



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΠΜΣ «Πολεοδομία και Χωροταξία»

Αρχές Επιστήμης Γεωγραφικής Πληροφορίας – Θεματική
Χαρτογραφία

Αναπαράσταση Χωρικών Εννοιών Μοντέλα και Δομές

Κρίσιμο θέμα στο σχεδιασμό ενός ΣΓΠ

- Η αναπαράσταση χωρικών εννοιών είναι προϊόν:
 - της εννοιολογικής σύλληψης του γεωγραφικού χώρου
 - της αναγκαίας αφαίρεσης που συντελείται κατά την επιλογή ενός υποσυνόλου των πληροφοριών της πραγματικότητας.

Ανάγκη Ανάπτυξης Μοντέλων

- Το Πρόβλημα:
 - αναγκαία αφαίρεση που συντελείται κατά την επιλογή ενός υποσυνόλου των πληροφοριών της πραγματικότητας.
 - κάθε άνθρωπος έχει τη δική του αντίληψη για τον χώρο, η οποία διαμορφώνεται από παράγοντες όπως το κοινωνικό του περιβάλλον, η μόρφωση του, η εμπειρία του, κλπ.
 - είναι εξαιρετικά δύσκολο, να περιγράψει κανείς με συνέπεια και πληρότητα, το πώς αντιλαμβάνεται τον χώρο και να το μεταδώσει στη συνέχεια σ' έναν αποδέκτη που έχει διαμορφώσει κι αυτός μια προσωπική και διαφορετική αντίληψη για τον χώρο.

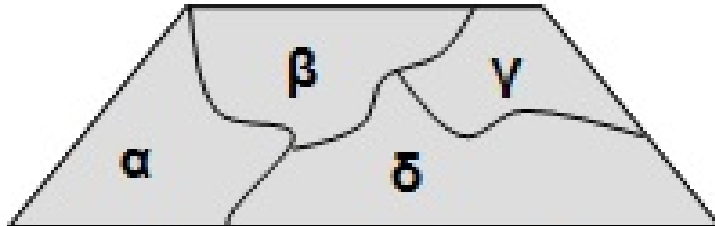
Τι γίνεται όμως στην περίπτωση που ο αποδέκτης είναι ο υπολογιστής;

- Ένα πληροφοριακό σύστημα δεν είναι σε θέση να γνωρίζει εξ' αρχής κάτι σχετικά με τα δεδομένα που περιέχει και διαχειρίζεται.
- πρέπει πρώτα να καθορίσουμε πώς να αναπαραστήσουμε καλύτερα τον γεωγραφικό χώρο.

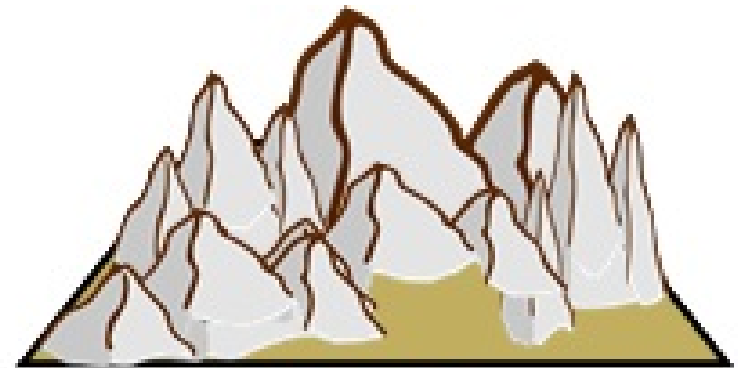
Μοντέλα Δεδομένων

- Ορισμός: μέθοδος δομημένης περιγραφής των εννοιών του γεωγραφικού χώρου για την περιγραφή και την αναπαράσταση τους σε έναν υπολογιστή.
- Αποτέλεσμα της διαδικασίας μοντελοποίησης: **νοητική σύνδεση αντικειμένων και φαινομένων με τα αντίστοιχα δεδομένα**

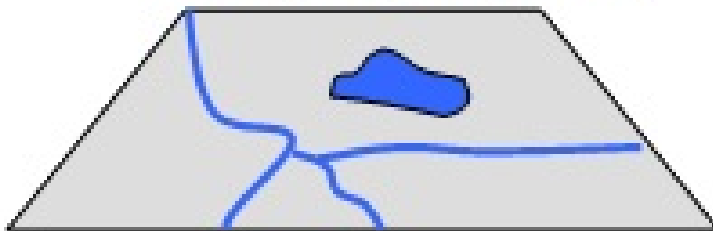
Διάφορα είδη γεωγραφικών οντοτήτων



Διοικητικές διαιρέσεις



Υψόμετρο

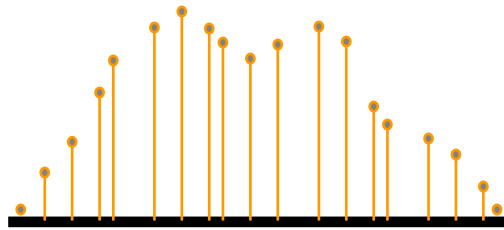


Υδρονοαφικό δίκτυο



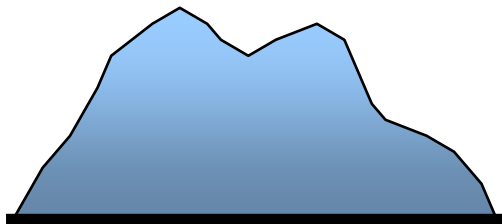
Γεωλογία

Κατηγορίες οντοτήτων - φαινομένων



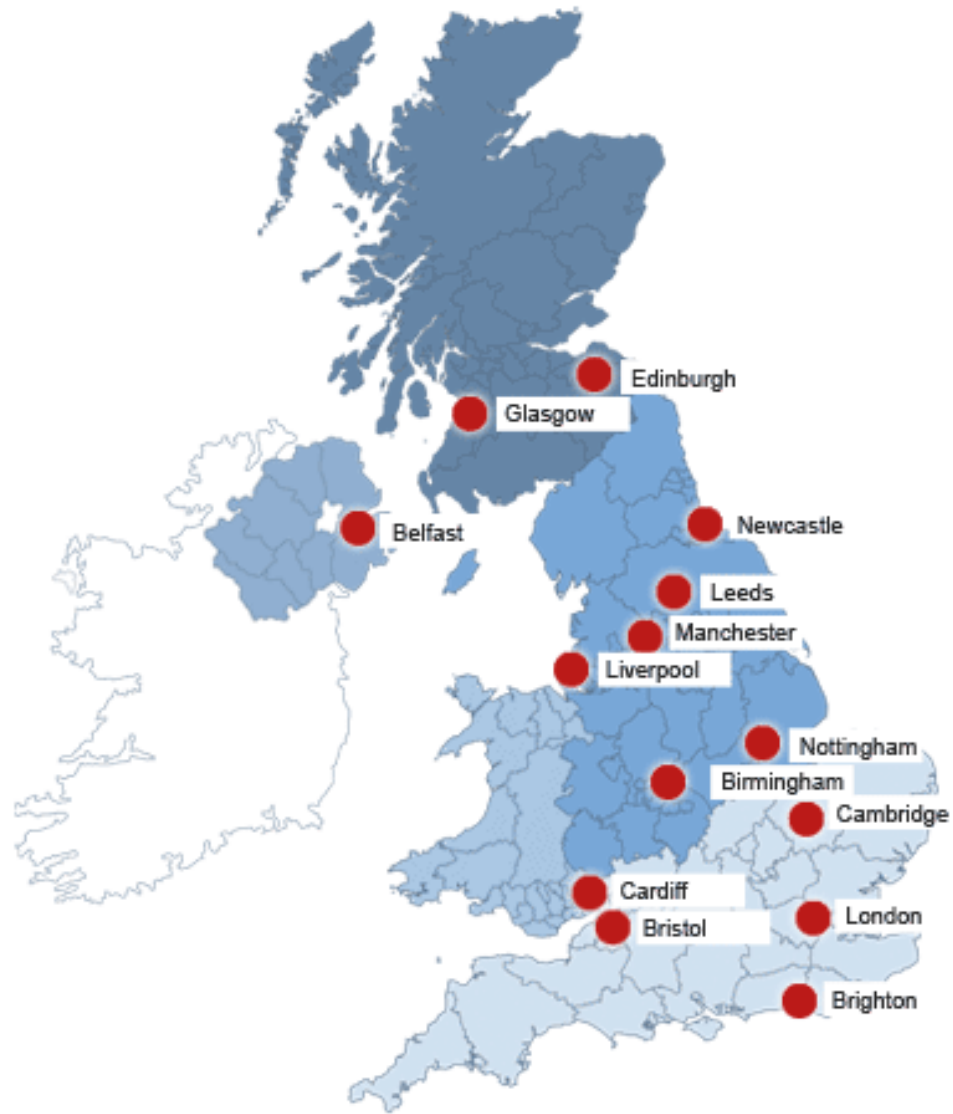
Διακριτά

Μεμονωμένες οντότητες σε συγκεκριμένες θέσεις – οι ενδιάμεσες επιφάνειες είναι κενές απ’ αυτό το στοιχείο ή έχουν τιμή μηδέν, π.χ., μεμονωμένα κτήρια ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.



Συνεχή

Καμία θέση δεν είναι κενή από το φαινόμενο που εξετάζεται, π.χ., κατηγορίες εδαφικής κάλυψης, θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης.



<http://www.bbc.co.uk/arts/powerofart/cities.shtml>

CLICK ON A CITY!

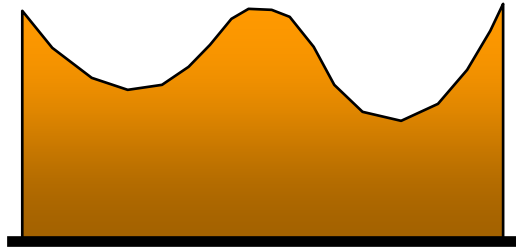


<http://www.dobberguides.com/>



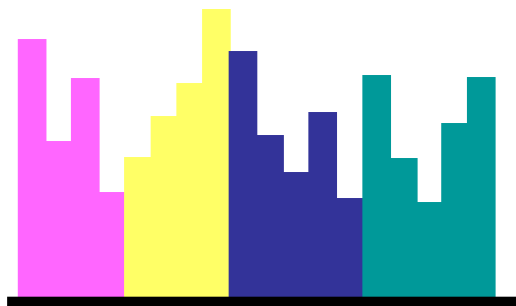
http://www.georelief.de/isotope/d/detail-4280000002198_big-1ffdfdfb.jpg

Κατηγορίες οντοτήτων - φαινομένων



Εξομαλυσμένα
ομαλά

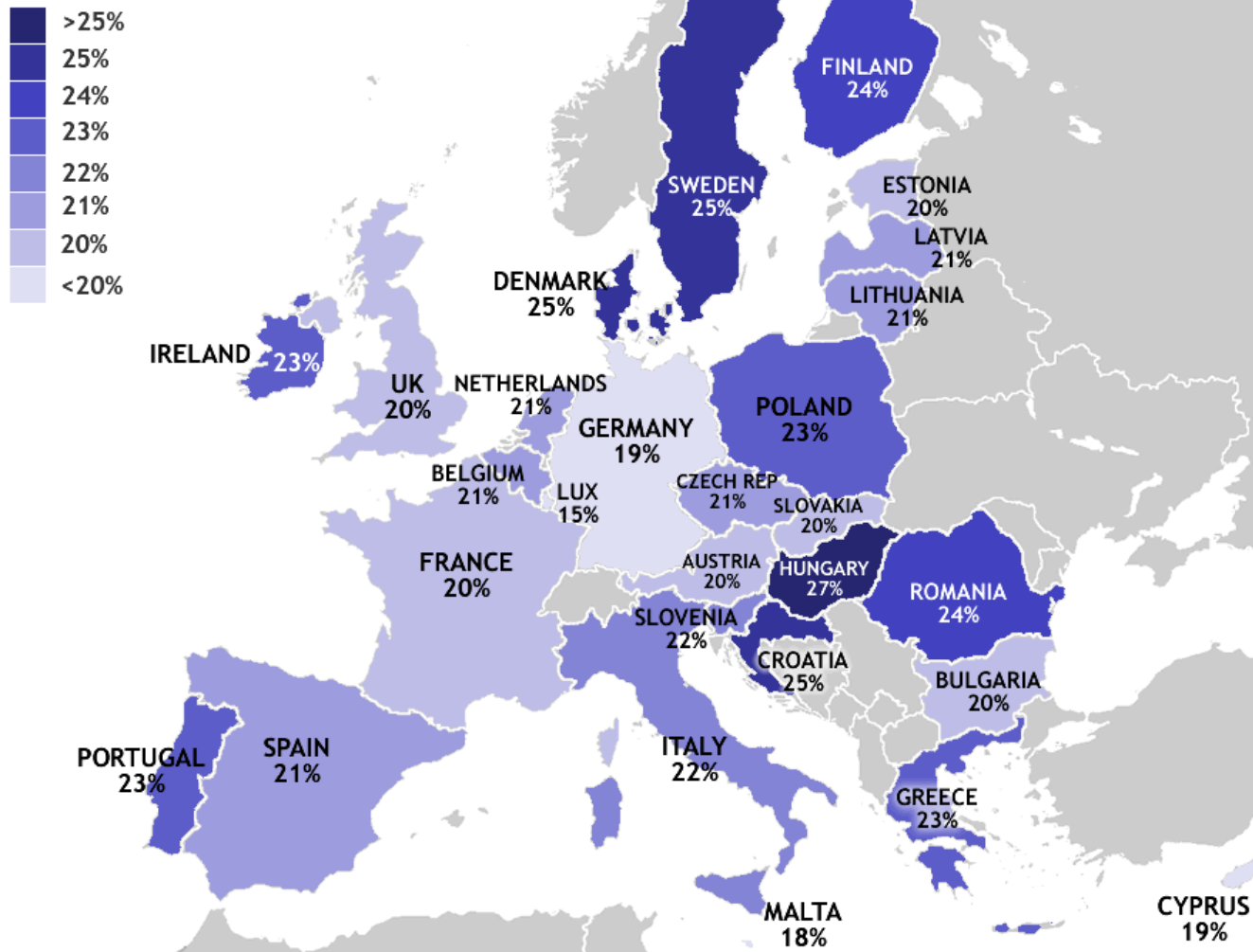
Το φαινόμενο μεταβάλλεται
ομαλά και όχι απότομα από τόπο
σε τόπο, π.χ., ατμοσφαιρική
πίεση



Βαθμωτά
Μη εξομαλυσμένα

Το φαινόμενο μεταβάλλεται
απότομα στα σύνορα
δημιουργώντας μια βαθμιδωτή
επιφάνεια, π.χ., φορολογικές
κλίμακες στην Ευρώπη

