

## ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

- Το μοντέλο της χαρτογραφικής επικοινωνίας  
**Cartographic Communication**
- Η ψηφιακή χαρτογραφία  
**Computer Aided Cartography – Digital Mapping**
- Η αναλυτική χαρτογραφία  
**Analytical Cartography**
- Το μοντέλο της γνωσιακής χαρτογραφίας  
**Cognitive Cartography**
- Η επιστημονική και χαρτογραφική οπτικοποίηση  
**Scientific and Cartographic Visualisation**
- Το «παράδειγμα» επεξεργασίας της πληροφορίας  
**The Paradigm of Information Processing**

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Tobler 1961: *Map transformations of geographic space*  
Unpublished Ph.D. dissertation - University of Washington

Συμπαγής βάση θεωρίας για την επεξεργασία δεδομένων του χώρου,  
σήμερα δε έχει εξελιχθεί σε μια βασική περιοχή χαρτογραφικής  
έρευνας και αποτελεί τον πυρήνα των θεωρητικών αρχών που διέπουν  
την επιστήμη της **γεωπληροφορικής**  
και της τεχνολογίας των  
**Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)**

Χαρτογραφικές Προβολές  
Παρεμβολές,  
Γενίκευση  
Ψηφιακά Μοντέλων Εδάφους/Υψομέτρων  
Σκίαση ανάγλυφου  
Αυτόματη τοποθέτηση ονοματολογίας (αναγραφή τοπωνυμίων)  
Επεξεργασίας δεδομένων του χώρου

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ & ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στο πλαίσιο αυτό οι λέξεις κλειδιά που καθορίζουν το μεταπτυχιακό αυτό μάθημα (GEO-642-2) εστιάζουν το περιεχόμενό του στην μελέτη και διερεύνηση των θεωρητικών αρχών που διέπουν σήμερα τη χαρτογραφία και αφορούν την επεξεργασία των δεδομένων του χώρου και τους τρόπους υλοποίησής τους, θεωρώντας ως μέσο εφαρμογής τον ηλεκτρονικό υπολογιστή

Οι αναλυτικές μέθοδοι της χαρτογραφίας εστιάζουν κυρίως στις **ποσοτικές και μαθηματικές** σχέσεις που διατρέχουν το ευρύ πεδίο της χαρτογραφίας

### ΣΤΟΧΟΙ:

- Επέκταση του υφιστάμενου σώματος της θεωρίας του χώρου (**spatial theory**)
- Ανάπτυξη νέας εννοιολογικής θεωρίας (**conceptual theory**)

#### ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΓΕΝΕΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ:

- Marble 1979: Παρατηρείται ένα ποσοστό περίπου 80% επικάλυψης της θεωρητικής βάσης της θεωρίας του χώρου μεταξύ της αναλυτικής χαρτογραφίας και της επιστήμης των γεωγραφικών πληροφοριών (GISci)
- Nyerges 1980: Βλέπει την αναλυτική χαρτογραφία ως τομή των πεδίων: της χαρτογραφίας, των διακριτών μαθηματικών (discrete mathematics), της γεωγραφίας, της επιστήμης των υπολογιστών (computer science) και της ανάλυσης εικόνας (image analysis)
- Kimerling 1989: Μοντέλα χαρτογραφικών δεδομένων, δομές πληροφορίας (information structures), ποιότητα χαρτογραφικών δεδομένων, προδιαγραφές ανταλλαγής χαρτογραφικών δεδομένων, χαρτογραφικές προβολές, παρεμβολή χωρικών δεδομένων, αναλυτική χαρτογραφική γενίκευση (analytical map generalization) και αριθμητική ανάλυση χάρτη (numerical map analysis)
- Goodchild 1990: Αναζητά την επέκταση της θεωρητικής βάσης του πεδίου της θεωρίας του χώρου αποκαλώντας την «επιστήμη της πληροφορίας του χώρου» (“spatial information science”)

1/2

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

#### ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΓΕΝΕΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ:

- Bergougnoux 1997: Αρθρογραφεί για την ανάγκη κάλυψης του κενού μεταξύ της επιστήμης των υπολογιστών και της θεωρητικής βάσης της ερευνητικής περιοχής της επιστήμης των γεωγραφικών πληροφοριών (GISci)
- Moellering 2000: Η αναλυτική χαρτογραφία έχει σημαντική επικάλυψη με την επιστήμη των γεωγραφικών πληροφοριών (GISci) με κυρίαρχες διαφορές αυτές που προέρχονται από τον τρόπο με τον οποίο κατευθύνεται ή χρησιμοποιείται η βάση της εννοιολογικής θεωρίας
- Frank 2000: Προσβλέπει σε νέες κατευθύνσεις της επιστήμης των γεωγραφικών πληροφοριών (GISci) στη χρήση συστημάτων πολλαπλών-διαμεσολαβητών (multi-agent systems), των υπολογιστών πεδίου (field computing), της εικονικής πραγματικότητας (virtual reality), του αντικειμενοστραφούς περιβάλλοντος (object-oriented) και της θεωρίας κατηγοριών (category theory)

2/2

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

- Μετασχηματισμοί (γεωγραφικού) χάρτη  
Geographic Map Transformations
- «Πραγματικοί» και «εικονικοί» χάρτες  
Real and Virtual Maps
- Δομή βάθους και επιφάνειας στη χαρτογραφία  
Deep and Surface Structure in Cartography
- Επίπεδα δεδομένων κατά Nyerges  
Nyerges Data Levels
- Αρχέτυπα χωρικών αντικειμένων  
Spatial Primitive Objects
- Το θεώρημα δειγματοληψίας  
The Sampling Theorem

(Moellering 2000)

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ) ΧΑΡΤΗ

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Tobler 1961        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Διερεύνησε την έννοια των μετασχηματισμών χωρικών συντεταγμένων</li><li>• Απέδειξε ότι οι χαρτογραφικές προβολές είναι μερική περίπτωση των μετασχηματισμών χωρικών συντεταγμένων</li><li>• Διερεύνησε τρόπους σύγκρισης της ομοιότητας των χαρτογραφικών προβολών</li></ul> |
| 1965               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Διεξήγαγε έρευνα αναλύοντας την αντιστοιχία (correspondence) των μορφών του χώρου (spatial patterns)</li></ul>   |
| 1978;1994          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ανέπτυξε προσέγγιση σύγκρισης των χωρικών περιγραμμάτων (spatial outlines) εφαρμόζοντας τεχνικές χωρικής παλινδρόμησης που βασίζονται σε ομόλογα ορόσημα (landmark points)</li></ul>   |
| 1973;1979b<br>1986 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ανάπτυξη μαθηματικής τεχνικής δημιουργίας χαρτογράμματος</li></ul>   |
| 1979a              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Επέκτεινε τις ιδέες του σε σχέση με τους χαρτογραφικούς μετασχηματισμούς για να ερμηνεύσει το νόημα της προόδου στη χαρτογραφία όπως αυτό εκφράστηκε στην πράξη από τους συμβατικούς χαρτογράφους</li></ul>  |

1/2

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ) ΧΑΡΤΗ

- Clarke 1990
- Διερεύνησε διάφορους τρόπους μετασχηματισμών χαρτών και δομών δεδομένων
- Lin 1998
- Διερεύνησε το εύρος των αλγεβρικών γεωμετρικών μετασχηματισμών των δεδομένων
- Palma & Benedetti 1998
- Συνηγόρησαν στη χρήση μετασχηματισμών γραμμικών τελεστών με σκοπό να δημιουργήσουν χάρτες με διαφορετική τοπολογία
- Chrisman 1999
- Πρότεινε μια προσέγγιση στο θέμα των μετασχηματισμών χαρτών οργανωμένη κυρίως στη βάση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών (geometric characteristics) και ιδιοτήτων (attribute characteristics)

2/2

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## «ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΙ» ΚΑΙ «ΕΙΚΟΝΙΚΟΙ» ΧΑΡΤΕΣ

Morrison 1974: Ο υπάρχων ορισμός του χάρτη δεν ανταποκρίνεται στις νέες τεχνολογικές εξελίξεις ειδικότερα σε σχέση με τις δυνατότητες που παρέχουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στη χαρτογραφία



Moellering 1977; 1980; 1984: Ανέπτυξε την έννοια των «πραγματικών» και «εικονικών» χαρτών βασιζόμενος σε δύο καθοριστικά χαρακτηριστικά χαρτών και χωρικών δεδομένων:

