

Σχεσιακό μοντέλο –
σχεσιακή άλγεβρα

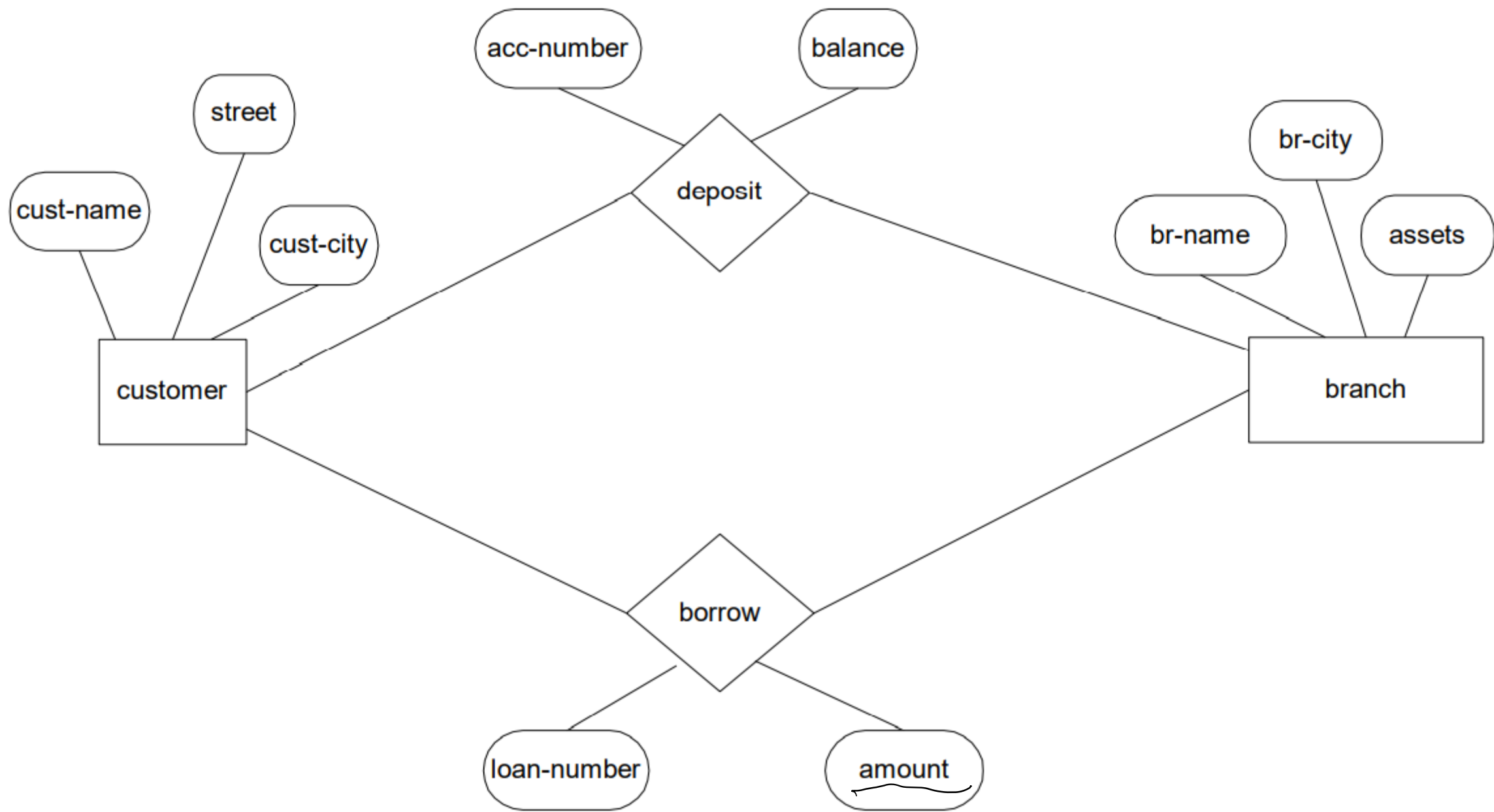
Σχεσιακό μοντέλο

- Σχεσιακή Βάση Δεδομένων: συλλογή **πινάκων**
- Κάθε γραμμή: **πλειάδα (tuple)**
 - Ενιαία μονάδα
 - Συνδυασμός τιμών από σύνολα τιμών
- Σχήμα: αντίστοιχο του τύπου στις γλώσσες προγραμματισμού
deposit-scheme = (br-name, acc-number, cust-name, balance)
- Λίστα χαρακτηριστικών, με αντίστοιχα πεδία τιμών
(br-name: string, acc-number: integer, cust-name: string, balance: integer)