EU VAT Rates 2014

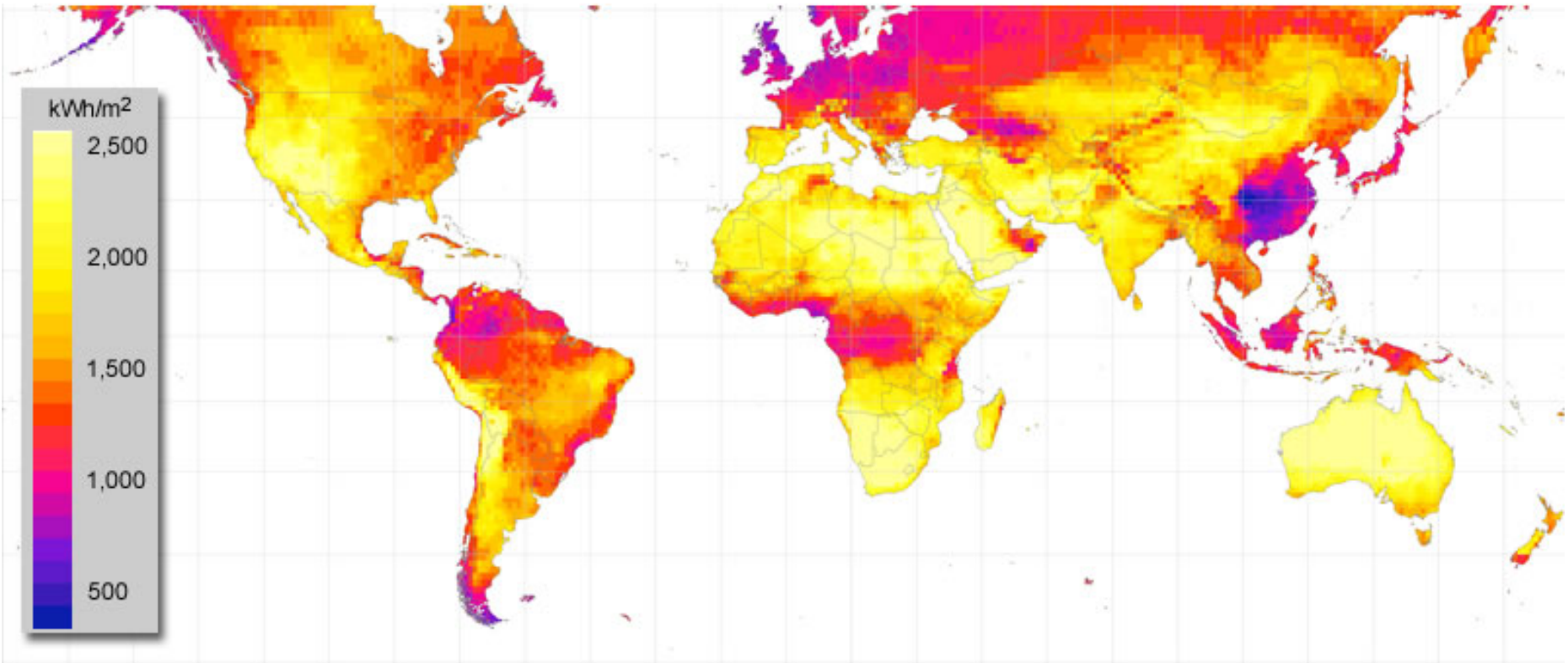


https://ec.europa.eu/ireland/news/key-eu-policy-areas/eu-and-vat_en

Εκπομπή ηλιακής ακτινοβολίας

<http://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/empiricalevidence.php>

Yearly sum of direct irradiance



Είδη Μοντέλων

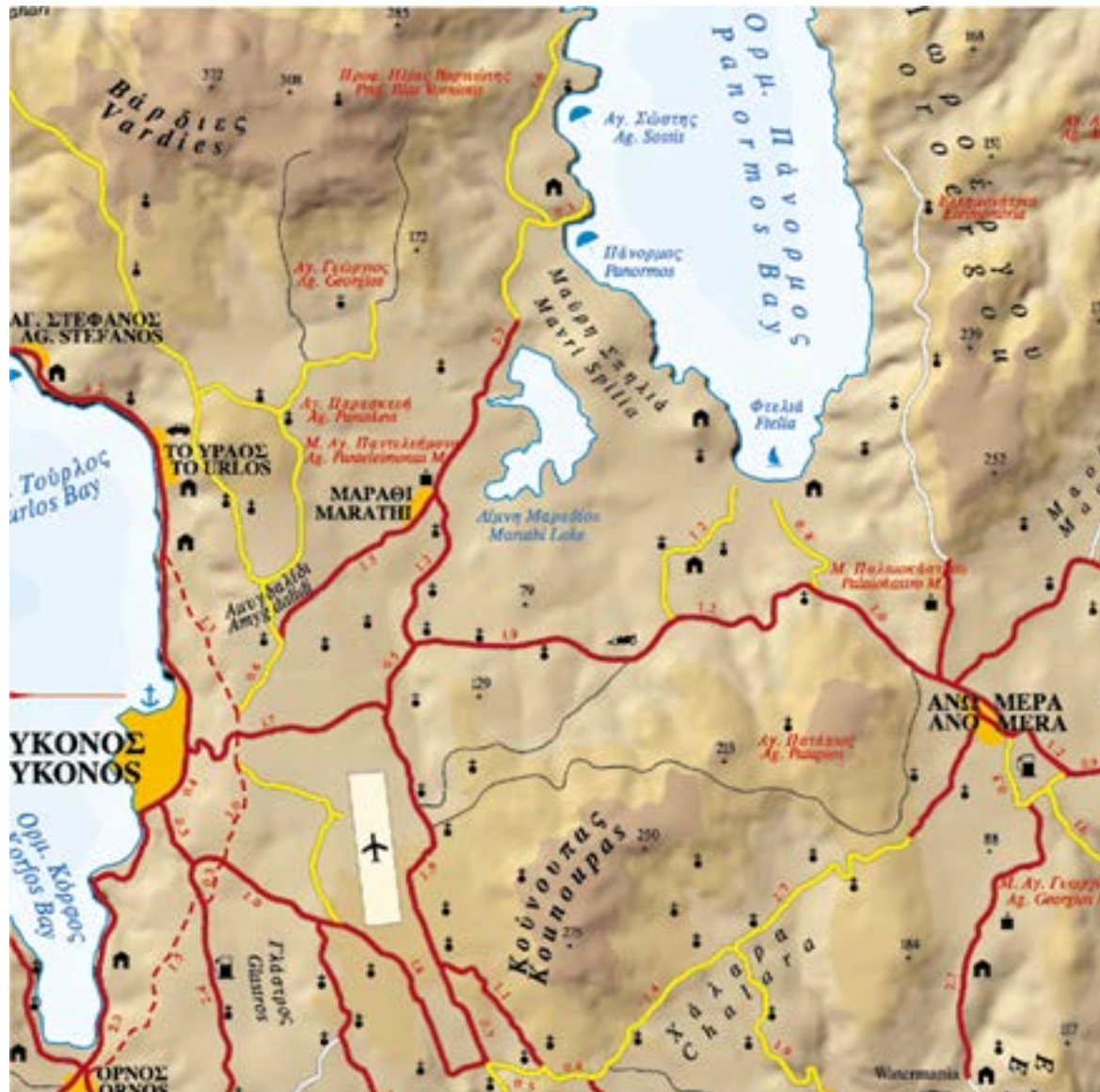
- Τα μοντέλα χωρικών δεδομένων διαχωρίζονται σε:
 - Μοντέλο αντικειμένων (Object Model)
 - Μοντέλο Πεδίων (Field Model)

Μοντέλο Αντικειμένων

- Το μοντέλο αντικειμένων θεωρεί ότι ο γεωγραφικός χώρος αποτελείται από οντότητες ή αντικείμενα που διαθέτουν γεωμετρικές ιδιότητες (σχήμα, μέγεθος, κλπ.) και θεματικά χαρακτηριστικά
- Η αναπαράσταση ενός μοντέλου αντικειμένων στον υπολογιστή απαιτεί δομές δεδομένων οι οποίες υποστηρίζουν τη χρήση διακριτών αντικειμένων με συγκεκριμένη γεωμετρική και θεματική πληροφορία.



Photo by Andreas Gücklhorn, <https://unsplash.com/photos/7nV4CZSl0xg>



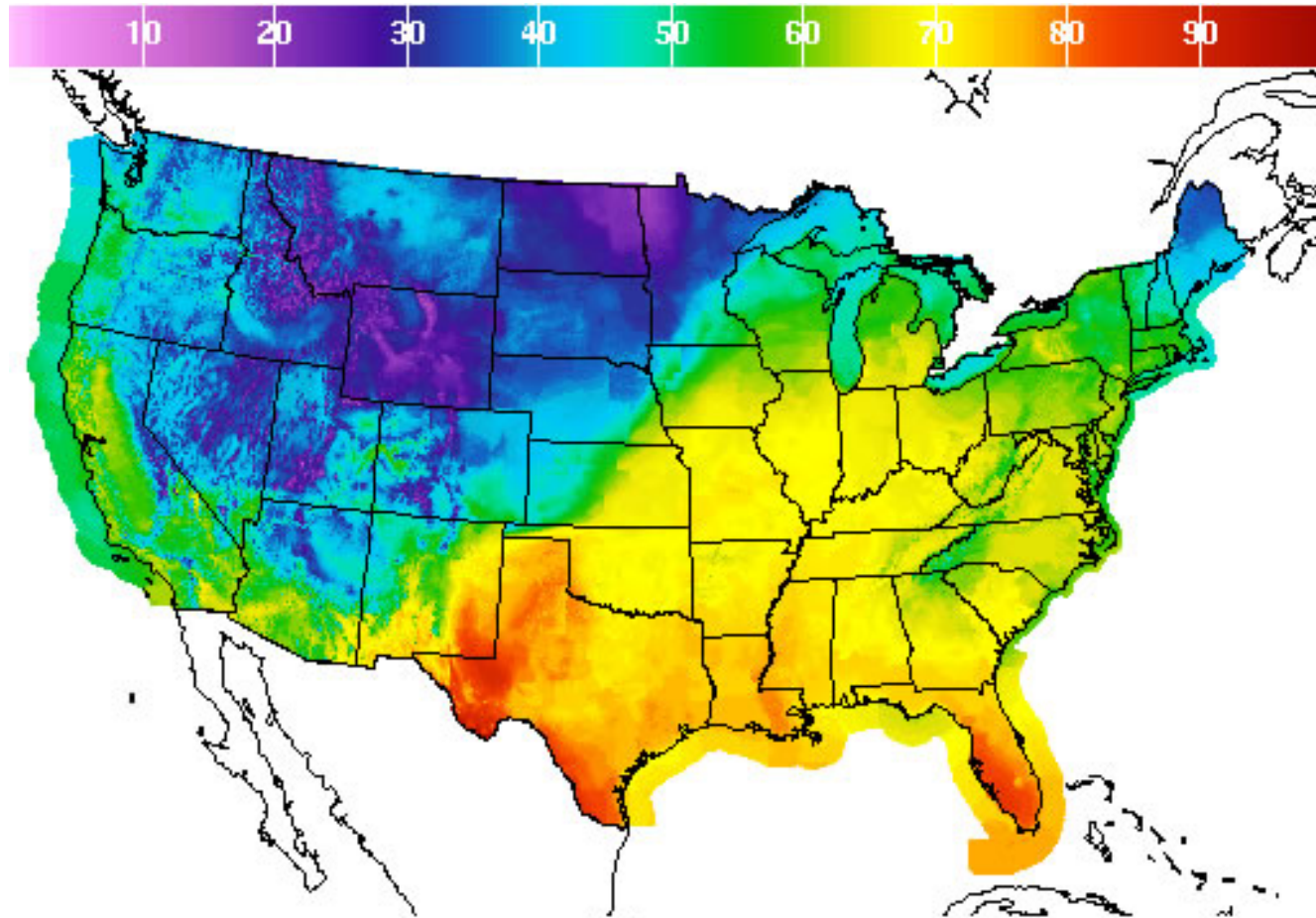
Μοντέλο Πεδίων

- Το μοντέλο πεδίων θεωρεί τη γήινη επιφάνεια ως ένα χωρικό συνεχές και ομογενές μέσο
- Το φαινόμενο που εξετάζεται παίρνει μία τιμή σε κάθε θέση του διδιάστατου χώρου.
- Η αναπαράσταση ενός μοντέλου πεδίων στον υπολογιστή απαιτεί δομές δεδομένων οι οποίες υποστηρίζουν τη διαίρεση του χώρου αναπαράστασης σε πεπερασμένα κελιά ή φατνία με τη μορφή κανάβου, (ώστε να αποδίδονται οι τιμές του χαρακτηριστικού / φαινομένου σε κάθε σημείο ή φατνίο)



Photo by Caleb Riston, <https://unsplash.com/photos/DMv1bjLi0No>

Θερμοκρασία στις ΗΠΑ



High Temperature(F) Ending Wed Mar 07 2012 7PM EST
(Thu Mar 08 2012 00Z)

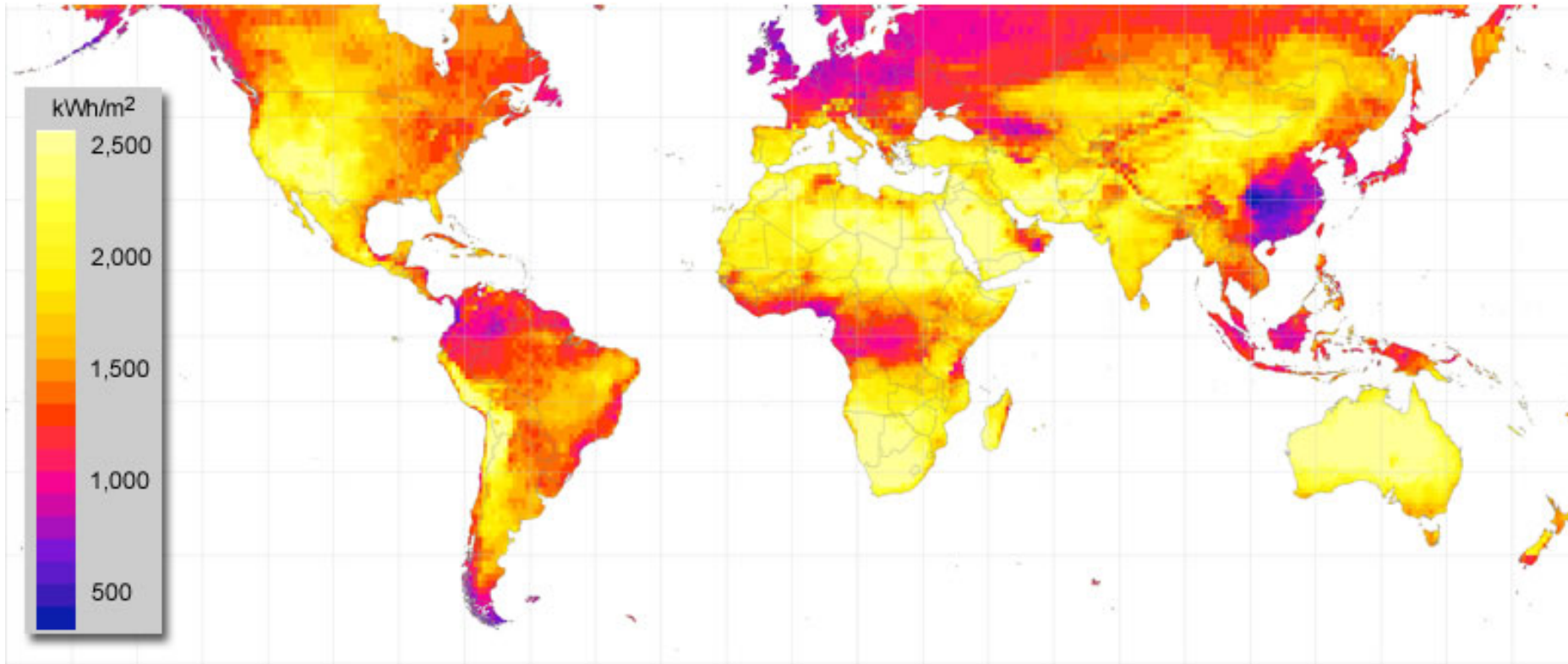
National Digital Forecast Database

18z issuance Graphic created-Mar 07 1:14PM EST



Εκπομπή ηλιακής ακτινοβολίας

Yearly sum of direct irradiance



<http://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/empiricalevidence.php>