- Το κατά πόσον ο χάρτης παρατηρείται άμεσα ως χαρτογραφική εικόνα και
- Το κατά πόσον έχει μόνιμη και απτή ύπαρξη (permanent and tangible reality)

1/3

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## «ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΙ» ΚΑΙ «ΕΙΚΟΝΙΚΟΙ» ΧΑΡΤΕΣ

### *Πραγματικός χάρτης*

Κάθε χαρτογραφικό προϊόν που έχει άμεσα ορατή χαρτογραφική εικόνα και μόνιμη απτή ύπαρξη ανεξάρτητα αν κατασκευάστηκε με μηχανικά ή ηλεκτρονικά ή χειροκίνητα μέσα

### *Εικονικός χάρτης τύπου 1*

Έχει άμεσα ορατή χαρτογραφική εικόνα αλλά μόνο προσωρινή ύπαρξη όπως η εικόνα ενός χάρτη σε οθόνη

### *Εικονικός χάρτης τύπου 2*

Έχει μόνιμη απτή ύπαρξη αλλά δεν μπορεί να ειπωθεί άμεσα ως χαρτογραφική εικόνα. Τα προϊόντα αυτά χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία για να ειπωθούν

### *Εικονικός χάρτης τύπου 3*

Δεν έχει τα χαρακτηριστικά των δύο προηγούμενων κατηγοριών αλλά μπορεί να μετατραπεί σε πραγματικό χάρτη όπως συμβαίνει και με τους άλλους δύο τύπους εικονικών χαρτών

2/3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΞΥ «ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ» ΚΑΙ «ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ» ΧΑΡΤΩΝ

- Πραγματικό ➔ Πραγματικό: Συμβατική χαρτογραφική διαδικασία
- Πραγματικό ➔ Εικονικό 3: Ψηφιοποίηση χωρικών δεδομένων και αποθήκευση σε ψηφιακή βάση δεδομένων
- Εικονικό 1 ➔ Πραγματικό: Δημιουργία αντιγράφου εικόνας από οθόνη σε χαρτί
- Εικονικό 3 ➔ Πραγματικό: Ψηφιακή χαρτογραφική σχεδίαση από χωρική βάση δεδομένων σε χαρτί
- Εικονικό 3 ➔ Εικονικό 1: Απόδοση χωρικών δεδομένων αποθηκευμένων σε σκληρό δίσκο στην οθόνη υπολογιστή
- Εικονικό 1 ➔ Εικονικό 3: Διόρθωση χωρικών δεδομένων στην οθόνη υπολογιστή και αποθήκευση σε σκληρό δίσκο
- Εικονικό 2 ➔ Εικονικό 3: Ανάκτηση ψηφιακών δεδομένων από CD-ROM και αποθήκευση σε σκληρό δίσκο
- Εικονικό 3 ➔ Εικονικό 3: Μαθηματικοί μετασχηματισμοί ψηφιακών χωρικών δεδομένων και εγκατάστασή τους σε μαγνητικά μέσα υπολογιστή

## 16 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΞΥ «ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ» ΚΑΙ «ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ» ΧΑΡΤΩΝ

3/3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΔΟΜΗ ΒΑΘΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Nyerges 1980: Ανέπτυξε τις έννοιες **δομή βάθους** και **επιφανείας** στη χαρτογραφία

Βασικές γλωσσικές και συντακτικές δομικές σχέσεις (Chomsky 1965)

Καλύπτοντας τις σχέσεις των χωρικών δεδομένων και συσχετίζοντάς τα σε «πραγματικούς» και «εικονικούς» χάρτες



Nyerges 1991a:

- Διερευνά το περιεχόμενο και τη δομή των «εικονικών» χαρτών τύπου 3 στη δομή βάθους και τον τρόπο με τον οποίο σχετίζονται με το πληροφοριακό περιεχόμενο των «εικονικών» χαρτών
- Το συσχετίζει με την κατηγορία/τύπο των οντοτήτων και τα χαρακτηριστικά των δεδομένων αναφοράς των χωρικών δεδομένων και τα διάφορα επίπεδα μοντέλων δεδομένων

Nyerges 1991b: Χρησιμοποίησε την έννοια του «νοηματικού τριγώνου» για να:

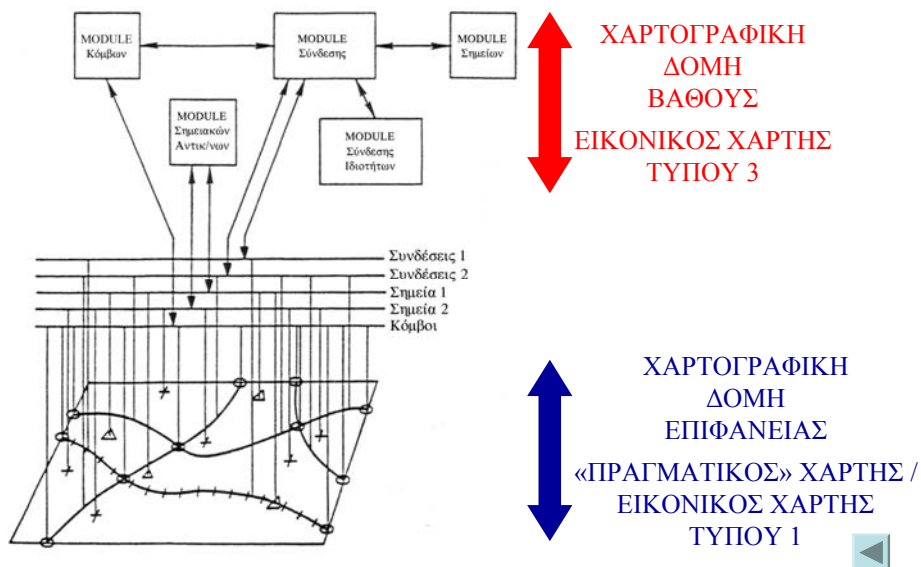
- Υποβοηθήσει την αντιστοιχία μετασηματισμών μεταξύ δομών επιφανείας και βάθους
- Για να διαφωτίσει τις σχέσεις μεταξύ χωρικών αναφορών και πραγματικού κόσμου, συμβόλων που αναπαριστούν αυτές τις αναφορές και τις έννοιες ερμηνείας που μοιράζονται



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

### ΣΧΗΜΑ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ NYERGES

Nyerges 1980:

- Ανέπτυξε την έννοια των διακριτών αφαιρετικών **επιπέδων** των χαρτογραφικών δεδομένων
- Όρισε έξι επίπεδα δομών χαρτογραφικών δεδομένων:
  - **«Πραγματικά» δεδομένα**
  - **Πληροφοριακή δομή**
  - **Κανονιστική δομή**
  - **Δομή δεδομένων**
  - **Δομή αποθήκευσης**
  - **Κωδικοποίηση μηχανής**

1/3

## ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ NYERGES

- **«Πραγματικά» δεδομένα**  
Δεδομένα που υφίστανται ως ιδέες και αφορούν γεωγραφικές οντότητες. Τα άτομα που κατέχουν τις μεταξύ τους σχέσεις μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους αξιοποιώντας οποιοδήποτε επικοινωνιακό μέσο.
- **Πληροφοριακή δομή**  
Φορμαλιστικό μοντέλο που καθορίζει την πληροφοριακή οργάνωση ενός συγκεκριμένου φαινομένου. Η δομή αυτή δρά ως σκελετός της κανονιστικής δομής και περιλαμβάνει σύνολα οντοτήτων καθώς επίσης και τα είδη των μεταξύ τους σχέσεων.
- **Κανονιστική δομή**  
Μοντέλο δεδομένων που αναπαριστά την εσωτερική δομή των δεδομένων και γιαυτό είναι ανεξάρτητο της εκάστοτε εφαρμογής ή του λογισμικού ή του υλικού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

2/3



## ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΝΥΕΡΓΕΣ

### • Δομή δεδομένων

Περιγραφή που διευκρινίζει τη λογική δομή των δεδομένων ώστε να είναι προσβάσιμα στην κανονιστική δομή. Υπάρχουν τρόποι πρόσβασης οι οποίοι εξαρτώνται από ρητές συνδέσεις που βασίζονται σε δομές δένδρου (ιεραρχικές) ή δομές «flex» –όπως συμβαίνει σε μοντέλα δικτύων, ή τρόποι πρόσβασης ανεξάρτητοι συνδέσεων που βασίζονται σε πίνακες –όπως στα σχεσιακά μοντέλα.