Θα ασχοληθούμε με τους τύπους δεδομένων αργότερα

Παράδειγμα αναφοράς

- Branch-scheme = (br-name, assets, br-city)
- Customer-scheme = (cust-name, street, cust-city)
- Deposit-scheme = (br-name, acc-number, cust-name, balance)
- Borrow-scheme = (br-name, loan-number, cust-name, amount)



Συσχέτιση

<i>br-name</i>	<i>acc-number</i>	<i>Cust-name</i>	<i>balance</i>
Ακαδημία	101	Αλυσάφης	1200
Σόλωνος	125	Ναξάκης	1342
Λάρισα	234	Κουκλάκης	536
Ακαδημία	345	Τόκης	777
Αγορά	455	Κώτσας	7230
Αριστοτέλους	560	Αλυσάφης	1200
Κέντρο	580	Κουκλάκης	1460
Μητροπόλεως	590	Μπάτης	2450
Σόλωνος	600	Μαρμόρκος	6110

Συσχέτιση

- Άλλο παράδειγμα:

Customer-scheme = (cust-name, street, cust-city)

<i>Cust-name</i>	<i>street</i>	<i>cust-city</i>
Αλυσάφης	Νικομηδείας	Αθήνα
Ναξάκης	Κορωνίδος	Αθήνα
Κουκλάκης	Βάρδα	Θεσ/νίκη
Τόκης	Καρύστου	Θεσ/νίκη
Χαρόβας	Αθηνών	Κοζάνη
Πίσσας	Τσιμισκή	Θήβα
Γκαμίλης	Περάματος	Αθήνα
Παπαδάκης	Αγνής	Αθήνα
Μαντάς	Ηρακλείου	Μεσολόγγι
Λάμπρου	Αρτας	Αγρίνιο
Κώτσας	Μάνης	Αθήνα
Μπάτης	Κούμα	Χανιά
Μαρμόρκος	Ανταίου	Φλώρινα

Μερικές παρατηρήσεις

- Cust-name: εμφανίζεται και στους δύο πίνακες
 - Δεν είναι τυχαίο
 - Δείχνει τη πραγματική συνάφεια δεδομένων σε διαφορετικούς πίνακες
 - Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μεταξύ πινάκων
- Οι δύο σχέσεις μπορεί να γίνουν μία
Account-info-scheme = (branch-name, acc-number, balance, cust-name, street, cust-city)
 - Πελάτης με πολλούς λογαριασμούς → καταχώρηση της διεύθυνσης πολλές φορές (πλεονασμός)
 - Αν δεν υπάρχει διεύθυνση → κενές τιμές (null values)

Γλώσσα Ερωτημάτων (query language)

- Γλώσσα ερωτημάτων: εργαλείο αναζήτησης πληροφορίας
- Λογικές σχέσεις και πράξεις
- Εμπορικές γλώσσες: SQL

