

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή

1.1 Ορισμός και ιστορική αναδρομή.....	1
1.2 Εφαρμογές.....	4
1.2.1 Παρατήρηση ωκεανών	5
1.2.2 Οικολογία.....	6
1.2.3 Εφαρμογές σε ανίχνευση ορυκτών πόρων	12
1.2.4 Τεκτονική πλακών.....	15
1.2.5 Μελέτη βλάστησης.....	16
1.3 Προοπτικές της Τηλεπισκόπησης	16
1.3.1 Νομικά θέματα	16
1.3.2 Εντοπισμός	17
1.3.3 Πληροφορική των Γεωεπιστημών.....	18
1.3.4 Διαχείριση της γης.....	18
1.4 Ερωτήσεις	19
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	20

2. Βασικές έννοιες

2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.....	22
2.2.1 Γενικά.....	22
2.2.2 Κύρια τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.....	24
2.3 Ορολογία για τη μέτρηση της ακτινοβολίας.....	30
2.4 Νόμοι της ακτινοβολίας.....	34
2.5 Πόλωση.....	40
2.6 Σύμφωνη και μονοχρωματική ακτινοβολία	43
2.7 Φαινόμενο Doppler	44
2.8 Αλληλεπιδράσεις με επιφάνειες.....	46
2.8.1 Γενικά.....	46
2.8.2 Ανάκλαση	47
2.8.3 Διαπερατότητα.....	48
2.8.4 Φασματικές ιδιότητες των αντικειμένων	51
2.9 Αλληλεπιδράσεις με την ατμόσφαιρα.....	52
2.9.1 Γενικά	52
2.9.2 Διάθλαση	53
2.9.3 Σκέδαση	53
2.9.4 Απορρόφηση.....	56
2.10 Δίοδοι της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα	57
2.11 Διαχωριστική ικανότητα και δειγματοληψία	58
2.12 Ερωτήσεις	64
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	64

3. Αεροφωτογραφία

3.1 Γενικά.....	67
3.2 Χαρακτηριστικά αεροφωτογραφιών.....	70
3.2.1 Εστιακή απόσταση.....	70
3.2.2 Έκθεση.....	70
3.2.3 Φωτογραφική διαχωριστική ικανότητα.....	71
3.3 Τύποι φωτογραφικών μηχανών.....	73
3.3.1 Βασικά μέρη της μηχανής.....	73
3.3.2 Κατηγορίες αεροφωτογραφιών ανάλογα με τον προσανατολισμό.....	74
3.3.3 Κατηγορίες ανάλογα με το φιλμ.....	75
3.3.4 Κατηγορίες ανάλογα με τους φακούς.....	76
3.4 Μετρήσεις στις αεροφωτογραφίες.....	76
3.4.1 Φωτογραφική κλίμακα.....	78
3.4.2 Μετατόπιση αναγλύφου.....	79
3.4.5 Σχεδιασμός και εκτέλεση αεροφωτογραφήσεων.....	81
3.4.6 Υπολογισμός υψών από τη στερεοσκοπική παράλλαξη.....	83
3.5 Ερωτήσεις.....	85
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	86

4. Ηλεκτροπτικοί ανιχνευτές

4.1 Εισαγωγή.....	87
4.2 Ταξινόμηση ανιχνευτών ακτινοβολίας.....	88
4.3 Μέτρα της συμπεριφοράς των ανιχνευτών.....	91
4.4 Εικονοληπτικά συστήματα.....	93
4.4.1 Συστήματα σάρωσης γραμμών.....	94
4.4.2 Συστήματα διανυσματικής καταγραφής.....	97
4.4.3 Συστήματα εικονοληπτικών Radar.....	99
4.5 Δορυφορικά συστήματα.....	99
4.6 Το σύστημα Landsat.....	100
4.6.1 Εισαγωγή.....	100
4.6.2 Τροχιές.....	101
4.7 Οι δορυφόροι Landsat 1, 2 και 3.....	103
4.7.1 Τροχιές και εδαφική κάλυψη.....	103
4.7.2 Συστήματα υποστήριξης.....	104
4.7.3 Το σύστημα RBV.....	105
4.7.4 Ο Πολυφασματικός σαρωτής MSS του Landsat.....	106
4.8 Οι δορυφόροι Landsat 4,5 και 7.....	111
4.8.1 Τροχιά και κάλυψη.....	111
4.8.2 Θεματικός χαρτογράφος TM.....	113
4.9 Ψηφιακές εικόνες.....	116
4.9.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	116
4.9.2 Πλαίσιο και προϊόντα της εικόνας.....	118
4.9.3 Διάθεση εικόνων.....	118
4.9.4 Παγκόσμιο σύστημα αναφοράς WRS.....	118
4.9.5 Ερμηνεία των εικόνων Landsat.....	119
4.10 Ο δορυφόρος Spot.....	120
4.11 Το ρωσικό σύστημα KVR-1000.....	125

