



# Συναλλαγές (Transactions)

**Χρυσόστομος Καπέτης**



# Διαχείριση Συναλλαγών

Transactions

- Συναλλαγές (transactions)
- Έλεγχος ταυτοχρονισμού (concurrency)
- Επανάκτηση δεδομένων (recovery)



# Συναλλαγές

Transactions

- Ένα σύνολο λειτουργιών το οποίο αποτελεί μία λογική λειτουργική μονάδα καλείται **συναλλαγή** (transaction).
- Μια συναλλαγή περιέχει:
  - εντολές ανάγνωσης,
  - εντολές εισαγωγής,
  - εντολές διαγραφής, ή
  - εντολές ενημέρωσης των δεδομένων της ΒΔ.



# Συναλλαγές

- Η πολυπλοκότητα των σύγχρονων βάσεων δεδομένων οδηγεί στην ανάπτυξη αξιόπιστων μηχανισμών ελέγχου της ακεραιότητας των δεδομένων
  - πολλές συναλλαγές μπορεί να βρίσκονται σε εξέλιξη, προσπελαύνοντας κοινά δεδομένα
- Ο **έλεγχος ταυτοχρονισμού** (concurrency control) διαχειρίζεται τις συναλλαγές έτσι ώστε να αποφεύγονται οι παθολογικές καταστάσεις



# Συναλλαγές

## Transactions

- Μια ΒΔ μπορεί να βρεθεί σε ασταθή κατάσταση:
  - από μία βλάβη του συστήματος (βλάβη του φυσικού μέσου αποθήκευσης) ή (άλλου μέρους του συστήματος),
  - μετά την αποκατάσταση της βλάβης πραγματοποιείται έλεγχος των δεδομένων.
- Ανάγκη ύπαρξης μηχανισμών επανάκτησης (recovery) δεδομένων, ώστε να επανέλθει η ΒΔ στην κανονική της κατάσταση όπου πληρούνται όλοι οι περιορισμοί ακεραιότητας.



# Συναλλαγές

## Transactions

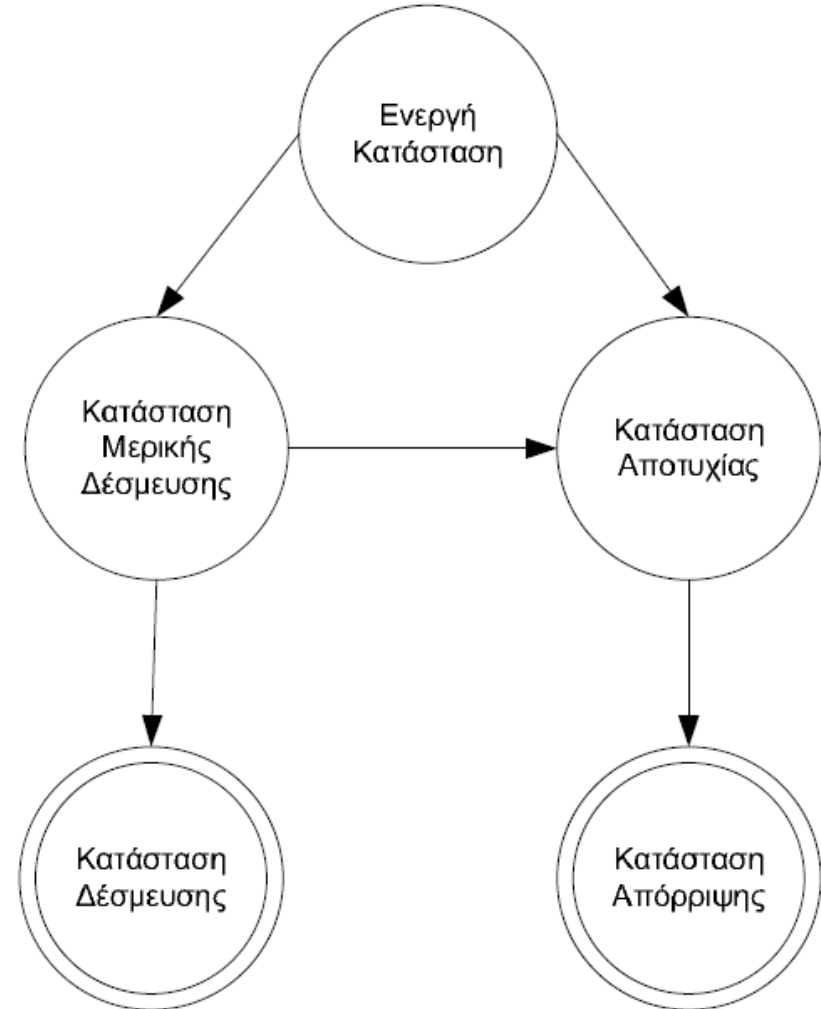
- Μία συναλλαγή είναι συνήθως το αποτέλεσμα της εκτέλεσης ενός προγράμματος που είναι γραμμένο σε μία γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου.
- Οι εντολές που προσδιορίζουν μια συναλλαγή περικλείονται μεταξύ των εκφράσεων:
  - **BEGIN TRANSACTION**, και
  - **END TRANSACTION**.