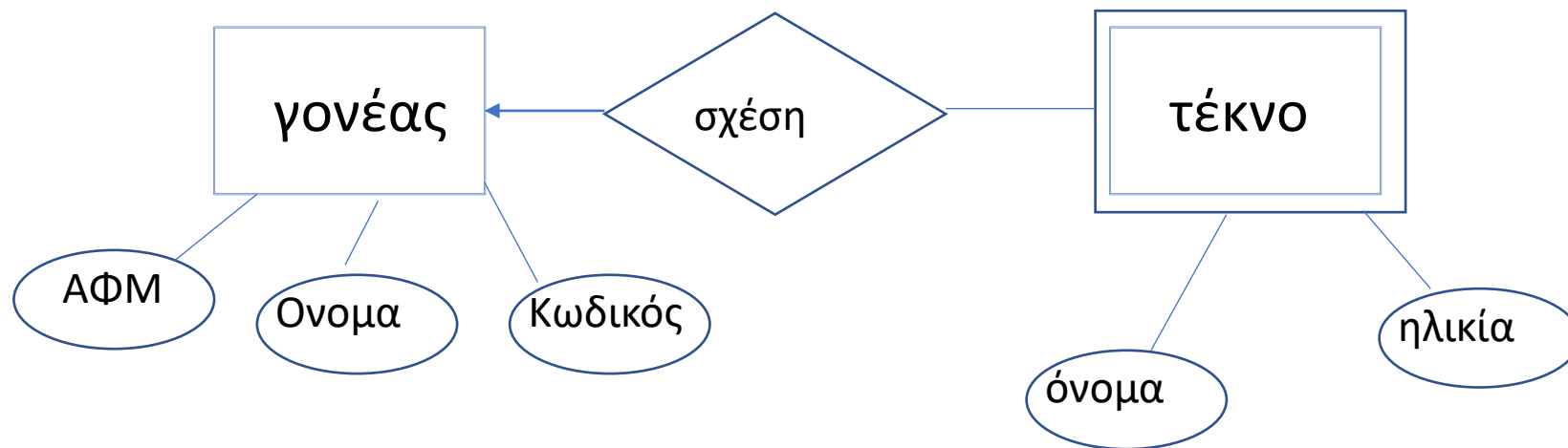
Σχεσιακή άλγεβρα

- Σύνολο πράξεων με λογική αλληλουχία
- Αφηρημένη (abstract)

Βασικές λειτουργίες

Επιλογή (select)

- Επιλογή πλειάδων με συγκεκριμένη συνθήκη
- Συμβολίζεται με το γράμμα σ



Βασικές λειτουργίες

Επιλογή (select)

- Επιλογή πλειάδων με συγκεκριμένη συνθήκη
- Συμβολίζεται με το γράμμα σ

$$\sigma_{br-name = \text{'Ακαδημία'}} (\text{borrow})$$

- Μετάφραση: **επίλεξε** από τον πίνακα borrow τις γραμμές (πλειάδες) που έχουν την τιμή «Ακαδημία» στη στήλη Br-name
- Τι είναι το αποτέλεσμα? (σκεφθείτε)

Βασικές λειτουργίες

Απάντηση: πίνακας!

- Όλες οι πράξεις στη σχεσιακή άλγεβρα γίνονται σε πίνακες και δίνουν αποτέλεσμα πίνακα
- Πίνακας με ίδιο πλήθος στηλών και μικρότερο (ή ίσο) πλήθος πλειάδων
- Μπορεί να είναι και «ίσο»: κάποια συνθήκη μπορεί να ικανοποιείται από όλες τις γραμμές του πίνακα

$\sigma_{\text{loan-number} > 10}(\text{borrow}) = \text{borrow}$

Παράδειγμα

<i>br-name</i>	<i>loan-number</i>	<i>cust-name</i>	<i>amount</i>
Ακαδημία	11	Αλυσάφης	1100
Σόλωνος	25	Ναξάκης	1212
Λάρισα	34	Κουκλάκης	5236
Ακαδημία	45	Τόκης	2312
Αγορά	55	Κώτσας	7000
Αριστοτέλους	60	Χαρόβας	100
Σόλωνος	70	Πίσσας	3222
Ακαδημία	80	Γκαμίλης	9090
Κέντρο	80	Κουκλάκης	1560
Μητροπόλεως	90	Μαντάς	2470
Σόλωνος	98	Λάμπρου	6310

Αποτέλεσμα

$\sigma_{br-name = \text{'Ακαδημία'}}(\text{borrow})$

<i>br-name</i>	<i>loan-number</i>	<i>cust-name</i>	<i>amount</i>
Ακαδημία	11	Αλυσάφης	1100
Ακαδημία	45	Τόκης	2312
Ακαδημία	80	Γκαμίλης	9090

