

ΠΑΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

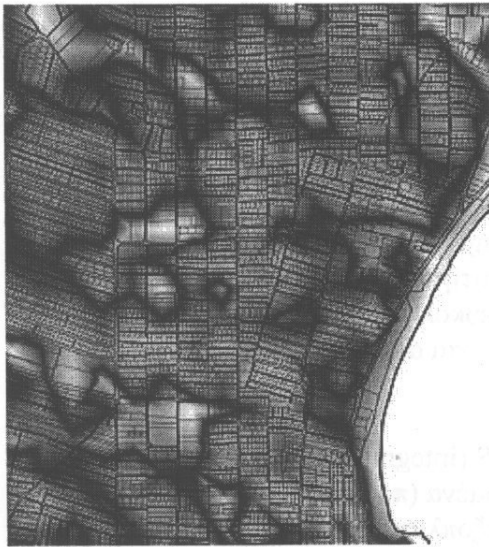
ΝΙΚΟΣ ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ στα ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (GIS)
- ΓΕΩΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ
- ΣΧΕΣΙΑΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
- ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΓΕΩΡΓΙΑ

Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγράμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.



 Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας, κατάλληλος για λήψη αποφάσεων, π.χ. ανάπτυξη υποδομών ΟΤΑ



Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο.

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την λειτουργία αυτή βασίζεται:

- Είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, όπου τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.
- Είτε στο αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση (π.χ. κατηγορία = "δρόμος", όνομα = "Πανεπιστημίου", γεωμετρία = "[X1,Y1],[X2,Y2]...", πλάτος = "20μέτρα").

Το αντικειμενοστραφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εφαρμογές GIS εξαιτίας των αυξημένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το σχεσιακό μοντέλο της δυνατότητας που παρέχει για την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση.

Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

Διαδικασίες ΓΣΠ

Ένα ΣΓΠ, ως σύστημα, αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

Εισαγωγή

Το τμήμα του συστήματος που είναι υπεύθυνο για τροφοδότηση του συστήματος με δεδομένα. Αυτά πρέπει να είναι σε ψηφιακή δομή και συνήθως προκύπτουν με ψηφιοποίηση αναλογικών δεδομένων (π.χ. τυπωμένοι χάρτες) ή με τη συλλογή

πρωτογενών δεδομένων με τη χρήση ψηφιακών μεθόδων αποτύπωσης χώρου (αποτύπωση με GPS, Τηλεπισκόπηση). Αυτό το στάδιο αφορά τόσο τη γεωγραφική όσο και την περιγραφική διάσταση των δεδομένων.

Επεξεργασία

Τα δεδομένα πρέπει να υποστούν εκείνη την επεξεργασία που τα καθιστά κατάλληλα για παραπέρα ανάλυση και χρήση. Αυτό μπορεί να αφορά την ορθή απόδοση του συστήματος συντεταγμένων, την δημιουργία σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, τη διόρθωση σφαλμάτων, την μετάβαση από μια δομή σε μια άλλη.

Ανάλυση

Ο χρήστης - αναλυτής θέτει ερωτήσεις σύμφωνα με την δυνατότητα των ίδιων των δεδομένων. Οι ερωτήσεις μπορεί να είναι του τύπου :

- Πώς απεικονίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος;
- Πού βρίσκεται το Α;
- Που βρίσκεται το Α σε σχέση με το Β;
- Τι θα συμβεί εάν...;
- Πόσο από το Α υπάρχει στην περιοχή Γ
- Ποιος είναι συντομότερος από το Α στο Β;
- Ποιος είναι ο οικονομικότερος δρόμος από το Α στο Β;

Απόδοση

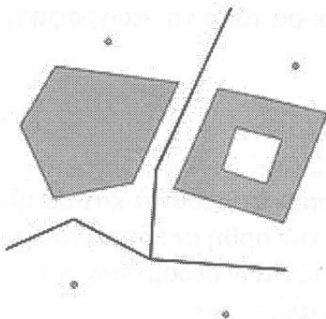
Η απόδοση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης γίνεται σε αναλογικά μέσα με την οργάνωση της εκτύπωσης χαρτογραφικών προϊόντων ή με την απόδοση σε ψηφιακές πλατφόρμες είτε με τη χρήση του Διαδικτύου, μέσω διαδραστικών χαρτών (Web-based GIS), είτε σε μέσω εσωτερικών δικτύων οργανισμών μέσω εφαρμογών που υποστηρίζουν πολλαπλούς χρήστες με διακριτούς ρόλους (Enterprise GIS).

Έλεγχος

Κάθε σύστημα οφείλει να έχει μηχανισμούς ανάδρασης (feedback) ώστε να εξασφαλίζεται η ορθότητα και ακρίβεια των πληροφοριών. Αυτό μπορεί να γίνεται μέσω λογισμικού με διαδικασίες κανόνων επικύρωσης, με διαδικασίες ελέγχου ακρίβειας συντεταγμένων και γενικότερα με διαδικασίες ποιοτικών και ποσοτικών ελέγχων ανάλογα με τη φύση των δεδομένων.

Δομές Δεδομένων

Σε ένα ΣΓΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΣΓΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά GIS προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη.



Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών: Γραμμή, Σημείο, Πολύγωνο

1. Διανύσματα (Vector). Όλα τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν με τρεις βασικούς τύπου γεωμετριών: σημεία, γραμμές, πολύγωνα. Έτσι για την απόδοση της θέσης μια πόλης σε ένα χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο, για την αποτύπωση του οδικού δικτύου μια γραμμή αποτελούμενη από πολλές κορυφές και για την αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας ένα πολύγωνο. Στην ουσία τα πάντα αναπαρίστανται από γραμμές. Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους, ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται. Έτσι π.χ. σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα (1:1000) τα κτίσματα αποτυπώνονται ως πολύγωνα, ενώ σε μικρότερες κλίμακες (1:10.000) είναι ορθότερο να χρησιμοποιηθεί η γεωμετρία του σημείου. Τέλος κάθε γεωμετρία συνδέεται με μια σχέση 1-1 με μια εγγραφή σε ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

2. Ψηφιδωτά (Raster). Η ψηφιδωτή δομή δεδομένων χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου) ή σε περιπτώσεις που στο ΣΓΠ θέλουμε να ενσωματώσουμε μια δορυφορική εικόνα ή μια σαρωμένη αεροφωτογραφία. Οι ψηφιδωτές δομές δεδομένων έχουν περιορισμένες δυνατότητες σύνδεσης με περιγραφικά χαρακτηριστικά. Παράδειγμα πληροφορίας ψηφιδωτής δομής σε ένα GIS είναι η εικόνα που φαίνεται παραπάνω (Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας) που περιέχει την πληροφορία του αριθμού κατοικιών ανά εκτάριο σε ψηφιδωτή δομή.

Τοπολογία

Στη γεωπληροφορική ως Τοπολογία εννοούμε το σύνολο των γεωμετρικών κανόνων που πρέπει να ακολουθεί η γεωγραφική πληροφορία ανάλογα με την φύση της. Έτσι για παράδειγμα, εάν η πληροφορία είναι τα οικοδομικά τετράγωνα τότε τα πολύγωνα που τα αναπαριστούν θα πρέπει να ακολουθούν μεταξύ άλλων τους κανόνες: δεν επιτρέπεται η αλληλοεπικάλυψη, δεν επιτρέπεται η ταύτιση των ορίων. Σε άλλες περιπτώσεις και για την ίδια γεωγραφική περιοχή ο κανόνας μπορεί να ισχύει αντίθετα. Π.χ στην περίπτωση που το χαρακτηριστικό που απεικονίζεται είναι τα όρια των ιδιοκτησιών, επιβάλλεται η ταύτιση των ορίων για τα όμορα ακίνητα.

Διάρκεια: 2 Ωρες Θεωρία) / βδομάδα

Στόχος Μαθήματος: Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (Geographical Information Systems). Περιγραφή της σύνδεσης και της αλληλεπίδρασης γεωγραφικών ή χωρικών δεδομένων (χάρτης) με αλφαριθμητικά δεδομένα μέσω μίας σχεσιακής βάσης δεδομένων. Στόχος του μαθήματος είναι να μάθουν οι σπουδαστές να χρησιμοποιούν τα GIS ως ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή αποφάσεων οι οποίες δεν θα βασίζονται μόνο σε χάρτες και σχεδιαγράμματα ως χωρική πληροφορία αλλά να μπορούν να χρησιμοποιήσουν το GIS για να δούν ένα χάρτη σε οποιαδήποτε λογική κλίμακα, να ελέγξουν τα στοιχεία του χάρτη ή να ζητήσουν ταυτόχρονα πληροφορία από τους σχετικούς πίνακες της βάσης δεδομένων.

Περίγραμμα Ύλης:

- Εισαγωγή στις Βάσεις Χωρικών Δεδομένων:
- Μοντέλα, Λειτουργίες και Γλώσσες Ερωτημάτων για Χωρικές Βάσεις Δεδομένων: Γλώσσες Επερωτήσεων για Χωρικά Δίκτυα, Συστήματα ΒΔ με ειδική αναπαράσταση γεωμετρικών οντοτήτων (Oracle Spatial, PostgreSQL), Συστήματα ΒΔ με αναπαράσταση γεωμετριών κατά OGC
- Περιβάλλοντα χαρτογραφικής απεικόνισης με απευθείας προσπέλαση σε χωρικές βάσεις δεδομένων (MapServer, GeoServer, uDIG, Oracle MapViewer κ.ά.) και Web Map Services.
- Πρόσβαση σε Γεωγραφικές Βάσεις Δεδομένων μέσω WWW.

Ο συνδυασμός θεματικών πληροφοριών με χωρικά προσδιορισμένα αντικείμενα είναι τυπικός για τα προβλήματα των γεωεπιστημών. Ως γεωαντικείμενο (χωρικό αντικείμενο, γεωγραφικό αντικείμενο) ορίζεται ένα πραγματικό ή φανταστικό αντικείμενο το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί σε κάποιο τμήμα της γης. Μπορεί να διακριθεί από τα άλλα γεωαντικείμενα σύμφωνα με:

1. την χωρική του θέση, δηλαδή τη γεωμετρία του
2. τις σχέσεις του στο χώρο με άλλα γεωαντικείμενα, δηλαδή την τοπολογία του
3. τα σχετικά του χαρακτηριστικά, ανάλογα με το πρόβλημα, δηλαδή τον θεματικό του χώρο, και
4. τις χρονικές του μεταβολές, δηλαδή τη δυναμική του.

Έτσι, ένας μετεωρολογικός σταθμός, ως γεωαντικείμενο, σύμφωνα με τα παραπάνω, θα έχει

- τη γεωμετρία του, δηλαδή την περιγραφή της χωρικής θέσης του σταθμού χρησιμοποιώντας γεωγραφικές συντεταγμένες
- την τοπολογία του, π.χ. ο σταθμός βρίσκεται μέσα την πόλη της Θεσσαλονίκης
- τον θεματικό του χώρο, δηλαδή τις παραμέτρους που καταγράφει, π.χ. θερμοκρασία του αέρα, βροχόπτωση κλπ.
- Τη δυναμική του, δηλαδή την χρονική μεταβολή των παραμέτρων που καταγράφει.

Ένα άλλο παράδειγμα γεωαντικειμένου είναι ένα τμήμα υδάτινου ρέματος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο μετρητές απορροής. Και σ' αυτό το παράδειγμα το αντικείμενό μας θα έχει

- Γεωμετρία: Περιγραφή του τμήματος του υδάτινου ρέματος χρησιμοποιώντας μια γραμμή που συνδέει τα δύο σημεία μέτρησης της απορροής
- Τοπολογία: Το τμήμα του υδάτινου ρέματος βρίσκεται στο κάτω τμήμα μιας γέφυρας που διασχίζει τον ποταμό Αξιό.
- Θεματικό χώρο: Υπάρχουν μετρήσεις και παρατηρήσεις του ύψους της στάθμης, των φυτικών ειδών κ.α.
- Δυναμική: Μεταβολές στη γεωμετρία και σε κάποιες ιδιότητες του θεματικού χώρου που οφείλονται στην διάβρωση από το ποτάμι.

Τέλος, σαν ένα τρίτο παράδειγμα αναφέρεται ένας βιότοπος σαν μια έκταση σχεδόν ομογενούς οικολογικής δομής και λειτουργίας.

- Γεωμετρία: Οι ακμές του βιότοπου περιγράφονται με μία κλειστή γραμμή

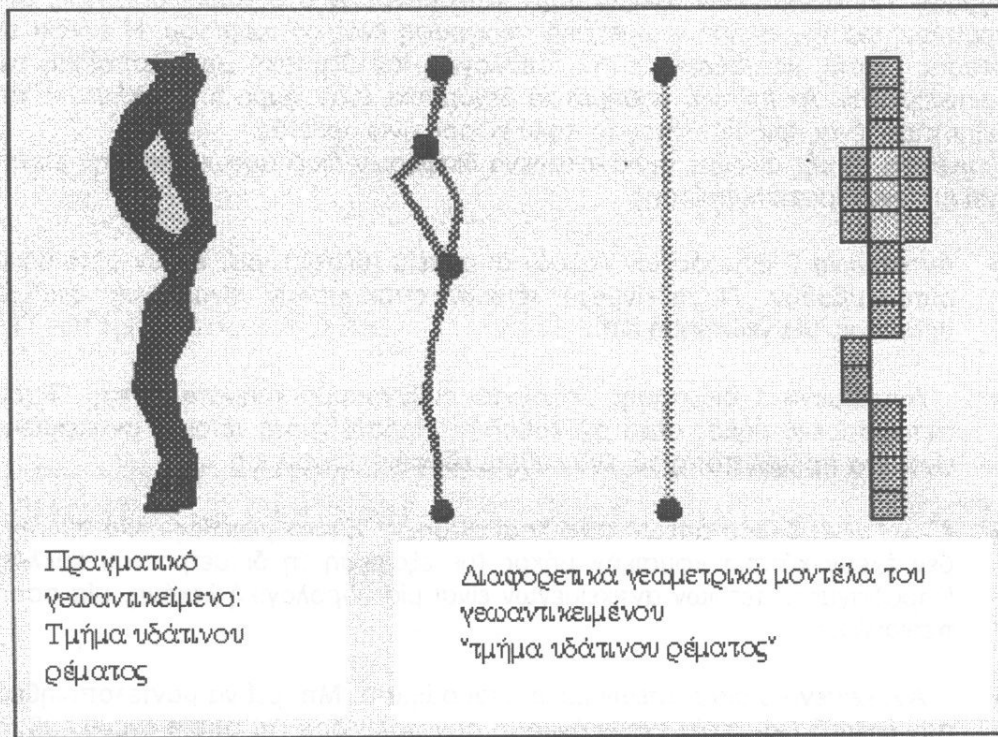
- Τοπολογία: ένας δρόμος διασχίζει το βιότοπο
- Θεματικός χώρος: Απόλυτο υψόμετρο, κυρίαρχος τύπος εδάφους, φυσικά χαρακτηριστικά κ.α. του βιότοπου
- Δυναμική: Μεταβολή στην τοπολογία που προκαλείται από την μετατόπιση του δρόμου εκτός βιότοπου και την αποκατάσταση της επιφάνειάς του στην αρχική του φυσική κατάσταση.

Γεωπληροφορία είναι η γεωμετρική, τοπογραφική, θεματική και δυναμική περιγραφή του γεωαντικειμένου, με έμφαση στις πλευρές εκείνες με ιδιαίτερο ενδιαφέρον μέσα σε ένα συγκεκριμένο ακαδημαϊκό περίγραμμα. Στο παράδειγμα του τμήματος του υδάτινου ρέματος που αναφέρθηκε παραπάνω, από υδρολογικής άποψης απαιτείται μία πολύ ακριβής γεωμετρική περιγραφή του ποταμού, η οποία θα περιλαμβάνει όλες τις μεταβολές της στάθμης του νερού και του πλάτους της κοίτης, την ταχύτητα ροής κ.ο.κ. Αντίθετα, από οικολογική άποψη, ένα γενικό περίγραμμα του ποταμού είναι αρκετό. Είναι πιο σημαντικό να γνωρίζουμε τη θέση του ποταμού σε σχέση με κάποιους αμφίβιους και χερσαίους βιότοπους στην πεδιάδα πλημμυρών, τα είδη των φυτών που ευδοκιμούν στην περιοχή κ.ο.κ. Ανάλογα, δηλαδή, με το είδος του προβλήματος διαφορετικές ιδιότητες μπορεί να είναι σημαντικές για το ίδιο χωρικό αντικείμενο.

Τα γεωδεδομένα είναι τυπικές περιγραφές της γεωπληροφορίας με τη μορφή ψηφίων και αριθμών, κατάλληλα για επεξεργασία με Η/Υ. Παραδείγματα γεωδεδομένων για το τμήμα υδάτινου ρέματος που χρησιμοποιήσαμε παραπάνω είναι το πλάτος του ποταμού στη θέση μέτρησης (π.χ. 3,5 m, μετρική κλίμακα), το ύψος της στάθμης στη θέση μέτρησης (π.χ. η δεύτερη υψηλότερη καθ' όλο το διάστημα μέτρησης, κλίμακα ταξινόμησης), η ύπαρξη ελών καλυμμένων με βρύα (υπάρχουν, ονομαστική κλίμακα).

Στην γεωπληροφορική δεν ασχολούμαστε με το ίδιο το αντικείμενο, αλλά μάλλον με απλοποιημένες απεικονίσεις αυτού, ή μοντέλα πραγματικότητας. Η μοντελοποίηση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας την αφαιρετική διαδικασία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει την γεωμετρία του αντικειμένου, καθώς και την τοπολογία του ή τον θεματικό του χώρο. Για παράδειγμα, η θέση ενός γεωαντικειμένου πάνω στην τρισδιάστατη και ανώμαλη επιφάνεια της γης μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα απλοποιημένο μοντέλο δύο διαστάσεων, όπως είναι ο τοπογραφικός χάρτης, χρησιμοποιώντας ένα από τα διάφορα συστήματα συντεταγμένων, όπως οι γεωγραφικές συντεταγμένες.