# Καταστάσεις Συναλλαγών

Transactions

Μια συναλλαγή  
μπορεί να έχει τις  
εξής καταστάσεις:





# Καταστάσεις Συναλλαγών

## Transactions

- **Ενεργή** (active) Κατάσταση: η συναλλαγή εισέρχεται στην ενεργή κατάσταση κατά την αρχή της επεξεργασίας της και παραμένει σε αυτή ενόσω εκτελείται.
- Κατάσταση **Μερικής Δέσμευσης** (partial commit): η συναλλαγή θεωρείται μερικώς δεσμευμένη όταν έχει ολοκληρωθεί και η τελευταία εντολή της συναλλαγής.
- Κατάσταση **Αποτυχίας** (failed): η συναλλαγή αποτυγχάνει όταν το ΣΔΒΔ αντιληφθεί ότι δεν μπορεί να συνεχίσει την ομαλή επεξεργασία της





# Καταστάσεις Συναλλαγών

## Transactions

- Κατάσταση **Απόρριψης** (aborted): η συναλλαγή βρίσκεται στην κατάσταση αυτή όταν τα δεδομένα έχουν επανέλθει στην προηγούμενη σταθερή κατάσταση, πριν την αρχή της εκτέλεσης της συναλλαγής.
- Στην κατάσταση απόρριψης το ΣΔΒΔ έχει δύο επιλογές:
  - (α) την επανεκκίνηση της συναλλαγής από την αρχή ή
  - (β) την καταστροφή της συναλλαγής.
- Κατάσταση **Δέσμευσης** (committed): η συναλλαγή έχει ολοκληρώσει επιτυχώς την εκτέλεσή της.



# Ιδιότητες Συναλλαγών (ACID)

## Transactions

- **Ατομικότητα (Atomicity).** Πρέπει να γίνουν όλες οι λειτουργίες της συναλλαγής σωστά στην ΒΔ ή καμία.
- **Συνέπεια (Consistency).** Η εκτέλεση μιας συναλλαγής απομονωμένα (δηλαδή, χωρίς ταυτόχρονη εκτέλεση άλλων συναλλαγών) διατηρεί τη συνέπεια της ΒΔ.
- **Απομόνωση (Isolation).** Ακόμα και αν εκτελούνται ταυτόχρονα πολλές συναλλαγές, το σύστημα εγγυάται ότι για κάθε ζευγάρι από συναλλαγές  $T_i$  και  $T_j$ , θα φαίνεται στην  $T_i$  ότι η  $T_j$  τελείωσε την εκτέλεση πριν ξεκινήσει η  $T_i$  ή ότι η  $T_j$  ξεκίνησε την εκτέλεση αφού τελείωσε η  $T_i$ . Έτσι, κάθε συναλλαγή δεν ξέρει για τις άλλες συναλλαγές που εκτελούνται ταυτόχρονα στο σύστημα.
- **Αντοχή (Durability).** Αφού μια συναλλαγή ολοκληρωθεί με επιτυχία, παραμένουν οι αλλαγές που έχει κάνει στη ΒΔ, ακόμη και αν το σύστημα έχει πρόβλημα.



# Ιδιότητες Συναλλαγών (ACID)

## Transactions

- **Ατομικότητα** (atomicity): αν υπάρχει έστω και μία εντολή της συναλλαγής, η οποία αποτυγχάνει να εκτελεσθεί, τότε ολόκληρη η συναλλαγή αποτυγχάνει επίσης.
- **Απομόνωση** (isolation): κάθε συναλλαγή πρέπει να εκτελείται ανεξάρτητα από άλλες συναλλαγές
- **Αντοχή ( ή και «Μονιμότητα»)** (durability): αν μία συναλλαγή ολοκληρωθεί με επιτυχία, τότε οι αλλαγές που έχει επιφέρει καταγράφονται μόνιμα στη ΒΔ και δεν μπορούν να ανακληθούν.