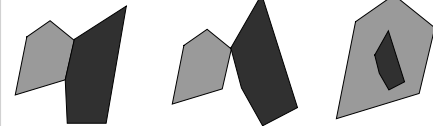
Δομές Χωρικών Δεδομένων

- «**Συνδεδετικός κρίκος**» μεταξύ του **μοντέλου** αντίληψης και περιγραφής του γεωγραφικού χώρου και του **υπολογιστικού συστήματος**
- **Υλοποιούν** τα μοντέλα δεδομένων
- Διαχειρίζονται τη **χωρική διάσταση** των γεωγραφικών δεδομένων

Χωρική Διάσταση Γεωγραφικών Δεδομένων

- θέση
- χωρικές ιδιότητες (γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως σχήμα, και μέγεθος)
- χωρικές σχέσεις
 - μετρητικές: απόστασης (distance), κατεύθυνσης (direction) και προσανατολισμού (orientation)
 - τοπολογικές: συνδεσιμότητα και γειτνίαση των γεωγραφικών αντικειμένων
 - «ο δρόμος *εφάπτεται* του πάρκου»,
 - «η πόλη X *δεν ανήκει* στην Περιφέρεια Y»,
 - «οι δρόμοι αυτοί *δεν διασταυρώνονται*»,

Βασικές τοπολογικές σχέσεις



Κοινό όριο

Επαφή

"Νησίδα"
Ένα αντικείμενο περιέχει το άλλο

Συσχετίσεις επιφάνειας με επιφάνεια



Διακλάδωση

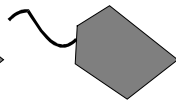
Διασταύρωση

Τομή

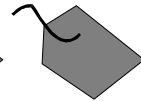
Συσχετίσεις γραμμής με γραμμή



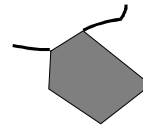
Γραμμή εντός επιφάνειας



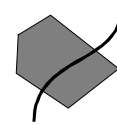
Γραμμή τερματίζει στο όριο της επιφάνειας



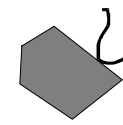
Γραμμή τερματίζει εντός επιφάνειας



Γραμμή ακολουθεί το όριο

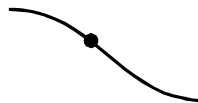


Γραμμή τέμνει επιφάνεια



Γραμμή εφάπτεται ορίου

Συσχετίσεις επιφάνειας με γραμμή

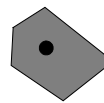


Γραμμή τέμνει σημείο

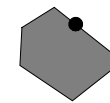


Σημείο πλησίον γραμμής

Συσχετίσεις σημείου με γραμμή



Σημείο εντός επιφάνειας



Σημείο επί του ορίου επιφάνειας

Συσχετίσεις σημείου με επιφάνεια

Χαρακτηριστικά των Τοπολογικών Σχέσεων

- ορίζονται ανεξάρτητα από τις μετρητικές ιδιότητες
- αμετάβλητες κάτω από οποιοδήποτε μετασχηματισμό του συστήματος συντεταγμένων
- αμετάβλητες κάτω από παραμορφώσεις

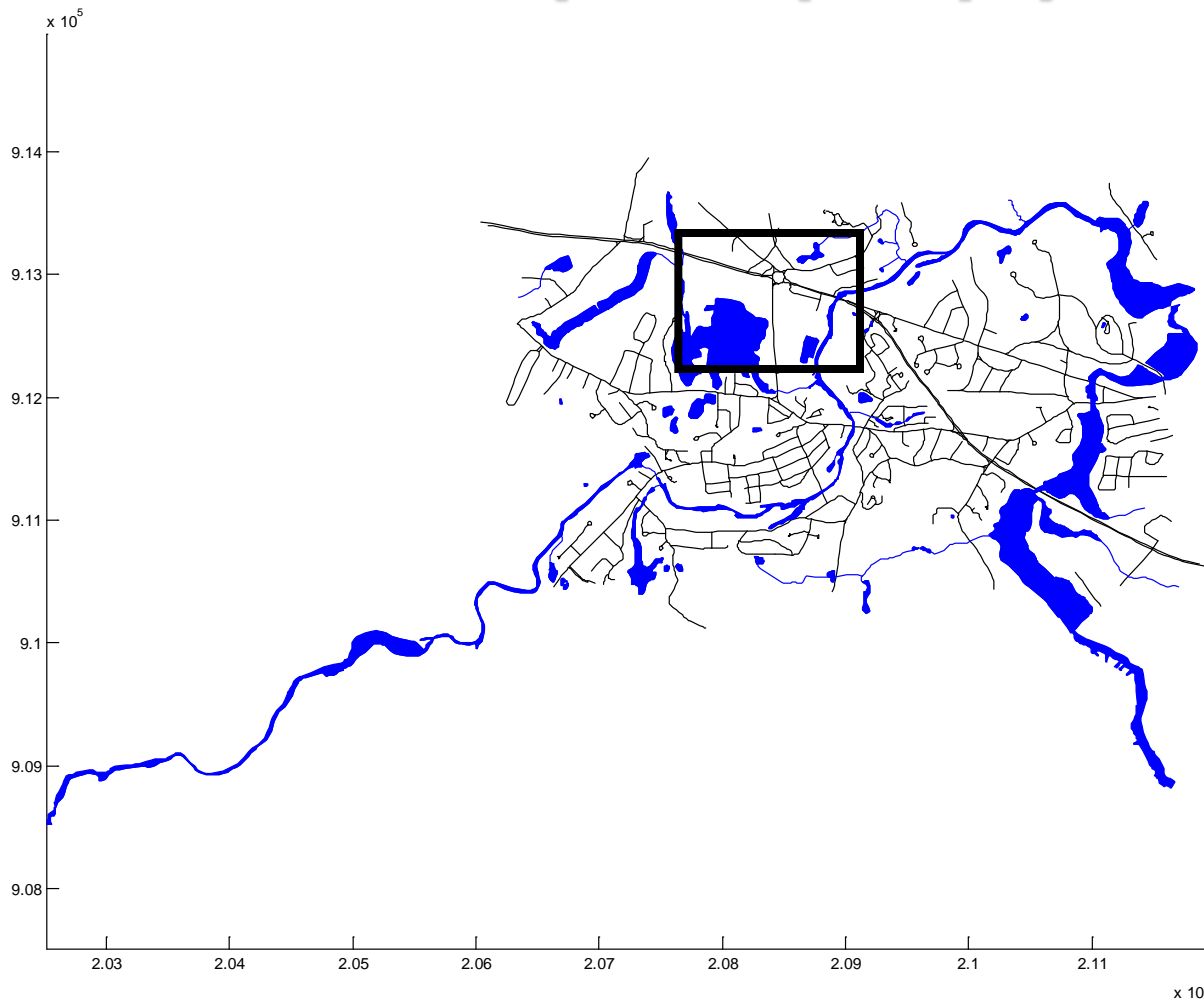
Δομές Χωρικών Δεδομένων (2)

- Στόχοι:
 - μεγαλύτερη εξοικονόμηση χώρου αποθήκευσης.
 - ταχύτερη προσπέλαση, επεξεργασία και ανάκτηση
- 2 κατηγορίες δομών χωρικών δεδομένων:
 - Διανυσματική (vector)
 - Κανονικοποιημένη (raster)

Διανυσματική Δομή

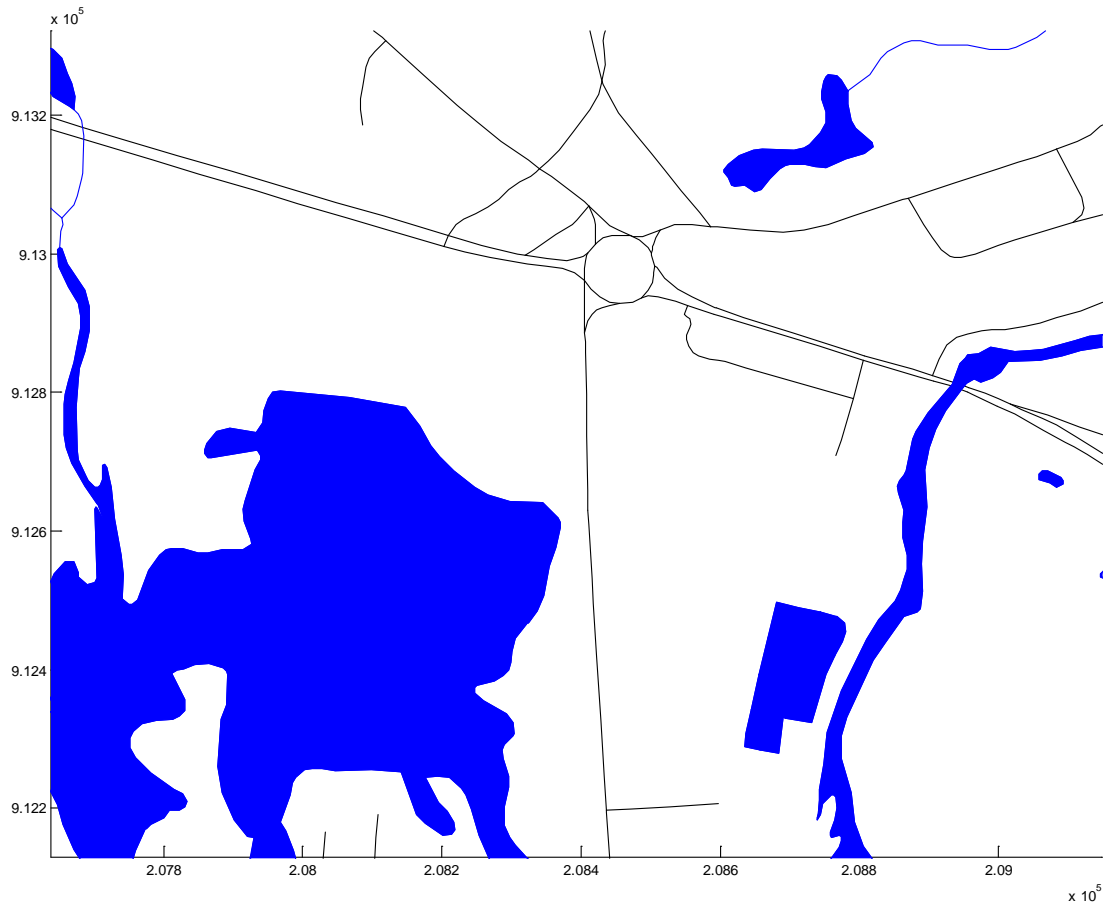
- Θεωρείται καταλληλότερη για την **υλοποίηση του μοντέλου των αντικειμένων**
- Πλεονεκτήματα:
 - **Ακρίβεια** κατά την αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - **Οικονομία** σε χώρο αποθήκευσης
 - Μεγάλη **ποικιλία λειτουργιών χωρικής ανάλυσης**
 - **Ποιότητα απεικόνισης** παρόμοια με αυτήν του αναλογικού χάρτη

Διανυσματική Δομή



Παράδειγμα αναπαράστασης δεδομένων με διανυσματική δομή

Διανυσματική Δομή



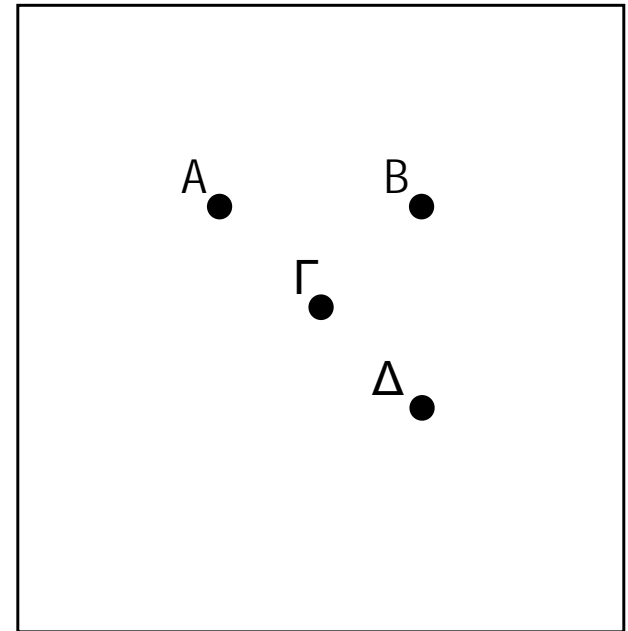
Αποτέλεσμα αλλαγής κλίμακας στα δεδομένα με διανυσματική δομή της προηγούμενης διαφάνειας - καλύτερη θεώρηση των δεδομένων

Χωρικά ή Γεωμετρικά Αρχέτυπα

- Ένα διανυσματικό σύστημα, απεικονίζει τα δεδομένα ως σύνολα χωρικών αρχετύπων.
 - στα **διδιάστατα μοντέλα** τα χωρικά αρχέτυπα είναι **σημεία, γραμμές και πολύγωνα**, ενώ
 - στα **τριδιάστατα** χρησιμοποιούνται επιπλέον οι **επιφάνειες** και οι **όγκοι**.