### • Δομή αποθήκευσης

Ρητή διατύπωση της φύσης των συνδέσεων που εκφράζονται με όρους γραφημάτων τα οποία αναπαριστούν κελιά, ή συνδεδεμένους διαδοχικούς καταλόγους, ή επίπεδα του μέσου αποθήκευσης κλπ. Επιπλέον, περιλαμβάνει τους δείκτες που καθορίζουν τον τρόπο ανασύστασης των αποθηκευμένων πεδίων και τη φυσική διαδοχή με την οποία έχουν αποθηκευτεί οι εγγραφές.

### • Κωδικοποίηση μηχανής

Αναπαράσταση των δεδομένων σε επίπεδο μηχανής, η οποία περιλαμβάνει τις προδιαγραφές των θέσεων καταχώρησης (απόλυτη, σχετική ή συμβολική), της συμπίεσης των δεδομένων και του κώδικα μηχανής.

3/3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΑΡΧΕΤΥΠΑ ΧΩΡΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Η ανάγκη αποθήκευσης των ψηφιακών κωδικοποιήσεων των χωρικών αντικειμένων που αναπαριστούν ψηφιακά οντότητες του πραγματικού κόσμου προϋποθέτει τον ορισμό και προδιαγραφή αρχετύπων των χωρικών αντικειμένων

Τα αρχέτυπα των χωρικών αντικειμένων λειτουργούν ως ψηφιακό υπόβαθρο των δομών των χωρικών δεδομένων σε εικονικές βάσεις δεδομένων τύπου 3

U.S. National Committee for Digital Cartographic Data Standards  
(Moellering 1982)  
American Spatial Data Transfer Standard (NCDCCDS 1988)



**0-D, 1-D και 2-D**

Υπάρχει ανάγκη επινόησης 3-D αρχετύπων χωρικών αντικειμένων καθώς και των σχετικών τοπολογικών συσχετίσεών τους

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΘΕΩΡΗΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Καθορίζει τα επιθυμητά διαστήματα δειγματοληψίας σε μονοδιάστατους ή δισδιάστατους χώρους για τη δειγματοληψία γραμμικών ή επιφανειακών αντικειμένων

$$\Delta = \frac{1}{2} \lambda$$

όπου:  $\Delta$  = το υπολογιζόμενο διάστημα δειγματοληψίας και  
 $\lambda$  = το ελάχιστο χωρικό μήκος κύματος μονοδιάστατου ή δισδιάστατου αντικειμένου δειγματοληψίας

- Συλλογή χωρικών δεδομένων
- Παρεμβολή
- Τελεστές γειτνίασης
- Διακριτική ανάλυση εικονοστοιχείων
- ...

Tobler 2000: Μέση Χωρική Ανάλυση (Average Spatial Resolution – ASR)

$$ASR = \left( \frac{S}{n} \right)^{\frac{1}{d}}$$

όπου:  $d$  η διάσταση,  $S$  το μέγεθος του αντικειμένου, και  $n$  το πλήθος των παρατηρήσεων

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

- Χωρικές συχνοτήτες (Spatial Frequencies)
- Χωρικοί τελεστές γειτνίασης (Spatial Neighborhood Operators)
- Θεωρία Fourier στο χώρο (Spatial Adaptations of Fourier Theory)
- Εφαρμογή θεωρίας πληροφοριών στο χώρο (Spatial Analytical Uses of Information Theory)
- Χωρικοί τελεστές κλασματικής γεωμετρίας (Fractal Spatial Operators)
- Κρίσιμα στοιχεία και δίκτυα Warntz (Critical Features and Warntz Networks)
- Ανάλυση πολυγώνων, επίθεση και μετασχηματισμοί (Polygon Analysis, Overlay and Transformations)
- Χαρτογραφική γενίκευση (Map Generalisation)
- Ανάλυση σχήματος (Shape Analysis)
- Χωρικά μοντέλα και δομές δεδομένων (Spatial Data Models and Structures)
- Αναλυτική οπτικοποίηση (Analytical Visualisation)
- Τυποποιήσεις χωρικών δεδομένων (Spatial Data Standards)

## ΧΩΡΙΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ

Λόγω της ύπαρξης του θεωρήματος δειγματοληψίας οι τρισδιάστατες επιφάνειες του χώρου μπορούν να ειπωθούν ως χωρικές συχνότητες

$$Z = f(X, Y)$$

- Οι χωρικές επιφάνειες μπορούν να ειπωθούν ως σύνθεση διαφορετικών χωρικών συχνοτήτων, κάθε μια από τις οποίες έχει συγκεκριμένο μήκος κύματος, εύρος και προσανατολισμό
- Κάθε επιμέρους συχνότητα συμμετέχει στη συγκρότηση του (μαθηματικού) ορισμού της χωρικής επιφάνειας
- Κάθε επεξεργασία της επιφάνειας –ανεξάρτητα αν είναι ποσοτικού, αναλυτικού ή οπτικού χαρακτήρα– επιδρά στην επιφάνεια τροποποιώντας τις χωρικές συχνότητες που περιέχει
- Για την ψηφιακή αναπαράσταση των χωρικών επιφανειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι σφαιρικές αρμονικές

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΤΕΛΕΣΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΓΕΙΤΝΙΑΣΗΣ

Οι τελεστές χωρικής γειτνίασης μπορούν να σχεδιαστούν για να εφαρμοστούν σε κάθε τύπου κανονικά ή ακανόνιστα σύνολα πολυγώνων **τοπολογικά** συσχετισμένων

Holloway 1961 Απέδειξε τη σχέση μεταξύ πεδίου δεδομένων και χωρικών συχνοτήτων καθώς και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να σχεδιαστούν και εφαρμοστούν φίλτρα γειτνίασης για επιφάνειες του χώρου που αναπαριστώνται από **κανονικές δομές χωρίων** (τετραγωνικές ή εξαγωνικές)

Rosenfeld & Kak 1982 Δημιούργησαν μεγάλο αριθμό τελεστών γειτνίασης

Young & Fu 1986 χρήσιμους για επεξεργασία εικόνων (εξομάλυνση,

Μαître & Zinn-Justin 1996 ενίσχυση ακμών κλπ.)

Farrier et al. 1995 Εισήγαγαν την έννοια των μικρο-κυμάτων (wavelets) στη χρήση φίλτρων γειτνίασης για την ανίχνευση ακμών

McArthur et al. 2000 Χρησιμοποίησαν την έννοια των μικρο-κυμάτων (wavelets) και τη χρήση φίλτρων γειτνίασης για τη δημιουργία αναπαραστάσεων της γήινης επιφάνειας πολλαπλών αναλύσεων (multi-resolution)

Guptill 1978 Απέδειξε ότι η χρήση φίλτρων γειτνίασης σε δομές τετραγωνικών χωρίων μπορεί να σχεδιαστεί και εφαρμοστεί σε ονομαστικά διαφοροποιημένα δεδομένα χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση του τελεστή γειτνίασης βασισμένη σε συνάρτηση πιθανότητας με βάρη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΘΕΩΡΙΑ FOURIER ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Η θεωρία Fourier είναι μια μαθηματική θεωρία με την οποία υπολογίζεται το μήκος κύματος και το εύρος των χωρικών συχνοτήτων σε μια κανονική δομή χωρίων της επιφάνειας των τιμών  $Z$

Είναι άρρηκτα συνυφασμένη με το θεώρημα δειγματοληψίας καθώς σχετίζεται με το μέγεθος των κανονικών χωρίων και υπολογίζει, καθορίζει και προσεγγίζει τις χωρικές συχνοτήτες, τα μήκη κύματος, τα εύρη και τους προσανατολισμούς των τετραγωνικών χωρίων που αναπαριστούν μια χωρική επιφάνεια

Εάν μια χωρική επιφάνεια αναπαρίσταται από τετραγωνική δομή χωρίων και χαρακτηρίζεται από τη μαθηματική ιδιότητα της συνέχειας τότε μπορούν να υπολογιστούν οι χωρικές της συχνοτήτες, τα εύρη ή άλλα φασματικά μεγέθη που τη χαρακτηρίζουν

Tobler 1969 Υπολόγισε το γραμμικό φάσμα τμημάτων του οδικού δικτύου των Η.Π.Α

Dougherty & Moellering 1996 Αξιοποίησαν την ανάλυση Fourier για να υπολογίσουν τις υπογραφές (signatures) χαρακτηριστικών τύπων εδαφών χρησιμοποιώντας Ψ.Μ.Υ.