Το είδος της μοντελοποίησης που χρησιμοποιείται εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος του προβλήματος, οι τεχνικές μέτρησης, οι μέθοδοι ανάλυσης, η δουλειά που απαιτείται κ.α. Στο σχήμα 2.1 φαίνεται η μοντελοποίηση ενός ποταμού χρησιμοποιώντας διάφορα επίπεδα γεωμετρικής αφαίρεσης.



Τάξεις γεωαντικειμένων

Γεωαντικείμενα με διαφορετικές γεωμετρίες μπορεί να έχουν, τουλάχιστον κατά κάποιο μέρος, παρόμοια θεματικά χαρακτηριστικά (ιδιότητες) και μπορούν να επεξεργαστούν χρησιμοποιώντας παρόμοιες τεχνικές και μεθόδους. Για παράδειγμα, όλα τα ποτάμια στα υγρά κλίματα έχουν τουλάχιστον μία πηγή και μία έξοδο. Άλλες κοινές ιδιότητες είναι το μήκος του ποταμού και η κλίση του ποταμού. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του μήκους και της κλίσης για κάθε ποτάμι ή ρέμα. Τέτοια αντικείμενα ομαδοποιούνται μαζί σε μία τάξη αντικειμένων.

Οι τάξεις αντικειμένων ορίζουν την λειτουργικότητα και την δομή κάθε ομάδας σχετικών αντικειμένων. Κάθε ιδιαίτερο αντικείμενο καλείται μία περίπτωση της τάξης του. Στο παραπάνω παράδειγμα μπορούμε να ονομάσουμε την τάξη αντικειμένων «ποτάμια». Το πλεονέκτημα της ομαδοποίησης των γεωαντικειμένων σε τάξεις βρίσκεται στην δυνατότητα εκτέλεσης των παρακάτω χειρισμών μέσα στην τάξη:

- Λεπτομερής περιγραφή: Αυτό επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση των μη-περιττών τύπων δεδομένων χωρίς την αντιγραφή του κώδικα προγραμματισμού
- Σχηματισμός τάξης: Αντικείμενα που σχετίζονται θεματικά (λογικά) περιγράφονται με έναν πολύ τυπικό τρόπο σαν μέλη μιας τάξης.

Για παράδειγμα, αν ένα αντικείμενο ανήκει στην τάξη «ποτάμια», αυτόματα κληρονομεί όλες τις ιδιότητες και μεθόδους της τάξης αυτής. Ένα πραγματικό γεωαντικείμενο, όπως ο ποταμός Αξιός, φυσικά έχει τις δικές του τιμές στις ιδιότητες. Είναι μία περίπτωση της τάξης αυτής.

2.1.2. Διαστάσεις στο χώρο

Τα γεωαντικείμενα μπορεί να έχουν διάφορες διαστάσεις, ή καλύτερα, μπορεί να μοντελοποιηθούν σε διάφορες διαστάσεις. Η διάσταση ενός γεωαντικειμένου

περιγράφει τον αριθμό των ανεξάρτητων κατευθύνσεων στο χώρο, οι οποίες είναι απαραίτητες για την πλήρη γεωμετρική περιγραφή ενός αντικειμένου. Η έννοια της διάστασης επίσης μεταφέρεται στην τοπολογική και θεματική μοντελοποίηση των γεωαντικειμένων. Αν και στα μαθηματικά δεχόμαστε έναν χώρο n διαστάσεων, στις γεωεπιστήμες ένας τρισδιάστατος το πολύ χώρος είναι αρκετός.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε γεωαντικείμενα διαφόρων διαστάσεων από την σκοπιά της γεωμετρικής μοντελοποίησης.

- Αντικείμενα 0 διαστάσεων καλούνται σημεία (θέσεις). Δεν έχουν ούτε μήκος ούτε εμβαδόν. Παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων είναι ένας σταθμός μέτρησης, μία γεώτρηση κ.α.
- Αντικείμενα 1 διάστασης καλούνται ευθύγραμμα τμήματα (μήκη). Έχουν πεπερασμένο μήκος αλλά όχι εμβαδόν. Παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων είναι ένα προφίλ ποταμού, ένα κάθετο εδαφικό προφίλ κ.α.
- Αντικείμενα 2 διαστάσεων καλούνται εκτάσεις. Έχουν μέγεθος αλλά συνήθως δεν έχουν κάποιο «φυσικό» μήκος (με εξαίρεση τη διάμετρο του κύκλου). Παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων είναι μία υδρολογική λεκάνη, μία αστική περιοχή κ.α.
- Αντικείμενα 3 διαστάσεων καλούνται σώματα. Μπορεί να μοντελοποιηθούν σαν στερεά (τα οποία έχουν όγκο) ή σαν πολύεδρα (τα οποία έχουν εμβαδά που συνορεύουν μεταξύ τους αλλά όχι όγκο). Παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων είναι ένας υπόγειος υδροφορέας ή μία πολυκατοικία, κ.α.

Ανάλογα με το επίπεδο αφαίρεσης σε ένα πρόβλημα, μπορεί να μειώνονται οι διαστάσεις ενός αντικειμένου με τη μοντελοποίηση. Έτσι, η έκταση μίας πόλης μειώνεται σε σημείο, σε μοντελοποίηση μικρής κλίμακας, οι δρόμοι θεωρούνται γραμμικά αντικείμενα παρόλο που έχουν πλάτος ενώ το ανάγλυφο μοντελοποιείται σε 2,5 διαστάσεις¹ στα DTM (digital terrain modeling – ψηφιακά μοντέλα εδάφους).

Η έννοια των διαστάσεων εφαρμόζεται με ανάλογο τρόπο στην τοπολογία των γεωαντικειμένων (τοπολογικές διαστάσεις). Έτσι, για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω έννοιες:

- Κόμβοι (0 διαστάσεις)
- Ακμές (1 διάσταση)
- Πολύγωνα (2 διαστάσεις), και
- Στερεά ή πολύεδρα (3 διαστάσεις).

Θα εξετάσουμε αυτές τις τοπολογικές διαστάσεις παρακάτω με μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

Η έννοια των διαστάσεων μεταφέρεται επίσης και στην θεματική μοντελοποίηση. Ο αριθμός των χαρακτηριστικών (ιδιοτήτων) που έχει ένα γεωαντικείμενο περιγράφεται σαν η θεματική του διάσταση. Αυτό αντιστοιχεί στην ιδέα ενός m -διάστατου μεταβλητού χώρου στη στατιστική.

Εάν λάβουμε υπόψη μας και την χρονική μεταβολή των γεωαντικειμένων, ο χρόνος μπορεί να περιγραφεί σαν η τέταρτη διάσταση $((3+1)D)$. Ωστόσο, μπορούν να διακριθούν και αρκετές διαφορετικές απόψεις αυτής της διάστασης, όπως για

παράδειγμα ο ο χρόνος κατά τον οποίο δημιουργείται ή μεταβάλλεται ένα γεωαντικείμενο σε σχέση με το χρόνο κατά τον οποίο εισάγεται στη βάση δεδομένων.

2.1.3. Χωρική ανάλυση

Τα γεωαντικείμενα μπορούν να μοντελοποιηθούν σε διάφορες κλίμακες, ή σε διάφορες χωρικές αναλύσεις. Ένας χονδρικός διαχωρισμός είναι συνήθως σε μεγάλης κλίμακας, μεσαίας κλίμακας και μικρής κλίμακας.

Η χωρική ανάλυση συνδέεται πολύ στενά με την χαρτογραφική κλίμακα στην οποία αναπαρίστανται τα γεωαντικείμενα. Όσο μεγαλύτερη η χωρική ανάλυση, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η χαρτογραφική κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για να αναπαραστήσει τα αντικείμενα. Δεν υπάρχει καθορισμένη σχέση ανάμεσα στην χωρική κλίμακα και στην κλίμακα του χάρτη. Όμως, σε διαφορετικούς κλάδους των γεωεπιστημών οι τιμές για τα χαρακτηριστικά μήκη και τις επιφάνειες, καθώς και η κλίμακα που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση μπορεί να προσδιοριστεί με βάση την προηγούμενη εμπειρία.

Η έννοια της κλίμακας χρησιμοποιείται επίσης στην χρονική και θεματική ανάλυση. Ο πίνακας 2.1, χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα από την υδρολογία, δείχνει την χωρική, χρονική και θεματική κλίμακα, καθώς και ότι τα δεδομένα που επιλέχθηκαν και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Πίνακας 2.1: Ένα παράδειγμα επιλογής κλίμακας ανάλογα με το είδος του προβλήματος

Χωρική ανάλυση	Μικροκλίμακα	Μεσαία κλίμακα	Μακροκλίμακα
Γεωαντικείμενα 0-3D	Μέτρηση σημείου, προφίλ, τμήματος	Μικρές και μεσαίες λεκάνες απορροής	Μεγάλες λεκάνες απορροής, ήπειροι
Χαρακτηριστικό μήκος, Έκταση	< 100 m < 10 ha	0,1 – 30 Km 0,1 – 1000 Km ²	> 30 Km > 1000 Km ²
Χαρτογραφική κλίμακα	1:25.000	1:25.000 – 1:1.000.000	1:1.000.000 και μικρότερη
Χρονική ανάλυση	Δευτερόλεπτα - ώρες	Μέρες - μήνες	Μήνες – αιώνες
Θεματική ανάλυση	Μερικές διαδικασίες: αναχαίτιση, διήθηση στους μακροπόρους	Διαδικασίες: διαπνοή, συγκέντρωση απορροής, επαναφόρτιση υπόγειων υδροφορέων	Ομάδες διαδικασιών: κατακρημνίσματα, απορροή, εξάτμιση
Θεματικά χωρικά δεδομένα (παραδείγματα)	Σημειακά κατακρημνίσματα, κλίση, φυσικές παράμετροι του εδάφους	Κατακρημνίσματα περιοχής, τραχύτητα χειμάρρων, συμμετοχή στην επιφανειακή απορροή	Χωρικά γενικευμένη ανάλυση, εμπειρικές-στατιστικές μέθοδοι
Μέθοδοι και μοντέλα	Λεπτομερής χωρική ανάλυση και φυσικά μοντέλα	Λεπτομερής χωρική ανάλυση και ημι-ντετερμινιστικά μοντέλα	Γενικευμένη χωρική ανάλυση, εμπειρικά-στατιστικά μοντέλα
Εργαλεία	Αριθμητικές μέθοδοι, GIS	Αριθμητικά και στατιστικά εργαλεία, GIS	Στατιστικά εργαλεία, επεξεργασία εικόνας, GIS

Οι τιμές των ιδιοτήτων των διαφόρων γεωαντικειμένων μιας ιδιαίτερης τάξης μπορούν να ποικίλουν σύμφωνα με τη θέση του γεωαντικειμένου. Οι ιδιότητες των γεωαντικειμένων (ή πιο απλά τα γεωδεδομένα) μεταβάλλονται χωρικά, και επομένως έχουν μία χωρική διακύμανση, όπως, για παράδειγμα, η διακύμανση στο ύψος βροχής που πέφτει σε διαφορετικούς σταθμούς μέτρησης μέσα σε μία υδρολογική λεκάνη.

Τέτοιου είδους διάκυμάνσεις στο χώρο συχνά περιγράφονται σαν χωρικές διαδικασίες, χωρίς να λαμβάνεται ρητά υπόψη η μεταβολή στο χρόνο! Η ανάλυση και μοντελοποίηση χωρικών δομών και διαδικασιών είναι ένα βασικό καθήκον όλων των γεωεπιστημών. Άσχετα από τους θεματικούς παράγοντες των συγκεκριμένων προβλημάτων (π.χ. βροχόπτωση, οι τιμές pH του εδάφους) υπάρχουν συγκεκριμένα μεθοδολογικά παρόμοια προβλήματα που εμφανίζονται συχνά:

- ⊙ Χωρική κατανομή: Προσδιορισμός της διακύμανσης στο χώρο μιας διαδικασίας ή η συµμεταβλητότητα µε άλλες διαδικασίες (π.χ. διακύμανση στο χώρο της

σημειακής βροχόπτωσης, συμμεταβλητότητα στο χώρο της σημειακής βροχόπτωσης σε σχέση με το υψόμετρο του σταθμού).

- ⊙ Χωρικός μέσος όρος: Υπολογισμός του μέσου όρου μιας περιοχής βασισμένος σε σημειακά δεδομένα (π.χ. υπολογισμός της μέσης βροχόπτωσης σε μια λεκάνη απορροής)
- ⊙ Χωρική διάκριση: κατασκευή ομογενών εκτάσεων χρησιμοποιώντας την αρχή «ελάχιστη χωρική διακύμανση στο εσωτερικό, μέγιστη χωρική διακύμανση μεταξύ διαφορετικών γεωαντικειμένων». Εδώ υπάγεται η περιγραφή ομογενών γεωγραφικών περιοχών (μη-γειτονικές εκτάσεις στο χώρο) και η διάκριση σε περιφέρειες (χωρικά γειτονικές περιοχές, π.χ. κατασκευή κλιματικών περιφερειών με παρόμοιες σχέσεις βροχόπτωσης – θερμοκρασίας).
- ⊙ Χωρική παρεμβολή: Συμπλήρωση κενών σε μια περιοχή κάλυψης χωρικών δεδομένων χρησιμοποιώντας μαθηματικές και στατιστικές μεθόδους (π.χ. χωρική παρεμβολή σημειακών δεδομένων βροχόπτωσης).
- ⊙ Χωρική extrapolation: Συμπερασματική εξαγωγή της τιμής μιας ιδιότητας ενός γεωαντικειμένου χρησιμοποιώντας μετρημένες τιμές των γεωαντικειμένων στην ίδια τάξη αλλά χωρίς άμεση μέτρηση (π.χ. η συμπερασματική εξαγωγή της πλημμυρικής απορροής των 100 χρόνων σε μια λεκάνη απορροής χωρίς σταθμό μέτρησης χρησιμοποιώντας την πλημμυρική απορροή των 100 χρόνων σε μια λεκάνη απορροής με σταθμό μέτρησης).
- ⊙ Μεταβολή της χωρικής κλίμακας: Αύξηση και μείωση της κλίμακας (π.χ. μεταβολή από μία ανάλυση μεσαίας κλίμακας σε μία ανάλυση μικρής κλίμακας μέσω της γενίκευσης της γεωμετρίας, της τοπολογίας και του θεματικού χώρου).

Η χρονική διακύμανση ενός γεωγραφικού φαινομένου παίζει συχνά έναν εξίσου σημαντικό ρόλο στις γεωεπιστήμες. Μπορεί να δοθεί έμφαση στις χρονική μεταβλητότητα των χωρικών μεταβλητών διαδικασιών αναφερόμενοι σ' αυτές ως δυναμικές χωρικές διαδικασίες, π.χ. η χρονική μεταβολή στην χωρική κατανομή της βροχόπτωσης κατά την άφιξη ενός ψυχρού μετώπου.

Για να μπορέσουμε να αναπαραστήσουμε τα γεωαντικείμενα με τον πιο ρεαλιστικό τρόπο πρέπει να λάβουμε υπόψη μας συνήθως δυναμικές χωρικές διαδικασίες, οπότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε πολύ πολύπλοκες μεθόδους ανάλυσης και μοντέλα. Συχνά είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουμε μοντέλα που είναι απλοποιήσεις της διαδικασίας που μας ενδιαφέρει, όπως για παράδειγμα η ανάλυση των δεδομένων με τη βοήθεια χρονικών σειρών σε ένα συγκεκριμένο σημείο μέτρησης (έμφαση δίνεται στη χρονική διακύμανση) ή η ανάλυση της μεταβολής της χωρικής κατανομής ανάμεσα σε δύο σημεία στο χρόνο (έμφαση δίνεται στη χωρική διακύμανση).

Ο λόγος που χρησιμοποιούνται τόσο απλοποιημένα μοντέλα δεν βρίσκεται μόνο στην πολυπλοκότητα των μοντέλων. Το επίπεδο απλοποίησης επίσης επηρεάζεται από τις δυσκολίες στην οπτικοποίηση της χρονικής δυναμικής των δισδιάστατων και τρισδιάστατων γεωαντικειμένων. Και εξαιτίας της σημασίας της οπτικοποίησης – ασ μην ξεχνάμε ότι μία εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις – οι ερευνητές προσπαθούν να λύσουν το πρόβλημα αυτό χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές όπως είναι η εικονική πραγματικότητα κ.α.

2.2. Επίπεδα αφαίρεσης στην μοντελοποίηση των γεωαντικειμένων

Αφού ορίσαμε μερικούς βασικούς όρους στην προηγούμενη ενότητα, θα εξετάσουμε πιο λεπτομερώς τα διάφορα επίπεδα αφαίρεσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση των γεωαντικειμένων.