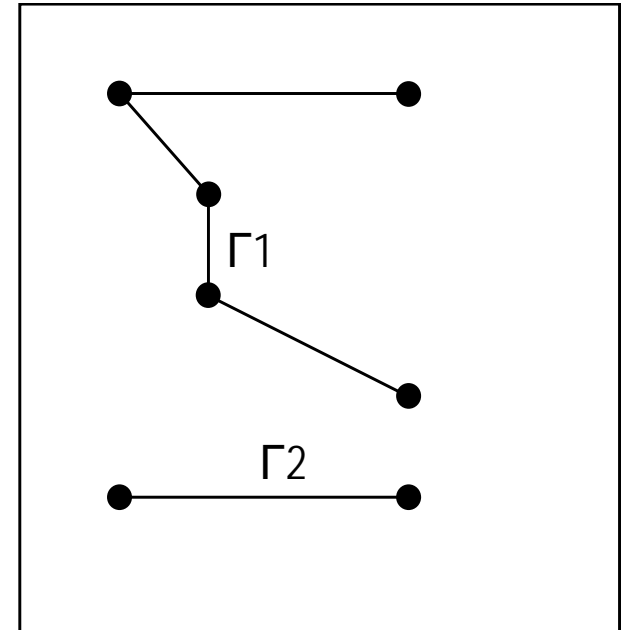
Χωρικά Αρχέτυπα - Σημεία

- Γραμμές μηδενικού μήκους - **στοιχεία μηδενικής διάστασης**
 - Αναπαριστούν
 - συγκεκριμένες θέσεις στον χώρο
 - γεωγραφικές οντότητες με πολύ μικρό μέγεθος σε σχέση με την κλίμακα αναπαράστασης
 - Στον διδιάστατο χώρο, προσδιορίζονται μέσω ενός ζεύγους συντεταγμένων



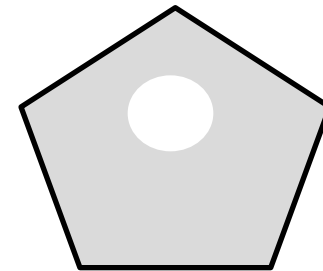
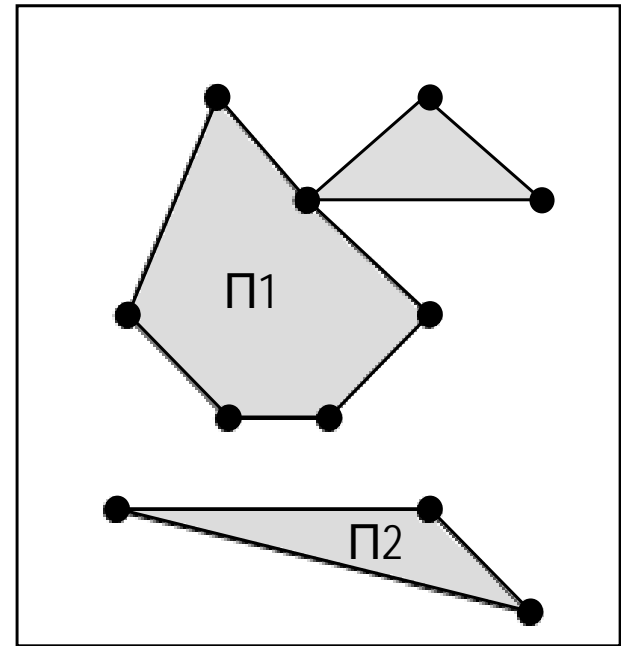
Χωρικά Αρχέτυπα - Γραμμές

- Στοιχεία μίας διάστασης
- Αποτελούνται από ένα σύνολο διαδοχικών τόξων
- Κάθε τόξο προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες του σημείου αρχής και του σημείου τέλους του.



Χωρικά Αρχέτυπα - Πολύγωνα

- Στοιχεία δύο διαστάσεων
 - Προσδιορίζονται από την κλειστή τεθλασμένη γραμμή που σχηματίζει το περίγραμμά τους.
 - Συμπαγή ή φέρουν «τρύπες» στο εσωτερικό τους
 - Απλά ή σύνθετα
 - Κυρτά ή μη κυρτά



Κανονικοποιημένη δομή

- θεωρείται ως η πλέον κατάλληλη για την υλοποίηση του **μοντέλου πεδίων**, λόγω της δυνατότητάς της να **αναπαριστά άμεσα** τη **μεταβολή της τιμής κάποιου γεωγραφικού χαρακτηριστικού/μεγέθους από θέση σε θέση**

Παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων κανονικοποιημένης δομής

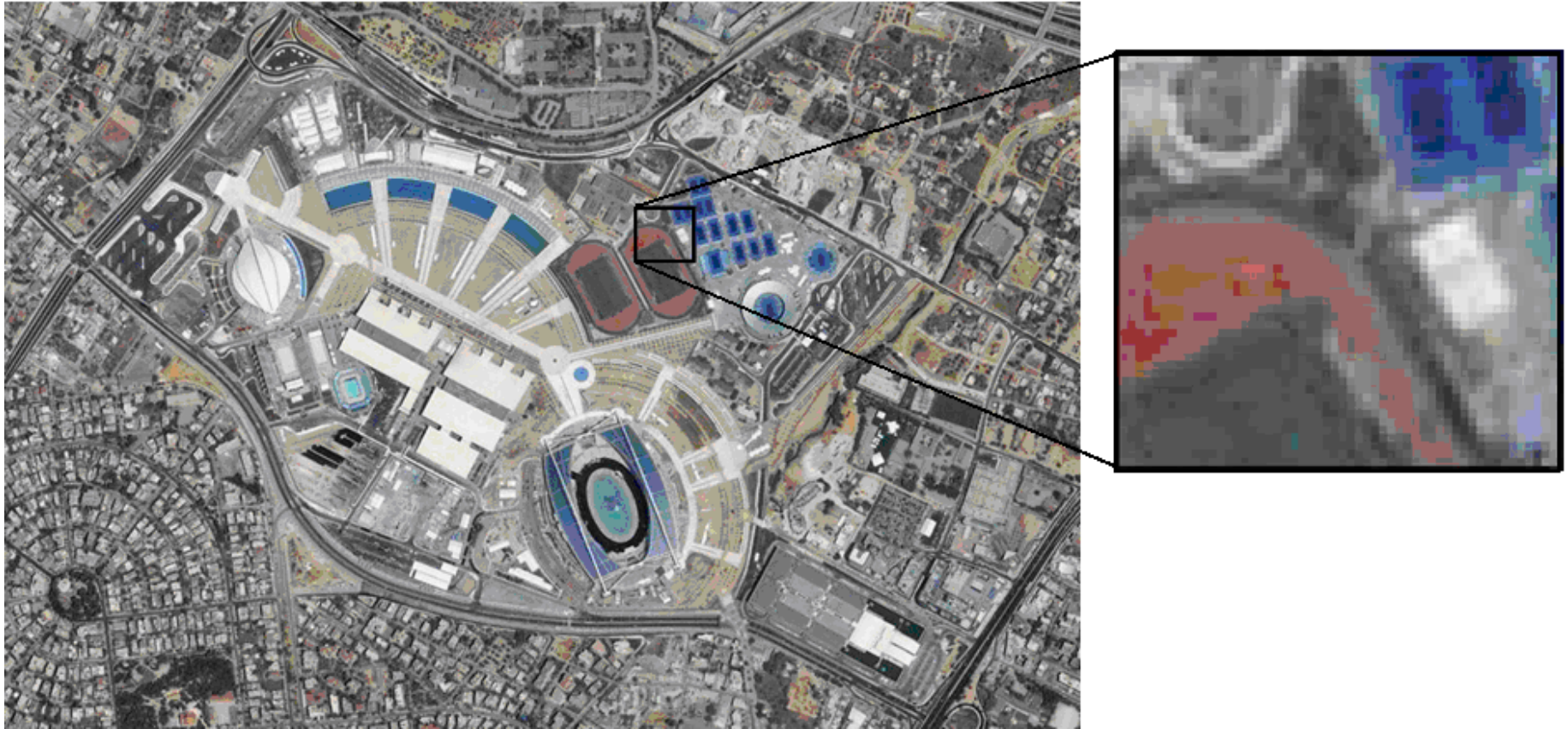
- Δορυφορικές εικόνες
- Αεροφωτογραφίες
- Ψηφιακά μοντέλα εδάφους
- Αποτέλεσμα σάρωσης αναλογικών χαρτών

Παραδείγματα - I



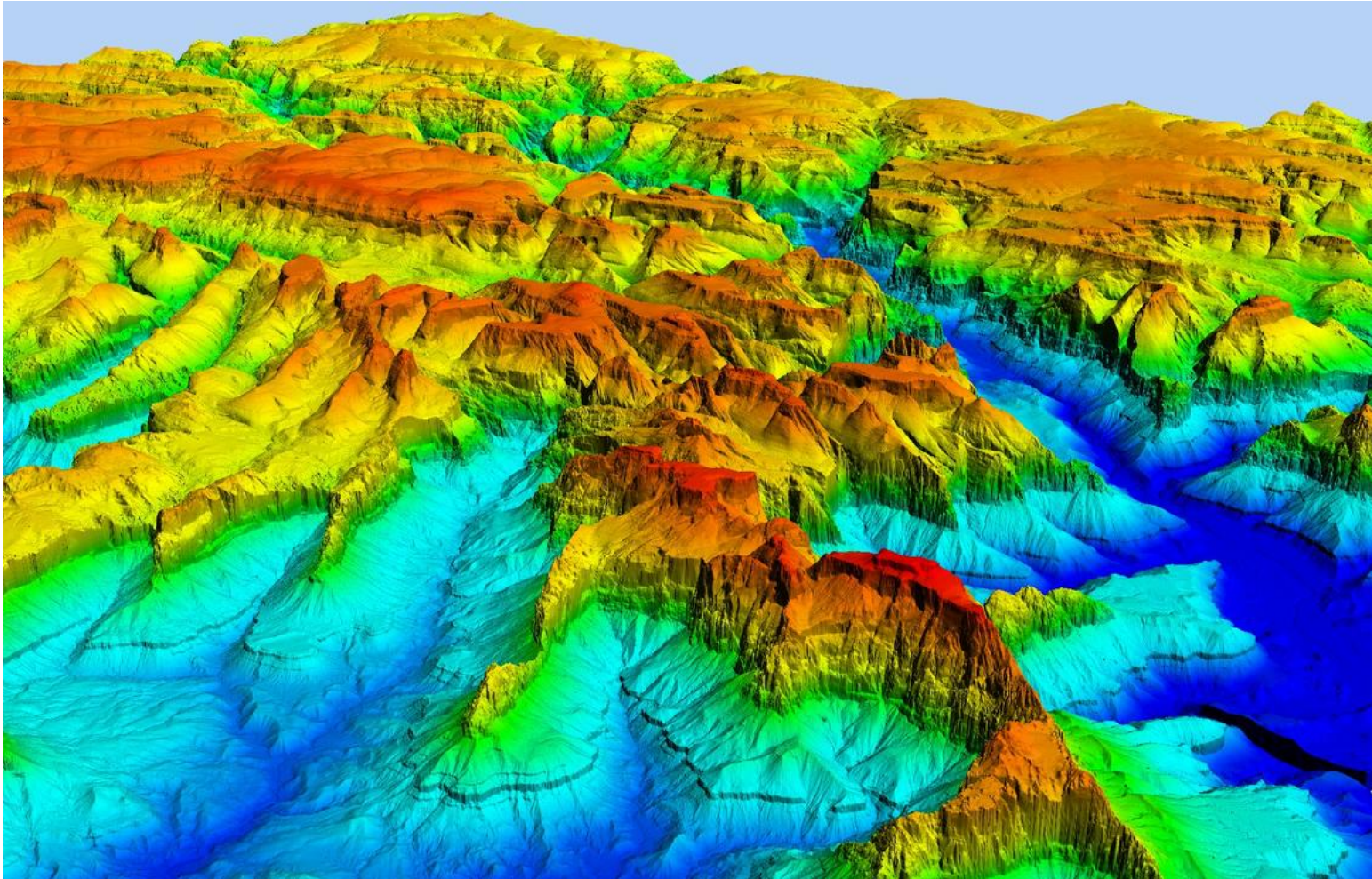
Δορυφορική εικόνα της Αθήνας ([«Athens ALI 2004184 Irg»](#))

Παραδείγματα - II



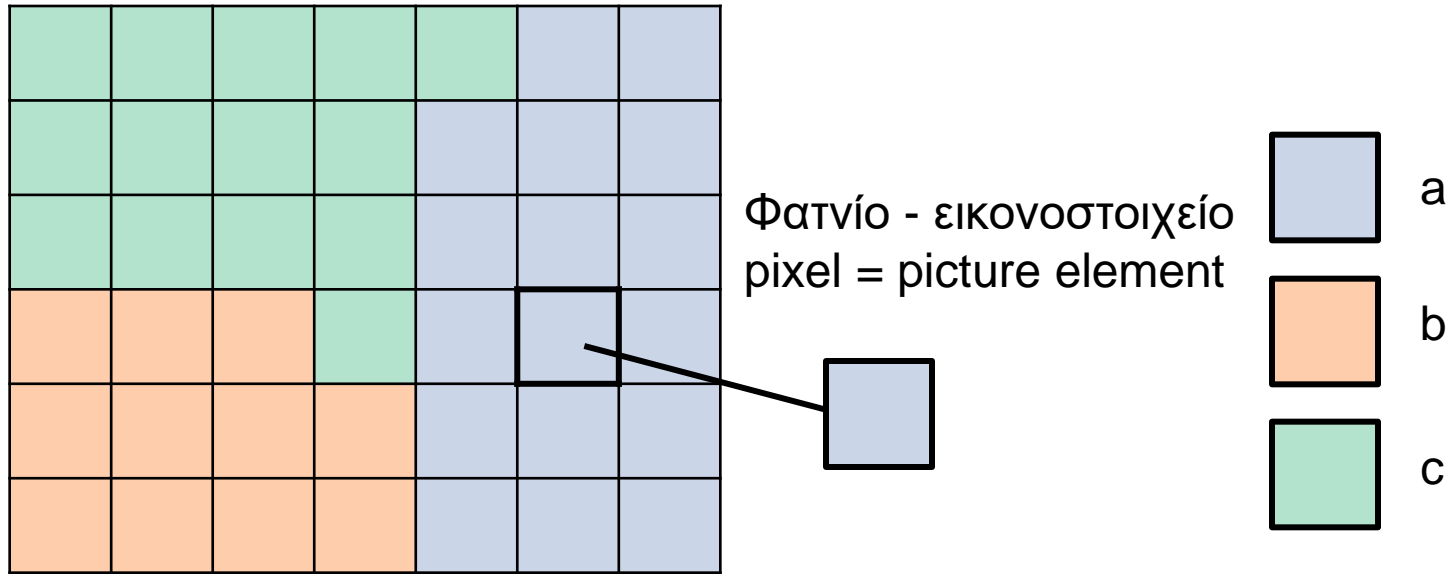
Αεροφωτογραφία περιοχής Ολυμπιακού Σταδίου (Πηγή: FotoArtMagazine, <http://www.airphotos.gr/>)

Παραδείγματα - III



Jason Stoker, USGS. Public domain. Digital Elevation Model over Zion National Park, Utah