4.12 Ο δέκτης Skylab S-192	125
4.13 Ο ιαπωνικός δορυφόρος MOS	125
4.14 Ο ινδικός δορυφόρος IRS	126
4.15 Συστήματα αεροσκαφών	127
4.15.1 Γενικά	127
4.15.2 Εναέρια και δορυφορικά συστήματα	129
4.15 Μελλοντικά συστήματα	131
4.16 Ερωτήσεις	134
Βιβλιογραφία και αναφορές	135

5. Εικόνες στο θερμικό υπέρυθρο

5.1 Εισαγωγή	137
5.2 Θερμικές ιδιότητες υλικών	139
5.2.1 Ορισμοί	139
5.2.2 Επιδράσεις στις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις	146
5.3 Τεχνολογία θερμικών ανιχνευτών	148
5.3.1 Γενικά	148
5.3.2 Θερμικά ραδιόμετρα	150
5.3.3 Συστήματα θερμικών καταγραφών	152
5.3.4 Ραδιόμετρα μικροκυμάτων	154
5.3.5 Θερμικοί σαρωτές	158
5.5 Η θερμική εικόνα και η ερμηνεία της	161
5.6 Διεξαγωγή υπέρυθρων διασκοπήσεων	164
5.6.1 Χρόνος διασκόπησης	164
5.6.2 Σχέδιο πτήσης	165
5.6.3 Επαλήθευση στοιχείων εικόνων στο έδαφος	165
5.7 Ερμηνεία θερμικών εικόνων	166
5.8 Εφαρμογές	167
5.9 Ερωτήσεις	171
Βιβλιογραφία και αναφορές	172

6. Εκονοληπτικά Radar

6.1 Εισαγωγή	175
6.2 Εικονοληπτικό Radar	176
6.2.1 Αρχές λειτουργίας	176
6.2.2 Μήκη κύματος	177
6.2.3 Συστήματα Radar από αέρος	177
6.3 Θεμελιώδεις έννοιες	181
6.3.1 Πόλωση	181
6.3.2 Ταχύτητα διάδοσης	182
6.3.3 Σκέδαση	183
6.4 Διαχωριστική ικανότητα του Radar	187
6.4.1 Διαχωριστική ικανότητα στην απόσταση	188
6.4.2 Διαχωριστική ικανότητα στο αζιμούθιο	190
6.5 Είδη Radar	192
6.5.1 Radar πραγματικού ανοίγματος κεραίας RAR	192
6.5.2 Radar συνθετικού ανοίγματος κεραίας SAR	193

6.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τις εικόνες Radar.....	197
6.6.1 Διηλεκτρική σταθερά	197
6.6.2 Τραχύτητα	199
6.6.3 Βάθος διείσδυσης z	202
6.6.4 Συντονισμός της ακτινοβολίας.....	203
6.7 Παραμορφώσεις στην εικόνα Radar	205
6.7.1 Γεωμετρικές παραμορφώσεις.....	205
6.7.2 Αναστροφή, μετατόπιση αναγλύφου, σκίαση	206
6.7.3 Σχεδιασμός διασκοπήσεων με Radar	210
6.7.4 Ραδιομετρικές παραμορφώσεις	210
6.8 Συμβολομετρία Radar	212
6.9 Συστήματα Radar	215
6.9.1 SEASAT.....	215
6.9.2 Τα συστήματα SIR	216
6.9.3 Το ευρωπαϊκό σύστημα ERS.....	216
6.9.4 Το σύστημα Radarsat	217
6.10 Ερμηνεία των απεικονίσεων του Radar	218
6.11 Ερωτήσεις	222
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	222

7. Η Εικόνα και η γεωμετρία της

7.1 Ψηφιακές εικόνες	225
7.1.1 Παράθυρα ψηφίδων.....	227
7.1.2 Ιστόγραμμα εικόνας	227
7.1.3 Ποιότητα μιας ψηφιακής εικόνας.....	229
7.1.4 Format των εικόνων	230
7.2 Επιδράσεις στη γεωμετρία της εικόνας.....	231
7.2.1 Επιδράσεις της περιστροφής της Γης.....	233
7.2.2 Πανοραμική παραμόρφωση	236
7.2.3 Καμπυλότητα της Γης	241
7.2.4 Πεπερασμένη ταχύτητα δειγματοληψίας.....	243
7.2.5 Μεταβολές στην τροχιά του δορυφόρου.....	243
7.2.6 Παραμορφώσεις λόγω δειγματοληψίας κατά y	243
7.2.7 Μη-γραμμικές παραμορφώσεις στη σάρωση.....	243
7.3 Διορθώσεις των γεωμετρικών παραμορφώσεων.....	244
7.3.1 Διορθώσεις με μοντέλα της τροχιάς.....	245
7.3.2 Γεωμετρική διόρθωση με πολυώνυμα.....	247
7.3.3 Διορθώσεις με τον αντίστροφο μετασχηματισμό.....	250
7.3.4 Εγγραφή εικόνων	253
7.4 Επανάληψη της δειγματοληψίας.....	253
7.4.1 Η μέθοδος του πλησιέστερου γειτονικού σημείου	254
7.4.2 Η διγραμμική παρεμβολή.....	255
7.4.3 Η μέθοδος της κυβικής παρεμβολής	256
7.5 Ερωτήσεις	258
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	258