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Η εφαρμογή της θεωρίας πληροφοριών εισάγει την έννοια του μέτρου της εντροπίας των χωρικών κατανομών

Η εντροπία υπολογίζεται ως μία παράμετρος  $H$  της χωρικής κατανομής που βελτιστοποιείται

Το μεγαλύτερο θεωρητικό πλεονέκτημα των μέτρων εντροπίας εστιάζεται στο γεγονός ότι αποτελούν στατιστικά μεγέθη που δεν ακολουθούν συγκεκριμένη κατανομή (distribution-free statistics), σε αντίθεση με τα ελάχιστα τετράγωνα που θεωρείται ότι ακολουθούν την παραμετρική κατανομή του Gauss (π.χ. εφαρμογές γεωγραφίας, τοπογραφίας, γεωδαισίας κλπ.)

Πολλές χωρικές στατιστικές ποσοτικές κατανομές  $Z$  δεν έχουν κατ' ανάγκη κανονική παραμετρική κατανομή Gauss και γι' αυτό το λόγο μια ανάλυση των δεδομένων με βάση την κατανομή αυτή οδηγεί σε λανθασμένα ή επηρεασμένα (bias) συμπεράσματα.

Wasilenko & Moellering 1977 Αξιοποίησαν τη χρήση στατιστικών μέτρων της εντροπίας στον υπολογισμό των ορίων ομαδοποίησης των δεδομένων για χωροπληθείς χάρτες

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΧΩΡΙΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ

Mandelbrot 1977 Η κλασματική γεωμετρία υιοθετεί το μέτρο Hausdorff-Besicovitch στον ορισμό των διαστάσεων του χώρου

Συνήθως αντιλαμβανόμαστε τις οντότητες του πραγματικού κόσμου να έχουν ακέραιες τιμές ως διαστάσεις (0-, 1-, 2-, 3-D κλπ.). Οι Hausdorff-Besicovitch απέδειξαν ότι μονοδιάστατα ή δισδιάστατα χωρικά φαινόμενα μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν μη ακέραιες τιμές ως διαστάσεις.

Richardson 1961 Πως επηρεάζει η πολυπλοκότητα ακανόνιστων γραμμών το ανάπτυγμά τους;



Σχ.

$$L(x) = A x^B$$

Mandelbrot 1967 Κλασματική διάσταση / αυτό-ομοιότητα

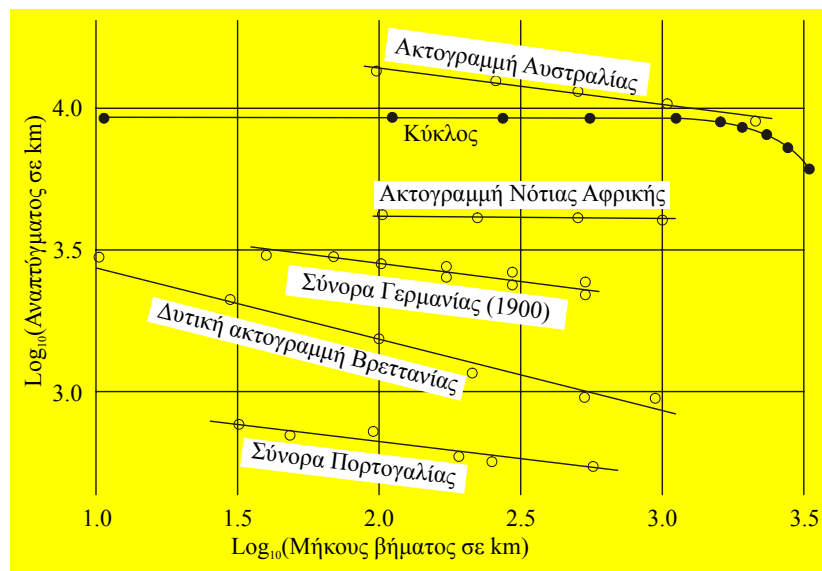
$$L(x) = A x^{1-D}$$

1/2



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΧΩΡΙΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ

- Goodchild 1980: Διερεύνησε την αξιοποίηση της κλασματικής γεωμετρίας για την φυσιογραφική ανάλυση επιφανειών
- Shelberg et al. 1982: Επινόησαν τον αλγόριθμο “Shelberg” για τον αναλυτικό προσδιορισμό της κλασματικής διάστασης γραμμών
- Clarke & Schweitzer 1991: Ανέπτυξαν μια συνεκτική (robust) διαδικασία εκτίμησης του κλασματικού χαρακτήρα της φυσικής γήινης επιφάνειας
- Outcalt et al. 1994: Φυσιογραφική ανάλυση τοπίων χρησιμοποιώντας τη θεωρία της κλασματικής γεωμετρίας
- Dutton 1981: Χρησιμοποίησε την κλασματική γεωμετρία για την ενίσχυση (enhancement) χαρτογραφικών γραμμών με λεπτομέρεια
- Goodchild & Mark 1987: Απέδειξαν ότι συγκεκριμένοι τύποι κλασματικών επιφανειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση συγκεκριμένων τύπων εδαφών
- Duckham & Drummond 2000: Χρησιμοποίησαν την κλασματική γεωμετρία για εκτίμηση του σφάλματος των ψηφιακών διανυσματικών δεδομένων

2/2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ WARTZ

Η μαθηματική ανάλυση επιφανειών του χώρου περιλαμβάνει τον εντοπισμό κρίσιμων σημείων ή γραμμών μελετώντας τις θέσεις στις οποίες μεταβάλλονται η πρώτη και η δεύτερη παράγωγος της συνάρτησης της επιφάνειας

Wartz 1966: Όρισε ως κρίσιμα σημεία ή γραμμές των επιφανειών του χώρου χαρακτηριστικές περιπτώσεις όπως: **μέγιστα** (peaks), **ελάχιστα** (pits), **κορυφογραμμές** (ridges), **κοιλάδες** (valleys), **διαβάσεις** (passes) και **όρια** (pales) οι οποίες μπορούν να εντοπιστούν με συστηματικό τοπολογικά τρόπο και δομούν τον τοπολογικό τους σκελετό.

Ο τοπολογικός σκελετός μιας επιφάνειας του χώρου ονομάζεται «δίκτυο Wartz». Τα δίκτυα Wartz παρέχουν στην αναλυτική χαρτογραφία ένα ισχυρό εργαλείο για τη διερεύνηση ορατοτήτων και προσδιορισμό των κλίσεων επιφανειών του χώρου


- Peucker & Douglas 1975      Ανέπτυξαν αλγόριθμο εντοπισμού διαβάσεων ως υποβοήθηση της διαδικασίας δόμησης δικτύων Wartz
- Toriwaki & Fukumura 1978
- Wilcox & Moellering 1995      Παρουσίασαν τον αλγόριθμο «Wilcox» που υποβοηθά πολύ αποτελεσματικά τη δόμηση των δικτύων Wartz

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2


## ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ, ΕΠΙΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Lam 1983 Παρέχει συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση του αντικείμενου της ανάλυσης πολυγώνων που χαρακτηρίζονται από κανονική δομή χωρίων

Πρόσφατα η χαρτογραφική έρευνα προσανατολίζεται σε επέκταση του αντικείμενου της ανάλυσης πολυγώνων με σκοπό να συμπεριλάβει πολύγωνα με ακανόνιστη μορφή (πολύγωνα Thiessen και Delaunay) 