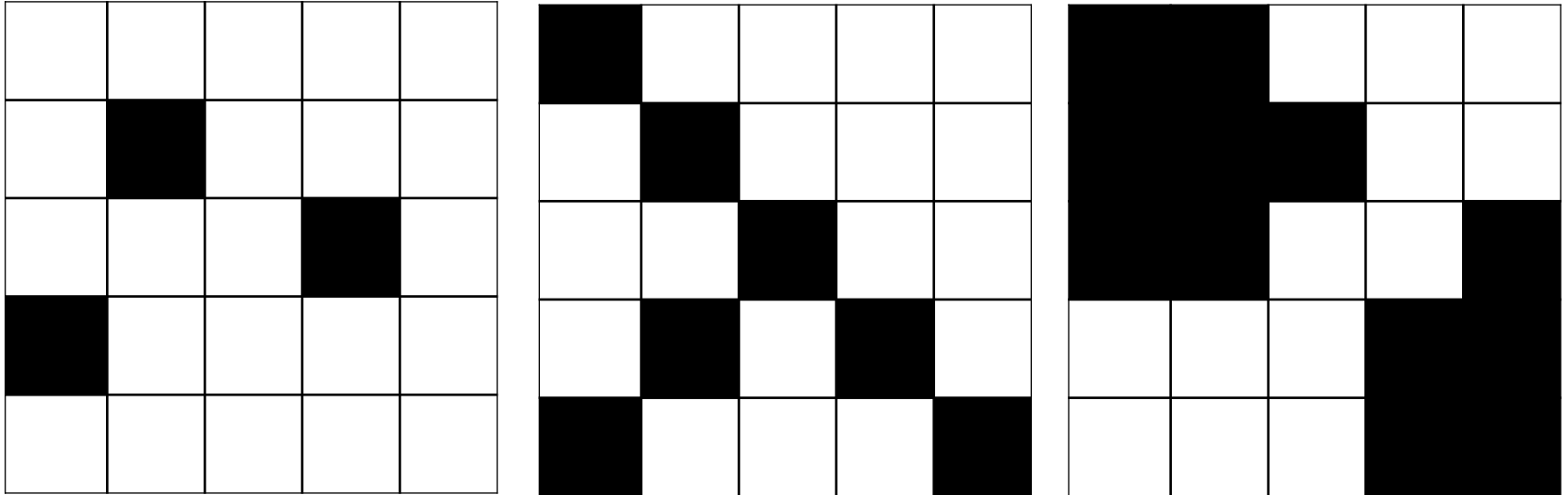
Κανονικοποιημένη Δομή



Μωσαϊκή διαίρεση φατνίων (ομοιόμορφη κατανομή των φατνίων στον χώρο)

- Τοποθετεί και αποθηκεύει τα δεδομένα χρησιμοποιώντας έναν πίνακα ή έναν κάνναβο φατνίων
- Σε κάθε φατνίο αποδίδεται η τιμή ενός χαρακτηριστικού

Κανονικοποιημένη Δομή – Αναπαράσταση Γεωμετρικών Αρχετύπων

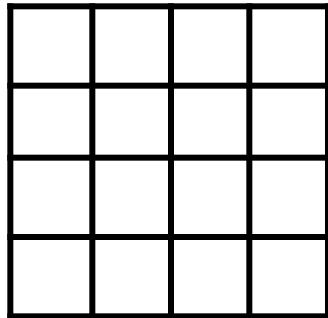


Σημιακά αντικείμενα: μοναδικά φатνία (κανένας από του γείτονες του με την ίδια τιμή)

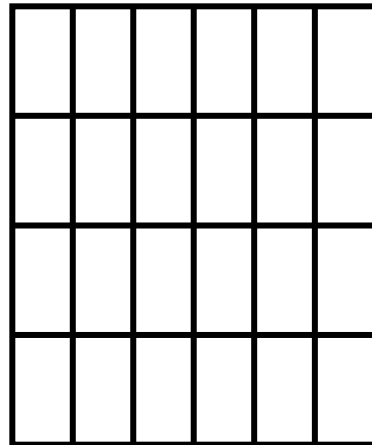
Γραμμικά αντικείμενα: σειρές γειτονικών φатνίων της ίδιας τιμής οποιασδήποτε διεύθυνσης

Πολυγωνικά αντικείμενα: συστάδες φатνίων ίδιας τιμής

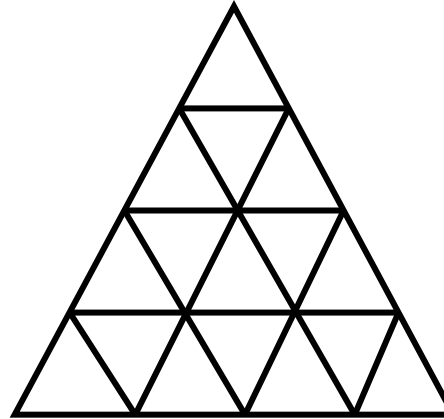
Σχήματα Φατνίων (1)



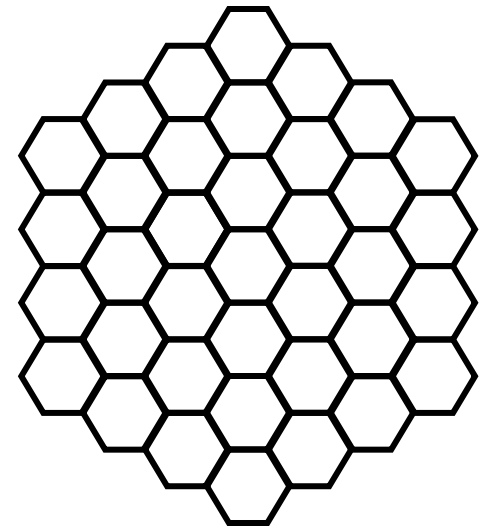
Τετραγωνικά



Ορθογώνια



Τριγωνικά



Εξαγωνικά

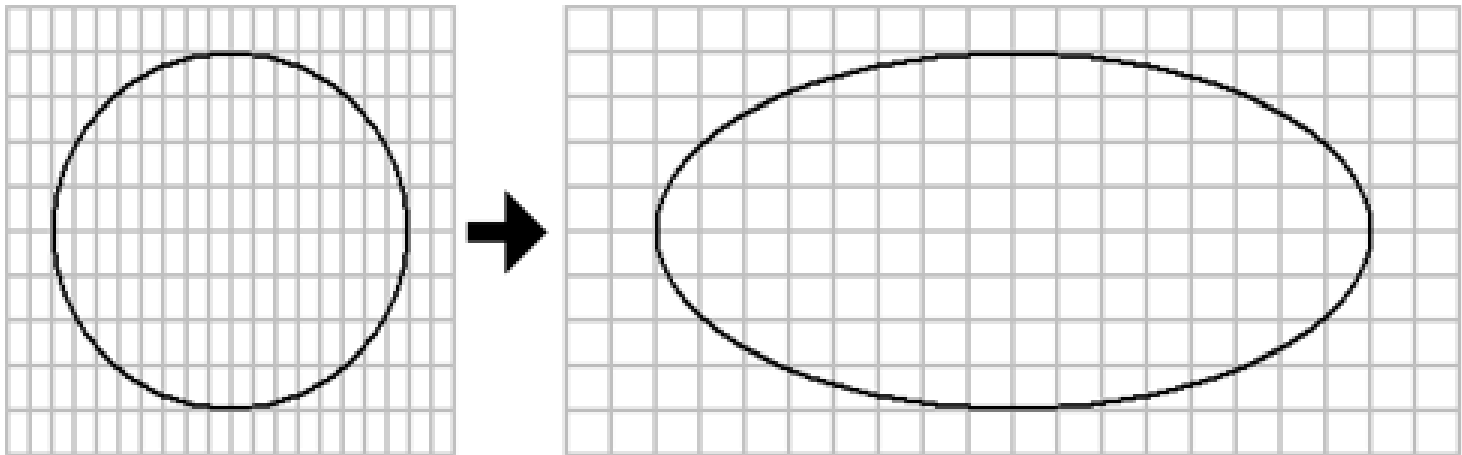
Αντιπροσωπευτικά σχήματα φατνίων κανονικοποιημένης δομής

Σχήματα Φατνίων (2)

- Ο κανονικός τετραγωνικός κάνναβος είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος.
- Το κύριο πλεονέκτημα του κανονικού εξαγωνικού καννάβου είναι ότι το κέντρο κάθε φατνίου ισαπέχει από το κέντρο όλων των γειτονικών φατνίων - Η ακτινική συμμετρία χρήσιμη για ακτινική αναζήτηση και λειτουργίες ανάκτησης.
- Ένα μοναδικό χαρακτηριστικό των τριγωνικών καννάβων, κανονικών και μη, είναι ότι δεν έχουν όλα τα τρίγωνα τον ίδιο προσανατολισμό - αναπαράσταση του εδάφους και άλλων τύπων επιφανειακών δεδομένων.

Σχήματα Φατνίων (3)

- Ορθογώνια vs. τετραγωνικών φατνίων

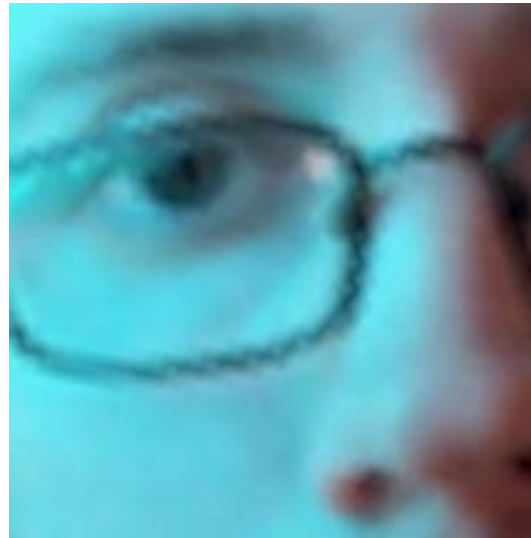
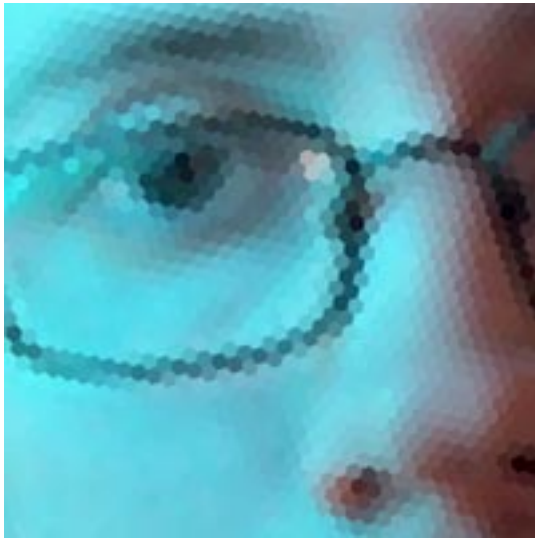


Η παραμόρφωση ενός κύκλου που έχει δημιουργηθεί με ορθογώνια pixels (αριστερά) όταν αποδίδεται σε μια οθόνη υπολογιστή με τετράγωνα pixels (δεξιά)

Πηγή: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc294571.aspx>

Σχήματα Φατνίων (4)

- Εξαγωνικά vs. τετραγωνικών φατνίων



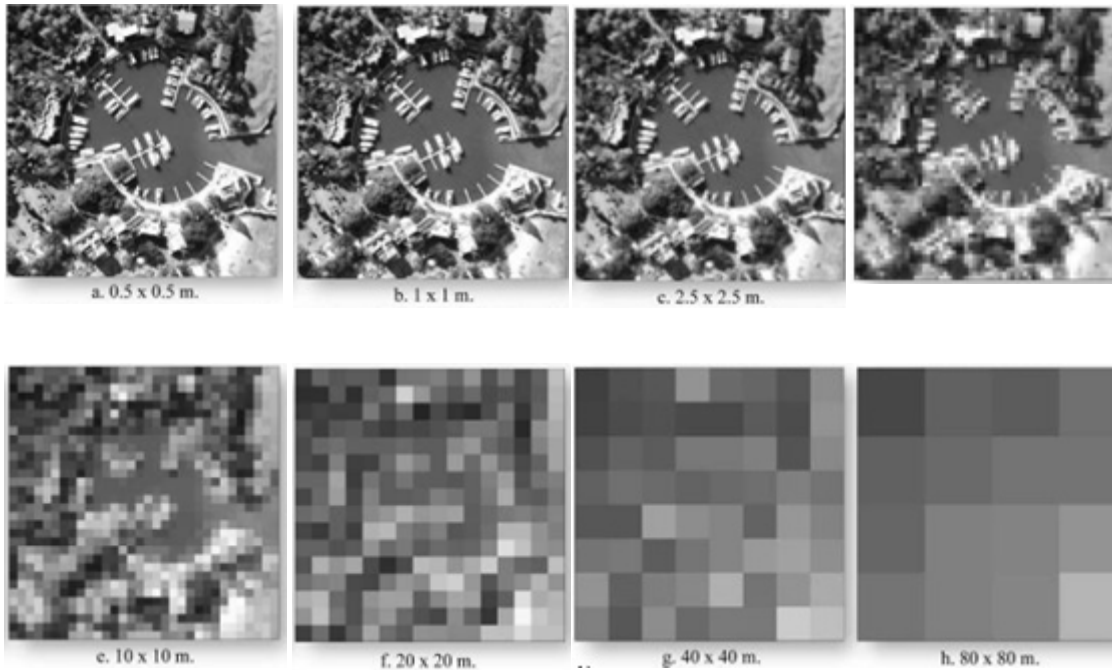
Η ίδια εικόνα με εξαγωνικά και τετραγωνικά φατνία

Πηγή: <http://intepid.com/posts/351>

Χωρική διακριτότητα (1)

- Η χωρική διακριτότητα (spatial resolution) είναι η ελάχιστη απόσταση για την οποία καταγράφεται κάποια αλλαγή του φαινομένου
- Η μικρότερη μονάδα καταγραφής είναι το φατνίο (pixel)
- Υψηλή χωρική διακριτότητα = μεγάλη λεπτομέρεια = pixel μικρών διαστάσεων

Χωρική διακριτότητα

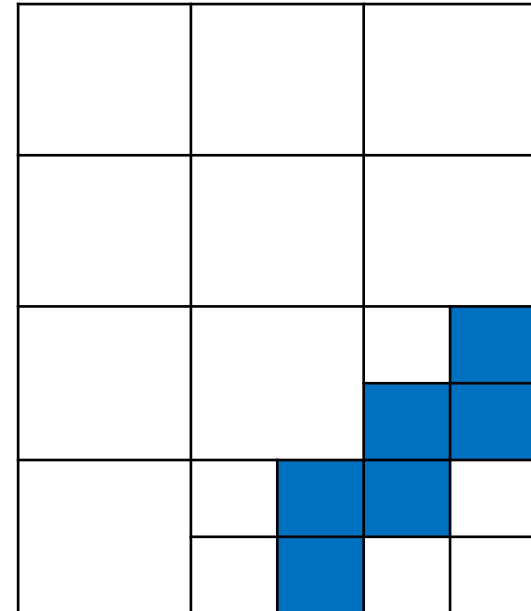


http://www.nateko.lu.se/Courses/NGEA05/Kurshemsida/F%F6rel%E4sningar/Vector_Structure.PDF