Η μοντελοποίηση των γεωαντικειμένων και η οργάνωση των συνοδευτικών γεωδεδομένων, μπορεί, ανάλογα με τον προσανατολισμό του κάθε μοντέλου, να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ποικίλα επίπεδα αφαίρεσης και τυποποίησης. Ο δημιουργός ενός συστήματος πληροφοριών θα πρέπει να λάβει υπόψη του ερωτήσεις όπως πόσα bytes θα καταλάβει ένα συγκεκριμένο γεωδεδομένο στην μνήμη και πώς μπορεί να εξασφαλιστεί ο γρηγορότερος και ασφαλέστερος τρόπος πρόσβασης στο δεδομένο αυτό. Τέτοιες ερωτήσεις γίνονται σε πολύ μεγάλο επίπεδο αφαίρεσης και δεν έχουν μεγάλη σχέση με το πρόβλημα. Σε αντίθεση με τον δημιουργό, ο γεωεπιστήμονας πρέπει να λάβει υπόψη του ποια γεωαντικείμενα και ποιες από τις ιδιότητές τους χρειάζονται για να λύσουν το πρόβλημα. Ο επιστήμονας της γεωπληροφορικής δρα σαν ενδιάμεσος, σε συνεργασία τόσο με τον δημιουργό του προγράμματος όσο και με το γεωεπιστήμονα. Το δικό του καθήκον είναι να ορίσει τη δομή των γεωδεδομένων και τις σχέσεις μεταξύ τους. Στην ουσία είναι δυνατόν να προσδιοριστούν τρία επίπεδα μοντέλων:

1. Το εξωτερικό επίπεδο:

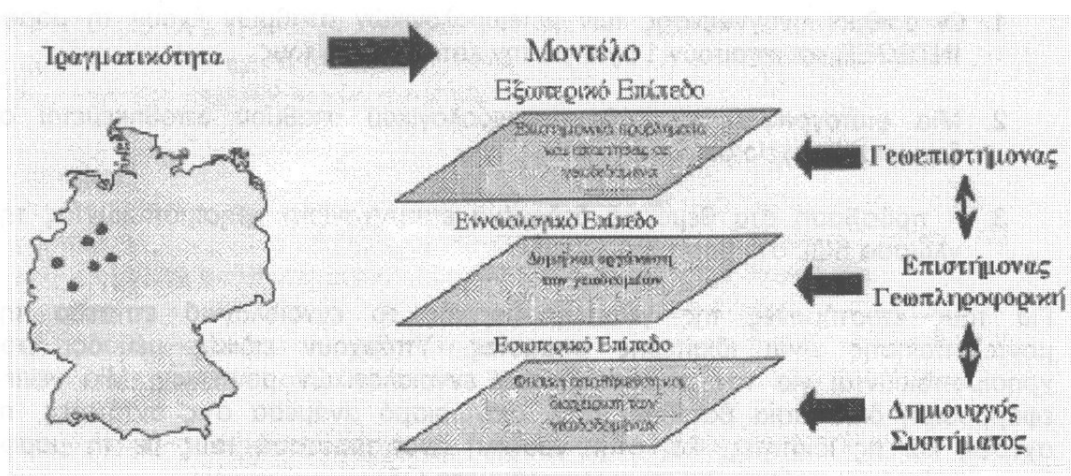
Ο γεωεπιστήμονας καθορίζει το είδος, τον αριθμό, τις διαστάσεις και την κλίμακα των γεωαντικειμένων που χρειάζονται για την επίλυση του θεματικού προβλήματος. Επιλέγεται ένα σύστημα συντεταγμένων κατάλληλο για τη γεωμετρική περιγραφή των γεωαντικειμένων, καθώς και απαραίτητες θεματικές ιδιότητες. Τα ίδια γεωαντικείμενα μπορεί να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους στο εξωτερικό επίπεδο, όταν χρησιμοποιούνται για την επίλυση διαφορετικών προβλημάτων. Με τον ίδιο τρόπο μία ποικιλία θεματικών απόψεων μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία του ίδιου εξωτερικού μοντέλου δεδομένων.

2. Το εννοιολογικό επίπεδο:

Ο επιστήμονας της γεωπληροφορικής δομεί και οργανώνει τα γεωμετρικά, τοπολογικά και θεματικά δεδομένα των γεωαντικειμένων. Με αυτό τον τρόπο τόσο η άποψη του γεωεπιστήμονα, όσο και του δημιουργού του προγράμματος λαμβάνονται υπόψη (π.χ. τεχνικές μέθοδοι και αριθμητική ακρίβεια). Ο βασικός στόχος είναι να μοντελοποιηθούν τα δεδομένα με τρόπο ώστε να είναι κατά το δυνατόν ανεξάρτητα από τα συγκεκριμένα προβλήματα ενός χρήστη και τα παρόντα περιβάλλοντα hardware και software. Αυτό επιτρέπει στο εννοιολογικό μοντέλο να χρησιμοποιηθεί και για την επίλυση άλλων, παρόμοιων προβλημάτων και με άλλες πλατφόρμες hardware/software.

3. Το εσωτερικό μοντέλο:

Βασισμένος πάνω στο εννοιολογικό μοντέλο, ο κατασκευαστής του συστήματος θα προσδιορίσει ποιες δομές δεδομένων είναι απαραίτητες. Επίσης είναι υπεύθυνος για την οργάνωση της διαχείρισης των δεδομένων μέσα στο μέσο αποθήκευσης και την βελτιστοποίηση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση στα δεδομένα. Αν το περιβάλλον του συστήματος (π.χ. το λειτουργικό σύστημα) μεταβληθεί, τότε πρέπει να μεταβληθεί και το εσωτερικό μοντέλο.



Ας δούμε ένα παράδειγμα που δίνει καθαρότερα τα παραπάνω: Για περιβαλλοντικές μελέτες πρόκειται να δημιουργηθεί, να λειτουργήσει και να συντηρείται ένα δίκτυο παρακολούθησης και αυτόματης καταγραφής μετεωρολογικών σταθμών. Τα δεδομένα που θα μετρούνται από τους διάφορους αισθητήρες σε κάθε σταθμό θα αποθηκεύονται και θα διαχειρίζονται από ένα κεντρικό σύστημα υπολογιστή. Επιπρόσθετα, θα κατασκευαστεί μια βάση δεδομένων που θα παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τους σταθμούς αυτούς καθαυτούς και για τα μετρημένα μετεωρολογικά δεδομένα, σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία.

Η μοντελοποίηση των γεωαντικειμένων για κάθε ένα από τα τρία επίπεδα, θα μπορούσε να αποτελείται από τις παρακάτω παραμέτρους:

Εξωτερικό επίπεδο:

1. Πρόκειται να κατασκευαστούν 12 σταθμοί με 5 αισθητήρες ο καθένας.
2. Η θέση του κάθε σταθμού θα καταγραφεί χρησιμοποιώντας ένα σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων.
3. Η θερμοκρασία του αέρα καταγράφεται διαρκώς σε ύψος 10, 100 και 200 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ το ύψος των κατακρημνισμάτων μετριέται σε διαστήματα των 24 ωρών.

Εννοιολογικό επίπεδο:

1. Σε κάθε μετεωρολογικό σταθμό δίνεται μία ξεκάθαρη και σαφής ταυτότητα (αριθμός αναγνώρισης).
2. Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του κάθε σταθμού καταγράφονται σαν ξεχωριστές τιμές και όχι σαν ζεύγη συντεταγμένων.
3. Το σύνολο των παραμέτρων αποτελεί μία τάξη αντικειμένων η οποία έχει τις ιδιότητες Όνομα_Παραμέτρου και Μονάδα_Μέτρησης.
4. Οι τιμές που μετριοούνται μοντελοποιούνται σε μια ξεχωριστή τάξη αντικειμένων με τις ιδιότητες Ημερομηνία_Μέτρησης, Όνομα_Παραμέτρου και Τιμή_Μέτρησης.

Εσωτερικό επίπεδο:

1. Οι αριθμοί αναγνώρισης των μετεωρολογικών σταθμών έχουν τη μορφή INTEGER και απαιτούν 1 byte για την καταχώρησή τους.
2. Μία φωτογραφία του κάθε μετεωρολογικού σταθμού αποθηκεύεται σε ξεχωριστό αρχείο σε μορφή BMP.
3. Η πρόσβαση στα θεματικά δεδομένα επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας την γλώσσα SQL στη βάση δεδομένων.

Για τους επιστήμονες της γεωπληροφορικής το εννοιολογικό επίπεδο της μοντελοποίησης είναι ιδιαίτερης σημασίας. Υπάρχουν ειδικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των εννοιολογικών μοντέλων. Μία γενικά εφαρμόσιμη διαδικασία βασίζεται στον διαχωρισμό ανάμεσα στις οντότητες, τις σχέσεις και τις ιδιότητες, και στην γραφική αναπαράστασή τους με τη μορφή διαγραμμάτων οντοτήτων-σχέσεων (διαγράμματα-ΟΣ).

Μία οντότητα είναι ένα μεμονωμένο στοιχείο σε ένα εννοιολογικό μοντέλο γεωαντικειμένων. Μία τάξη οντοτήτων με παρόμοια χαρακτηριστικά ονομάζεται ένας τύπος οντότητας. Οι έννοιες οντότητα και αντικείμενο συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Ο όρος αντικείμενο, όμως, αναφέρεται πιο αυστηρά στην μοντελοποίηση πραγματικών φαινομένων, ενώ ο όρος οντότητα συχνά χρησιμοποιείται όταν μοντελοποιούμε δεδομένα για την υλοποίηση βάσεων δεδομένων και συστημάτων πληροφορικής. Γι' αυτό το λόγο μία οντότητα μπορεί να είναι επίσης και ένα θεματικό χαρακτηριστικό, και δεν χρειάζεται να έχει ένα αντίστοιχο γεωαντικείμενο.

Επίσης, ο απλούστερος όρος οντότητα χρησιμοποιείται αντί του όρου τύπος οντότητας, αν και μία οντότητα με την απόλυτη έννοια του όρου, αποτελεί μόνο μία από τις πιθανές περιστάσεις του τύπου της οντότητας.

Τα χαρακτηριστικά των χωρικών οντοτήτων καλούνται ιδιότητες. Οι τιμές των χαρακτηριστικών αυτών είναι οι τιμές των ιδιοτήτων. Το σύνολο όλων των πιθανών τιμών που μπορεί να πάρει μια ιδιότητα αποτελεί το πεδίο αναφοράς της ιδιότητας αυτής.

μπορεί να πάρει μια ιδιότητα αποτελεί το πεδίο αναφοράς της ιδιότητας αυτής.

Εισαγωγή στα συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (GIS)

- με έμφαση στον εντοπισμό
των MDGs

WUF3 & FUM3
World Urban Forum / Forum urbain mondial



Ζούμε σε δυο κόσμους

Φυσικός Κόσμος

Κατασκευασμένος Κόσμος



Αυτο-Ρυθμιζόμενος

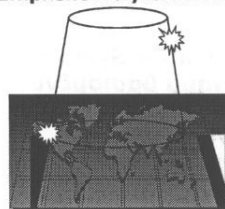


Διαχειρίσιμος

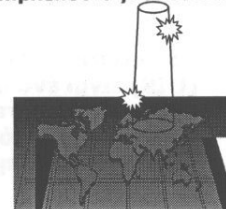
... Αυτά είναι διαρκώς σε Σύγκρουση

Περιβάλλον και Περιεχόμενο

Επιβλέποντας τα πάντα Επιβλέποντας τοποθεσίες



- Μοτίβο
- Διασύνδεση
- Πορεία



- Γραμμή Υδάτων
- Κοινότητες
- Γειτονίες
- Περιφέρεια

Ποιος χρησιμοποιεί GIS?

- Διεθνείς οργανισμοί
 - UN HABITAT, The World Bank, UNEP, FAO, WHO, etc.
- Ιδιωτική βιομηχανία
 - Transport, Real Estate, Insurance, etc.
- Κυβερνήσεις
 - Ministries of Environment, Housing, Agriculture, etc.
 - Local Authorities, Cities, Municipalities, etc.
 - Provincial Agencies for Planning, Parks, Transportation, etc.
- Μη-Κερδοσκοπικοί οργανισμοί/NGO's
 - World Resources Institute, ICMA, etc.
- Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ινστιτούτα
 - Smithsonian Institution, CIESIN, etc.

Τι μπορείτε να κάνετε με το GIS?

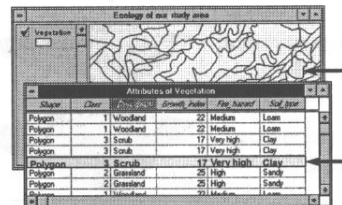
- Οι πιθανότητες δεν έχουν όρια..
 - Αποτίμηση περιβαλλοντικής επίπτωσης
 - Διαχείριση πόρων
 - Σχεδιασμός χρήσης γης
 - Αντιστοίχιση φορολογίας
 - Αντιστοίχιση ύδρευσης και αποχέτευσης
 - Δρομολόγηση μεταφορών
 - Και περισσότερα ...

Πως δουλεύει το GIS?

- Τα GIS δεδομένα έχουν χωρική / γεωγραφική αναφορά
 - Μπορεί να είναι μια αναφορά που περιγράφει ένα χαρακτηριστικό στην γη χρησιμοποιώντας:
 - Γεωγραφικό πλάτος - μήκος
 - Διεθνές σύστημα συντεταγμένων
 - Διεύθυνση
 - Περιοχή
 - Αναγνωριστικό
 - Όνομα δρόμου

Geography and Databases

- Το GIS αποθηκεύει πληροφορία σχετιζόμενη με τον κόσμο ως μια συλλογή από θεματικά επίπεδα τα οποία μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους βάση της γεωγραφίας

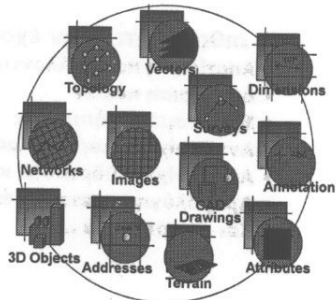


The screenshot shows a GIS application window titled 'Ecology of our study area'. It features a map of a study area with various vegetation types. Below the map is a table titled 'Attributes of Vegetation' with the following data:

Shape	ID	Type	Area	Perimeter	Perimeter	Perimeter
Polygon	1	Woodland	22	Medium	Loam	
Polygon	1	Woodland	22	Medium	Loam	
Polygon	3	Scrub	17	Very high	Clay	
Polygon	3	Scrub	17	Very high	Clay	
Polygon	3	Scrub	17	Very high	Clay	
Polygon	2	Grassland	25	High	Sandy	
Polygon	2	Grassland	25	High	Sandy	
Polygon	1	Woodland	22	Medium	Loam	

GIS παρέχει ενοποίηση δεδομένων

- Δρόμοι
- Κομμάτια γης
- Πληθυσμός
- Ανάγκαια
- Νοσοκομεία
- Κατασκηνώσεις
- Πηγές
- Υγιεινή

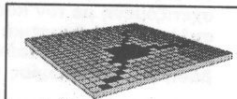


Δύο δομικά είδη δεδομένων

- **Διανυσματικό**
 - Μια σειρά από x,y συντεταγμένες
 - Για διακριτά δεδομένα που παρουσιάζονται ως σημεία, γραμμές, πολύγωνα
- **Κουκίδες**
 - Πλέγμα και κελιά
 - Για συνεχόμενα δεδομένα όπως επιφάνειες
- Ένα σύστημα GIS θα πρέπει να μπορεί να χειριστεί και τα δύο είδη δεδομένων!

Αναπαραγωγή δεδομένων

Κουκίδες



Διανυσματικός

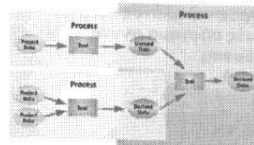


Πραγματικός Κόσμος



Άλλες δυνατότητες του GIS

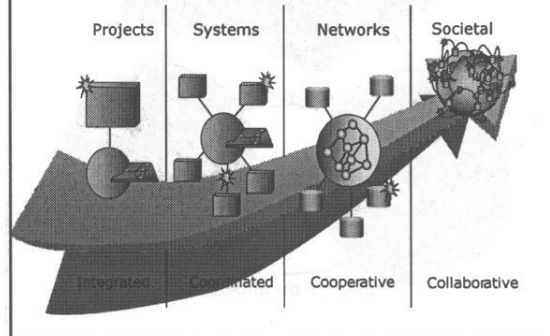
- Παράγει καλά χαρτογραφικά προϊόντα (μετάφραση= χάρτης)
- Παράγει και διατηρεί πληροφορία
- Χρησιμοποιεί και διαμοιράζετε μοντέλα διαχείρισης τοποθεσίας
- Διαχειρίζεται δεδομένα σε μια βάση γεωγραφική χρησιμοποιώντας μοντέλα δεδομένων για κάθε τομέα.



Έχοντας λογισμικό GIS δεν σε κάνει χαρτογράφο!

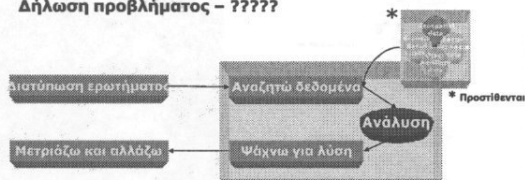
- Θα πρέπει να ξέρετε μερικά πράγματα σχετικά με τα παρακάτω όταν σχεδιάζετε έναν χάρτη ή όταν κάνετε ανάλυση τομέα...
 - Κλίμακα/Ανάλυση
 - Προβολή
 - Βασικές χαρτογραφικές αρχές.

GIS εξελίσσεται ταχέως



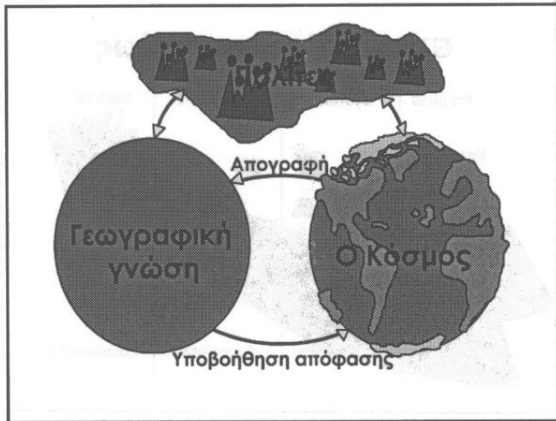
Το GIS είναι κομμάτι της διαδικασίας εκτέλεσης αποφάσεων...

Δήλωση προβλήματος - ?????