# Ιδιότητες Συναλλαγών (ACID)

## Transactions

- **Συνέπεια (consistency):**
  - η συναλλαγή πρέπει να μετατρέπει τη βάση δεδομένων από μία συνεπή κατάσταση σε μια άλλη συνεπή κατάσταση (τα δεδομένα πρέπει να είναι ορθά).
- Θεωρείστε τη μεταφορά ενός ποσού από έναν τραπεζικό λογαριασμό σε άλλον. Η αφαίρεση του ποσού από τον πρώτο πρέπει να συνοδεύεται από την πρόσθεση του ποσού στο δεύτερο. Αν το αφαιρούμενο ποσό διαφέρει από το προστιθέμενο, τότε τα δεδομένα της βάσης δεν έχουν συνέπεια (δεν είναι ορθά).



# Έλεγχος Ταυτοχρονισμού

## Transactions

- Ο σωστός συντονισμός των συναλλαγών είναι ευθύνη του ΣΔΒΔ, το οποίο μέσω του μηχανισμών ελέγχου ταυτοχρονισμού εγγυάται την ομαλή εκτέλεση των συναλλαγών.
- Ο τρόπος συντονισμού και εκτέλεσης ενός συνόλου συναλλαγών καλείται **χρονοδιάγραμμα** (schedule).
- Το ΣΔΒΔ πρέπει να επιλέξει ένα χρονοδιάγραμμα που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις συνέπειας των δεδομένων.



# Τρόποι Επεξεργασίας

## Transactions

- **Ακολουθιακή ή σειριακή** εκτέλεση: όπου οι συναλλαγές εκτελούνται η μία μετά την άλλη αλλά μειώνεται η γενική απόδοση του συστήματος.
- **Ταυτόχρονη** εκτέλεση πολλών συναλλαγών: όπου ο δίσκος ή η CPU μπορούν να απασχολούνται με άλλη συναλλαγή, οπότε αυξάνεται ο αριθμός των συναλλαγών που ολοκληρώνονται στη μονάδα του χρόνου (throughput).
  - Πλεονέκτημα: μειώνονται οι καθυστερήσεις (waiting time) και ο μέσος χρόνος εκτέλεσης των συναλλαγών (mean response time).
  - Μειονέκτημα: ενδέχεται να επιφέρει προβλήματα στην ακεραιότητα και συνέπεια των δεδομένων της ΒΔ.



# Επίπεδα Απομόνωσης (Isolation Levels)

Transactions

	Dirty reads	Non-Repeatable Reads	Phantom Records
READ UNCOMMITTED	Yes	Yes	Yes
READ COMMITTED	No	Yes	Yes
REPEATABLE READS	No	No	Yes
SERIALIZABLE	No	No	No



# Επίπεδα Απομόνωσης

## Transactions

- **READ UNCOMMITTED:** Οι εντολές μίας συναλλαγής μπορούν να διαβάσουν δεδομένα που έχουν τροποποιηθεί από άλλες συναλλαγές και ακόμη δεν έχουν γίνει commit.
- **READ COMMITTED:** Δεν μπορεί να διαβάσει δεδομένα που έχουν τροποποιηθεί από μια άλλη συναλλαγή αλλά δεν έχουν γίνει commit.
- **REPEATABLE READ**
  - Δεν μπορεί να διαβάσει δεδομένα που έχουν τροποποιηθεί από μια άλλη συναλλαγή αλλά δεν έχουν γίνει commit.
  - Επιπλέον δεν επιτρέπεται σε άλλες συναλλαγές να τροποποιήσουν δεδομένα που έχουν διαβαστεί από την τρέχουσα συναλλαγή μέχρι που αυτή να ολοκληρωθεί.
- **SERIALIZABLE**
  - Οι εντολές μίας συναλλαγής δεν μπορούν να διαβάσουν δεδομένα που έχουν τροποποιηθεί αλλά δεν έχουν γίνει commit από άλλη συναλλαγή.
  - Άλλες συναλλαγές δεν μπορούν να τροποποιήσουν δεδομένα που έχουν διαβαστεί από την τρέχουσα συναλλαγή μέχρι αυτή να ολοκληρωθεί.
  - Άλλες συναλλαγές δεν μπορούν να εισαγάγουν δεδομένα όταν οι τιμές των κλειδιών εμπεριέχονται στο διάστημα των κλειδιών που έχουν διαβαστεί από την τρέχουσα συναλλαγή μέχρι αυτή να ολοκληρωθεί.