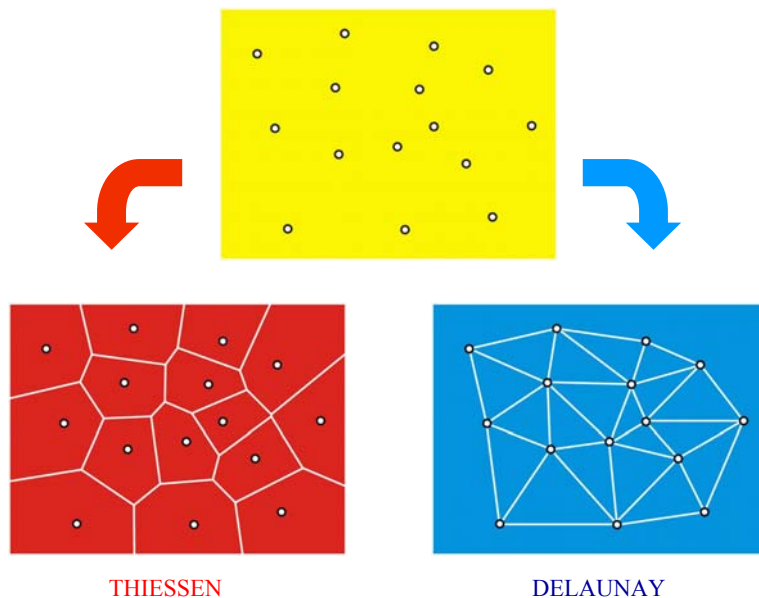
Wagner 1988 Ανέλυσε τη διαδικασία επίθεσης ακανόνιστων πολυγώνων και βρήκε ότι υπάρχουν τουλάχιστον 34 διαφορετικές περιπτώσεις του τρόπου με τον οποίο μπορεί να γίνει η επίθεση. Γεγονός που θέτει σε αμφισβήτηση την αξιοπιστία υφισταμένων αλγορίθμων επίθεσης πολυγώνων (αλγόριθμοι Goodchild 1980, Miyashita et al. 1985) που δεν τους λαμβάνουν υπόψη, ενώ ο αλγόριθμος του Van Roessel (1991) ξεπερνά το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Saalfeld 2000 Ανέπτυξε έναν καθαρά αναλυτικό τρόπο επίλυσης του προβλήματος επίθεσης ακανόνιστων πολυγώνων βασισμένο στην αλγεβρική τοπολογία

Franklin 2000 Διατύπωσε ορισμένα σημαντικά προβλήματα υλοποίησης αλγορίθμων για τη διαδικασία επίθεσης ακανόνιστων πολυγώνων 

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ

Η χαρτογραφική έρευνα σε σχέση με τη γενίκευση κυρίως προσανατολίστηκε στην:

- δημιουργία αλγορίθμων απλοποίησης γραμμών (Douglas & Peucker 1973)
- αποτίμηση της διεργασίας της απλοποίησης με τη βοήθεια χαρτομετρικών μέτρων (McMaster 1986)

de Berg et al. 1998: Επινόησαν αλγόριθμο γενίκευσης γραμμών αξιοποιώντας τη φιλοσοφία δημιουργίας ενός διαδρόμου κατά μήκος των γραμμών που διατηρεί τις τοπικές τοπολογικές σχέσεις

Dettori & Puppo 1996: Καθόρισαν τρόπους με τους οποίους η γενίκευση αλληλεπιδρά με τη γεωμετρία και την τοπολογία της δομής του χάρτη

Brassel & Weibel 1988: Διαμόρφωσαν ένα εννοιολογικό πλαίσιο για τη χαρτογραφική γενίκευση που αρχικά αναφέρεται στη δομή επιφάνειας του χάρτη

Richardson & Thomson 1996: Παρουσίασαν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση γενίκευσης ενός οδικού δικτύου συνδυάζοντας θεματική, γεωμετρική και τοπολογική πληροφορία

Weibel 1992: Διαμόρφωσε μια θεωρητική ώθηση στη γενίκευση της επιφάνειας του εδάφους δομώντας μια προσέγγιση του τοπικού δικτύου Warntz της επιφάνειας και στη συνέχεια εκτελώντας αναλυτικές τροποποιήσεις σε αυτό και κατά συνέπεια στη δομή του σκελετού της επιφάνειας

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

Επιστήμονες που δραστηριοποιούνται στο χώρο της γεωγραφίας αρχικά επινόησαν παραμετρικά μέτρα του σχήματος –συνήθως αποτίμησης συνεκτικών (compactness) χαρακτηριστικών– που θεωρητικά κρίνονται ως ανεπαρκή επειδή επηρεάζονται από τις μονάδες μέτρησης

**Τα μέτρα ανάλυσης του σχήματος για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να είναι αδιάστατα και η αριθμητική τους έκφραση να είναι ανηγμένη, δηλαδή μεταβάλλεται από 0 ως 1 ή από -1 ως 1**

Moellering & Rayner 1982: Επινόησαν ένα αναλυτικό μέτρο εκτίμησης του σχήματος πολυγώνων (Dual Axis Fourier Shape Analysis – DAFSA) βασισμένο σε ανάλυση Fourier με χρήση μιγαδικών συναρτήσεων. Το μέτρο είναι ανεξάρτητο της θέσης, του προσανατολισμού, της κλίμακας, του αριθμού των κορυφών των πολυγώνων και της κορυφής από την οποία ξεκινά η επεξεργασία.

Moellering & Rayner 1984: Στη συνέχεια, ασχολήθηκαν με τη διαδικασία εκτίμησης της συσχέτισης (correlation) του σχήματος δύο πολυγώνων

Clementini & Felice 1997: Διερεύνησαν θεμελιώδη ζητήματα που αφορούν την ανάλυση σχήματος εξετάζοντας τοπολογικές, προβολικές και μετρικές ιδιότητες

Kunii et al. 1997: Ασχολήθηκαν με αποκλείουσες απόψεις σχετικά με τη μοντελοποίηση του σχήματος

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2



## ΧΩΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι πρώτες προσπάθειες σχεδιασμού δομών δεδομένων του χώρου περιορίζονταν στην ψηφιακή καταγραφή της **γεωμετρίας** και μόνον – αρχεία «σπαγγέττι» (spaghetti files)

Στις περισσότερες περιπτώσεις γινόταν άμεση μετάβαση από οντότητες του πραγματικού κόσμου (1<sup>ο</sup> επίπεδο δεδομένων κατά Nyerges) σε ψηφιακές καταγραφές δομής δεδομένων (4<sup>ο</sup> επίπεδο δεδομένων κατά Nyerges), με αποτέλεσμα να είναι αναποτελεσματικές

Αργότερα αναγνωρίστηκε ότι για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των δομών των δεδομένων του χώρου χρειάζεται να ενσωματωθούν σε αυτές **τοπολογικές** έννοιες

Ο Corbett (1979) εισήγαγε για πρώτη φορά έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό δομής δεδομένων για χαρτογραφικές εφαρμογές με ρητές τοπολογικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά

### GBF/DIME (Dual Independent Map Encoding) – U.S. Census Bureau [’60s]

Στη συνέχεια ο Nyerges (1980; 1981; 1991b) και η Peuquet (1984) διαμόρφωσαν ένα ισχυρό θεωρητικά εννοιολογικό πλαίσιο για τη μοντελοποίηση των δεδομένων του χώρου

### TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referenced – U.S. Census Bureau 1/2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΧΩΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η ανάγκη ψηφιακής καταγραφής της επιφάνειας του εδάφους, του πυθμένα της θάλασσας ή άλλων τρισδιάστατων οντοτήτων οδήγησε στη δημιουργία 3-D δομών χωρικών δεδομένων. Οι Peucker και Chrisman (1975) εισήγαγαν την ιδέα του Τριγωνικού Ακανόνιστου Δικτύου (Triangulated Irregular Network – TIN) ως μοντέλου δεδομένων του χώρου.

Ο Dutton (1989) διαμόρφωσε ένα μοντέλο παγκόσμιας χωρικής διαμέρισης (global tessellation)

Ο Nyerges (1981) συνόψισε τις έννοιες που διαμορφώνουν το σχεδιασμό των βάσεων δεδομένων του χώρου στηριζόμενος στα έξι επίπεδα δεδομένων και διατύπωσε ορισμένα ζητήματα σύνταξης (syntactical), σημασιολογικά (semantic), λεκτικά (lexical) και γραφικά (graphic) που σχετίζονται με τα μοντέλα δεδομένων του χώρου.

Ο Molenaar (1998) συγκέντρωσε με συστηματικό τρόπο σε μία έκδοση την έρευνα που έχει διεξαχθεί μέχρι πρόσφατα σε σχέση με τις χαρτογραφικές βάσεις δεδομένων.

Η Richardson (1996a) τεκμηριώνει την ενσωμάτωση χωρικών, σημασιολογικών και χρονικών δεδομένων σε δομές δεδομένων του χώρου, παρέχοντας παραδειγματικά τον τρόπο δόμησης μιας χωρικής βάσης δεδομένων και άμεσης δημιουργίας αφαιρετικών παραγώγων της (Richardson 1996b).