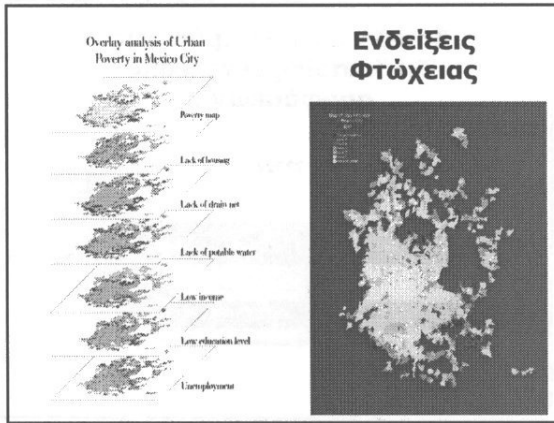
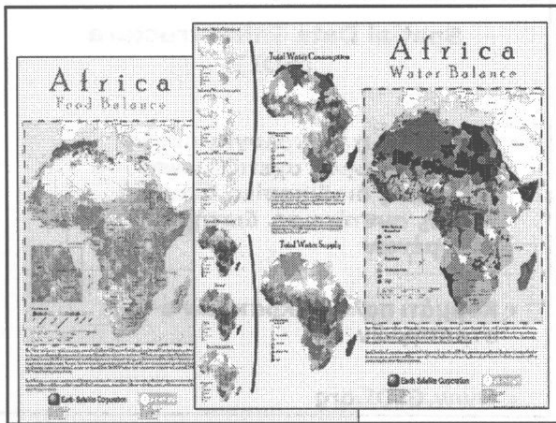
Spatial Data Infrastructure (SDI)

- Ορισμός - η τεχνολογία, αρχές, στάνταρ, πόροι, σχετιζόμενες ενέργειες, διαδικασίες, διανομή, χρήση, συντήρηση, διατήρηση δεδομένων
- Κομμάτι πολλών κρατικών e-Gov στρατηγιών
- www.GSDI.org



Υποβοήθηση εξέλιξης

“Προώθηση της εξέλιξης και μεγαλύτερης χρήσης τεχνολογιών παρατήρησης της γης, περιλαμβάνοντας δορυφορική απομακρυσμένη παρατήρηση, παγκόσμια χαρτογράφηση και συστήματα γεωγραφικής πληροφορίας, για την συλλογή ποιοτικών δεδομένων στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, χρήση γης και αλλαγές πάνω στην χρήση της.”



Παρατήρηση Συναλλαγών- παραγωγοί μπανάνας

The screenshot shows a GIS application window with a map on the left, a data table on the right, and various toolbars and legends. The data table appears to list banana producers and their trade volumes.

GIS διαχείριση μη ανεπτυγμένων χωρών

Δύο πόλεις

Χρειάζονται GIS... Πολυπλοκότητα δεν είναι πρόβλημα

Source: Rosario Giusti de Perez

GIS διαχείριση μη ανεπτυγμένων χωρών

Φτώχεια μετρημένη ως ποσότητα ατόμων προς ποσότητα χώρου

Δημόσιος ελεύθερος χώρος
Ελεύθερος χώρος μεταξύ 5% και 10%.
Σε μια μεσαία πόλη ο μέσος όρος πρέπει να είναι περίπου 30%.

GIS διαχείριση μη ανεπτυγμένων χωρών

Μορφολογία μεγάλης πολυπλοκότητας
Κατανόηση των υφιστάμενων φυσικών αρχών
Κατανόηση των κοινωνικών αρχών που δεν προκύπτουν από φυσικά γεγονότα

GIS διαχείριση μη ανεπτυγμένων χωρών
Ανάλυση των κοινωνικών δικτύων και δεσμών
Διατήρηση μικρώνκοινωνικών ομάδων

Map 1: Street grid showing a network of roads and buildings.

Map 2: Neighborhood map with blocks labeled E1, E2, E3, E4, E5, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, G1, G2, H1, H2, I1, I2, J1, J2, K1, K2, L1, L2, M1, M2, N1, N2, O1, O2.

Θα πρέπει να εργαστούμε όλοι μαζί

Thank You!
cterborgh@esri.com

Τι είναι το GIS?

- Τεχνολογία
 - υλικό & λογισμικό εργαλείο
- Στρατηγική διαχείρισεως πληροφοριών
- Στόχος: Βελτίωση λήψης απόφασης

1

GIS: Ορισμός

“Ένα σύστημα για την διαχείριση, αποθήκευση, έλεγχο, ενσωμάτωση, ανάλυση, εμφάνιση δεδομένων τα οποία αναφέρονται στην Γη. Αυτό περιλαμβάνει μια κατάλληλη βάση δεδομένων και τα κατάλληλα προγράμματα.”

2

Γιατί το GIS είναι μοναδικό?

- Το GIS διαχειρίζεται ΧΩΡΙΚΗ πληροφορία
 - Η πληροφορία αναφέρεται μέσω του σημείου που βρίσκετε στο χώρο
- GIS δημιουργεί συνδέσεις μεταξύ ενεργειών που βασίζονται στο χώρο

3

Η έννοια του GIS δεν είναι καινούρια!

- London cholera epidemic 1854



Soho

✚ Cholera death

● Water pump

4

GIS: Ιστορία

Η τεχνολογία αναπτύχθηκε από:

- Ψηφιακή χαρτογραφία και CAD
- Συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων

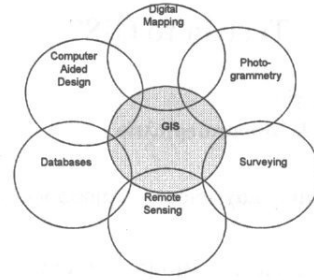


CAD System

ID	X,Y
1	
2	
3	

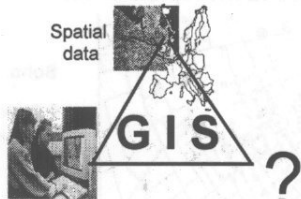
Data Base Management System

5



Διεπιστημονικής φύση του GIS

GIS εξαρτήματα

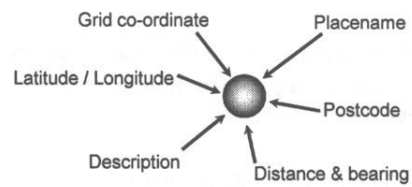


Computer hardware / software tools

Specific applications / decision making objectives

7

Τι κάνει την πληροφορία χωρική?



8

Χαρακτηριστικά χωρικής πληροφορίας

• Θέση

- Περιγραφή: Kingston University, Penrhyn Road Centre
- κωδικός: KT1 2EE
- Παραπομπή: 518106.72 168530.37
- Γεωγραφικό πλάτος / μήκος: 0° 21' 55.38"W, 49° 36' 17.62"N

9

Χαρακτηριστικά χωρικής πληροφορίας



Γεωμετρία

- Σχήμα κτηρίων
- Κατεύθυνση δρόμου
- Σχήμα τοποθεσίας

10

Χαρακτηριστικά χωρικής πληροφορίας

• Τοπολογία

- Σύνδεση με
- Μέσα σε
- Δίπλα σε
- Βόριο του...

11

Παράδειγμα

- Κοινωνικό-οικονομικά δεδομένα
 - Περιφερειακά δεδομένα για την υγεία Καταναλωτικά/ προφίλ του τρόπου ζωής
 - Γεωδημογραφικά συστήματα
- Τα περιβαλλοντικά δεδομένα
 - Τοπογραφικό δεδομένα
 - Θεματικά δεδομένα, τα εδάφη, γεωλογία

12

Μοντελοποίηση δεδομένων - step 1



Χαρακτηριστικά:
Κτίρια
Οδικές αρτηρίες
Λάμπα στήλες
Αέριο σωλήνες
ΔΕΤ πρόσβαση
Οδόστρωμα

13

Μοντελοποίηση δεδομένων - step 2



● Σημείο
— Γραμμή
⬢ Πολύγωνο

14

Μοντελοποίηση δεδομένων - step 3



Feature: Building
Object: Polygon
Entity: Tourist Information Bureau



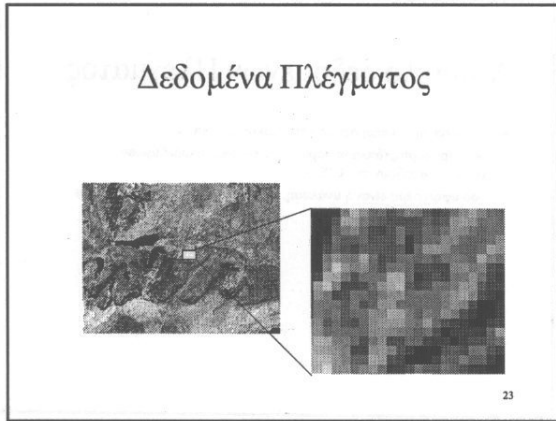
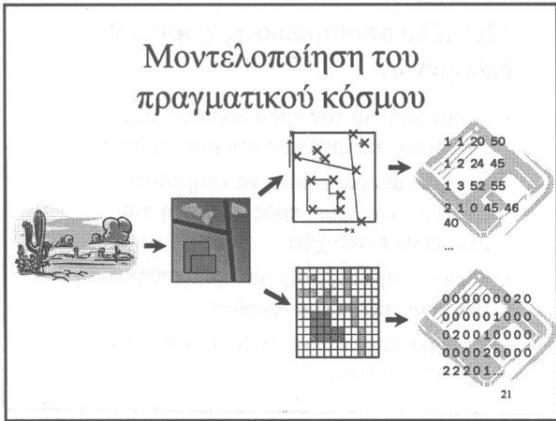
15

Γνωρίσματα



Name :	Next
Address:	5 Market Place
Town:	Kingston
Owner:	Ms J Shore
Tel. No:	0181 547 1245
Floor space	1300 sq m

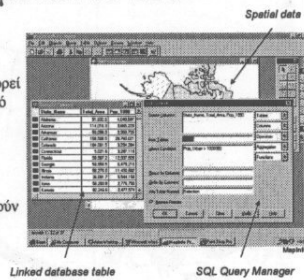
16



- ### Χειραγώγηση και ανάλυση
- What would happen if . . .
A chemical leaked into a river?
 - Where does . . .
The Green Belt exist in relation to the City?
 - Has . . .
Population changed over the last ten years?
 - Is there a spatial pattern related to . . .
Car ownership in our area?
- 24

Βάσεις δεδομένων & GIS

- Στο απλούστερο επίπεδο γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών μπορεί να αποτελέσει μόνο το γραφικό περιβάλλον εργασίας σε μια βάση δεδομένων
- Η πλειονοψία των εφαρμογών GIS ακολουθούν αυτό το παράδειγμα

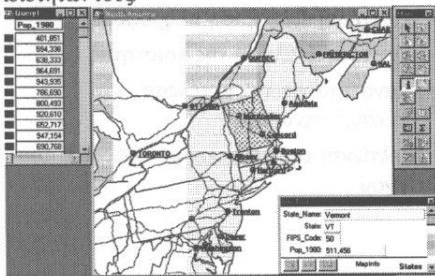


Γεο-σχεσιακό μοντέλο δεδομένων

- Συνδέεται με τους πίνακες με βάση το σχεσιακό μοντέλο, την αποθήκευση γεωγραφικής πληροφορίας, όπως:
 - Γεωμετρία
 - Τοπολογία
 - Γνωρίσματα

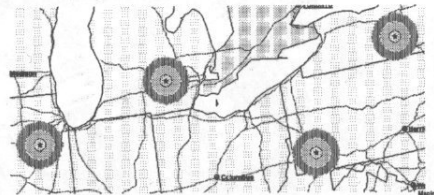
Απλή Έρευνα

- Η ταυτοποίηση των αντικειμένων και των ιδιοτήτων τους



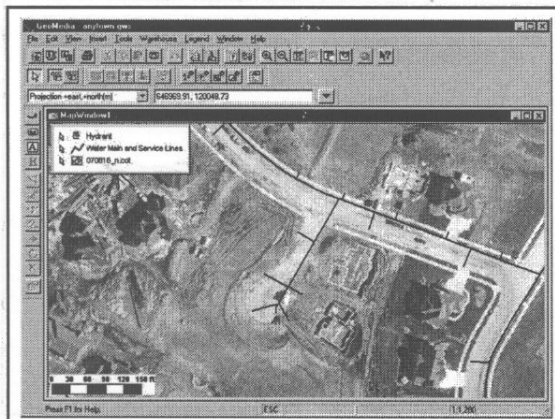
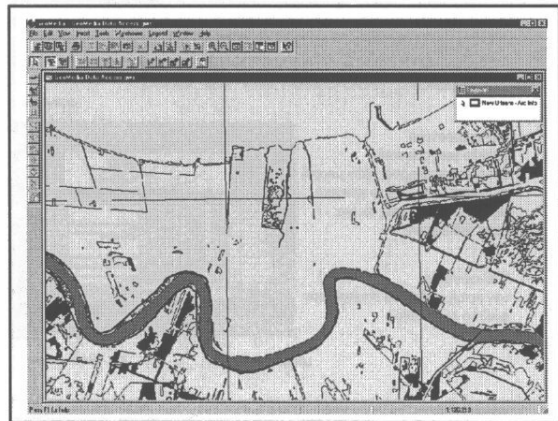
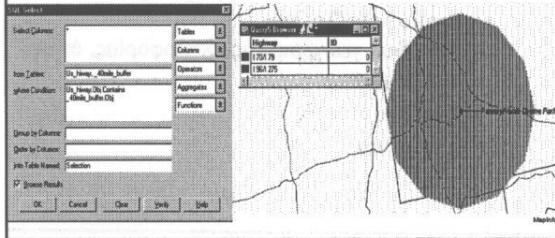
Αποθήκευση

- Δημιουργία ενός χώρου ενδιαφέροντος γύρω από ένα αντικείμενο



Αποκοπή Περίσσιας Πληροφορίας

- Επιλογή υποτομέα πληροφορίας άλλης βάσης δεδομένων



Τα οφέλη του GIS περιλαμβάνουν:

- Καλύτερη διαχείριση πληροφοριών
- Ανώτατη ανάλυση της ποιότητας
- Ικανότητα για την εκτέλεση "τι εάν;" σεναρίων
- Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του έργου

32

GIS Εφαρμογές

- Εγκαταστάσεων διαχείρισης
- Μάρκετινγκ και λιανικού εμπορίου
- Περιβαλλοντική
- Μεταφορές / δρομολόγησης οχημάτων
- Υγεία
- Ασφαλίσεων
και πολλά άλλα . . .

33

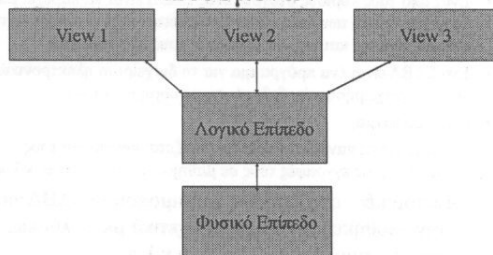
Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

- Τι είναι ΣΔΒΔ;
- Ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) (Database Management System - DBMS) αποτελείται από μία συλλογή σχετιζόμενων δεδομένων και ένα σύνολο προγραμμάτων για την προσπέλαση σε αυτά τα δεδομένα.
- Η συλλογή των δεδομένων ονομάζεται βάση δεδομένων (ΒΔ) (database). Μια Βάση Δεδομένων είναι μια σημαντική συλλογή δομημένων πληροφοριών που κρατούνται σε ένα μόνιμο αποθηκευτικό χώρο.
- Ο κύριος σκοπός ενός ΣΔΒΔ είναι να παρέχει ένα περιβάλλον για την εύκολη και αποδοτική αποθήκευση και ανάκληση μεγάλου όγκου πληροφορίας.

Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

- Η διαχείριση των δεδομένων περιλαμβάνει:
 - τον ορισμό δομών για την αποθήκευση πληροφορίας
 - μηχανισμούς για τον χειρισμό της πληροφορίας και την ενημέρωσή της
 - μηχανισμούς για την ασφάλεια πληροφορίας που είναι προσβάσιμη από πολλούς χρήστες

Αρχιτεκτονική 3 επιπέδων: Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων



Επίπεδα Αφαίρεσης ΣΔΒΔ

- Ένας από τους κύριους στόχους ενός ΣΔΒΔ είναι να παρέχει μια αφηρημένη όψη των δεδομένων, αποκρύπτοντας από το χρήστη λεπτομέρειες σχετικά με την αναπαράσταση και την αποθήκευσή τους.
- Σε ένα ΣΔΒΔ, τα δεδομένα αναπαριστώνται σε 3 επίπεδα αφαίρεσης (abstraction levels):

Λειτουργικότητα ενός ΣΔΒΔ – Φυσικό Επίπεδο

- Μονιμότητα δεδομένων, σχημάτων, ευρετηρίων (διαχείριση δευτερεύουσα μνήμης)
- Διαμοιρασμός δεδομένων και έλεγχος ταυτόχρονων προσπελάσεων (ταυτοχρονισμός)
- Ανάκαμψη από λάθη λογισμικού και υλικού (αξιοπιστία)
- Κατανομή δεδομένων και διαλειτουργικότητα.

Λειτουργικότητα ενός ΣΔΒΔ – Λογικό Επίπεδο

- Ορισμός της δομής των δεδομένων: Γλώσσες Ορισμού Δεδομένων.
- Προσπέλαση και ενημέρωση δεδομένων: Γλώσσες χειρισμού Δεδομένων και Γλώσσες Επερώτησης.
- Διαχείριση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων (ασφάλεια).
- Διατήρηση της ακεραιότητας των δεδομένων.

Λειτουργικότητα ενός ΣΔΒΔ – Εξωτερικό Επίπεδο

- Πολλαπλές όψεις
- Περιβάλλον προγραμματισμού (σύνδεση με μια γλώσσα προγραμματισμού)
- Φίλικές διεπιφάνειες χρήσης και γλώσσες 4ης γενιάς
- Εργαλεία σχεδίασης σχημάτων ΒΔ
- Εργαλεία εισαγωγής δεδομένων, εκτύπωσης αναφορών.
- Εργαλεία διασύνδεσης με άλλα συστήματα και εφαρμογές.

Όψεις Δεδομένων

- Ένας από τους κύριους στόχους ενός ΣΔΒΔ είναι να παρέχει μια αφηρημένη όψη των δεδομένων αποκρύπτοντας λεπτομέρειες της αναπαράστασης και της αποθήκευσής τους στο σύστημα.
- Ένα ΣΔΒΔ είναι ένα πρόγραμμα για τη διαχείριση ηλεκτρονικών αρχείων επιχειρησιακών δεδομένων με δομημένο τρόπο.
- Για παράδειγμα,
 - ΣΔΒΔ ενός πανεπιστημίου διαχειρίζεται αρχεία για τους φοιτητές, τις εγγραφές τους σε μαθήματα, βαθμολογία, κ.λ.π.
 - Εμπορικές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν ΣΔΒΔ για την αποθήκευση στοιχείων σχετικά με πωλήσεις, αγορές, τιμολόγηση, αποθήκη κ.λ.π.