Χωρική διακριτότητα

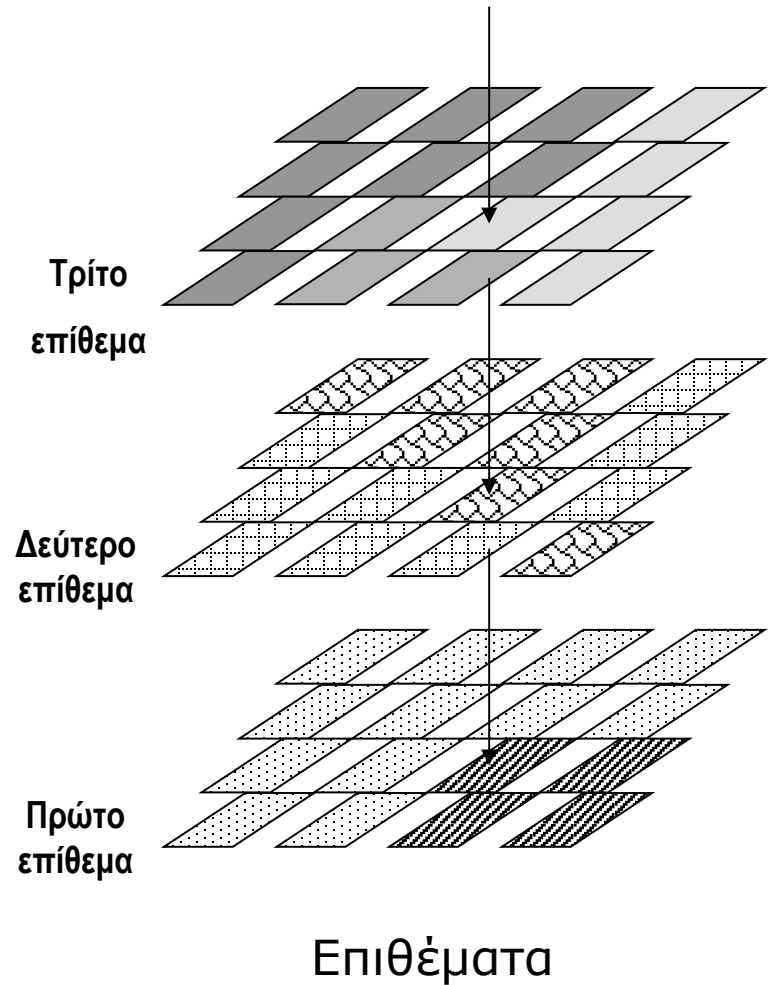
- Εξαρτάται από το μέγεθος φατνίων
 - **Ποικίλει** (από μικρότερη του τετραγωνικού μέτρου μέχρι και πολλαπλάσια του τετραγωνικού χιλιομέτρου)
 - Επειδή τα φατνία έχουν συγκεκριμένο μέγεθος και θέση, **η κανονικοποιημένη δομή αναπαριστά τα φυσικά και ανθρωπογενή φαινόμενα με τετραγωνισμένα όρια**
 - Επιλέγεται σε αρμονία με το μέγεθος των απεικονιζόμενων γεωγραφικών αντικειμένων
 - Μπορεί να είναι **μεταβλητή**, π.χ. για την ανάδειξη λεπτομερειών

Μεταβλητή χωρική διακριτότητα



Θεματικά επίπεδα

- Περιορισμός:
 - Σε κάθε φατνίο αποδίδεται η τιμή ενός μόνο χαρακτηριστικού δεδομένων
- Λύση:
 - Πολλά επίπεδα αναπαράστασης (πολλοί πίνακες φατνίων για την αναπαράσταση της ίδιας περιοχής)
 - Τα επίπεδα αυτά λέγονται επιθέματα ή θεματικά επίπεδα (layers)