Ο Laurini (1998) εξετάζοντας την παράμετρο της διαλειτουργικότητας (interoperability) των δεδομένων του χώρου ασχολήθηκε με προβλήματα που σχετίζονται με τη συγχώνευση χωρικών βάσεων δεδομένων διατηρώντας την τοπολογική τους συνέχεια. Σήμερα η έρευνα σε αυτόν τον τομέα κατευθύνεται σε αντικειμενοστραφή μοντέλα δεδομένων

2/2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Οι περισσότεροι χαρτογράφοι αντιλαμβάνονται την οπτικοποίηση ως **αναπαράσταση** δεδομένων του χώρου (MacEachren 1995).

Η διαπίστωση αυτή είναι απόλυτα αληθινή αν αναφέρεται σε «πραγματικούς» και όχι εικονικούς χάρτες, όπου σκοπός του χάρτη είναι να μεταφέρει στον αναγνώστη τα δεδομένα του χώρου με **αποτελεσματικό** τρόπο (δηλ. με σαφήνεια και ευκρίνεια).

Παρ' όλα αυτά υπάρχει μια προσέγγιση για την οπτικοποίηση, που μπορεί να χαρακτηριστεί ως **αναλυτική οπτικοποίηση**. Η διαφοροποίηση έγκειται μεταξύ της προσπάθειας αναπαράστασης των δεδομένων (ή επικοινωνίας μεταξύ δεδομένων και αναγνώστη) και της οπτικοποίησης των δεδομένων ως αναπόσπαστο τμήμα μιας διαδικασίας ανάλυσης χωρικών προβλημάτων ή ως τμήμα ενός αποτελέσματος χωρικής ανάλυσης. Η προσέγγιση αυτή ονομάστηκε από τον MacEachren (1995) ως **γεωγραφική οπτικοποίηση** (Geographic Visualisation – GVIS) και εμπίπτει εξ' ολοκλήρου σε αυτό που ονομάζουμε αναλυτική οπτικοποίηση.

Στο πεδίο της αναλυτικής οπτικοποίησης, η τεχνολογία από τη δομή της επιφάνειας του χάρτη συνδυάζεται με ορισμένες αναλυτικές έννοιες ή θεωρίες της δομής βάθους του χάρτη και καταλήγει σε μια αναβαθμισμένη διαδικασία οπτικοποίησης

1/3

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Ο Horn (1982) σε ένα διορατικό άρθρο περιγράφει την πρόοδο της οπτικοποίησης από τα πρώτα βήματα της χαρτογραφίας μέχρι την αξιοποίηση των γραφικών σε περιβάλλον υπολογιστή

Ο Brassel (1974) εργάστηκε σε προβλήματα σκίασης του ανάγλυφου της γήινης επιφάνειας με εικόνες τόνου του γκρι λαμβάνοντας υπόψη τις ατμοσφαιρικές διαφοροποιήσεις σε ορεινές περιοχές

Στη συνέχεια ο Moellering (1989) συνδύασε εικόνες σκίασης του ανάγλυφου με δορυφορικές εικόνες που απεικόνιζαν θεματική πληροφορία

Οι Kirschenbauer και Buchroithner (1999) δούλεψαν πάνω στο ίδιο αντικείμενο παράγοντας ολογραφίες

Με σκοπό την ανάπτυξη αναλυτικών μεθόδων φωτισμού του ανάγλυφου ανεπηρέαστων από τη διεύθυνση φωτισμού όπως δεν συμβαίνει με τις εικόνες τόνων του γκρι, δημιουργήθηκε μια τεχνική με χρήση χρωματικών αποχρώσεων που διατηρούν την ορθή αντίληψη της μορφολογίας του ανάγλυφου ανεξάρτητα της διεύθυνσης φωτισμού (Moellering & Kimerling 1990; Moellering 1993)

2/3

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Το αντικείμενο της οπτικοποίησης του χώρου αναπτύσσεται και επεκτείνεται αξιοποιώντας την εξελισσόμενη τεχνολογία υλικού οπτικοποίησης

Οι MacEachren et al.(1999) παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των εργασιών τους στην ανάπτυξη Βάσεων Δεδομένων Ανακάλυψης Γνώσης (Knowledge Discovery Databases – KDD) που απαρτίζονται από χωρο-χρονικά δεδομένα πολλών μεταβλητών παρέχοντας καινούργια μέσα αξιοποίησης των χωρικών βάσεων δεδομένων της γνώσης συνδεδεμένων μέσω της οπτικοποίησης του χώρου

Τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα και ειδικότερα το περιβάλλον του διαδικτύου (Cartwright 1999) παρέχουν τη δυνατότητα αξιοποίησης αλληλεπιδρόντων (interactive) αναλυτικών οπτικοποιήσεων στη χαρτογραφία και γενικά σε όλες τις επιστήμες του χώρου

Η σημαντικότερη προσφορά στον τομέα των δυναμικών χαρτογραφικών απεικονίσεων προέρχεται από τις ερευνητικές εργασίες των Peterson (1995), MacEachren (1995) και MacEachren & Kraak (1997)

3/3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

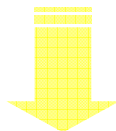
GEO-642-2

## ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από τις αρχές του 1980 αναπτύχθηκαν προσπάθειες να διαμορφωθούν ενοποιημένα σύνολα χωρικών αρχετύπων, ορισμοί χαρακτηριστικών (feature) και ιδιοτήτων (attribute), καθώς και ένας καθολικός μηχανισμός ανταλλαγής δεδομένων του χώρου που μπορεί να ανταλλάξει χωρικές βάσεις δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων με διαφορετικές εσωτερικές δομές χωρικών δεδομένων και αρχιτεκτονικές υπολογιστών



U.S. National Committee for Digital Cartographic Data Standards (Moellering 1982)



American Spatial Data Transfer Standard (NCDSCS 1988)  
Federal Information Processing Standard (FIPS) 173-1

1/2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το 1995 ιδρύθηκε στο Oslo η:  
International Standards Organization Technical Committee 211  
(ISO/TC211 1995)

Η επιτροπή αυτή συνεχίζει το έργο της στα πλαίσια διαμόρφωσης του καθορισμού χωρικών αρχετύπων, σχημάτων δεδομένων του χώρου, ορισμούς χαρακτηριστικών (feature), σχημάτων ιδιοτήτων (attribute), ποιότητας δεδομένων, σχημάτων χρονικών (temporal) δεδομένων, ανταλλαγής δεδομένων, δεδομένων που προέρχονται από εικόνες (imagery) ή κανονικοποιημένα μοντέλα (gridded)

Το έργο της επιτροπής αυτής θα στεφθεί με πλήρη επιτυχία αν καθοριστούν με κατηγορηματικό τρόπο: η σύνταξη (syntax) και οι σημασιολογίες (semantics) των δεδομένων του χώρου καθώς επίσης και οι σχετιζόμενοι με αυτές τελεστές

«... η διαλειτουργικότητα είναι ένα όνειρο για τους χρήστες αλλά και ένας εφιάλτης για αυτούς που αναπτύσσουν συστήματα ...» (Laurini 1998)

