

ΠΥΡΡΑΓΩΝΙΣΤΑ
ΥΠΕΡΤΗΛΕΣ

ΟΛΥΜΠΙΑΝΑ
ΠΕΤΡΑΔΑΤΕ

ΑΠΕΡΟΤΟΓΩΝΙΝΟΤ

ΕΛΕΓΧΗ
ΑΠΕΡΟΤΟΓΩΝ
ΑΠΕΡΟΤΟΓΩΝ

ΚΑΤΗ
ΕΛΕΓΧΟΤΕΛ

ΕΛΕΓΧΗ
ΕΛΕΓΧΟΤΕΛ

Περιεχόμενα

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά.	23
1.2. Ιστορική αναδρομή	26
1.3. Η κατάσταση στην Ελλάδα	30

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

2.1. Γενικά.	35
2.2. Χωρικά και περιγραφικά δεδομένα.	36
2.2.1. Χωρικά Δεδομένα	36
2.2.2. Περιγραφικά μη χωρικά δεδομένα	40
2.3. Η φιλοσοφία των GIS	41
2.4. Η πολιτική φύση του GIS.	44
2.5. Η επιστήμη της επίλυσης γεωγραφικών προβλημάτων.	45
2.6. Πληροφοριακά Συστήματα	49
2.7. Υπολογιστικά συστήματα.	51
2.8. Σχεδιαστικά προγράμματα CAD, Computer Aided Design)	53
2.9. Χαρτογραφία με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή	54
2.10. Συσχετιζόμενες τεχνολογίες	59
2.10.1. Τηλεπισκόπηση (Remote Sensing)	59
2.10.2. Παγκόσμιο Σύστημα Πλοήγησης και Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning and Navigation System).	60

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

3.1. Εισαγωγή	65
3.2. Βάσεις Δεδομένων και Συστήματα Διαχείρισης (Data Base Management System-Εικ. 3.1).	68
3.2.1. Εισαγωγή	68
3.2.2. Ιεραρχική Βάση δεδομένων (hierarchical data model)	69
3.2.3. Το μοντέλο δεδομένων δικτύου (network data model)	71
3.2.4. Το σχεσιακό μοντέλο	72
3.2.5. Αντικειμενοστρεφείς βάσεις δεδομένων (object oriented data bases)	75
3.2.6. Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ-DBMS).	77
3.2.7. Ο ορισμός της αβεβαιότητας στα δεδομένα, τις διαδικασίες και την μοντελοποίηση	79
3.3. Γενικά χαρακτηριστικά ενός ΓΣΠ.	83
3.4. Χωρικά μοντέλα δεδομένων	86
3.4.1. Το ψηφιδωτό μοντέλο	87
3.4.2. Τύποι δεδομένων ψηφιδωτών αρχείων (the raster data model)	93
3.4.3. Αλγεβρα χαρτών (ηράξεις μεταξύ ψηφιδωτών αρχείων)	96
3.4.4. Το διανυσματικό μοντέλο (the vector data model)	98
3.4.4.1. Το μοντέλο spaghetti	100
3.4.4.2. Το τοπολογικό μοντέλο (topological model).	100
3.4.5. Δημιουργία τριμεταβλητών κανάβων	101
3.4.5.1. Τριγωνικό Ακανόνιστο Δίκτυο (Triangulated Irregular Network (TIN)).	102
3.4.5.2. Μέθοδος Αντιστρόφων Αποστάσεων (Inverse Distance Weighiting)	104
3.4.5.3. Μέθοδος Spline	105
3.4.5.4. Μέθοδος Kriging	106
3.5. Προβολικά συστήματα	111
3.5.1. Εισαγωγή	111
3.5.2. Βασικές έννοιες	114
3.5.3. Προβολικά Συστήματα.	120