Όψεις Δεδομένων

- Αεροπορικές εταιρίες χρησιμοποιούν ΣΔΒΔ για την αποθήκευση στοιχείων σχετικά με πτήσεις, δρομολόγια, διαθεσιμότητα θέσεων, κρατήσεις, προσωπικό, κ.λ.π
- Ένα ΣΔΒΔ μιας βιβλιοθήκης καταγράφει τα διαθέσιμα βιβλία, τα άτομα που τα δανείζονται, και παρέχει θεματική κατηγοριοποίηση.
- Η συλλογή των αρχείων και εγγράφων που κρατούνται για ένα συγκεκριμένο σκοπό ονομάζεται βάση δεδομένων (database)
- Κατά κανόνα, οι βάσεις δεδομένων αποθηκεύονται σε δευτερεύουσα μνήμη.
- Ένα ΣΔΒΔ μπορεί να διαχειρίζεται περισσότερες από μία βάσεις δεδομένων.

Όψεις Δεδομένων

- Οι βάσεις δεδομένων μπορούν να μοιράζονται πληροφορία.
- Η πρόσβαση σε αυτές ελέγχεται από ένα κεντρικό πρόγραμμα το οποίο ονομάζεται διαχειριστής βάσεων δεδομένων (db manager).
- Η δόμηση της πληροφορίας που αποθηκεύεται στις βάσεις δεδομένων καθορίζεται από το μοντέλο δεδομένων (data model).

Παράδειγμα

- Ένα τραπεζικό σύστημα αποθηκεύει πληροφορία σχετικά με τους πελάτες της τράπεζας και τους λογαριασμούς τους.
 - Η πληροφορία αποθηκεύεται σε αρχεία του συστήματος τα οποία διαχειρίζονται προγράμματα για:
 - χρέωση ή πίστωση λογαριασμού
 - προσθήκη νέου λογαριασμού
 - εύρεση υπολοίπου
 - μηνιαίες / ετήσιες καταστάσεις κίνησης
 - κλπ
 - Καινούργια αρχεία και προγράμματα εφαρμογών προστίθενται ανάλογα με τις ανάγκες

Προβλήματα μια τέτοια λύσης

- Η υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να βασιστεί σε ένα «τυπικό» σύστημα διαχείρισης και επεξεργασίας αρχείων (file processing system), πάσχει όμως από διάφορα μειονεκτήματα:
 - Πλεονασμός και Ασυνέπεια δεδομένων (data redundancy and inconsistency)
 - η ίδια πληροφορία πιθανόν να επαναλαμβάνεται σε διαφορετικά αρχεία με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερο κόστος αποθήκευσης και ανάκλησης
 - Επιπλέον, ενημέρωση ενός αρχείου πρέπει να συνοδεύεται από την ενημέρωση όλων των αρχείων στα οποία η πληροφορία επαναλαμβάνεται.

Προβλήματα μια τέτοια λύσης

- Δυσκολία στην πρόσβαση στα δεδομένα
 - τα συστήματα διαχείρισης αρχείων δεν παρέχουν αποδοτικούς μηχανισμούς για αναζήτηση και ανάκληση πληροφορίας με διαφορετικούς τρόπους.
 - Επιπλέον, τα δεδομένα διασκορπίζονται σε αρχεία που χρησιμοποιούν διαφορετικές μορφές.
- Προβλήματα ακεραιότητας δεδομένων (data integrity)
 - τα δεδομένα υπόκεινται σε περιορισμούς συνέπειας ή ακεραιότητας (consistency or integrity constraints).
 - Οι περιορισμοί αυτοί εφαρμόζονται μέσω των προγραμμάτων εφαρμογών τα οποία πρέπει να αλλάξουν για την προσθήκη νέων ή τη μεταβολή περιορισμών.

Λοιπά Προβλήματα

- Προβλήματα ατομικότητας δοσοληψιών (transaction atomicity)
 - Π.χ. μεταφορά ενός ποσού X από λογαριασμό A σε λογαριασμό B. Αν συμβεί κάποιο σφάλμα κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, ο λογαριασμός A μπορεί να χρεωθεί χωρίς να πιστωθεί ο λογαριασμός B.
 - Οι δοσοληψίες πρέπει να χαρακτηρίζονται από ατομικότητα, δηλαδή, ή όλη η δοσοληψία ολοκληρώνεται ή κανένα μέρος αυτής.

Λοιπά Προβλήματα

- Προβλήματα ασφάλειας (security)
- Ανωμαλίες ταυτόχρονης πρόσβασης (concurrent access)
 - Η ταυτόχρονη πρόσβαση και ενημέρωση της πληροφορίας από πολλούς χρήστες μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα συνέπειας.
 - Π.χ. έστω ότι ο λογαριασμός A έχει υπόλοιπο X. Αν δύο χρήστες αφαιρέσουν ποσά Δ1 και Δ2 "ταυτόχρονα" από τον A, το αποτέλεσμα μπορεί να μην είναι ορθό.
 - διαφορετικοί χρήστες θα πρέπει να έχουν διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης σε αρχεία ή σε συγκεκριμένα δεδομένα.

Μοντέλα Δεδομένων

- Αρχικά μοντέλα δεδομένων:
 - ιεραρχικό (hierarchical data model): διαφορετικοί τύποι εγγραφών δομούνται υπό μορφή ιεραρχίας (δένδρου)
 - μοντέλο δικτύου (network data model): γενίκευση του ιεραρχικού μοντέλου.
 - Οι εγγραφές οργανώνονται υπό μορφή κατευθυνόμενου άκυκλου γράφου.
- Μειονέκτημα των αρχικών μοντέλων δεδομένων:
 - η επερώτηση στις βάσεις δεδομένων γίνεται πολύπλοκη.

Μοντέλα Δεδομένων

- Το σχεσιακό μοντέλο (relational model) είναι το πλέον επιτυχημένο μοντέλο δεδομένων που αυτά έχουν προταθεί.

- Τα δεδομένα οργανώνονται σε μορφή πινάκων εγγραφών ή σχέσεων (tables of records or relations).
- Οι σχέσεις είναι συλλογές γνωρισμάτων (attributes), όπου κάθε γνώρισμα (μια στήλη του πίνακα) αναπαριστά μια ιδιότητα της εγγραφής.
- Παρέχει εύκολο τρόπο επερώτησης των δεδομένων.
- Εμπορικά σχεσιακά ΣΔΒΔ: Ingres, Oracle, DB2, Informix, Sybase, κλπ.

Επίπεδα Αφαίρεσης ΣΔΒΔ

- Η διάκριση μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων αφαίρεσης είναι ανάλογη με τη διάκριση μεταξύ επιπέδων αφαίρεσης στις γλώσσες προγραμματισμού
- Για παράδειγμα, σε μια γλώσσα προγραμματισμού, οι δηλώσεις:

```
type customer = record
  customer-name : string;
  customer-id : string;
  customer-address : string;
end;
type account=record
  account-number: integer;
end;
```

Επίπεδα Αφαίρεσης ΣΔΒΔ

```
type employee=record
  employee-name: string;
  salary: integer;
end;
```

- αντιστοιχούν στο λογικό επίπεδο.
- Στο φυσικό επίπεδο, οι τύποι αυτοί αναπαριστώνται σαν συνεχόμενες θέσεις αποθήκευσης.
- Η λεπτομέρεια αυτή αποκρύπτεται από τον προγραμματιστή.

Σχήμα και Στιγμιότυπα (Schema and Instances)

- Οι ΒΔ μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου καθώς πληροφορία προστίθεται, αφαιρείται ή τροποποιείται.
- Το σύνολο της πληροφορίας το οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο σε μια ΒΔ σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή λέγεται στιγμιότυπο (instance or snapshot) της ΒΔ.
- Το σχήμα (schema) της ΒΔ είναι το σύνολο των εννοιών που περιγράφουν τη δομή της και είναι – σχεδόν πάντα – σταθερό.
- Αναλογία : record types ↔ schema, variables ↔ instances
- Μια ΒΔ έχει ένα (ή περισσότερα) σχήματα σε κάθε επίπεδο αφαίρεσης:
 - Φυσικό σχήμα
 - Λογικό σχήμα
 - Σχήματα όψεων ή υποσχήματα

Ανεξαρτησία Δεδομένων (Data Independence)

- Ο όρος ανεξαρτησία δεδομένων (data independence) χαρακτηρίζει την ικανότητα μεταβολής του σχήματος σε κάποιο επίπεδο αφαίρεσης, χωρίς να επηρεάζεται ο ορισμός του σχήματος στο αμέσως υψηλότερο επίπεδο
 - φυσική ανεξαρτησία δεδομένων:
 - το φυσικό σχήμα μπορεί να μεταβάλλεται χωρίς να χρειάζεται να γραφούν ξανά τα προγράμματα εφαρμογών που έχουν πρόσβαση στη ΒΔ.
 - μεταβολές στο φυσικό σχήμα είναι συχνά απαραίτητες για λόγους βελτιστοποίησης της απόδοσης του συστήματος

Ανεξαρτησία Δεδομένων (Data Independence)

- λογική ανεξαρτησία δεδομένων:
 - είναι η ικανότητα μεταβολής του λογικού σχήματος χωρίς την ανάγκη μεταβολής των προγραμμάτων εφαρμογών
 - τέτοιες μεταβολές είναι απαραίτητες όταν μεταβάλλεται η εννοιολογική δομή μιας ΒΔ
- Η λογική ανεξαρτησία είναι δυσκολότερο να επιτευχθεί από τη φυσική ανεξαρτησία, καθώς τα προγράμματα εφαρμογών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη λογική δομή μιας ΒΔ.
- Η έννοια της ανεξαρτησίας είναι συγγενής με αυτή των αφηρημένων τύπων δεδομένων (abstract data types).

Μοντέλα Δεδομένων (Data Models)

- Ένα μοντέλο δεδομένων (data model) είναι ένα σύνολο εννοιών για την περιγραφή των δεδομένων, των σχέσεων μεταξύ αυτών, τη σημασιολογία τους και τους περιορισμούς στους οποίους υπόκεινται.
- Διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:
 - οντοκεντρικά λογικά μοντέλα (object-oriented)
 - πλειαδικά λογικά μοντέλα (record-based)
 - φυσικά μοντέλα
- Τα οντοκεντρικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για την περιγραφή δεδομένων στο λογικό επίπεδο και το επίπεδο όψεων.
- Τέτοια μοντέλα είναι τα:
 - μοντέλο οντοτήτων-σχέσεων (entity-relationship model), σημασιολογικό μοντέλο (semantic data model), συναρτησιακό μοντέλο (functional model)

Μοντέλα Δεδομένων (Data Models)

- Τα πλειαδικά λογικά μοντέλα αναπαριστούν τη λογική δομή μιας ΒΔ μέσω συγκεκριμένων τύπων που αναπαριστώνται ως πλειάδες (tuples) ή εγγραφές (records).
- Τέτοια μοντέλα είναι τα:
 - σχεσιακό μοντέλο (relational model), ιεραρχικό μοντέλο (hierarchical model), μοντέλο δικτύου (network model)
- Τα φυσικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των δεδομένων στο φυσικό επίπεδο.
- Τέτοια μοντέλα είναι τα:
 - ενοποιημένο μοντέλο (unifying data model)
 - μοντέλο πλαισίων μνήμης (frame-memory model)

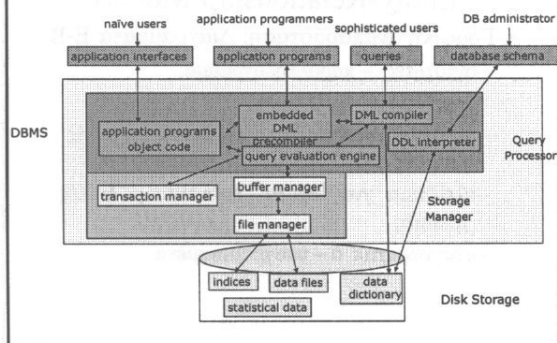
Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων

- Γλώσσες για τον ορισμό δεδομένων (data definition languages)
 - χρησιμοποιούνται για τον ορισμό του σχήματος
 - εντολές της γλώσσας ορισμού δεδομένων μεταφράζονται σε ένα σύνολο δομών που αποθηκεύονται στο λεξικό ή ευρετήριο δεδομένων (data dictionary or directory)
 - το ευρετήριο δεδομένων περιέχει μετά-δεδομένα (metadata), δηλαδή δεδομένα για τα δεδομένα. Το ΣΔΒΔ συμβουλευεται το ευρετήριο πριν από οποιαδήποτε πρόσβαση στη ΒΔ.
 - μέθοδοι αποθήκευσης και πρόσβασης καθορίζονται σε μια ειδική γλώσσα ορισμού δεδομένων η οποία λέγεται γλώσσα ορισμού αποθήκευσης δεδομένων (data storage definition language)

Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων

- Γλώσσες για το χειρισμό δεδομένων (data manipulation languages)
 - διακρίνονται σε διεργασιακές (procedural) και δηλωτικές (declarative)
 - διεργασιακές γλώσσες καθορίζουν το «πώς» γίνεται ο χειρισμός των δεδομένων, ενώ οι δηλωτικές καθορίζουν «ποιο» είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα
 - οι δηλωτικές γλώσσες είναι ευκολότερες στη χρήση τους αλλά όχι τόσο αποδοτικές
 - υποστηρίζουν λειτουργίες για εισαγωγή, ανάκληση, μεταβολή και διαγραφή πληροφορίας
 - η γλώσσα επερωτήσεων (query language) είναι υποσύνολο της γλώσσας χειρισμού δεδομένων

Αρχιτεκτονική ΣΔΒΔ



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ένα μοντέλο δεδομένων είναι ένας μαθηματικός φορμαλισμός που περιλαμβάνει:
 - γλώσσα / συντακτικό για την περιγραφή των δεδομένων
 - ένα σύνολο τελεστών για το χειρισμό των δεδομένων
- Το μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (E-R Model) επινοήθηκε σαν συμβολισμός για το σχεδιασμό εννοιολογικών σχημάτων (conceptual schemas)
- Το εννοιολογικό μοντέλο ενός πεδίου αποτελείται από:
 - μια ιεραρχία οντοτήτων (entities) οι οποίες υποθέτουμε ότι υπάρχουν στον κόσμο του ενδιαφέροντός μας
 - ένα σύνολο σχέσεων (relationships) μεταξύ οντοτήτων
 - ένα σύνολο περιορισμών (constraints) σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οντότητες συμμετέχουν σε σχέσεις

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

• Το μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων δεν διαθέτει τελεστές για το χειρισμό δεδομένων.

• **Ορισμός:** Μια οντότητα (ή σύνολο οντοτήτων) είναι μια συλλογή από διακεκριμένα αντικείμενα με κοινές ιδιότητες

■ οντότητες μπορούν να αντιστοιχούν σε αντικείμενα με φυσική ή αφηρημένη υπόσταση

• Π.χ. Η οντότητα φοιτητής έχει φυσική υπόσταση, ενώ η οντότητα μάθημα έχει μόνο αφηρημένη υπόσταση

■ οντότητες μπορούν να έχουν πολλά στιγμιότυπα (instances, occurrences)

• Π.χ. Μαρία και Γιάννης είναι στιγμιότυπα της οντότητας φοιτητής, ΗΥ360 είναι στιγμιότυπο της οντότητας μάθημα

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

• **Ορισμός:** ένα γνώρισμα (attribute) είναι μια περιγραφή μιας ιδιότητας που αποδίδεται σε μια οντότητα

– στιγμιότυπα μιας οντότητας έχουν ένα κοινό σύνολο γνωρισμάτων

– ένα υποσύνολο των γνωρισμάτων μιας οντότητας χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό (identifier)

– το σύνολο αυτών των γνωρισμάτων δέχεται μοναδικές τιμές για κάθε στιγμιότυπο της οντότητας

– τα υπόλοιπα γνωρίσματα αποκαλούνται περιγραφικά γνωρίσματα (descriptors)

– μια οντότητα μπορεί να έχει περισσότερα από ένα αναγνωριστικά. Ένα από αυτά επιλέγεται ως το πρωτεύον αναγνωριστικό.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

• Τα γνωρίσματα μπορεί να είναι απλά ή σύνθετα

– τα απλά γνωρίσματα δέχονται απλές τιμές από κάποιο πεδίο τιμών

• Π.χ. το γνώρισμα ηλικία είναι απλό γνώρισμα της οντότητας φοιτητής με τιμές στο σύνολο των φυσικών αριθμών

– τα σύνθετα γνωρίσματα αποτελούνται από ένα αριθμό γνωρισμάτων τα οποία σαν σύνολο περιγράφουν μια ιδιότητα

• Π.χ. Το γνώρισμα διεύθυνση αποτελείται από τα γνωρίσματα οδός, αριθμός, πόλη, τκ.