Παραδείγματα

- Δάνεια με ποσό πάνω από 2000 ευρώ

$\sigma_{amount > 2000}$ (borrow)

- Πελάτες από Αθήνα

$\sigma_{cust-city = \text{“Αθήνα”}}$ (customer)

- Καταστήματα με περιουσία πάνω από 100000

$\sigma_{assets > 100000}$ (Branch)

Παρατηρήσεις

- Λογικές συγκρίσεις με λογικούς τελεστές
 $<, >, =, \leq, \geq, \neq$
- Σύγκριση **πεδίου** με **τιμή**
- Συνθήκες μπορούν να συνδυάζονται με λογικούς τελεστές
AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR
- Μπορούμε να συγκρίνουμε πεδία μεταξύ τους

Βασικές λειτουργίες

Προβολή (project)

- Επιλογή χαρακτηριστικών (στηλών) από πίνακα
- Συμβολίζεται με το γράμμα Π

$\Pi_{br-name, br-city}$ (branch)

- Μετάφραση: **επίλεξε** από τον πίνακα borrow τις στήλες Br-name, Br-city
- Τι είναι το αποτέλεσμα? (σκεφθείτε)

Βασικές λειτουργίες

Απάντηση: πίνακας!

- Έχει το πλήθος των στηλών που επιλέξαμε
- Έχει το ίδιο πλήθος γραμμών με τον αρχικό πίνακα
- Δεν «διώχνουμε» πληροφορία
- «Προβάλλουμε» αυτά που μας ενδιαφέρουν

Παραδείγματα

- Ονόματα πελατών και το κατάστημα στο οποίο έχουν κάποιο δάνειο

$\Pi_{\text{br-name, cust-name}}(\text{borrow})$

- Ονόματα και πόλεις καταστημάτων

$\Pi_{\text{br-name, br-city}}(\text{branch})$

- Αριθμοί και υπόλοιπα λογαριασμών

$\Pi_{\text{acc-no, balance}}(\text{deposit})$

Παραδείγματα

- Δεν είναι απαραίτητο να έχουμε έναν από τους αποθηκευμένους πίνακες μας
- Τί είναι το $\sigma_{\text{loan-number} > 1400}$ (borrow) ?
- Απάντηση: πίνακας (όχι αποθηκευμένος όμως)
- Οι στήλες του παραμένουν ίδιες:
(br-name, loan-number, cust-name, amount)
- Τι κάνω αν θέλω μόνο τους αριθμούς και τα ποσά των δανείων?

Παραδείγματα

- Κάνω προβολή στον πίνακα που έχω «υπολογίσει»

$\Pi_{\text{loan-number, amount}} (\sigma_{\text{loan-number} > 1400} (\text{borrow}))$

- Έτσι μπορώ να συνδυάζω Π και σ
- Σχεδόν όλες οι πράξεις που θέλω να κάνω σε μια φυσιολογική βάση γίνονται με αυτόν τον συνδυασμό

Παραδείγματα συνδυασμών

- Ονόματα και πόλεις πελατών από την Άρτα

$\Pi_{\text{cust-name, cust-city}} (\sigma_{\text{cust-city} = \text{'Άρτα'}}(\text{customer}))$

- Κατάστημα και ποσό για τα δάνεια του καταστήματος Κέντρο

$\Pi_{\text{br-name, amount}} (\sigma_{\text{br-name} = \text{'Κέντρο'}}(\text{borrow}))$

- Αριθμοί δανείων με ποσό πάνω από 2000 ευρώ

$\Pi_{\text{loan-number}} (\sigma_{\text{amount} > 2000}(\text{borrow}))$

Ερώτημα: Είναι πρόβλημα ότι δεν κρατάω στην προβολή τη στήλη που είναι στη συνθήκη?

Παραδείγματα συνδυασμών

- Απάντηση : όχι!
- Πρώτα υπολογίζω τον πίνακα και μετά κρατάω αυτά που θέλω
- Στο παράδειγμα: δεν ξέρω τα ποσά των δανείων, ξέρω όμως ότι είναι σίγουρα πάνω από 2000 ευρώ.