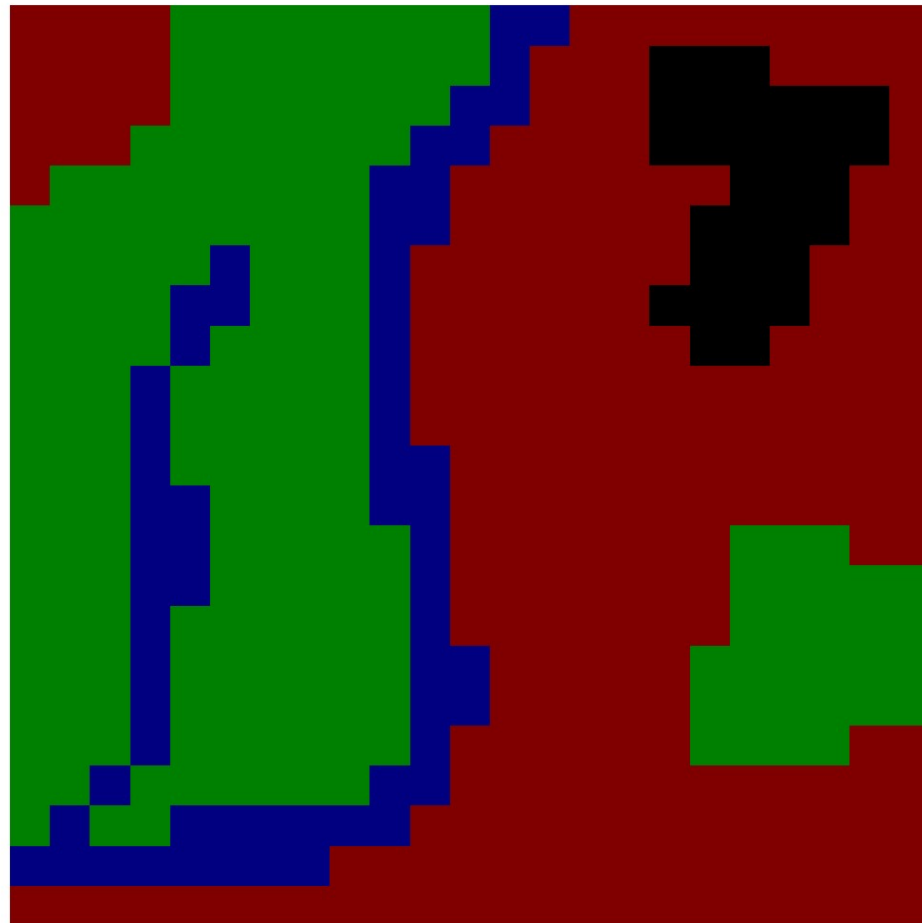
Διανυσματική δομή

Εννοιολογικό μοντέλο =
αντικείμενα

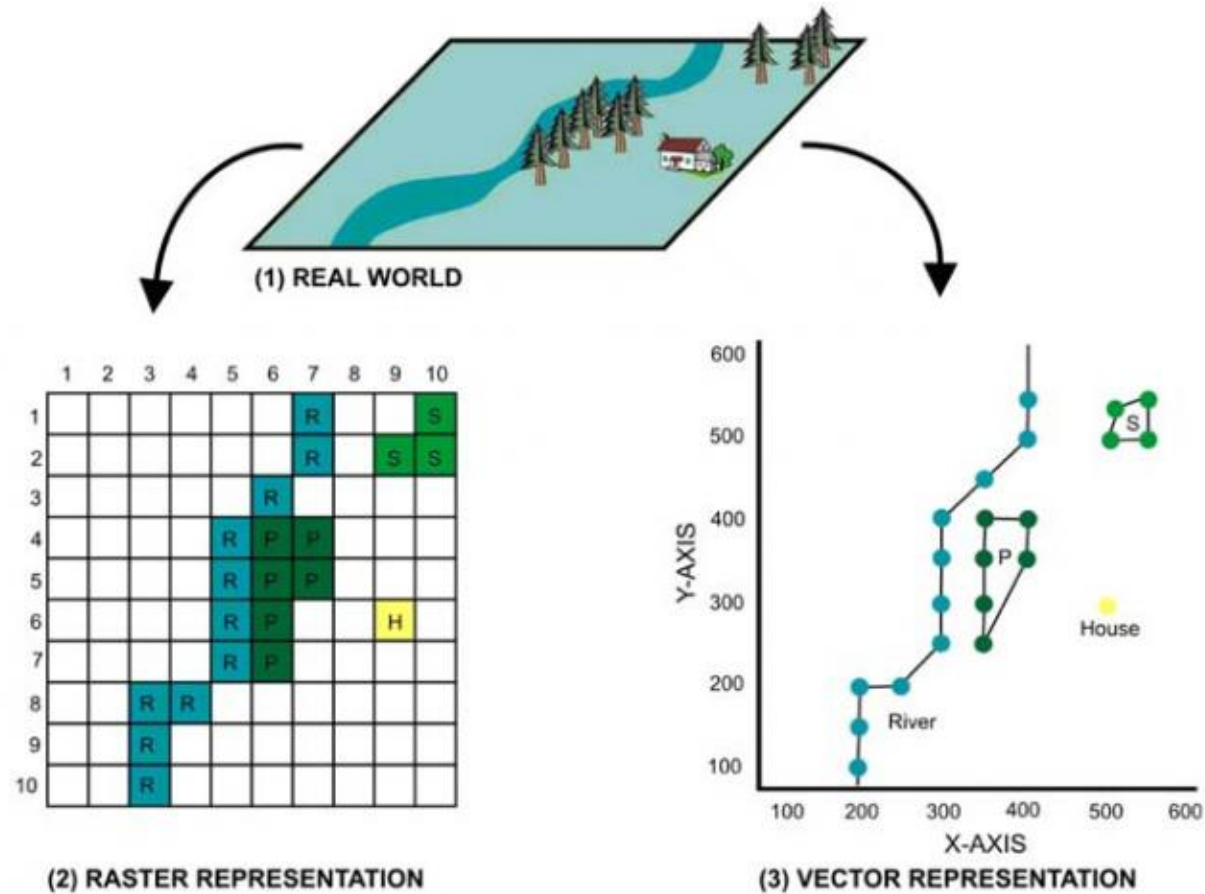


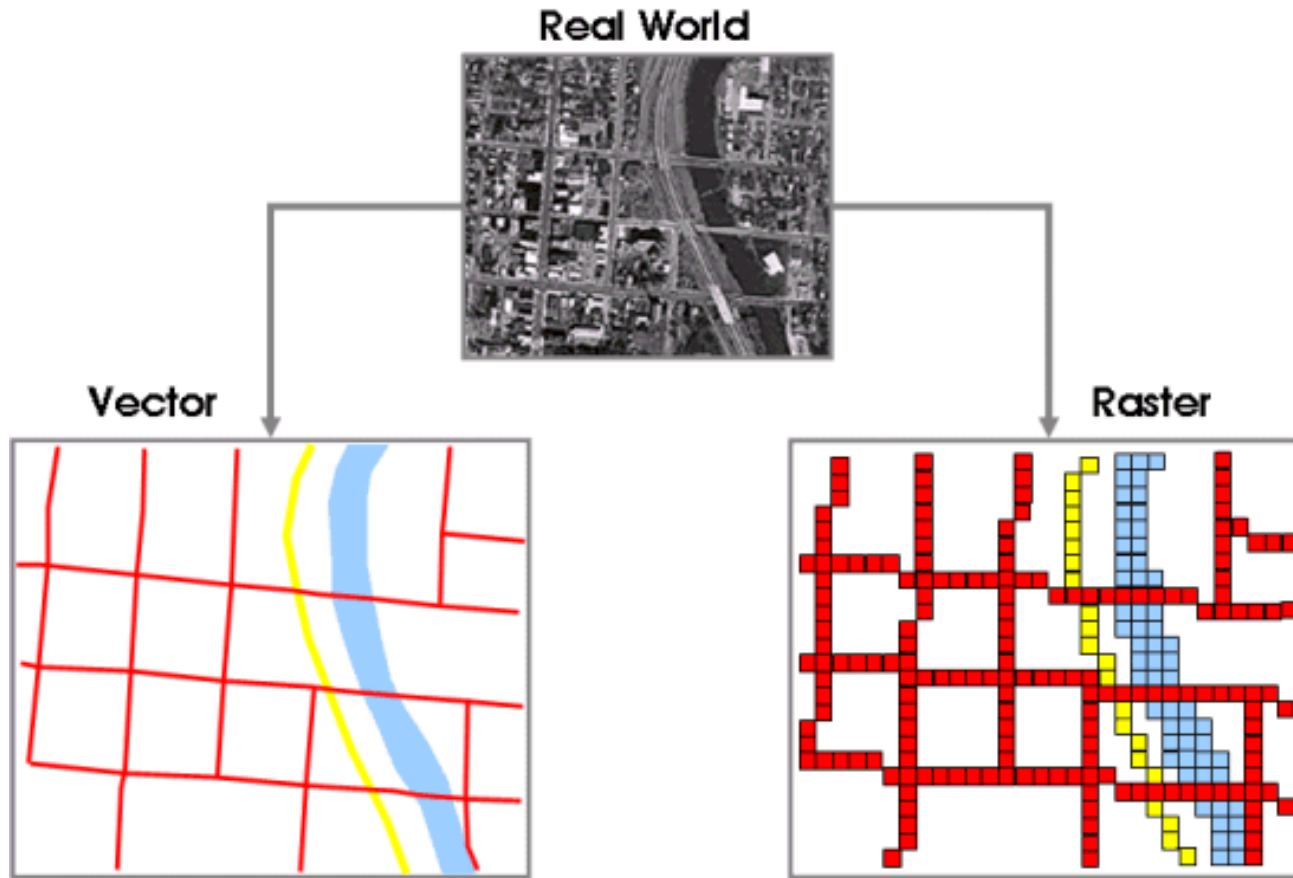
Κανονικοποιημένη δομή

Εννοιολογικό μοντέλο =
πεδίο



Διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης της πραγματικότητας

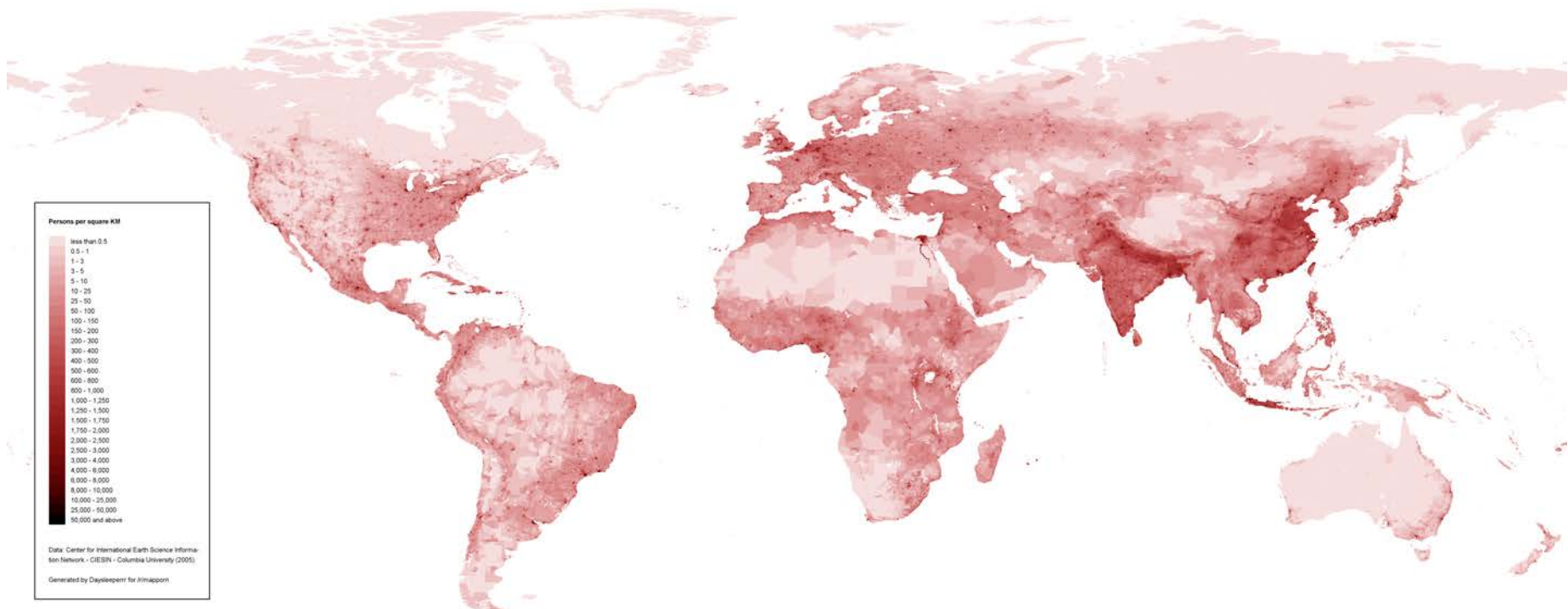




Shih-Lung Shaw and Jean-Paul Rodrigue

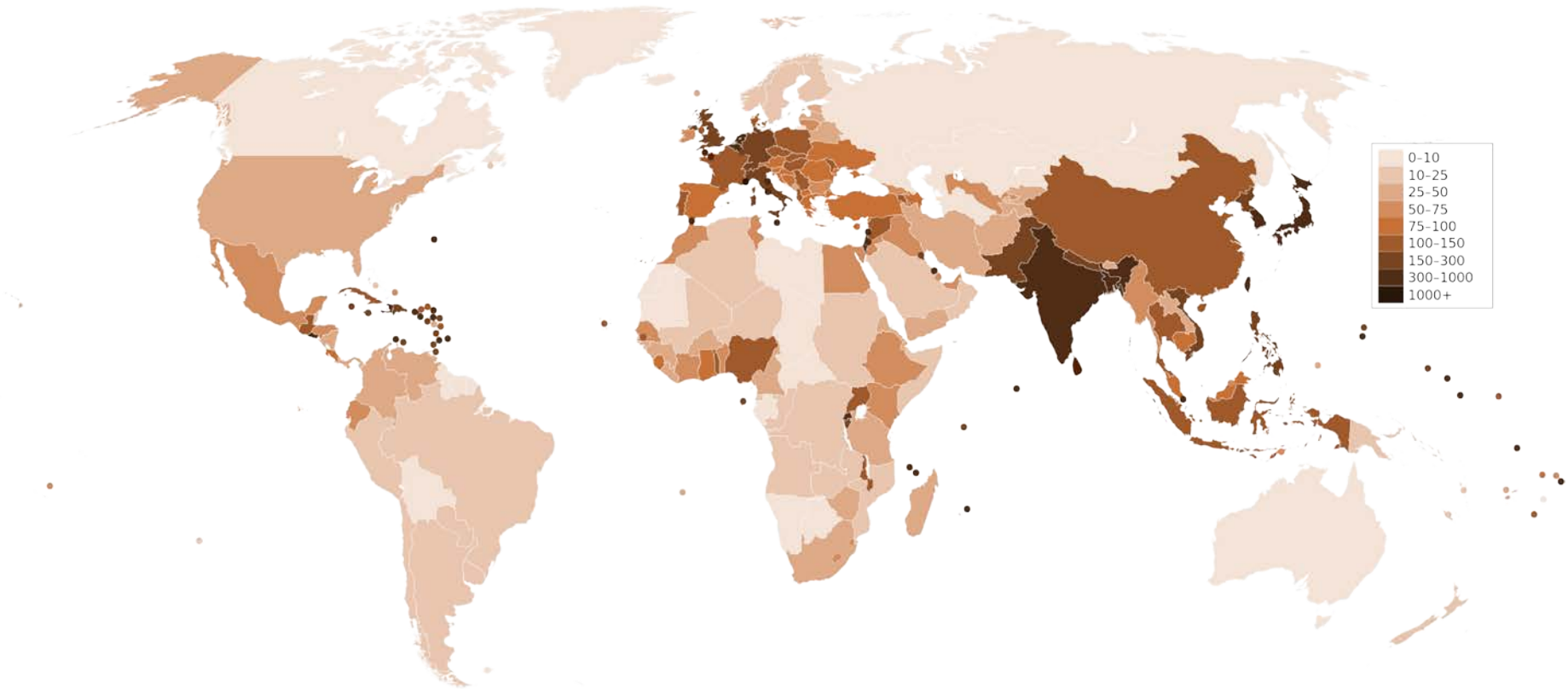
<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch1en/meth1en/ch1m4en.html>

Αναπαράσταση της πυκνότητας του πληθυσμού της Γης με το μοντέλο πεδίων



Οι ήπειροι έχουν διαιρεθεί σε επιμέρους μικρές τετραγωνικές υποδιαίρέσεις (1χλμ^2) και η πυκνότητα του πληθυσμού αποδίδεται ως τιμή σε κάθε υποδιαίρεση.

Αναπαράσταση της πυκνότητας του πληθυσμού της Γης με το μοντέλο αντικειμένων



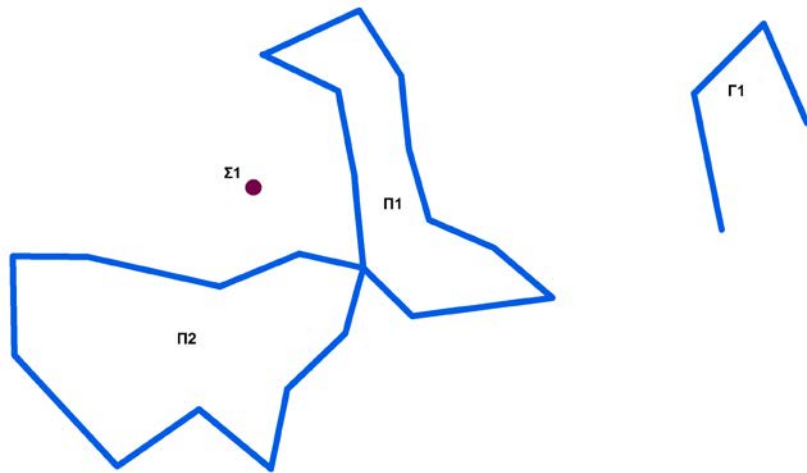
Η πυκνότητα του πληθυσμού αποδίδεται ως θεματική πληροφορία πολυγωνικών περιοχών που στην περίπτωση του σχήματος αντιστοιχούν σε οντότητες χωρών.

Δομή Spaghetti

- Η απλούστερη διανυσματική δομή για τα γεωγραφικά δεδομένα είναι η **απευθείας, γραμμή προς γραμμή μετάφραση του αναλογικού χάρτη**
- Κάθε οντότητα στον αναλογικό χάρτη μετατρέπεται σε μια λογική εγγραφή στο ψηφιακό αρχείο και ορίζεται από μια σειρά συντεταγμένων x, y .
- Αναπαριστά τα:
 - Σημεία ως ζεύγη συντεταγμένων.
 - Γραμμές ως σειρές σημείων που ορίζουν διαδοχικά τόξα.
 - Πολύγωνα ως γραμμές όπου το πρώτο και το τελευταίο σημείο ταυτίζονται.

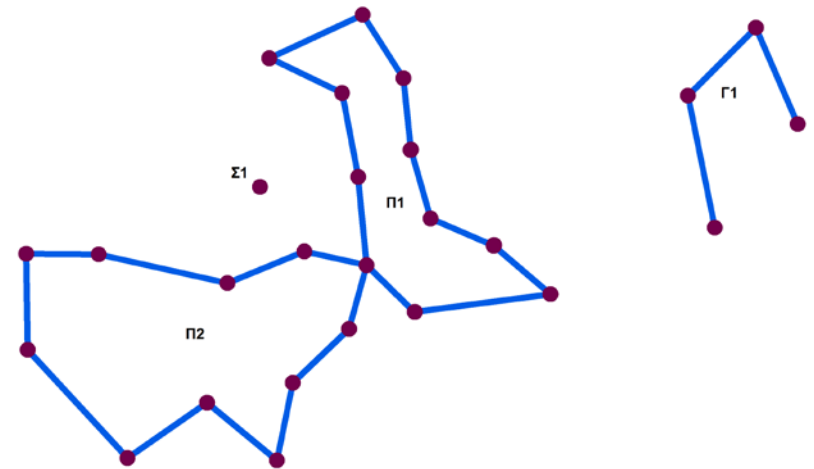
Δομή Spaghetti

(α) Αρχικά δεδομένα σε αναλογική μορφή



(α)

(β) Δημιουργία της δομής Spaghetti



(β)

Γεωμετρία Αντικειμένου	Αντικείμενο	Προσδιορισμός
Σημείο	Σ1	(x, y)
Γραμμή	Γ1	$((x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n))$
Πολύγωνο	Π1	$((x'_1, y'_1), (x'_2, y'_2), \dots, (x'_n, y'_n), (x'_1, y'_1))$
	Π2	$((x''_1, y''_1), (x''_2, y''_2), \dots, (x''_n, y''_n), (x''_1, y''_1))$

(γ) Πίνακας καταγραφής μετρητικών ιδιοτήτων

Δομή Spaghetti

- Πλεονεκτήματα:
 - Απλή και εύκολα κατανοητή.
 - Ταχεία εισαγωγή και αναπαραγωγή δεδομένων
- Μειονεκτήματα
 - Κοινά όρια πολυγώνων πρέπει να καταγράφονται εις διπλούν.
 - Δεν μπορούν να ορισθούν:
 - πολύγωνα τύπου «νησίδας» (π.χ. το αίθριο ενός κτίσματος)
 - συλλογές πολυγώνων (π.χ. μια ομάδα νησιών)
 - Αδυναμία καταγραφής και διαχείρισης τοπολογικών σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων

Δομή Spaghetti

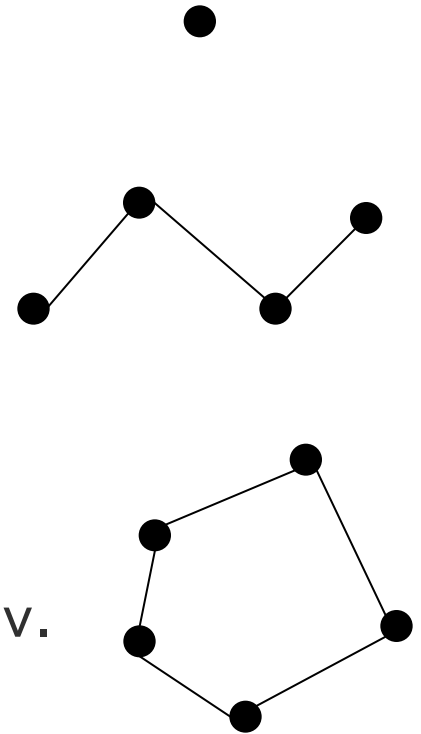


Τοπολογική Δομή (1)

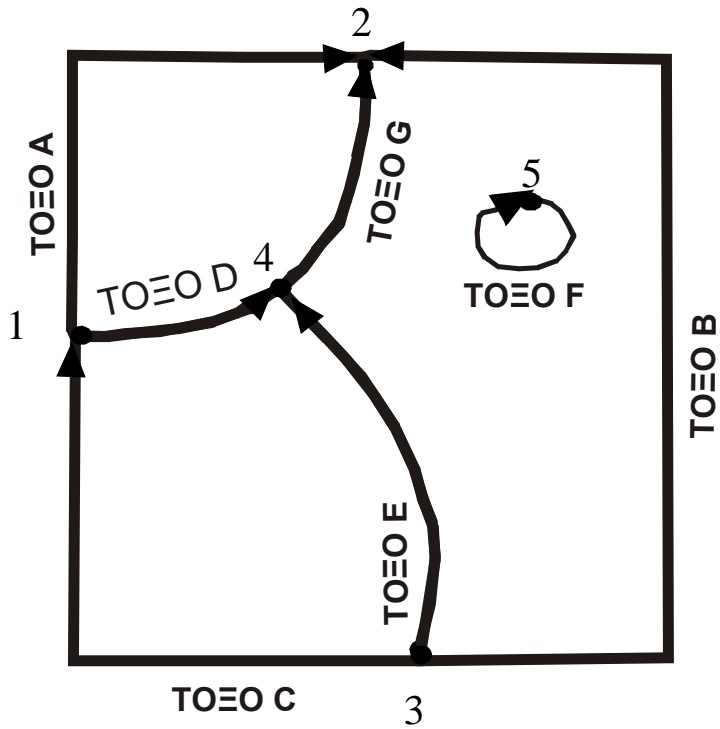
- Ορισμός: διανυσματική δομή στην οποία γίνεται **καταγραφή και διαχείριση τοπολογικών σχέσεων**.
- Τοπολογικές σχέσεις:
 - Συνδεσιμότητα, συμπερίληψη και γειτνίαση γεωγραφικών αντικειμένων.
 - μη μετρητικές σχέσεις, π.χ., «ο δρόμος *εφάπτεται* του πάρκου», «η πόλη *δεν ανήκει* στην περιφέρεια x», «οι δρόμοι αυτοί *δεν διασταυρώνονται*».
 - παραμένουν αναλλοίωτες στους χωρικούς μετασχηματισμούς (μεταφορά, στροφή, αλλαγή κλίμακας).

