναμα με σειριακά αφήνουν τη βάση δεδομένων σε συνεπή κατάσταση

Αρκεί:

Όχι, στην περίπτωση αποτυχιών

Θα δούμε κάποιες ιδιότητες που το εξασφαλίζουν

☞ Δυο χρονοπρογράμματα $S1$ και $S2$ είναι **ισοδύναμα όψεων** αν:

- ☐ Αν στο $S1$, η T_i διαβάζει την αρχική τιμή του A , τότε η T_i επίσης διαβάζει την αρχική τιμή του A στο $S2$
- ☐ Αν στο $S1$, η T_i διαβάζει την τιμή του A που έγραψε η T_j , τότε η T_i διαβάζει την τιμή του A που έγραψε η T_j και στο $S2$
- ☐ Αν στο $S1$, η T_i γράφει την τελική τιμή του A , τότε η T_i γράφει την τελική τιμή του A και στο $S2$

| | |
|------------|--------|
| $T1: R(A)$ | $W(A)$ |
| $T2: W(A)$ | |
| $T3:$ | $W(A)$ |

| |
|------------------|
| $T1: R(A), W(A)$ |
| $T2: W(A)$ |
| $T3: W(A)$ |

ζητούμενο: όταν μια δοσοληψία επικυρωθεί δεν θα χρειαστεί ποτέ να ανακληθεί

Χρονοπρογράμματα με δυνατότητα ανάκαμψης

αν καμιά δοσοληψία T στο S δεν επικυρώνεται έως ότου επικυρωθούν όλες οι δοσοληψίες οι οποίες τροποποίησαν ένα δεδομένο που διαβάζει η T

Χρονοπρογράμματα με δυνατότητα ανάκαμψης: καμιά δοσοληψία T στο S δεν επικυρώνεται έως ότου επικυρωθούν όλες οι δοσοληψίες οι οποίες τροποποίησαν ένα δεδομένο που διαβάζει η T

$$R_1(X) W_1(X) \underline{R_2(X)} R_1(Y) W_2(X) \underline{C_2} A_1$$

$$R_1(X) W_1(X) \underline{R_2(X)} R_1(Y) W_2(X) W_1(Y) C_1 \underline{C_2}$$

• πρόβλημα: διαδομένη ανάκληση (όταν μια δοσοληψία πρέπει να ανακληθεί γιατί διάβασε κάποιο στοιχείο από μια δοσοληψία που απέτυχε)

Χρονοπρογράμματα που αποφεύγουν τη διάδοση ανακλήσεων

αν κάθε δοσοληψία T στο S διαβάζει μόνο στοιχεία που έχουν γραφεί από επικυρωμένες δοσοληψίες

Αυστηρά Χρονοπρογράμματα

οι δοσοληψίες δεν μπορούν ούτε να διαβάσουν ούτε να γράψουν ένα στοιχείο X έως ότου επικυρωθεί η δοσοληψία που έγραψε το X

Δυνατότητα επιστροφής στην before image

$$W_1(X, 5) W_2(X, 9) A_1$$

Ορίσαμε το πρόβλημα

στο επόμενο μάθημα::

Τεχνικές Ελέγχου Συνδρομικότητας

στο μεθεπόμενο μάθημα::

Τεχνικές Ανάκαμψης από Σφάλματα