Μερικές λεπτομέρειες

- Οι συνθήκες μπορούν να συνδέονται με AND, OR, XOR, NOT και άλλους λογικούς τελεστές
- Η τελική μας συνθήκη είναι μία, μπορεί όμως να αποτελεί σύνθεση πολλών άλλων
- Στις συνθήκες μπορώ να έχω και διάφορες «συντομεύσεις»:
 - IN: αντίστοιχο του $\in$
Acc-number IN (1000, 2100, 3535)
Ισοδύναμο με $\text{Acc-no} = 1000 \text{ OR } \text{acc-no} = 2100 \text{ OR } \text{acc-no} = 3535$
 - BETWEEN - AND: ισοδύναμο με δύο συνθήκες που ορίζουν μια περιοχή
Acc-number BETWEEN 1000 AND 2000
Ισοδύναμο με $\text{Acc-number} > 1000 \text{ AND } \text{Acc-number} < 2000$
 - LIKE: αναζήτηση για σειρές χαρακτήρων που **μοιάζουν** με κάτι

Η χρήση του LIKE

- Δεν μπορούμε με το = να βρούμε λέξεις που μοιάζουν με κάτι
- Πχ. Στην Άρτα ονομάζουμε τα καταστήματα μας 'Άρτα1' και 'Άρτα2'
- Δεν μπορούμε να τα βρούμε με br-name = 'Άρτα'
- Ούτε το ένα όνομα ούτε το άλλο έχουν ίδια ακριβώς τιμή με αυτό που αναζητάμε, παρά το ότι διαφέρουν μόνο στον ένα επιπλέον χαρακτήρα
- Πρέπει να μπορούμε να αναζητήσουμε **τμήματα** λέξεων

Η απάντηση: ο τελεστής LIKE

Η χρήση του LIKE

Cust-name LIKE 'A%': αναζήτηση ονομάτων που αρχίζουν από A

Cust-name LIKE '%Σ': αναζήτηση ονομάτων που τελειώνουν σε Σ

Cust-name LIKE '%AB%': αναζήτηση ονομάτων που έχουν κάπου μέσα στη σειρά το 'AB'

Cust-name LIKE 'A__': αναζήτηση ονομάτων που αρχίζουν από A και μετά ακολουθούν **δύο (αυστηρά)** χαρακτήρες

Cust-name LIKE '%A___': αναζήτηση ονομάτων που έχουν κάπου το A και μετά ακολουθούν **τρεις (αυστηρά)** χαρακτήρες μέχρι το τέλος

Διάταξη

- Σημαντικό στοιχείο στις βάσεις δεδομένων
- Σειρά με βάση μια αύξουσα ακολουθία
- Ό,τι μπορεί να μπει σε μια αύξουσα ακολουθία μπορεί και να μπει σε διάταξη
 - Αριθμοί: σύμφωνα με τη γνωστή διάταξη των φυσικών αριθμών
 - Ημερομηνίες: η πιο πρόσφατη ημερομηνία θεωρείται μεγαλύτερη από μια παλιότερη
 - Σειρές χαρακτήρων: αλφαβητικά, όπως στο λεξικό

Διάταξη

- Προσοχή: οι λέξεις μπορούν και αυτές να συγκριθούν
- Παράδειγμα: τι σημαίνει `Cust-name > 'Βερ'` ?
- Απάντηση: όλες οι λέξεις / φράσεις που θα ήταν μετά τη λέξη 'Βερ' στο λεξικό
 - Βεργα, βεστιάριο, γράμμα, δρόμος
Αλλά όχι
 - βελάκι, βαρος, αλγεβρα