3.6. Γεωαναφορά (Georeferencing)	123
3.7. Οργάνωση χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων των γεωγραφικών στοιχείων	125
3.7.1. Γιατί η διασύνδεση των δεδομένων είναι σημαντική	126
3.7.2. Οργάνωση χαρτογραφικών δεδομένων	129
3.7.3. Γεωβάσεις	134
3.8. Αναπαράσταση σχέσεων	135
3.8.1. Χωρικές σχέσεις	135
3.8.2. Λειτουργικές σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών στοιχείων και των ιδιοτήτων τους	135
3.8.3. Λογικές σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών στοιχείων και των ιδιοτήτων τους	136
3.8.4. Τοπολογικές σχέσεις	136
3.9. Χωρική ανάλυση και μοντελοποίηση διανυσματικών και ψηφιδωτών δεδομένων	144
3.9.1. Μοντέλα δεδομένων	145
3.9.2. Επίπεδα μοντελοποίησης	145
3.9.3. Βασικές διαδικασίες	147
3.9.4. Προχωρημένες και ειδικές εφαρμογές: σε σύγκριση με τις βασικές εφαρμογές	147
3.10. Βασικές λειτουργίες ενός GIS	148
3.10.1. Οι μετρήσεις απόστασης-συνδεσιμότητας (Distance and connectivity measurement)	149
3.10.2. Οι λειτουργίες επαναταξινόμησης	149
3.10.3. Λειτουργίες υπέρθεσης	150
3.10.4. Λειτουργίες συγχώνευσης	150
3.10.5. Ο χαρακτηρισμός γειτνίασης (Neighbourhood characterization)	151
3.10.6. Λειτουργία δημιουργίας «ζωνών» (buffer zones)	152
3.10.7. Ανάκτηση δεδομένων (Data retrieval)	153
3.10.8. Χαρτογραφική γενίκευση (Map generalization)	153
3.10.9. Χαρτογραφική αφαίρεση (Map abstraction)	154
3.10.10. Διαχείριση φύλλων χάρτη (Map sheet Manipulation)	154

3.10.11. Σύνθεση και ομογενοποίηση πολυγώνων (Polygon overlay/ dissolve)	154
3.10.12. Μετρήσεις μεγεθών (Measurement).	154
3.10.13. Ανάλυση δεδομένων μορφής κανάβου (Grid cell analysis)	155
3.10.14. Ανάλυση Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (Digital Terrain Analysis).	156

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1. Εισαγωγή	157
4.2. Είσοδος δεδομένων	161
4.2.1. Εισαγωγή	161
4.2.2. Ψηφιοποίηση με το χέρι	161
4.2.3. Ψηφιοποίηση στην οθόνη του υπολογιστή	162
4.2.4. Αυτόματη ψηφιοποίηση.	162
4.3. Εξοδος δεδομένων	163
4.3.1. Διαδικασίες	164
4.3.2. Μονάδες εξόδου	167

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5. ΕΜΠΕΙΡΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

5.1. Έμπειρα Συστήματα	171
5.1.1. Εισαγωγή	171
5.1.2. Είδη συστημάτων λήψης απόφασης	173
5.1.2.1. Περιγραφική Ανάλυση Απόφασης (Descriptive Decision Analysis).	173
5.1.2.2. Ελεγχόμενη ανάλυση της απόφασης (Prescriptive Decision Analysis)	174
5.1.3. Ορισμοί διαδικασιών και στοιχείων των ΣΥΛΑ.	175
5.1.3.1. Απόφαση (Decision).	175
5.1.3.2. Κριτήριο (Criterion)	175

5.1.3.3. Παράγοντες (factors)	175
5.1.3.4. Περιορισμοί (constraints)	176
5.1.3.5. Κανόνας απόφασης (Decision rule)	176
5.1.4. Συναρτήσεις επιλογής (Choice function).	176
5.1.4.1. Ευρετική επιλογή (Choice Heuristic)	177
5.1.4.2. Συνάρτηση στόχου ή αντικειμενική συνάρτηση (objective function).	177
5.1.5. Αξιολόγηση (evaluation).	178
5.1.5.1. Αξιολόγηση με βάση πολυκριτήρια (multi-criteria evaluation).	178
5.1.5.2. Αξιολόγηση με βάση πολυστόχους (Multi-objective evaluation)	178
5.1.5.3. Αλληλοσυμπληρούμενοι στόχοι (complementary objectives).	178
5.1.5.4. Ανταγωνιστικοί στόχοι (Conflicting objectives)	179
5.1.6. Αβεβαιότητα και Επικινδυνότητα (Uncertainty and Risk)	179
5.1.6.1. Αβεβαιότητα βάσης δεδομένων (database uncertainty)	180
5.1.6.2. Αβεβαιότητα κανόνα απόφασης (Decision rule uncertainty)	180
5.1.6.3. Κίνδυνος (risk).	181
5.1.7. Τυπολογία των αποφάσεων	181
5.1.8. Λήψη αποφάσεων με βάση πολυκριτήρια και με τη χρήση GIS.	182
5.1.9. Εξομάλυνση δεδομένων (standarization).	182
5.1.10. Βάρη κριτηρίων (Criterion weights).	183
5.2. Η Τεχνητή Νοημοσύνη και τα Έμπειρα Συστήματα στη Δημιουργία Βάσης Γνώσης για την Υποστήριξη Λήψης Αποφάσεων	183
5.2.1. Εισαγωγή	183
5.2.2. Βασικές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης	185
5.2.3. Έμπειρα Συστήματα	185
5.2.4. Λειτουργίες ενός Έμπειρου Συστήματος	188