– τα γνωρίσματα επίσης διακρίνονται σε μονότιμα (single-valued) και πλειότιμα (multi-valued)

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

• Γραφική αναπαράσταση: Διαγράμματα E-R

– οντότητες – παραλληλόγραμμα

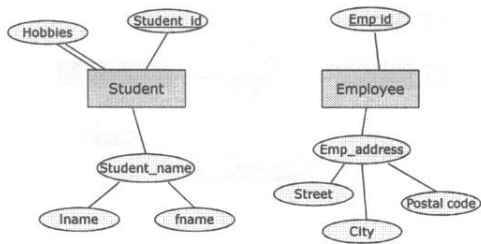
– γνωρίσματα – ελλείψεις

– μονότιμα γνωρίσματα – ενώνονται με απλές γραμμές

– πλειότιμα γνωρίσματα – ενώνονται με διπλές γραμμές

– αναγνωριστικό á – υπογραμμισμένα

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

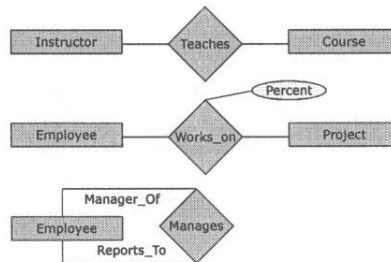
- **Ορισμός:** Δεδομένου ενός διατεταγμένου συνόλου από οντότητες E_1, E_2, \dots, E_n μια σχέση (relationship) R ορίζει μια αντιστοίχιση μεταξύ των στιγμιότυπων των οντοτήτων αυτών.
 - δηλαδή, η R είναι ένα σύνολο από πλειάδες n στοιχείων:
 $R \subseteq E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$
 - μια οντότητα μπορεί να συμμετέχει περισσότερες από μία φορές σε μια σχέση
 - ένα στιγμιότυπο σχέσης (relationship instance or occurrence) αντιστοιχεί σε μια πλειάδα από στιγμιότυπα οντοτήτων (e_1, e_2, \dots, e_n), όπου κάθε e_i είναι στιγμιότυπο της οντότητας E_i

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- ο αριθμός n των οντοτήτων που συμμετέχουν σε μια σχέση λέγεται βαθμός (degree) της σχέσης
 - για $n=2$, η σχέση λέγεται δυαδική
 - Π.χ. η σχέση εργάζεται είναι δυαδική σχέση μεταξύ των οντοτήτων υπάλληλος και έργο
- οι σχέσεις μπορούν επίσης να έχουν γνωρίσματα
 - Π.χ. η σχέση εργάζεται μπορεί να έχει ένα γνώρισμα ποσοστό το οποίο προσδιορίζει το ποσοστό του χρόνου το οποίο αφιερώνει ένας υπάλληλος σε ένα έργο
- Μια δυαδική σχέση που σχετίζει μια οντότητα με τον εαυτό της λέγεται αναδρομική (recursive)
 - Π.χ. Η οντότητα υπάλληλος συνδέεται με τον εαυτό της μέσω της σχέσης διευθύνει

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γραφική αναπαράσταση: σχέσεις – ρόμβοι



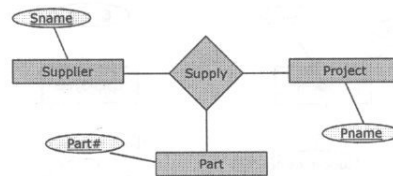
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Μια σχέση βαθμού n λέγεται n -αδική
- Πως αναπαριστούμε 3-αδικές σχέσεις σε διαγράμματα E-R?
 - με ένα σύνολο από δυαδικές σχέσεις
 - με ένα ρόμβο ο οποίος συνδέει 3 οντότητες
- Οι δύο αυτοί τρόποι δεν είναι εν γένει ισοδύναμοι
- Παράδειγμα: θεωρήστε τις οντότητες
 - supplier, part, project

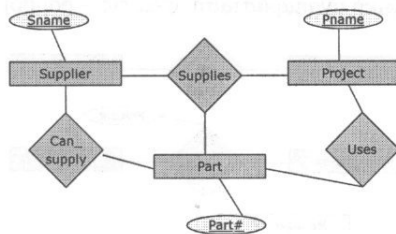
και τη σχέση Supply μεταξύ των τριών οντοτήτων που αναπαριστά την πληροφορία ότι προμηθευτές προμηθεύουν έργα με εξαρτήματα.

Σχεδιάστε ένα διάγραμμα οντοτήτων – σχέσεων που να αναπαριστά αυτές τις οντότητες και σχέσεις.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

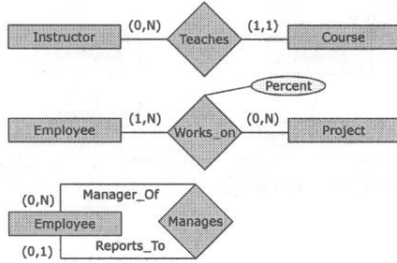


Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ιδιότητες σχέσεων:
 - Κάθε οντότητα συμμετέχει σε μια σχέση με μια δεδομένη ελάχιστη (min-) και μέγιστη (max-) πληθικότητα (cardinality)
 - Οι πληθικότητες των σχέσεων καθορίζονται κατά το σχεδιασμό μιας ΒΔ
 - Ο ρόλος τους είναι να περιορίζουν τους τρόπους με τους οποίους στιγμιότυπα οντοτήτων συμμετέχουν σε στιγμιότυπα σχέσεων
- Γραφική αναπαράσταση: οι πληθικότητες συμβολίζονται σαν ζεύγη τιμών πάνω στις γραμμές οι οποίες ενώνουν τις οντότητες με τις σχέσεις.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γραφική αναπαράσταση: σχέσεις – ρόμβοι

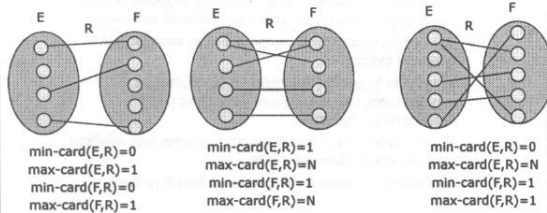


Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ορισμός:** Έστω E,F οντότητες οι οποίες συμμετέχουν σε μια σχέση R
 - αν $\max\text{-card}(E,R) = 1$, τότε η E έχει μονότιμη συμμετοχή στην R
 - αν $\max\text{-card}(E,R) = N$, τότε η E έχει πλειότιμη συμμετοχή στην R
 - μια δυαδική σχέση R μεταξύ των οντοτήτων E,F είναι σχέση «πολλά – προς – πολλά» (many-to-many ή N-N) αν και η E και η F έχουν πλειότιμη συμμετοχή στην R
 - αν και η E και η F έχουν μονότιμη συμμετοχή, η R είναι σχέση 1-1 (one-to-one)
 - αν η E έχει μονότιμη συμμετοχή και η F έχει πλειότιμη συμμετοχή, η R είναι σχέση 1-N (one-to-many)

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ορισμός:** Αν μια οντότητα E η οποία συμμετέχει σε μια σχέση R έχει $\min\text{-card}(E,R) = 1$, τότε η E έχει υποχρεωτική (mandatory) συμμετοχή στην R; Αν $\min\text{-card}(E,R) = 0$, τότε έχει προαιρετική (optional) συμμετοχή στην R.



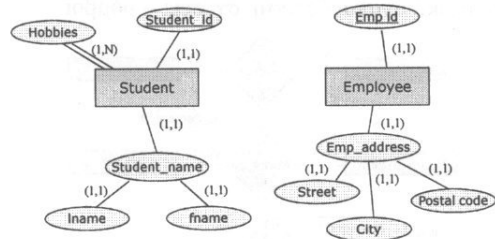
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες Γνώρισμάτων**
- Ορισμός:** Έστω A ένα γνώρισμα μιας οντότητας E. Τότε, $\min\text{-card}(A,E)$ και $\max\text{-card}(A,E)$ δηλώνουν τον ελάχιστο και μέγιστο αντίστοιχα αριθμό τιμών για το A οι οποίες σχετίζονται με κάθε στιγμιότυπο της E.
 - $\min\text{-card}(A,E) = 0$ δηλώνει ότι το γνώρισμα είναι προαιρετικό
 - $\min\text{-card}(A,E) = 1$ δηλώνει ότι το γνώρισμα είναι υποχρεωτικό
 - $\max\text{-card}(A,E) = 1$ δηλώνει ότι το γνώρισμα A δέχεται μία τιμή
 - $\max\text{-card}(A,E) = N$ δηλώνει ότι το γνώρισμα A δέχεται πολλαπλές τιμές

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες Γνωρισμάτων
- Γραφικός Συμβολισμός:
 - $card(A,E) = (x,y)$, $x = \min-card(A,E)$, $y = \max-card(A,E)$
 - Τα ζεύγη (x,y) τα οποία δηλώνουν την ελάχιστη και μέγιστη πληθικότητα γνωρισμάτων χρησιμοποιούνται ως ετικέτες των γραμμών που ενώνουν τα γνωρίσματα με τις οντότητες
 - Μια γραμμή που ενώνει ένα περιγραφικό γνώρισμα με μια οντότητα και δεν έχει ετικέτα, θεωρείται ότι έχει την ετικέτα $(0,1)$
 - Μια γραμμή που ενώνει ένα αναγνωριστικό γνώρισμα με μια οντότητα και δεν έχει ετικέτα, θεωρείται ότι έχει την ετικέτα $(1,1)$

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

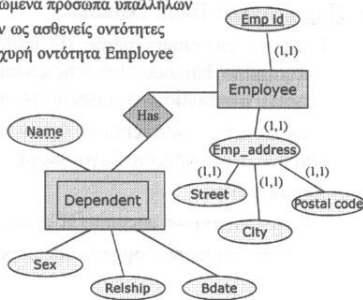
- Ασθενείς και Ισχυρές Οντότητες
- Ορισμός: Μια οντότητα E_1 λέγεται ασθενής (weak) αν η ύπαρξη των στιγμιότυπων της εξαρτάται από μια άλλη οντότητα E_2 μέσω μιας σχέσης R . Η E_2 λέγεται ισχυρή (strong) οντότητα.
 - Οι ασθενείς οντότητες δεν έχουν δικά τους αναγνωριστικά γνωρίσματα
 - Μια ισχυρή οντότητα λέγεται ότι είναι κάτοχος (owner) των στιγμιότυπων της ασθενούς οντότητας που σχετίζεται με αυτήν.
 - Οι ασθενείς οντότητες μπορούν να έχουν μερικά αναγνωριστικά (partial identifiers), δηλαδή ένα σύνολο γνωρισμάτων τα οποία καθορίζουν με μοναδικό τρόπο στιγμιότυπα της ασθενούς οντότητας που σχετίζονται με το ίδιο στιγμιότυπο της ισχυρής οντότητας.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ασθενείς και Ισχυρές Οντότητες
 - Αναγνωριστικά για τις ασθενείς οντότητες δημιουργούνται από τα αναγνωριστικά γνωρίσματα της ισχυρής οντότητας και τα μερικά αναγνωριστικά της ασθενούς οντότητας.
 - Μια ασθενής οντότητα μπορεί να είναι κάτοχος άλλων ασθενών οντοτήτων.
 - Μια ασθενής οντότητα μπορεί να σχετίζεται με περισσότερες από μία ισχυρές οντότητες μέσω διαφορετικών σχέσεων.
 - Συχνά, ασθενείς οντότητες αναπαριστώνται σαν σύνθετα γνωρίσματα πολλαπλών τιμών.
 - Συμβολισμός: παραλληλόγραμμα με διπλή γραμμή

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

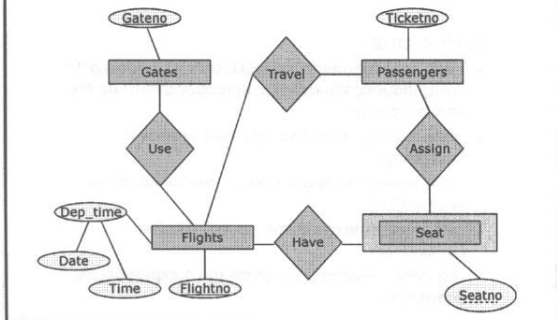
Παράδειγμα: Τα εξαρτώμενα πρόσωπα υπαλλήλων μπορούν να θεωρηθούν ως ασθενείς οντότητες σχετιζόμενες με την ισχυρή οντότητα Employee με την N-1 σχέση Has



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Παράδειγμα: Airline Reservations Database
 - Entities: passengers (ticketno), flights (flightno, departure_time), departure_gates(gateno),seats (seatno)
 - Αριθμοί θέσεων έχουν νόημα μόνο για μια συγκεκριμένη πτήση
 - Relationships:
 - seats belonging to a particular flight
 - assignment of passengers to seats
 - travel of passengers on flights
 - use of gates by flights

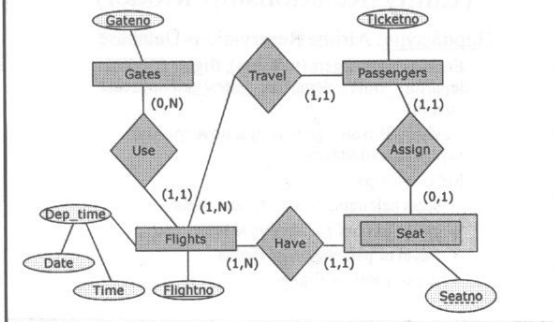
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες:
 - κάθε πτήση χρησιμοποιεί μία πύλη
 - δεν είναι απαραίτητο όλες οι πύλες να χρησιμοποιούνται
 - περισσότερες από μία πτήσεις χρησιμοποιούν την ίδια πύλη
 - κάθε επιβάτης ταξιδεύει σε ακριβώς μία πτήση
 - κάθε πτήση μεταφέρει τουλάχιστον ένα επιβάτη
 - κάθε πτήσεις έχει περισσότερες από μία θέσεις
 - κάθε θέση ανήκει σε μία πτήση
 - κάθε επιβάτης ταξιδεύει σε ακριβώς μία πτήση
 - κάποιες θέσεις μπορεί να είναι κενές
 - αν μια θέση δεν είναι κενή, σε αυτήν μπορεί να ταξιδέψει ακριβώς ένας επιβάτης

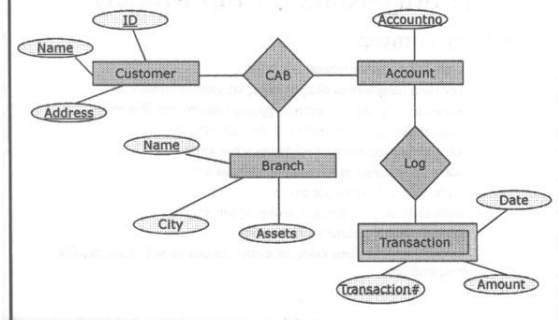
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Παράδειγμα: Bank Database
 - Entities: customers (name, ID, address), accounts (accountno, balance), branches (name, city, assets), transactions (transaction#, amount, date)
 - Δοσοληψίες (transactions) έχουν νόημα μόνο για ένα συγκεκριμένο λογαριασμό
 - Relationships:
 - customers own accounts at branches
 - transactions are logged with respect to accounts

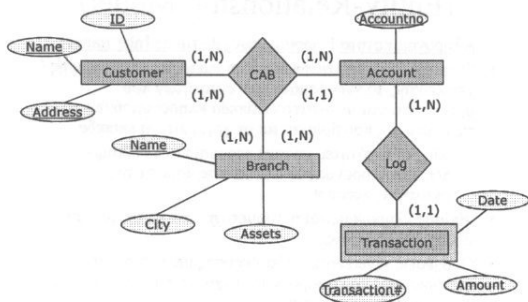
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες:
 - κάθε πελάτης μπορεί να έχει έναν ή περισσότερους λογαριασμούς και κάθε λογαριασμός ανήκει σε ένα υποκατάστημα
 - κάθε πελάτης πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα λογαριασμό
 - κάθε υποκατάστημα πρέπει να έχει τουλάχιστον έναν πελάτη
 - μια δοσοληψία σχετίζεται με ακριβώς ένα λογαριασμό
 - για κάθε λογαριασμό γίνονται μία ή περισσότερες δοσοληψίες

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



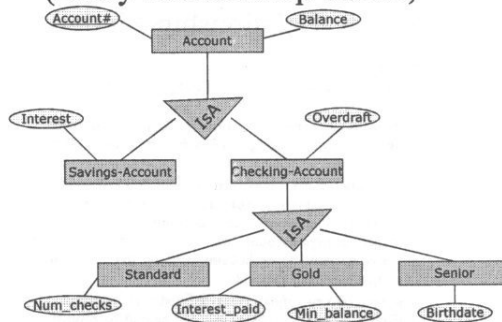
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- **Εξειδίκευση (Specialization)**
- Μια οντότητα μπορεί να περιλαμβάνει υπο-ομάδες οντοτήτων οι οποίες διακρίνονται από άλλες οντότητες στην ίδια ομάδα καθώς χαρακτηρίζονται από γνωρίσματα τα οποία δεν χαρακτηρίζουν όλες τις οντότητες σε αυτό το σύνολο
- Η διαδικασία προσδιορισμού υπο-ομάδων μέσα σε σύνολα οντοτήτων ονομάζεται εξειδίκευση
- Η εξειδίκευση δημιουργεί ιεραρχίες εξειδίκευσης (specialization or ISA hierarchies) με χρήση της σχέσης «είναι (υπο-ομάδα)» (ISA)
- Μια σχέση ISA επίσης ορίζει μια σχέση υπερκλάσης – υποκλάσης (superclass – subclass)

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- **Εξειδίκευση (Specialization)**
- Παράδειγμα: Η οντότητα account με γνωρίσματα account-number και balance μπορεί να εξειδικευθεί σε:
 - savings-account
 - checking-account
- Κάθε είδος λογαριασμού περιγράφεται από ένα σύνολο γνωρισμάτων τα οποία περιλαμβάνουν όλα τα γνωρίσματα της οντότητας account. Επιπλέον, μπορεί να έχει ιδιαίτερα γνωρίσματα.
 - η οντότητα savings-account έχει το γνώρισμα interest-rate
 - η οντότητα checking-account έχει το γνώρισμα overdraft-amount