Διάταξη

- Μπορούμε να συγκρίνουμε με ανισότητες και λέξεις μεταξύ τους
- «Μεγαλύτερη» είναι η λέξη που βρίσκεται παρακάτω στο λεξικό
 - Βγενόπουλος > Βα (το α είναι πριν το γ)
 - Παύλου < Πε (το ε είναι μετά το α)
 - Γ < Γεωργίου (το Γ εμφανίζεται πριν από οποιαδήποτε λέξη από Γ)
- Θα μπορούσαμε να βρούμε και μια ομάδα λέξεων με ανισότητες
 - Πχ τα ονόματα καταστημάτων από Δ μπορούν να βρεθούν
 - Br-name >= 'Δ' AND Br-name < 'Ε'
- Φυσικά σπανίως θα κάνουμε κάτι τέτοιο, όταν έχουμε εργαλεία που κάνουν την ίδια δουλειά με πιο φυσικό τρόπο

Περισσότεροι πίνακες

- Σπάνια χρειαζόμαστε δεδομένα από έναν μόνο πίνακα
- Τι κάνουμε τότε
- Παράδειγμα: Αρ. λογαριασμών που έχουν αρτινοί πελάτες
 - Χρειαζόμαστε τον πίνακα Account
 - Χρειαζόμαστε όμως και την πόλη του πελάτη (πίνακας Customer)
- Πώς θα τους φέρουμε σε «επαφή»?

Καρτεσιανό γινόμενο

- Συνδυασμός **όλα-με-όλα** (σύμβολο X)
- Παράδειγμα: customer X deposit
- Όλες οι στήλες και των δύο πινάκων
- Κάθε γραμμή του ενός πίνακα συνδυάζεται με όλες τις γραμμές του άλλου πίνακα
- Σχήμα: (cust-name, street, cust-city, br-name, acc-number, cust-name, balance)

Καρτεσιανό γινόμενο

- Πρόβλημα: δύο στήλες με όνομα cust-name
- Λύση: «ονοματεπώνυμο» στήλης

Customer.cust-name ---- account.cust-name

Πλήρες όνομα: bankDB.customer.cust-name

- Όλη η πληροφορία που μπορεί να χρειαζόμαστε είναι εκεί
- Υπάρχει όμως και αρκετή περιττή πληροφορία:
- Τι νόημα έχει να συνδυαστεί ο πελάτης Παππάς με το λογαριασμό του πελάτη Πέτρου??
- Αντίστροφη ερώτηση: **ΠΟΤΕ έχει νόημα ο συνδυασμός?**

Καρτεσιανό γινόμενο

- Απάντηση: όταν οι κοινές στήλες έχουν την ίδια τιμή!

Cust-city	Address	Cust-name
αθήνα	...	Πέτρου
Λάρισα	...	Παύλου
Λάρισα		Αθανασίου
Βόλος	...	Βλάχος

Cust-name	Acc-no	Br-name	Balance
Πέτρου	1100	Κέντρο	1100
Παύλου	756	Ομόνοια	1200
Αθανασίου	12228	Β.Πύργου	800
Βλάχος	131313	Λ.Πύργος	0

- Δεν έχει νόημα να συνδυάσουμε τον Πέτρου με το λογαριασμό 756
 - Συνδέω το λογαριασμό του Παύλου με τα στοιχεία του Πέτρου!

Καρτεσιανό γινόμενο

- Αντίθετα, έχει νόημα όταν συνδέσω τον Πέτρου με τον λογαριασμό 1100

Cust-city	Address	Cust-name	Cust-name	Acc-no	Br-name	Balance
αθήνα	...	Πέτρου	Πέτρου	1100	Κέντρο	1100
Λάρισα	...	Παύλου	Παύλου	756	Ομόνοια	1200
Λάρισα		Αθανασίου	Αθανασίου	12228	Β.Πύργου	800
Βόλος	...	Βλάχος	Βλάχος	131313	Λ.Πύργος	0

- Τι συνδυάζω?
- Φέρνω δίπλα στο λογαριασμό **του Πέτρου** τα στοιχεία **του κατόχου του**

Φυσική σύνδεση

- Όταν συνδέω δύο γραμμές με **ίδια τιμή** στο **κοινό πεδίο**, παίρνω τη

ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ (NATURAL JOIN)

- Τύπος

Deposit $\bowtie$ Customer =

$\sigma_{\text{Deposit.Cust-name} = \text{Customer.cust-name}} (\text{Deposit} \times \text{Customer})$