2/2

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. Απαιτείται συνέχιση, επέκταση και αποσαφήνιση της χρήσης των χωρικών τελεστών γεινιάσης ειδικά είτε σε σχέση με έννοιες εμπλεκόμενες με τη δομή βάθους της χαρτογραφίας είτε για ακανόνιστες δομές δεδομένων
2. Πολλά από τα στοιχεία της θεωρίας του χώρου που έχουν προέλθει από άλλα επιστημονικά πεδία έχουν υλοποιηθεί στα πλαίσια της αναλυτικής χαρτογραφίας σε κανονικές δομές δεδομένων. Τώρα απαιτείται από τους επιστήμονες που κοινούνται στο χώρο αυτό της αναλυτικής χαρτογραφίας να επεκτείνουν την αξιοποίηση των αρχών αυτών και σε ακανόνιστες δομές δεδομένων. Κατι τέτοιο είναι ιδιαίτερα πρωτοποριακό γιατί η ακανόνιστη δομή δεν χαρακτηρίζεται από γεωμετρική ή τοπολογική ισοτροπία καθώς οι γείτονες μιας οντότητας ποικίλουν σε μέγεθος και αριθμό ανάλογα με την περίπτωση, γεγονός που συμβαίνει και σε διάφορες άλλες χωρικές ιδιότητες
3. Απαιτείται ακόμη συνέχιση και επέκταση της έρευνας σε τρισδιάστατες (3-D) οντότητες του χώρου. Η τρέχουσα αντίληψη συγκροτεί (μοντελοποιεί) τις τρισδιάστατες οντότητες ως σύνθεση συνδυασμών αδιάστατων (0-D), μονοδιάστατων (1-D) ή διδιάστατων (2-D) αρχετύπων. Τα τρισδιάστατα αυτά μοντέλα εκτός της γεωμετρίας απαιτείται να συγκροτούν και τις τοπολογικές ιδιότητες («περιοδικός πίνακας» χωρικών αντικειμένων).
4. Πρόκληση αποτελεί η ανάγκη αντιμετώπισης του χρόνου στις δομές των δεδομένων του χώρου. Πρόσφατα διατυπώνονται ερωτήματα σχετικά με την τοπολογία του χρόνου
5. Η ανάγκη της επιτυχημένης χρήσης από κοινού μεταξύ διαφόρων χρηστών δεδομένων του χώρου προϋποθέτει την επίλυση των προβλημάτων που αφορούν σημασιολογικά ή και διαλειτουργικά προβλήματα

---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

GEO-642-2

#### ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

- Εξέταση των γεω-χωρικών διαστάσεων ολοκλήρωσης του λογισμικού
- Εξέταση των θεμάτων που άπτονται της κλίμακας και της χωρικής ανάλυσης των προβλημάτων που σχετίζονται με το χώρο
- Εξέταση των γεωγραφικών θεμάτων που σχετίζονται με τη διαδικασία δημιουργίας μοντέλων του χώρου
- Εξέταση των ζητημάτων που σχετίζονται με τη χρηστικότητα των λογισμικών διεπαφής χρήστη-υπολογιστή

(Mark 2000)

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bergougnoux, P. 1997. Bridging the gap between computer science and geography. *GeoInformatica* 1(1): 5-9.
- Brassel, K. 1974. A model for automated hill-shading. *The American Cartographer* 1: 15-27.
- Brassel, K., and R. Weibel. 1988. A review and conceptual framework of automated map generalization. *International Journal of Geographic Information Systems* 2(3): 229-244.
- Cartwright, W. 1999. Extending the map metaphor using Web delivered multimedia. *International Journal of Geographic Information Science* 13(4): 335-353.
- Chomsky, N. 1965. *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Chrisman, N. 1999. A transformational approach to GIS operations. *International Journal of Geographic Information Science* 13(7): 617-637.
- Clarke, K. 1990. Map-based transformations (chap. 9); Map data structure transformations (chap, 10). In: *Analytical and computer cartography*, 1st ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. 334 p.
- Clarke, K., and D. Schweitzer. 1991. Measuring the fractal dimension of natural surfaces using a robust fractal estimator. *Cartography and Geographic Information Systems* 18(1): 45-52.
- Clementini, E., and P. Felice. 1997. A global framework for qualitative shape description, *GeoInformatica* 1: 11-27.
- Corbett, J. 1979. *Topological principles in cartography*. Technical Paper 48. U.S. Bureau of the Census. 50 p.
- deBerg, M., M. van Kreveld, and S. Schirra. 1998. Topologically correct subdivision simplification using bandwidth criterion, *Cartography and Geographic Information Systems* 25(4): 243-257.
- Dettori, G., and E. Puppo. 1996. How generalization interacts with the topological and metric structure of maps. In: *Proceedings, 7th International Symposium on Spatial Data Handling*, Vol. II, pp. 9A.27 - 9A.38.
- Dougherty, D., and H. Moellering. 1996. Using the 2-dimensional Fourier transform for numerical terrain analysis. In: *1996 ACSM Technical Papers, Vol. 3: Proceedings: Surveying & Cartography*. pp. 268- 277.
- Douglas, E., and T. Peucker. 1973. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitised line or its caricature. *The Canadian Cartographer* 10(2): 112-123.
- Duckham, M., and J. Drummond. 2000. Assessment of error in digital vector data using fractal geometry. *International Journal of Geographical Information Science* 14(1): 67-84.
- Dutton, G. 1981. Fractal enhancement of cartographic line detail. *The American Cartographer* 8: 23-40.
- Dutton, G. 1989. Modeling locational uncertainty via hierarchical tessellation. In: Goodchild, M., and S. Gopal (eds.), *Accuracy of spatial databases*, New York, New York: Taylor and Francis. pp. 123-140.
- Farrier, T., G. Tuell, and C. Heipke. 1995. Introduction to edge detection by wavelet analysis. In: Heipke (ed.), *From digital images to spatial objects, Report No. 433*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University. pp. 51-66.
- Frank, A. 2000. Geographic information science: New methods and technology. *Journal of Geographical Systems* 2(1): 99-105.
- Franklin, W.R. 2000. Applications of analytical cartography. *Cartography and Geographic Information Science* 27(3): 225-237.

- Goodchild, M. 1980. Fractals and the geographical measures. *Mathematical Geology* 12: 85-98.
- Goodchild, M. 1990. Spatial information science: Keynote address. In: *Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling*, Zürich, Switzerland. Vol. 1, pp. 3-12.
- Goodchild, M., and D. Mark. 1987. The fractal nature of geographical phenomena. *Annals of the Association of American Geographers* 77(2): 265-278.
- Guptill, S. 1978. An optimal filter for maps showing nominal data. *Journal of Research of the U.S. Geological Survey* 6(2): 161-167.
- Holloway, J. 1961. Smoothing and filtering of time series and space fields. In: *Advances in geophysics*. New York, New York, Academic Press. pp. 351-389.
- Horn, B. 1982. Hillshading and the reflectance map. *Geo-Processing* 2: 65-146.
- ISO/TC211. 1995. International Standards Organization Technical Committee 211-Geographic Information/ Geomatics. See URL <http://www.statkart.no/isotc211/>.
- Kimerling, A.J. 1989. Cartography. In: Gaile, G., and C. Willmott (eds.), *Geography in America*. Columbus, Ohio: Merrill Publishing Co. pp. 686-718.
- Kirschenbauer, S., and M. Buchroithner. 1999. Real 3D Technologies for Relief Description. In: *Proceedings, 19th International Cartographic Conference*, Ottawa, Canada. Vol. 2, pp. 975-981.
- Kunii, T., B. Falcidieno, and V. Savchenko (eds). 1997. *International Conference on Shape modeling and Applications*, Proceedings. Los Alamitos, USA: IEEE Computer Society Press.
- Lam, N. 1983. Spatial data interpolation methods: A review. *The American Cartographer* 10(2): 129-149.
- Laurini, R. 1998. Spatial multi-database topological continuity and indexing: A step towards seamless GIS data intreroperability. *International Journal of Geographical Information Science* 12(4): 373-402.
- Lin, F-T. 1998. Many sorted algebraic data models for GIS. *International Journal of Geographical Information Science* (12)8: 765-788.
- MacEachren, A. 1995. *How maps work: Representation, visualization and design*. New York, New York: Guilford Press. 513 p.
- MacEachren, A., and M. Kraak (eds.). 1997. Exploratory cartographic visualization: Special issue. *Computer & GeoSciences* 23(4): 335-494.
- MacEachren, A., M. Wachowicz, R. Edsall, D. Haug, and R. Masters. 1999. Constructing knowledge from multivariate spatiotemporal data: Integrating geographical visualization with knowledge discovery in database methods. *International Journal of Geographical Information Science* (13)4: 311-334.
- Maître, H., and J. Zinn-Justin (eds.) 1996. *Progress in picture processing - Les progrès du traitement des images*. Proceedings of the UJFG NATO Advanced Study Institute, 1992. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. 348 p.
- Mandelbrot, B. 1967. How long is the coastline of Britain? *Science* 156: 636-638.
- Mandelbrot, B. 1977. *Fractals: Form, chance, and dimension*. San Francisco, California: W.H. Freeman and Co. 365 p.
- Marble, D. 1979. Integrating cartographic and geographic information systems education. *Proceeding, 39<sup>th</sup> Annual Meeting of ACSM*, Washington, D.C., 1979. pp. 493-499.
- Mark, D. 2000. Geographic information science: Critical issues in an emerging cross-disciplinary research domain. *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association* 12(1): 45-54.
- McArthur, D., R. Fuentes, and V. Devarajan. 2000. Generation of hierarchical multiresolution terrain databases using wavelet filtering. *Photogrammetric Engineering & Remote*