5.2.5. Δομή ενός Εμπειρικού Συστήματος	189
5.2.5.1. Βάση Γνώσης	190
5.2.5.2. Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων (ΜΕΣ).	191
5.2.5.3. Γραφικό Περιβάλλον Επικοινωνίας με τον χρήστη (ΓΠΕ).	193
5.2.6. Σύγκριση Συμβατικού Προγραμματισμού και Εμπειρών Συστημάτων	194
5.2.7. Κέλυφος ανάπτυξης του Εμπειρικού Συστήματος Flex.	195
5.2.8. Αναπαράσταση της γνώσης	196

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 6. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

6.1. Εισαγωγή	201
6.2. Πολυκριτήρια μοντέλα.	208
6.3. Παράδειγμα επίλυσης πολυκριτηρίου μοντέλου	210
6.3.1. Βαθμονόμηση κριτηρίων	210
6.3.2. Καθορισμός από τον χρήστη της σημασίας που προσδίδει σε κάθε κριτήριο, ανάλογα με τους στόχους της έρευνας, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα κριτήρια.	212
6.3.3. Υπολογισμός του βάρους κάθε κριτηρίου.	212
6.3.4. Επίλυση του γραμμικού πολύ-κριτηρίου σταθμισμένου μοντέλου για την εξαγωγή του Δείκτη Αξιολόγησης ή Απόφασης (Evaluation ή Decision Index) για κάθε κοινότητα και για κάθε ομάδα κριτηρίων	213

Τηλεπισκόπηση

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η τηλεπισκόπηση ως εργαλείο μελέτης των φυσικών πόρων.	217
1.2. Σύντομη ιστορική ανασκόπηση της τηλεπισκόπησης	222

1.2.1. Εισαγωγή	222
1.2.2. Δορυφόροι και απεικονιστές μέχρι το 2000.	223
1.2.3. Σύγχρονοι (μετά το 2000) και μελλοντικοί απεικονιστές . . .	228
1.3. Δορυφόροι Παρατήρησης Γης (Earth Observation Satellites). . .	231
1.3.1. ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ	232
1.3.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ.	237
1.3.3. ΙΝΔΙΚΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ	240
1.3.4. ΣΕΙΡΑ ΙΑΠΩΝΙΚΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ	242
1.3.5. ΡΩΣΙΚΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ	244
1.3.6. ΚΑΝΑΔΙΚΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ.	246
1.3.7. 3ης ΓΕΝΙΑΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ (σε τροχιά ή για προσεχή εκτόξευση)	247
1.3.8. Ομάδα Δορυφόρων Παρακολούθησης Καταστροφών (Disaster Monitoring Constellation-DMC).	253
1.4. Δορυφορικοί απεικονιστές και τρόποι καταγραφής των δεδομένων εδάφους	257
1.4.1. Παθητικά συστήματα τηλεπισκόπησης	257
1.4.2. Ενεργητικά συστήματα τηλεπισκόπησης	260
1.4.3. Συστήματα Laser (LIDAR)	262
1.4.4. Υπερφασματικοί απεικονιστές.	267
1.5. Τρόπος λήψης δορυφορικών εικόνων	270
1.6. Τροχιές δορυφόρων	273
1.6.1. Πολική τροχιά	273
1.6.2. Ηλιοσύγχρονοι δορυφόροι	274
1.6.3. Γεωσύγχρονη τροχιά	275

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ

2.1. Εισαγωγή	277
2.2. Μέτρηση της ανακλώμενης ακτινοβολίας	285
2.3. Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα του φάσματος	291
2.4. Μορφές ακτινοβολίας	293
2.5. Θερμικό υπέρυθρο φάσμα	294