Φυσική σύνδεση

- Τεράστιας σημασίας έννοια
- Συνδέει 2, 3, 4, ... πίνακες μεταξύ τους γρήγορα και εύκολα
- Αποτέλεσμα:
 - Δεν χρειάζεται να αποθηκεύουμε δεδομένα σε μεγάλους ενιαίους πίνακες
 - Όποτε χρειάζεται, σχηματίζουμε τη συγχώνευση των πινάκων
 - Καμία απώλεια δεδομένων

Φυσική σύνδεση

- Συνδέσεις η μία πίσω από την άλλη

Branch >< Deposit >< Customer =
(Branch >< Deposit) >< Customer

- Προσεταιριστική ιδιότητα (όπως ο πολλαπλασιασμός)

Παραδείγματα

- Όνομα και αρ. λογαριασμού για πελάτες από Λάρισα που έχουν λογαριασμό καταθέσεων :

$\Pi_{\text{cust-name, acc-no}} (\sigma_{\text{cust-city} = \text{'Λάρισα'}} (\text{customer} \bowtie \text{deposit}))$

- Όνομα και περιουσία για καταστήματα με λογαριασμούς με υπόλοιπο πάνω από 1000000

$\Pi_{\text{br-name, assets}} (\sigma_{\text{balance} > 1000000} (\text{deposit} \bowtie \text{branch}))$

Παραδείγματα

- Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη φυσική σύνδεση για να συνδέσουμε δεδομένα που θέλουμε να έχουν ίδια τιμή
- Ονόματα πελατών που έχουν λογαριασμό σε κατάστημα της πόλης τους
- Πού είναι τα δεδομένα?
 - Λογαριασμοί $\rightarrow$ deposit
 - Πόλη καταστήματος $\rightarrow$ branch
 - Πόλη πελάτη (προσοχή) $\rightarrow$ customer

$\Pi_{\text{cust-name}} (\sigma_{\text{cust-city} = \text{br-city}} (\text{customer} \bowtie \text{deposit} \bowtie \text{branch}))$

Παραδείγματα

- Ισχύει και το αντίθετο
- Ονόματα πελατών που έχουν λογαριασμό σε κατάστημα **εκτός** της πόλης τους
- Πού είναι τα δεδομένα?
 - Λογαριασμοί $\rightarrow$ deposit
 - Πόλη καταστήματος $\rightarrow$ branch
 - Πόλη πελάτη (προσοχή) $\rightarrow$ customer

$\Pi_{\text{cust-name}} (\sigma_{\text{cust-city} \neq \text{br-city}} (\text{customer} \bowtie \text{deposit} \bowtie \text{branch}))$

Παραδείγματα

- Υπάρχουν και «ανορθόδοξες» εφαρμογές της φυσικής σύνδεσης
- Ονόματα πελατών που έχουν ταυτόχρονα λογαριασμό και δάνειο

(σκεφτείτε λίγο)

Παραδείγματα

- Τι είναι αυτό που μας ενδιαφέρει?
- Να βρούμε **με το ίδιο όνομα** έναν λογαριασμό και ένα δάνειο
- Πού είναι τα δεδομένα?

- Λογαριασμός → deposit
- Δάνειο → borrow
- Όνομα πελάτη? Στους δύο παραπάνω πίνακες!
- Μας αρκούν deposit και borrow!!

Παραδείγματα

(Deposit ><_{cust-name} borrow)

- Τι έχει κάθε γραμμή?
- Έναν λογαριασμό και ένα δάνειο

Acc-no	Br-name	Balance	Cust-name	Cust-name	Loan -no	Br-name	Amount
2029	Ομόνοια	3003.18	Αθανασίου	Αθανασίου	253	Κέντρο	265.45

- Το ότι **υπάρχει η γραμμή** απαντάει στο ερώτημα!

Παραδείγματα

- Άρα τελικά:

$\Pi_{\text{deposit.cust-name}}(\text{Deposit} \bowtie_{\text{cust-name}} \text{borrow})$

Προσοχή: δεν υπάρχει συνθήκη όπου επιλέγουμε γραμμές από τον
κάθε πίνακα $\rightarrow$ όχι «σ»