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γενίκευση
- Η εξειδίκευση οντοτήτων σε υπο-ομάδες αντιστοιχεί σε μια top-down διαδικασία σχεδιασμού ενός εννοιολογικού μοντέλου
- Ο σχεδιασμός μπορεί να γίνει και bottom-up. Σε αυτή την περίπτωση, οντότητες χρησιμοποιούνται για να συνθέσουν άλλες οντότητες σε υψηλότερα επίπεδα. Η σύνθεση γίνεται βάσει των κοινών γνωρισμάτων των οντοτήτων.
- Η διαδικασία αυτή λέγεται γενίκευση (generalization) και αναπαριστά μια σχέση υποσυνόλου μεταξύ των συντιθέμενων οντοτήτων και της νέας οντότητας που δημιουργείται.
- Η γενίκευση είναι η δυϊκή σχέση της εξειδίκευσης.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Κληρονομικότητα Γνωρισμάτων (Attribute Inheritance)
- Όταν οντότητες οργανώνονται σε ιεραρχίες εξειδίκευσης / γενίκευσης, τα γνωρίσματα των οντοτήτων που βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα κληρονομούνται από τις οντότητες που βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα.
 - Π.χ. οι οντότητες savings-account και checking-account κληρονομούν όλα τα γνωρίσματα της οντότητας account
- Επίσης κληρονομείται η συμμετοχή σε σχέσεις με τους ίδιους περιορισμούς.
- Οι σχέσεις γενίκευσης / εξειδίκευσης υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν τα στιγμιότυπα των οντοτήτων που συμμετέχουν σε αυτές.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Περιορισμοί
- Η σχέση μέλους ενός στιγμιότυπου μιας οντότητας μπορεί να είναι:
 - υπό συνθήκη (condition-defined): ελέγχεται μία συνθήκη προκειμένου να προσδιοριστεί αν ένα στιγμιότυπο ανήκει σε μια οντότητα
 - Π.χ. Υποθέστε ότι η οντότητα account έχει ένα γνώρισμα account-type. Τα στιγμιότυπα τα οποία ικανοποιούν τη συνθήκη account-type=savings-account ανήκουν στην οντότητα savings-account, ενώ αυτά που ικανοποιούν τη συνθήκη account-type=checking-account ανήκουν στην οντότητα checking-account
 - ορισμένη από το χρήστη (user-defined): στιγμιότυπα ορίζονται ως μέλη συνόλων οντοτήτων από το χρήστη

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

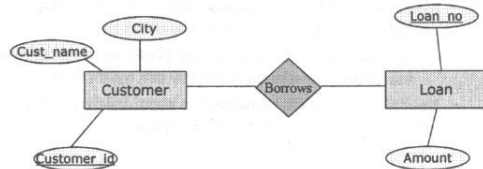
- Περιορισμοί
- Αποκλειστικότητα (Disjointness): ένα στιγμιότυπο δεν μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία οντότητες στο ίδιο επίπεδο μιας ιεραρχίας IsA
 - π.χ. ένας λογαριασμός θα είναι savings-account ή checking-account αλλά όχι και τα δύο
- Επικάλυψη (overlapping): το ίδιο στιγμιότυπο μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία οντότητες σε μια ιεραρχία
- Πληρότητα (completeness): καθορίζει αν ένα στιγμιότυπο μιας οντότητας πρέπει να ανήκει σε τουλάχιστο μία οντότητα σε χαμηλότερο επίπεδο

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Περιορισμοί
- Περιορισμοί πληρότητας μπορεί να είναι:
 - ολικοί (total) : κάθε στιγμιότυπο πρέπει να ανήκει σε μια οντότητα σε χαμηλότερο επίπεδο
 - μερικοί (partial): κάποια στιγμιότυπα μπορούν να μην ανήκουν σε κάποια από τις οντότητες σε χαμηλότερα επίπεδα
- Αν ισχύει ο ολικός περιορισμός πληρότητας, τότε όποτε εισάγεται ένα στιγμιότυπο ως μέλος μιας οντότητας, πρέπει να εισαχθεί και ως μέλος μιας οντότητας σε χαμηλότερο επίπεδο
- Η διαγραφή ενός στιγμιότυπου από μια οντότητα πρέπει να συνοδεύεται από τη διαγραφή του από όλες τις οντότητες χαμηλότερου επιπέδου στις οποίες ανήκει.

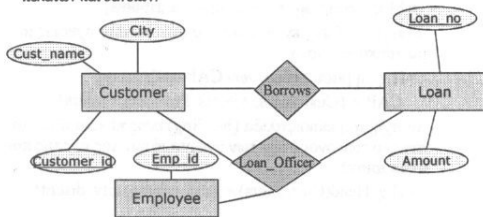
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Συνάθροιση (Aggregation)
- Ένας από τους περιορισμούς του μοντέλου οντοτήτων-σχέσεων είναι ότι δεν είναι δυνατός ο ορισμός σχέσεων μεταξύ σχέσεων
- Τέτοιες σχέσεις είναι συχνά απαραίτητες.
- Για παράδειγμα:



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Υποθέστε ότι σε κάθε ζεύγος πελάτη-δανείου αντιστοιχίζεται ένας υπάλληλος ως υπεύθυνος. Πως θα αναπαρασταθεί αυτή η σχέση?
- Ένας τρόπος θα ήταν να εισαχθεί μια καινούργια σχέση μεταξύ πελατών και δανείων.



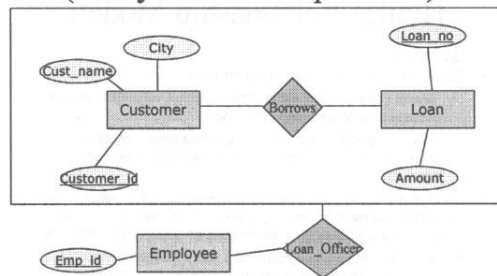
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Μπορούν οι σχέσεις Borrows και Loan_Officer να συνδυαστούν σε μία σχέση?
 - Αν συνδυαστούν, αυτό σημαίνει ότι ένας υπάλληλος πρέπει να αντιστοιχιστεί σε κάθε ζεύγος πελάτη-δανείου.
 - Υπάρχει επίσης πλεονάζουσα πληροφορία: κάθε ζεύγος πελάτη-δανείου στη σχέση Loan_Officer ανήκει και στη σχέση Borrows.
 - Εναλλακτικά, μπορεί να εισαχθεί το γνώρισμα loan_officer στη σχέση Borrows.
 - Πως όμως θα βρούμε τα ζεύγη πελατών δανείων για τα οποία ένας υπάλληλος είναι υπεύθυνος?

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί με τη χρήση του μηχανισμού της συνάθροισης, δηλαδή να θεωρήσουμε ότι η σχέση Borrows και οι σχετιζόμενες οντότητες αποτελούν μια οντότητα υψηλότερου επιπέδου.
- Μια τέτοια οντότητα συμπεριφέρεται όπως κάθε άλλη οντότητα. Ποιο θα είναι το αναγνωριστικό της;
 - Το αναγνωριστικό θα σχηματιστεί από τα αναγνωριστικά των οντοτήτων που συμμετέχουν στη σχέση Borrows
- Συμβολισμός: χρησιμοποιείται ένα παραλληλόγραμμο το οποίο περικλείει τις οντότητες και τη σχέση

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Συμβολισμός για την αναπαράσταση δεδομένων: πίνακες
- Κανόνες για τον καθορισμό της σωστής δομής των πινάκων
- Τελεστές για το χειρισμό πινάκων: σχεσιακή άλγεβρα (relational algebra)
- Η σχεσιακή άλγεβρα χρησιμοποιείται και ως γλώσσα ερωτημάτων (query language)
- SQL (structured query language): πρότυπο γλωσσών ερωτημάτων σχεσιακών βάσεων δεδομένων

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Ορολογία:
 - πίνακες / σχέσεις (tables / relations)
 - γραμμές / πλειάδες (rows / tuples)
 - στήλες / γνωρίσματα (columns / attributes)
 - Μια βάση δεδομένων είναι ένα σύνολο από σχέσεις με μοναδικά ονόματα
 - Π.χ., η βάση δεδομένων CAP ορίζεται ως CAP = {Customers, Agents, Products, Orders}
 - το σχήμα ή επικεφαλίδα (heading) ενός πίνακα είναι το σύνολο των ονομάτων των γνωρισμάτων της σχέσης που αναπαριστά
 - Π.χ. Head(Customers) = {cid, cname, city, discnt}

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Το σύνολο των σημείων των σχέσεων ονομάζεται σχήμα της βάσης δεδομένων (database schema).
- Το σύνολο όλων των πλειάδων των σχέσεων λέγεται περιεχόμενο της βάσης δεδομένων (content, extension). Για μια σχέση R, το περιεχόμενο συμβολίζεται ως $\text{cont}(R)$
- Κάθε γνώρισμα μιας σχέσης έχει έναν τύπο (type). Τα γνωρίσματα παίρνουν τιμές από ένα πεδίο τιμών (domain). Το σύνολο αυτό περιέχει τις σταθερές οι οποίες μπορούν να εμφανίζονται ως τιμές ενός γνωρίσματος.
- Το πεδίο τιμών ενός γνωρίσματος A συμβολίζεται ως $\text{domain}(A)$. Μια σχέση R με σχήμα $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ είναι ένα υποσύνολο του $\text{domain}(A_1) \times \text{domain}(A_2) \times \dots \times \text{domain}(A_m)$

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Παράδειγμα: Μια βάση δεδομένων για μια εταιρία χονδρικών πωλήσεων.
 - Η βάση δεδομένων πρέπει να κρατάει πληροφορία για τους πελάτες τους, τα προϊόντα που πουλάει και τους πράκτορες οι οποίοι κάνουν και τις παραγγελίες των πελατών.
 - Οι πελάτες είναι πωλητές λιανικής οι οποίοι κάνουν παραγγελίες στην χονδρική εταιρία.
 - Οι πελάτες, τα προϊόντα, οι πράκτορες και οι παραγγελίες έχουν ένα μοναδικό αναγνωριστικό.

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Παράδειγμα: Εταιρία χονδρικών πωλήσεων
 - $\text{head}(\text{Customers}) = \{\text{cid}, \text{cname}, \text{city}, \text{discnt}\}$
 - $(\text{c001}, \text{TipTop}, \text{Duluth}, 10.00) \in \text{cont}(\text{Customers})$
 - $(\text{c002}, \text{ACME}, \text{Kyoto}, 8.00) \in \text{domain}(\text{cid}) \times \text{domain}(\text{cname}) \times \text{domain}(\text{city}) \times \text{domain}(\text{discnt})$
 - $(\text{c002}, \text{ACME}, \text{Kyoto}, 8.00) \notin \text{cont}(\text{Customers})$

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Σχεσιακοί Κανόνες:
 - Ορίζουν επιλογές και περιορισμούς στη δομή των σχέσεων.
 - Έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην «καλή συμπεριφορά» των δομών που χρησιμοποιούνται.
 - Υποδεικνύουν σημεία όπου είναι δυνατή η τυποποίηση.
 - Δεν ακολουθούνται πάντα από εμπορικά συστήματα.
- Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)
 - Μια σχέση είναι σε Πρώτη Κανονική Μορφή (1NF) αν δεν έχει πλειότιμα γνωρίσματα

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)
 - Παράδειγμα: η παρακάτω σχέση (Employees) δεν είναι σε 1NF

eid	ename	position	dependents
e001	Smith, John	Agent	Michael J. Susan R.
e002	Andrews, David	Superintendent	David M. Jr.
e003	Jones, Franklin	Agent	Andrew K. Mark W. Lois M.

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)
 - Πρόβλημα: πως θα αναπαρασταθεί πληροφορία σχετικά με τα εξαρτώμενα πρόσωπα σε σχέσεις σε 1NF?
 - 1η επιλογή: να αλλαχθεί το σχήμα ώστε να περιλάβει τόσα πρόσθετα γνωρίσματα όσα ο μέγιστος αριθμός εξαρτ. προσώπων

eid	ename	position	dep1	dep2	dep3
e001	Smith, John	Agent	Michael J.	Susan R.	
e002	Andrews, David	Superintendent	David M. Jr.		
e003	Jones, Franklin	Agent	Andrew K.	Mark W.	Lois M.

Μη αποδοτική λύση: σπατάλη χώρου, δυσκολία στις ερωτήσεις

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)
 - 2η επιλογή: να δημιουργηθεί μια νέα σχέση για τους υπαλλήλους και τα εξαρτώμενα από αυτούς πρόσωπα

eid	ename	position
e001	Smith, John	Agent
e002	Andrews, David	Superintendent
e003	Jones, Franklin	Agent

eid	dependent
e001	Michael J.
e001	Susan R.
e002	David M. Jr.
e003	Andrew K.
e003	Mark W.
e003	Lois M.

Προτιμότερη λύση: η περιτή πληροφορία είναι η ελάχιστη δυνατή.

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Υπάρχουν συστήματα (extended RDBMS) τα οποία επιτρέπουν τον ορισμό σχέσεων που δεν είναι σε 1NF.
- Κανόνας 2: Πρόσβαση βάσει περιεχομένου (row access by content)

- οι πλειάδες μιας σχέσης συνιστούν ένα μη-διατεταγμένο σύνολο. Η πρόσβαση στις πλειάδες γίνεται μόνο βάσει του περιεχομένου τους
- ερωτήσεις της μορφής «ποια είναι η 3η πλειάδα της σχέσης?» είναι μη-έγκυρες
- οι ερωτήσεις πρέπει να βασίζονται στις τιμές των γνωρισμάτων
- πολλά εμπορικά συστήματα παραβιάζουν τον κανόνα αυτό και παρέχουν ένα εσωτερικό αναγνωριστικό πλειάδων (tuple id). Πρόσβαση βάσει του tuple id ενδέχεται να έχει πλεονεκτήματα από την άποψη της απόδοσης του συστήματος.

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κανόνας 3: Μοναδικότητα πλειάδων (unique rows)
 - μια σχέση αποτελείται από διακεκριμένες πλειάδες
 - οι σχέσεις ορίζονται σαν σύνολα, επομένως δεν μπορούν να έχουν επαναλαμβανόμενα στοιχεία
 - η εφαρμογή του κανόνα αυτού συνεπάγεται κόστος για τον έλεγχο της μοναδικότητας των πλειάδων
 - πολλά συστήματα επιλέγουν τη μη-εφαρμογή του κανόνα αυτού για να αποφύγουν το επιπλέον κόστος

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κλειδιά και υπερ-κλειδιά (keys and superkeys)
 - 3ος σχεσιακός κανόνας επιβάλλει την απουσία πλειάδων οι οποίες έχουν τις ίδιες τιμές σε όλα τους τα γνωρίσματα
 - άρα πρέπει να υπάρχει ένα υποσύνολο του συνόλου των γνωρισμάτων το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να διακρίνουμε οποιοδήποτε δύο πλειάδες μιας σχέσης
 - ένα σύνολο γνωρισμάτων μιας σχέσης αποτελεί ένα υπερ-κλειδί (superkey) της σχέσης αν οποιοδήποτε δύο πλειάδες της σχέσης έχουν διακεκριμένες τιμές για το σύνολο αυτό των γνωρισμάτων
 - ένα σύνολο γνωρισμάτων μιας σχέσης αποτελεί κλειδί (key) της σχέσης αν το σύνολο αυτό είναι ένα υπερ-κλειδί και κανένα υποσύνολο αυτού δεν έχει αυτή την ιδιότητα

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κλειδιά και υπερ-κλειδιά (keys and superkeys)
 - Η επιλογή των κλειδίων και υπερ-κλειδίων είναι θέμα της σχεδίασης μιας βάσης δεδομένων και δεν μπορεί να αποφασιστεί εξετάζοντας το περιεχόμενο της
 - Παράδειγμα

{pid, pname}: υπερ-κλειδί
{pid}: κλειδί
{pname}: δεν είναι κλειδί

Products

pid	pname	city	quantity	price
p01	comb	Dallas	111400	0.50
p02	brush	Newark	203000	0.50
p03	razor	Duluth	150500	1.00
p04	pen	Duluth	125000	1.00
p05	pencil	Dallas	221400	1.00

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Ορισμός Έστω R μια σχέση με σχήμα $head(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ και έστω t μια πλειάδα της R. Αν $\{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}\} \subseteq \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, τότε ο περιορισμός (restriction) $t[A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}]$ της t στα γνωρίσματα $\{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}\}$ είναι η πλειάδα τιμών της t στα γνωρίσματα $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}$
- Παράδειγμα: Αν $t = (p01, comb, Dallas, 111400, 0.50)$ τότε $t[pid, city, price] = (p01, Dallas, 0.50)$
- Ορισμός Ένα κλειδί μιας σχέσης R με σχήμα $head(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ είναι ένα σύνολο γνωρισμάτων $K = \{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}\}$ για το οποίο:
 - αν u, v είναι διακεκριμένες πλειάδες της R, τότε $u[K] \neq v[K]$
 - δεν υπάρχει $H \subset K$ με την παραπάνω ιδιότητα

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Ένα σύνολο γνωρισμάτων το οποίο πληροί την πρώτη ιδιότητα του προηγούμενου ορισμού λέγεται υπερ-κλειδί.
- Ένα κλειδί είναι ένα ελάχιστο υπερ-κλειδί.
- Το κενό σύνολο δεν μπορεί να είναι κλειδί.
- Μια σχέση μπορεί να έχει περισσότερα από ένα κλειδιά
 - τα κλειδιά μιας σχέσης ονομάζονται υποψήφια κλειδιά
 - ένα από τα υποψήφια κλειδιά επιλέγεται ως το πρωτεύον κλειδί
- **Θεώρημα:** Κάθε σχέση έχει τουλάχιστον ένα κλειδί

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κενές Τιμές
- Παράδειγμα: Έστω το παρακάτω στιγμιότυπο της σχέσης Products. Θέλουμε να εισάγουμε ένα καινούργιο προϊόν αλλά δε γνωρίζουμε όλη τη σχετική πληροφορία.