Τοπολογική Δομή (2)

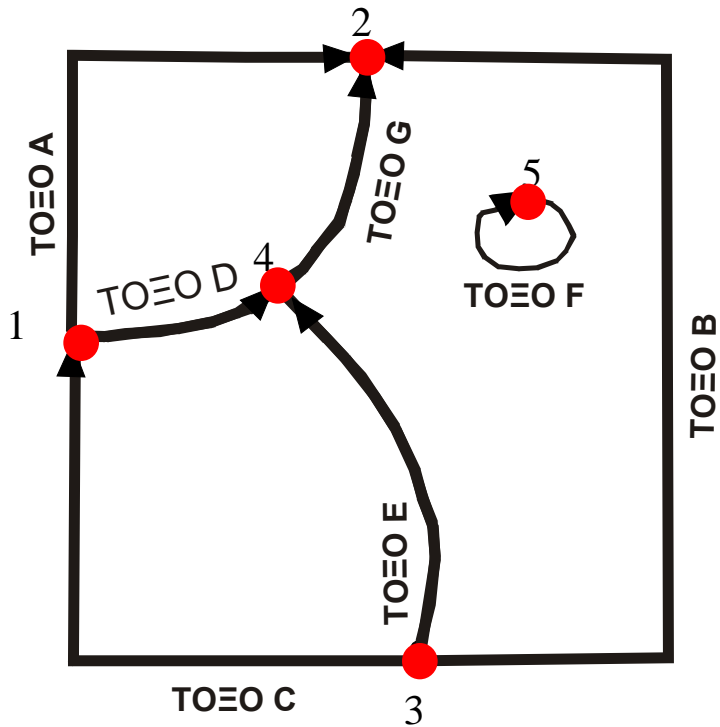
- Σημειακό αντικείμενο
 - θέση
 - αναπαράσταση με ένα κόμβο.
- Γραμμικό αντικείμενο
 - θέση, σχήμα και μήκος
 - αναπαράσταση με αλυσίδα τόξων.
- Επιφανειακό αντικείμενο
 - Όριο
 - αναπαράσταση με κλειστή αλυσίδα τόξων.



Τοπολογική Δομή (3)

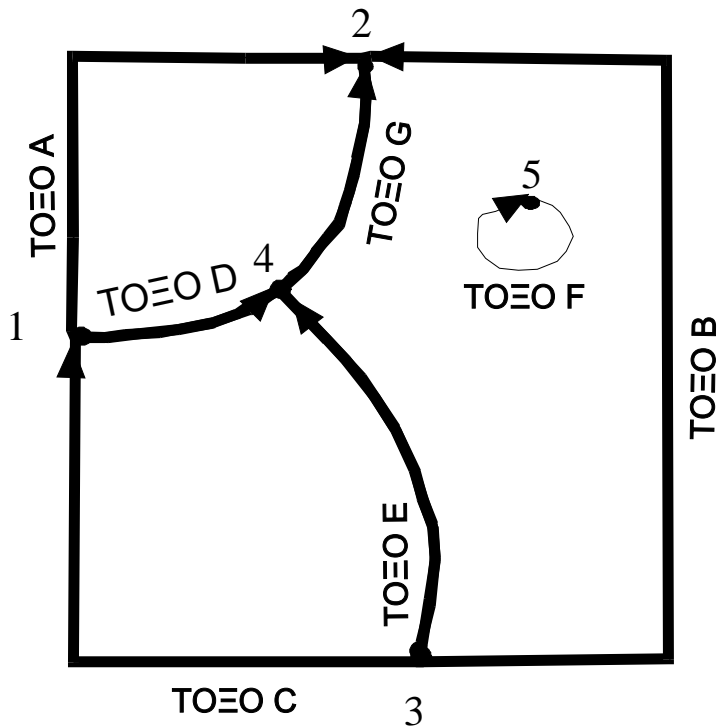


Κόμβοι



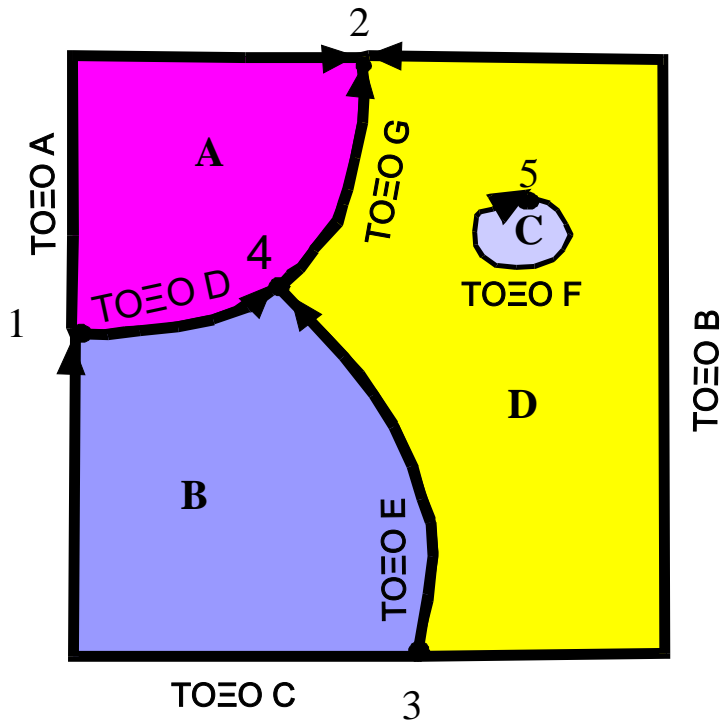
Κόμβος	X	Y
1	25	78
2	30	82
3	28	76
4	67	67
5	35	83

Τόξα



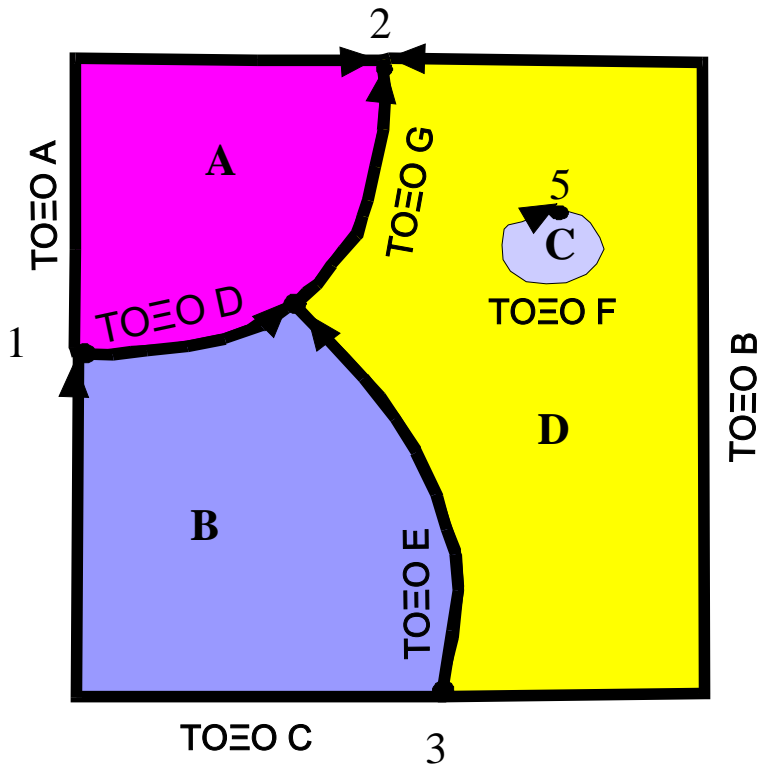
Τόξο	Από τον κόμβο	Στον κόμβο
A	1	2
B	3	2
C	3	1
D	1	4
E	3	4
F	5	5
G	4	2

Πολύγωνα



Πολύγωνο	Αριθμός τόξων	Λίστα τόξων
A	3	A, D, G
B	3	C, D, E
C	1	F
D	4	B, E, G-F

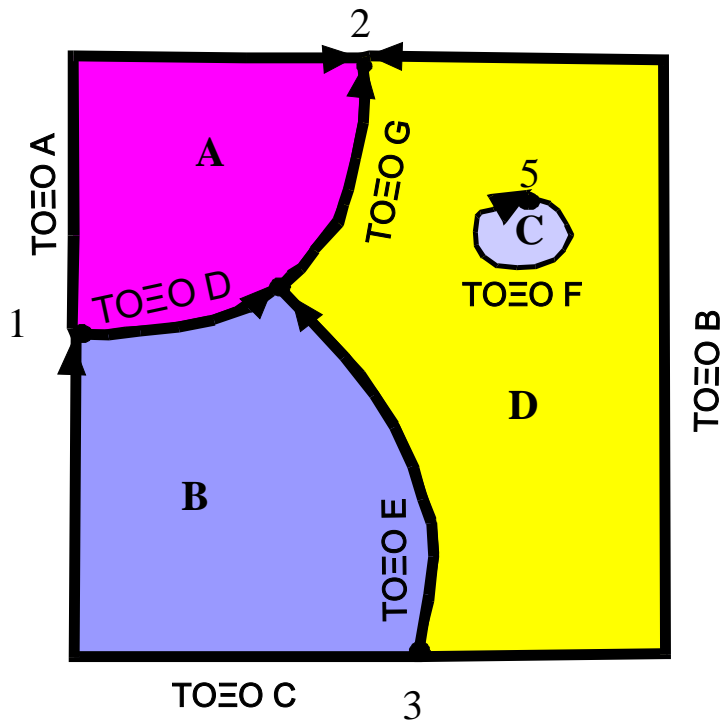
Γειτνίαση



Τόξο	Αριστερό πολύγωνο	Δεξιό πολύγωνο
A	Περιβάλλον	A
B	D	Περιβάλλον
C	Περιβάλλον	B
D	A	B
E	B	D
F	D	C
G	A	D

Ερωτήσεις για τη θέση και τη συνδεσιμότητα

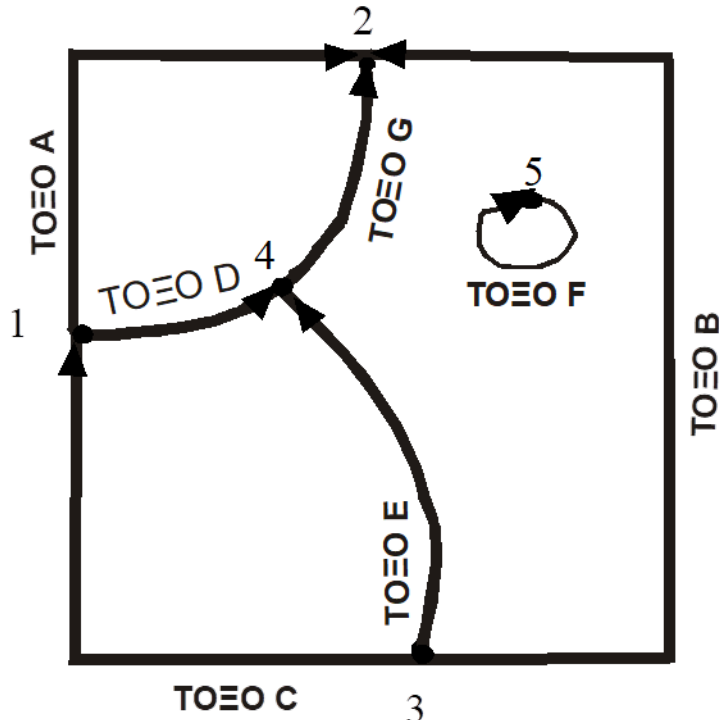
- Ποια πολύγωνα γειτονεύουν με το πολύγωνο A;
- Βρίσκουμε ποια τόξα σχηματίζουν το πολύγωνο A και στη συνέχεια ελέγχουμε ποια άλλα πολύγωνα ορίζονται από αυτά τα τόξα στην αντίθετη διεύθυνση.



Πολύγωνο	Αριθμός τόξων	Λίστα τόξων
A	3	A, D, G
B	3	C, D, E
C	1	F
D	4	B, E, G-F

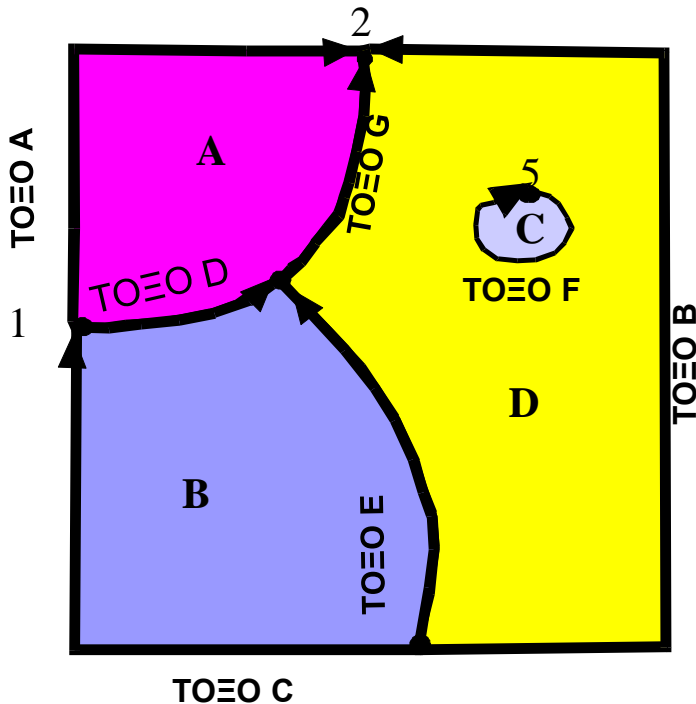
Ερωτήσεις για τη θέση και τη συνδεσιμότητα

- Ποια είναι η συντομότερη διαδρομή από τον κόμβο 3 στον κόμβο 2;
- Προσδιορίζουμε όλες τις διαδρομές των τόξων που οδηγούν από τον κόμβο 3 στον κόμβο 2, αθροίζουμε τα μήκη τους, αφού υπολογίσουμε τις αποστάσεις από τον πίνακα των κόμβων. Τελικά επιλέγουμε τη διαδρομή με το μικρότερο συνολικό μήκος.



Ερωτήσεις για τη θέση και τη συνδεσιμότητα

- Ποιο πολύγωνο είναι απέναντι από το πολύγωνο B κατά μήκος του τόξου D;
- Ψάχνουμε το πολύγωνο που ορίζεται από το αντίστροφο (αρνητικό) του τόξου D.



Πλεονεκτήματα Τοπολογικής Δομής

- Συμβάλλει στον **εντοπισμό λαθών και στον έλεγχο της ορθότητας** των δεδομένων, όπως:
 - μη συνδεσιμότητα των αντικειμένων που απαρτίζουν ένα δίκτυο
 - επικάλυψη ή ύπαρξη κενού χώρου μεταξύ πολυγωνικών αντικειμένων που θα έπρεπε να εφάπτονται
 - μη καταχώρηση στοιχείων για τα σημεία τομής γραμμικών αντικειμένων
 - πολλαπλή καταχώρηση ίδιων αντικειμένων
- **Βελτιώνει τον χρόνο απόκρισης** σε χωρικά ερωτήματα.

Μειονεκτήματα Τοπολογικής Δομής

- Αυξάνεται ο απαιτούμενος χώρος αποθήκευσης.
- Προϋποθέτει την εκτέλεση πολύπλοκων και χρονοβόρων αλγορίθμων για τον προσδιορισμό των τοπολογικών σχέσεων.