2.6. Θερμικές ιδιότητες των υλικών	295
2.7. Επίδραση της βλάστησης και του νερού	297
2.8. Ανάλυση δεδομένων σε διάφορες ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος	298
2.8.1. Δεδομένα στο ορατό και εγγύς υπέρυθρο	298
2.8.2. Δεδομένα στο θερμικό υπέρυθρο φάσμα	299
2.8.3. Δεδομένα στην περιοχή των μικροκυμάτων	300
2.9. Μελέτη χαρακτηριστικών ακτινοβολίας διαφόρων βιοφυσικών χαρακτηριστικών	301
2.9.1. Χαρακτηριστικά ακτινοβολίας των διαφόρων βιοφυσικών στοιχείων της επιφάνειας της γης	301
2.9.2. Βιοφυσικά ή άλλα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την ακτινοβολία	302
2.9.3. Αμεσα παρατηρούμενες ιδιότητες υπαίθρου	303
2.9.4. Χαρακτηριστικά μορφολογίας	303
2.9.5. Έδαφος	304
2.9.6. Ιδιότητες βλάστησης	311
2.9.7. Αλληλεπίδραση χωρικής και ραδιομετρικής διακριτικής ικανότητας	312

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3. ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

3.1. Εισαγωγή - γενικές αρχές - ορισμοί	315
3.2. Συστήματα (υπολογιστές και λογισμικό) επεξεργασίας εικόνας	324
3.3. Η ψηφιακή εικόνα και τα χαρακτηριστικά της	325
3.4. Επεξεργασία εικόνας	330
3.4.1. Προεπεξεργασία εικόνας	331
3.4.1.1. Ραδιομετρικές διορθώσεις (radiometric corrections)	331
3.4.1.2. Γεωμετρικές διορθώσεις (Geometric corrections)	334
3.4.1.3. Ατμοσφαιρικές διορθώσεις (atmospheric corrections)	338
3.4.1.4. Τοπογραφικές διορθώσεις	345
3.4.2. Ραδιομετρική ενίσχυση-Ανάκτηση και βελτίωση εικόνας	353
3.4.2.1. Διαχείριση αντίθεσης (contrast manipulation)	354

3.4.2.2. Διαχείριση χωρικών στοιχείων (Spatial feature manipulation)	358
3.4.2.3. Διαχείριση πολλαπλών εικόνων (Multi-image manipulation).	366

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

4.1. Εισαγωγή	389
4.2. Γενικά για μεθόδους ταξινόμησης	393
4.2.1. Επιβλεπόμενη σε σχέση με τη μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση	393
4.2.2. "Ανελαστικοί" σε σχέση με "Ελαστικούς" Ταξινομητές	394
4.2.3. Πολυκρασματικοί σε σχέση με Υπερφασματικούς Ταξινομητές	397
4.3. Ανελαστικοί Ταξινομητές	398
4.3.1. Επιβλεπόμενη ταξινόμηση (supervised classification)	398
4.3.2. Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση (unsupervised classification)	409
4.4. Ελαστικοί ταξινομητές (soft classifiers)	413
4.4.1. Εισαγωγή	413
4.4.2. Ταξινομητές ασαφούς λογικής (fuzzy classifiers).	415
4.4.3. Αντικειμενοστρεφής ταξινόμηση εικόνας	423
4.4.4. Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks).	428
4.5. Ακρίβεια ταξινόμησης	430
4.5.1. Ακρίβεια δεδομένων εκπαίδευσης	430
4.5.2. Εκτίμηση Ακρίβειας (Accuracy Assessment)	431
4.5.3. Μέγεθος δείγματος, κλίμακα και χωρική μεταβλητότητα.	436

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5. ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

5.1. Εισαγωγή	439
5.2. Μείωση του φαινομένου της κροκιδωτής υφής (speckle texture).	442
5.3. Ομογενοποίηση φωτεινότητας	443
5.4. Δημιουργία σκίασης λόγω ανάγλυφου (shadow effect)	444
5.5. Ανάκλαση βλάστησης-εδάφους	446

5.6. Βασικές αρχές της φασματικής συμπεριφοράς της βλάστησης και του εδάφους στην περιοχή των μικροκυμάτων	447
5.7. Διεσδυτικότητα μικροκυματικής ακτινοβολίας	448
5.8. Πόλωση radar και γωνία πρόσπτωσης	449
5.9. Φασματικές ταυτότητες σε εικόνες radar	451

Παραδείγματα Εφαρμογών

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΩΚΕΑΝΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΞΗΡΟΤΗΤΑΣ-ΥΓΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	455
--	-----

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ (VECTOR MODEL) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΕΛΛΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΚΟΛΥΜΒΑΡΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ	471
---	-----

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ	489
---	-----

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ Γ.Π.Σ.	505
--	-----