- Sensing* 66(3): 287-295.
- McMaster, R.B. 1986. A Statistical Analysis of Mathematical Measures for Linear Simplification. *The American Cartographer* 13(2): 103-116.
- Miyashita, T., Y. Kasahara, and T. Tsurutari. 1985. A method of regional information overlay. *NEC Research & Development* 77: 22-30.
- Moellering, H. 1977. Real and virtual maps. Paper presented to the 73rd Annual Meeting of the Association of American Geographers, Salt Lake City, Utah.
- Moellering, H. 1980. Strategies of real-time cartography. *The Cartographic Journal* 17(1): 12-15.
- Moellering, H. (ed.). 1982. *Papers from the joint ACSM/ASPRS Session on Digital Cartographic Data Standards at the 1982 Meeting of the American Congress on Surveying and Mapping, Denver Colorado. Report # 1: Issues in digital cartographic data standards.* National Committee for Digital Cartographic Data Standards, Columbus, Ohio.
- Moellering, H. 1984. Real maps, virtual maps and interactive cartography. In: Gaile, G.L., and C.J. Willmott (eds.). *Spatial statistics and models.* Dordrecht, The Netherlands: Reidel Publishing. pp. 109-131.
- Moellering, H. 1989. An analytical approach to the cartographic display of satellite data in two and three dimensions. In: *Proceedings of the 14th ICA World Cartographic Conference, Budapest, Hungary, 1989.*
- Moellering, H. 1993. MKS-ASPECT™ - A new way of rendering cartographic Z surfaces. In: *Proceedings of the 16th International Cartographic Conference, Köln, Germany. Vol. 1, pp. 675-681.*
- Moellering, H. 2000. The Scope and Conceptual Content of Analytical Cartography. *Cartography and Geographic Information Science* 27(3): 205-223.
- Moellering, H., and J. Kimerling. 1990. A new digital slope-aspect display process. *Cartography and Geographic Information Systems* 17(2): 151-159.
- Moellering, H., and J. Rayner. 1982. The dual axis Fourier shape analysis of closed cartographic forms. *The Cartographic Journal* 19(1): 53-59.
- Moellering, H., and J. Rayner. 1984. The harmonic comparison of cartographic shapes using dual axis Fourier analysis (DAFSA). In: *Proceedings of the 12th International Cartographic Congress, Perth, Australia. pp. 523-532.*
- Molenaar, M. 1998. An introduction to the theory of spatial object modeling for GIS. London, U.K.: Taylor and Francis, 246 p.
- Morrison, J. 1974. Philosophical-technical aspects of thematic cartography. *The American Cartographer* 1(1): 5-14.
- NCDCDS (National Committee for Digital Cartographic Data Standards). 1988. The proposed standard for digital cartographic data. *The American Cartographer* 14(1): 142 p.
- Nyerges, T. 1980. Modelling the structure of cartographic information for query processing. Unpublished Ph.D. dissertation, Ohio State University, Columbus, Ohio. 203 p.
- Nyerges, T. 1981. Cartographic information modeling as a theoretical basis for cartographic data structures. Paper presented to the Second International HDBS Seminar, Richmond, Virginia, 1981.
- Nyerges, T. 1991a. Analytical map use. *Cartography and Geographic Information Systems* 18(1): 11-22.
- Nyerges, T. 1991b. Geographic information abstractions: Conceptual clarity for geographic modeling. *Environment and Planning A* 32: 1483-1499.
- Outcalt, S., K. Hinkel, and F. Nelson. 1994. Fractal physiography? *Geomorphology* 11: 91-106.
- Palma, D., and R. Bendetti. 1998. A transformational view of spatial data analysis.



- Geographical Systems* 5: 199-220.
- Peterson, M. 1995. *Interactive and animated cartography*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, New Jersey. 257 p.
- Peucker, T., and N. Chrisman. 1975. Cartographic data structures. *The American Cartographer* 2(1): 55-69.
- Peucker, T., and D. Douglas. 1975. Detection of surface-specific points by local parallel processing of discrete terrain elevation data. *Computer Graphics and Image Processing* 4: 375-387.
- Peuquet, D. 1984. A conceptual framework and comparison of spatial data models. *Cartographica* 21(4): 66-113.
- Richardson, L. 1961. The problem of contiguity. *General Systems Yearbook* 6: 139-187.
- Richardson, D. (ed.). 1996a. Spatial semantic, and temporal data integration for application in remote sensing and geographic information systems, Monograph 47. *Cartographica* 33(1): 105 p.
- Richardson, D. 1996b. Automatic processes in database building and subsequent automatic abstractions. In: Richardson, D. (ed.), Spatial semantic, and temporal data integration for application in remote sensing and geographic information systems, Monograph 47. *Cartographica* 33(1): 41-54.
- Richardson, D., and R. Thomson. 1996. Integrating thematic, geometric, and topologic information in the generalization of road networks. Monograph 47. *Cartographica* 33(1): 75-83.
- Rosenfeld, A., and A. Kak. 1982. *Digital picture processing*, 2nd ed. New York, New York: Academic Press.
- Saalfeld, A. 2000. Complexity and intractability: Limitations to implementation in analytical cartography. *Cartography and Geographic Information Science* 27(3): 239-249.
- Shelberg, M., H. Moellering, and N. Lam. 1982. Calculating the fractal dimensions of empirical cartographic curves. In: *Proceedings of the Fifth International Symposium on Computer-Assisted Cartography (AUTO-CARTO 5)*, Crystal City, Virginia, 1982. pp. 481-490.
- Tobler, W. 1961. Map transformations of geographic space. Unpublished Ph. D. dissertation, University of Washington, 183 p.
- Tobler, W. 1965. Computation of the correspondence of geographical patterns. *1964 Papers of the Regional Science Association* 15: 131-139.
- Tobler, W. 1969. The spectrum of U.S. 40. *Papers of the Regional Science Association* XXIII: 45-52.
- Tobler, W. 1973. A continuous transformation useful for districting, *Annals, New York Academy of Sciences* 119: 215-230.
- Tobler, W. 1978. The comparison of plane forms. *Geographical Analysis* X(2): 154-172.
- Tobler, W. 1979a. A transformational view of cartography. *The American Cartographer* 6(2): 101-110.
- Tobler, W. 1979b. Cartograms and cartosplines. In: *Proceedings, 1976 Workshop on Automated Cartography and Epidemiology*, Washington, D.C., Department of Health, Education & Welfare. pp. 53-58.
- Tobler, W. 1986. Pseudo-cartograms. *The American Cartographer* 13(1): 43-50.
- Tobler, W. 1994. Bidimensional regression. *Geographical Analysis* 26(2): 186-212.
- Tobler, W. 2000. The development of analytical cartography: A personal note. *Cartography and Geographic Information Science* 27(3): 189-194.
- Toriwaki, J., and T. Fukumura. 1978. Extraction of Structural information from grey pictures. *Computer Graphics and Image Processing* 7: 30-51.
- Van Roessel, J. 1991. A new approach to plane-sweep overlay: Topological structuring and

- line-segment classification. *Cartography and Geographic Information Systems* 18(1): 49-67.
- Wagner, D. 1988. A method of evaluating polygon overlay algorithms. In: *Proceedings, ACSM/ASPRS Annual Convention*, St. Louis, Missouri, 1988. pp. 173-183.
- Wartz, W. 1966. The topology of a socio-economic terrain and spatial flows, *Papers of the Regional Science Association* 17: 47-61.
- Wasilenko, M., and H. Moellering. 1977. *An information theoretic model for the derivation of choropleth classes*. Discussion Paper #56, Department of Geography, Ohio State University.
- Weibel, R. 1992. Models and experiments for adaptive computer terrain generalization. *Cartography and Geographic Information Systems* 19(3): 133-153.
- Wilcox, D., and H. Moellering. 1995. Pass location to facilitate the direct extraction of Warntz networks from grid digital elevation models. In: *Proceedings of the 12th International Symposium on Computer-Assisted Cartography (AUTO-CARTO 12)*. ACSM Technical Papers. Vol. 4, pp. 22-31.
- Young, T., and K-S. Fu. 1986. *Handbook of pattern recognition and image processing*. New York, New York: Academic Press.