Products

pid	rname	city	quantity	price
p01	comb	Dallas	111400	0.50
p02	brush	Newark	203000	0.50
p03	razor	Duluth	150500	1.00
p04	pen	Duluth	125000	1.00
p05	pencil	Dallas	221400	1.00

Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κενές Τιμές
- Για τα γνωρίσματα των οποίων τις τιμές δεν γνωρίζουμε, θα χρησιμοποιήσουμε μια ειδική τιμή η οποία λέγεται κενή τιμή(null value)
- Η πλειάδα που εισάγεται έχει τη μορφή

pid	rname	city	quantity	price
p07	stapler	null	null	3.50

- Οι «άγνωστες» τιμές μπορεί να γίνουν γνωστές σε κάποια επόμενη κατάσταση.
- Σημασιολογία κενών τιμών:
 - υπαρκτή αλλά άγνωστη τιμή
 - η εισαγωγή μιας τιμής δεν έχει νόημα για κάποια πλειάδα

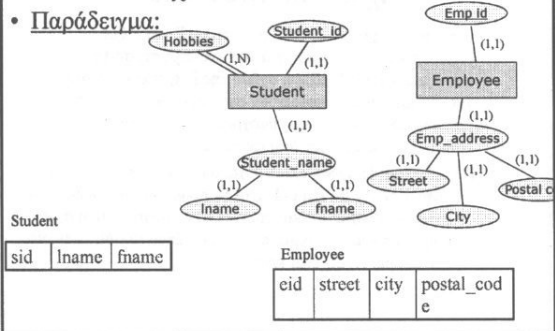
Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων (Relational Data Model)

- Κενές Τιμές
- Οι κενές τιμές γνωρισμάτων σχέσεων είναι διαφορετικές από τις αντίστοιχες «κενές τιμές» των τύπων δεδομένων (π.χ. null string)
- Προσοχή: ορισμένα γνωρίσματα δεν επιτρέπεται να δέχονται κενές τιμές
- 4ος Σχεσιακός Κανόνας: Ακεραιότητα Οντοτήτων (Entity Integrity)
 - γνωρίσματα τα οποία ανήκουν στο πρωτεύον κλειδί μιας σχέσης R δεν δέχονται κενές τιμές για καμία πλειάδα της R
 - παραβίαση αυτού του κανόνα θα σήμαινε ότι δεν έχουμε τρόπο να ανακτήσουμε την πληροφορία που φυλάσσεται σε πλειάδες με κενές τιμές

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων → Σχεσιακό Μοντέλο

- Ένα εννοιολογικό μοντέλο που εκφράζεται με το συμβολισμό του μοντέλου Οντοτήτων – Σχέσεων μπορεί να μετατραπεί σε ένα σύνολο σχέσεων σύμφωνα με τους παρακάτω κανόνες:
 1. Κάθε οντότητα σε ένα διάγραμμα E-R απεικονίζεται σε μια σχέση με το ίδιο όνομα.
 - Όλα τα μονότιμα γνωρίσματα της οντότητας γίνονται γνωρίσματα της αντίστοιχης σχέσης.
 - Τα αναγνωριστικά γνωρίσματα της σχέσης σχηματίζουν ένα υποψήφιο κλειδί της σχέσης
 - Τα στιγμιότυπα της οντότητας γίνονται πλειάδες της σχέσης

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων → Σχεσιακό Μοντέλο



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων → Σχεσιακό Μοντέλο

2. Μια οντότητα E με αναγνωριστικό p και ένα γνώρισμα πολλαπλών τιμών a απεικονίζεται σε μια σχέση με όνομα το όνομα του γνωρίσματος πολλαπλών τιμών.
 - Το σχήμα της σχέσης περιλαμβάνει τα γνωρίσματα p και a και οι πλειάδες της είναι ζεύγη τιμών των p και a
 - Το πρωτεύον κλειδί της σχέσης είναι το σύνολο που περιλαμβάνει τα γνωρίσματα p και a.
 - Παράδειγμα:

Hobbies	
eid	hobby

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων → Σχεσιακό Μοντέλο

3. Μια N-N σχέση r μεταξύ οντοτήτων E και F απεικονίζεται σε μια σχέση R το σχήμα της οποίας περιέχει όλα τα γνωρίσματα που ανήκουν στα πρωτεύοντα κλειδιά των σχέσεων που αντιστοιχούν στις οντότητες E και F. Ο συνδυασμός αυτός σχηματίζει το πρωτεύον κλειδί της R. Επίσης, το σχήμα της R περιέχει όλα τα γνωρίσματα της σχέσης r. Οι πλειάδες της R αντιστοιχούν στα στιγμιότυπα της r.

Employee			
eid	street	city	postal_code

Projects		
prid	pr_name	due_date

Works_on		
eid	prid	percent

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων → Σχεσιακό Μοντέλο

4. Για μια N-1 σχέση r μεταξύ οντοτήτων E και F δεν δημιουργούμε νέα σχέση για την αναπαράστασή της. Αν $\max\text{-card}(F,R) = 1$, τότε η σχέση της F πρέπει να περιέχει γνώρισμα που αντιστοιχούν στο πρωτεύον κλειδί της E (ξένο κλειδί). Αν η F έχει υποχρεωτική συμμετοχή στην r, τότε το ξένο κλειδί δεν δέχεται κενές τιμές.

Παράδειγμα: Η σχέση teach μεταξύ instructors και courses είναι 1-N. Αν iid και cid είναι τα πρωτεύοντα κλειδιά των σχέσεων instructors και courses αντίστοιχα, τότε η σχέση courses πρέπει να περιέχει το iid ως ξένο κλειδί, το οποίο δεν μπορεί να δέχεται κενές τιμές.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων → Σχεσιακό Μοντέλο

5. Αν οι οντότητες E και F συμμετέχουν σε μια 1-1 σχέση r, τότε αν η συμμετοχή των οντοτήτων είναι προαιρετική, δημιουργούμε σχέσεις για τις E και F και προσθέτουμε στη μία από αυτές ένα γνώρισμα για το πρωτεύον κλειδί της άλλης. Αν η συμμετοχή τους είναι υποχρεωτική, τότε οι δύο σχέσεις μπορούν να συνδυαστούν σε μία.

Παράδειγμα: Η σχέση supervise μεταξύ employees και projects είναι 1-1 με προαιρετική συμμετοχή και από τις δύο πλευρές. Στη σχέση employees προστίθεται το γνώρισμα pid (πρωτεύον κλειδί της σχέσης projects) ως ξένο κλειδί. Ισοδύναμα, το eid (πρωτεύον κλειδί της σχέσης employees) μπορεί να προστεθεί στη σχέση projects ως ξένο κλειδί.

SQL – Structured Query Language

- Η κύρια εντολή στην SQL έχει την μορφή
SELECT <λίστα από πεδία>
FROM <λίστα από πίνακες>
WHERE <συνθήκη>

Λίστα από πεδία είναι μια σειρά πεδίων που ανήκουν σε κάποιον πίνακα.

Συνθήκη είναι η συνθήκη που πρέπει να πληρούν οι πλειάδες των πινάκων που ανήκουν στην λίστα πινάκων, έτσι ώστε να επιλέξουμε τις τιμές από τα αντίστοιχα πεδία τα οποία υπάρχουν στο SELECT

SQL – Structured Query Language

Έστω το παρακάτω σχεσιακό σχήμα

EMPLOYEE

FNAME	MINIT	LNAME	SEX	EDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSEN	DNO
-------	-------	-------	-----	-------	---------	-----	--------	----------	-----

DEPARTMENT

DNAME	DNUMBER	MGRSEN	MGRSTARTDATE
-------	---------	--------	--------------

DEPT_LOCATIONS

DNUMBER	LLOCATION
---------	-----------

PROJECT

PNAME	PNUMBER	PLOCATION	PNUM
-------	---------	-----------	------

WORKS_ON

ESSEN	ENO	HOURS
-------	-----	-------

DEPENDENT

ESSEN	DEPENDENT_NAME	SEX	EDATE	RELATIONSHIP
-------	----------------	-----	-------	--------------

SQL– Structured Query Language

- Βρες την ημερομηνία γέννηση και την διεύθυνση του υπαλλήλου 'John B. Smith'

```
SELECT BDATE,ADDRESS  
FROM EMPLOYEE  
WHERE FNAME='John' AND MINIT='B'  
AND LNAME='Smith'
```

SQL– Structured Query Language

- Βρείτε τα ονόματα και τις διευθύνεις όλων των υπαλλήλων που δουλεύουν στο τμήμα Research.

```
SELECT FNAME, LNAME, ADDRESS  
FROM EMPLOYEE, DEPARTMENT  
WHERE DNAME='RESEARCH' AND  
DNUMBER=DNO
```

SQL– Structured Query Language

- Για κάθε project το οποίο γίνεται στο Stafford επέστρεψε τον αριθμό του, τον αριθμό του τμήματος που είναι υπεύθυνο καθώς και το επίθετο, την διεύθυνση και την ημερομηνία γέννηση του διευθυντή του τμήματος

```
SELECT PNUMBER, DNUM, LNAME,BDATE,ADDRESS  
FROM PROJECT, DEPARTMENT, EMPLOYEE  
WHERE DNO=DNUMBER AND MGRSSN=SSN AND  
PLOCATION='Stafford'
```

SQL– Structured Query Language

- Για κάθε υπάλληλο να επιστρέψεις το όνομα του καθώς και το όνομα του συμβόλου του.

```
SELECT E.FNAME, E.LNAME, S.FNAME, S.LNAME  
FROM EMPLOYEE E, EMPLOYEE S  
WHERE E.SUPERSSN=S.SSN
```

SQL

- Επέστρεψε όλους τους μισθούς που παίρνουν οι υπάλληλοι.

```
SELECT DISTINCT SALARY  
FROM EMPLOYEE
```

Το DISTINCT εξασφαλίζει ότι αν βρεθεί μια τιμή πάνω από μια φορά θα επιστραφεί μόνο μια φορά.

SQL

- Βρες τον αριθμό των υπαλλήλων του τμήματος RESEARCH

```
SELECT COUNT(*)  
FROM EMPLOYEE, DEPARTMENT  
WHERE DNAME='RESEARCH' AND  
DNUMBER=DNO
```

SQL

- Βρες τον μέγιστο μισθό, τον μικρότερο μισθό, το άθροισμα των μισθών και τον μέσο όρο των μισθών των υπαλλήλων του τμήματος RESEARCH

```
SELECT MAX(SALARY), MIN(SALARY), SUM(SALARY), AVG(SALARY)  
FROM EMPLOYEE, DEPARTMENT  
WHERE DNAME='RESEARCH' AND DNUMBER=DNO
```

SQL – Data Manipulation Language

- Συναρτήσεις Συνάθροισης (Aggregate Functions)
- Εφαρμόζονται πάνω σε σύνολα τιμών γνωρισμάτων.
- **count**, **max**, **min**, **avg**, **sum**
- Περιορισμοί:
 - η συνάρτηση **count** μπορεί να εφαρμοστεί σε γνωρίσματα οποιουδήποτε τύπου
 - οι συναρτήσεις **avg** και **sum** εφαρμόζονται μόνο σε γνωρίσματα αριθμητικών τύπων
 - οι συναρτήσεις **min** και **max** εφαρμόζονται σε γνωρίσματα αριθμητικών ή αλφαριθμητικών τύπων

SQL

- Βρες όλα τα pnumber των project στα οποία είτε κάποιος υπάλληλος που δουλεύει σε αυτά ονομάζεται smith είτε ο διευθυντής του τμήματος που τα ελέγχει ονομάζεται smith.

```
(SELECT PNUMBER
FROM PROJECT, DEPARTMENT, EMPLOYEE
WHERE DNUM=DNUMBER AND MGRSSN=SSN AND
LNAME='Smith' )
UNION
(SELECT PNUMBER
FROM PROJECT, WORKS_ON, EMPLOYEE
WHERE PNUMBER=PNO AND ESSN=SSN AND LNAME='Smith' )
```

SQL

- Βρες όλα τα pnumber των project στα οποία είτε κάποιος υπάλληλος που δουλεύει σε αυτά ονομάζεται smith είτε ο διευθυντής του τμήματος που τα ελέγχει ονομάζεται smith.

```
(SELECT DISTINCT PNUMBER
FROM PROJECT
WHERE PNUMBER IN (SELECT PUNMBER
FROM PROJECT, DEPARTMENT, EMPLOYEE
WHERE DNUM=DNUMBER AND MGRSSN=SSN
AND LNAME='Smith' )
OR PNUMBER IN (SELECT PNO
FROM WORKS_ON, EMPLOYEE
WHERE ESSN=SSN AND LNAME='Smith' )
```

SQL

- Βρείτε όλα τα ονόματα των υπαλλήλων οι οποίοι έχουν τουλάχιστον ένα εξαρτώμενο με το ίδιο φύλο

```
SELECT E.FNAME, E.LNAME
FROM EMPLOYEE E
WHERE EXISTS (SELECT *
FROM DEPENDENT
WHERE E.SSN=ESSN AND
SEX=E.SEX
```

SQL

- Για κάθε τμήμα επέστρεψε τον αριθμό του τμήματος, τον αριθμό των υπαλλήλων του τμήματος και τον μέσο όρο των μισθών του κάθε τμήματος

```
SELECT DNO, COUNT(*), AVG(SALARY)
FROM EMPLOYEE
GROUP BY DNO
```

SQL

- Για κάθε τμήμα επέστρεψε τον αριθμό του τμήματος, τον αριθμό των υπαλλήλων του τμήματος και τον μέσο όρο των μισθών του κάθε τμήματος για τα τμήματα που έχουν πάνω από 10 υπαλλήλους.

```
SELECT DNO, COUNT(*), AVG(SALARY)
FROM EMPLOYEE
GROUP BY DNO
HAVING COUNT(*) > 10
```

SQL

- Επέστρεψε όλα τα ονόματα των υπαλλήλων ταξινομημένα αν τμήμα (αριθμό) και σε κάθε τμήμα να είναι ταξινομημένα αλφαβητικά.

```
SELECT DNO, LANME, FNAME
FROM EMPLOYEE
ORDER BY DNO, LNAME, FNAME
```

SQL

- Να βρείτε το όνομα του υπαλλήλου με τον μικρότερο μισθό

```
SELECT LANME, FNAME
FROM EMPLOYEE
WHERE SALARY <= all (SELECT SALARY
                     FROM EMPLOYEE)
```

SQL

- Να βρείτε όλους τους υπαλλήλους οι οποίοι εργάζονται σε κάποιο project το οποίο ελέγχεται από το τμήμα 5.

```
SELECT Fname, Lname
FROM EMPLOYEE, WORKS_ON
WHERE SSN=ESSN AND PNO=any(SELECT PNUMBER
                            FROM PROJECT
                            WHERE DNUM=5)
```

SQL

- Να βρείτε όλους τους υπαλλήλους οι οποίοι δεν εργάζονται σε κάποιο project το οποίο ελέγχεται από το τμήμα 5.

```
SELECT Fname, Lname
FROM EMPLOYEE, WORKS_ON
WHERE SSN=ESSN
      AND PNO NOT in (SELECT PNUMBER
                      FROM PROJECT
                      WHERE DNUM=5)
```

SQL

- Να βρείτε όλους τους υπαλλήλους οι οποίοι δεν εργάζονται σε κάποιο project το οποίο ελέγχεται από το τμήμα 5.

```
SELECT Fname, Lname
FROM EMPLOYEE, WORKS_ON
WHERE SSN=ESSN
      AND PNO ≠ all (SELECT PNUMBER
                    FROM PROJECT
                    WHERE DNUM=5)
```

- 1.
2. Τι είναι Γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα; Που χρησιμοποιούνται;
3. Τι είναι το σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, και τι αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων; Περιγράψετε τα πλεονεκτήματα του κάθετος.
4. Περιγράψετε τις διαδικασίες ενός Γεωγραφικού πληροφοριακού συστήματος.
5. Περιγράψετε τις Δομές Δεδομένων ενός Γεωγραφικού πληροφοριακού συστήματος.
6. Τι είναι γεωαντικείμενο; Να ορίσετε ένα αεροδρόμιο ως γεωαντικείμενο.
7. Περιγράψετε τις διάφορες διαστάσεις των γεωαντικείμενων
8. Περιγράψτε τα: Χωρική κατανομή, Χωρικός μέσος όρος, Χωρική διάκριση, Χωρική παρεμβολή, Χωρική extrapolation, Μεταβολή της χωρικής κλίμακας
9. Ποία είναι τα επίπεδα αφαίρεσης στην μοντελοποίηση των γεωαντικείμενων;
10. Να φτιάξετε το μοντέλο οντοτήτων σχέσεων στην παρακάτω εφαρμογή:

Έχουμε μια αλυσίδα από supermarket η οποία έχει

- Υποκαταστήματα: Όνομα (μοναδικό), διεύθυνση, Τηλέφωνα, πόλη.
- Προϊόντα: Όνομα, τιμή
- Υπαλλήλους: Όνομα, Επώνυμο, Αριθμό Ταυτότητας, Πτυχίο, Ειδικότητα και Μισθός
- Επίσης υπάρχουν Προμηθευτές (Όνομα, Επώνυμο, Αριθμό Ταυτότητας, Διεύθυνση και Τηλέφωνα).
- Οχήματα αριθμός κυκλοφορίας, κυβικά.

Επίσης

- Ο κάθε Υπάλληλος ανήκει σε ένα και μόνο ένα Υποκατάστημα . Κάθε τμήμα έχει τουλάχιστον 6 Υπαλλήλους.
- Κάθε Υποκατάστημα έχει ένα και μόνο ένα Υπάλληλο ως διευθυντή.
- Το κάθε προϊόν Προμηθεύεται από πολλούς προμηθευτές και κάθε προμηθευτής προμηθεύει πολλά προϊόντα. Το κάθε προϊόν μπορεί να προμηθεύεται με διαφορετική τιμή από κάθε προμηθευτή.
- Για κάθε προϊόν υπεύθυνος-παραγγελιών είναι ένα και μόνο ένας υπάλληλος.
- Ένα όχημα μπορεί να το οδηγούν πολλοί υπάλληλοι, όμως ένα υπάλληλος μπορεί να οδηγεί το πού ένα όχημα.

11. Να απαντήσετε σε sql τις παρακάτω ερωτήσεις.

A) Να βρείτε τα ονοματεπώνυμα των υπαλλήλων που δουλεύουν στο υποκατάστημα «κνωσσος»

B) να βρείτε τον μισθός του «Νίκου Παπαδάπουλου»

Γ) Να βρείτε τα ονοματεπώνυμα των υπαλλήλων που είναι υπεύθυνοι για τις πωλήσεις που έγιναν από το υποκατάστημα «κνωσσος».