8. Ραδιομετρικές διορθώσεις εικόνας

8.1 Ρύθμιση ανιχνευτών.....	261
8.1.1 Απόλυτη ρύθμιση.....	263
8.1.2 Σχετική ρύθμιση.....	265
8.2 Ατμοσφαιρικές επιδράσεις στην εικόνα.....	269
8.2.1 Σύσταση της ατμόσφαιρας.....	269
8.2.2 Διάδοση της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.....	269
8.3 Ατμοσφαιρικές διορθώσεις.....	274
8.3.1 Ατμοσφαιρική διόρθωση με αριθμητικά μοντέλα.....	274
8.3.2 Καθολική ατμοσφαιρική διόρθωση.....	282
8.3.3 Διόρθωση από μετασχηματισμένα DN σε τιμές ανακλαστικότητας.....	284
8.4 Διορθώσεις για την τοπογραφία.....	285
8.4.1 Ο ρόλος του τοπογραφικού αναγλύφου.....	286
8.5 Ερωτήσεις.....	291
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	291

9. Βελτιώσεις και μετασχηματισμοί της εικόνας

9.1 Βελτίωση της αντίθεσης με το ιστόγραμμα.....	293
9.2 Κατάτμηση του ιστογράμματος της εικόνας.....	303
9.3 Αριθμητικές πράξεις με παράθυρα εικόνων.....	303
9.3.1 Εξομάλυνση εικόνας.....	305
9.3.2 Φίλτρο της διαμέσου τιμής.....	308
9.3.3 Ενίσχυση ακμών.....	309
9.4 Βελτίωση εικόνας στον πολυφασματικό χώρο.....	314
9.4.1 Αριθμητικές πράξεις με εικόνες.....	314
9.4.2 Κανονικοποιημένοι δείκτες βλάστησης.....	316
9.5 Μετασχηματισμός κύριων συνιστωσών.....	317
9.5.1 Πίνακας διασποράς Σ και συσχέτισης ρ	318
9.5.2 Η μεθοδολογία των κύριων συνιστωσών.....	321
9.5.3 Ο μετασχηματισμός K-T.....	326
9.6 Ερωτήσεις.....	328
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	329

10. Μετασχηματισμοί Fourier της εικόνας

10.1 Βασικές συναρτήσεις.....	332
10.1.1 Οι μιγαδικοί αριθμοί εν συντομία.....	332
10.1.2 Οι σχέσεις του Euler για τους μιγαδικούς.....	333
10.2 Η ανάλυση Fourier.....	334
10.3 Ολοκληρώματα Fourier.....	341
10.4 Ο μετασχηματισμός Fourier.....	344
10.4.1 Η συνάρτηση δέλτα του Dirac.....	347
10.4.2 Ο μετασχηματισμός Fourier του μοναδιαίου παλμού.....	350
10.5 Συνέλιξη και συσχέτιση.....	353
10.6 Δειγματοληψία.....	357
10.7 Διακριτός μετασχηματισμός Fourier.....	359
10.8 Ταχύς μετασχηματισμός Fourier (FFT).....	362

10.9 Διακριτός μετασχηματισμός Fourier της εικόνας	365
10.9.1 Ορισμός	365
10.9.2 Προσδιορισμός του μετασχηματισμού Fourier	366
10.9.3 Η έννοια του κυματαριθμού	368
10.9.4 Φίλτρα εικόνας	371
10.9.5 Συνέλιξη στις δύο διαστάσεις	373
10.10 Ερωτήσεις	374
Βιβλιογραφία και αναφορές	375

11. Ταξινόμηση εικόνας

11.1 Εισαγωγή	377
11.2 Αυτόματη ταξινόμηση	379
11.3 Αλγόριθμοι αυτόματης ταξινόμησης	380
11.3.1 Αλγόριθμος 1: Ομαδοποίηση με K-μέσες τιμές	381
11.3.2 Αλγόριθμος 2: ISODATA	382
11.3.3 Αλγόριθμος 3: Ιεραρχική ομαδοποίηση	383
11.3.4 Αλγόριθμος 4: Ομαδοποίηση με ιστογράμματα	384
11.4 Καθοδηγούμενη ταξινόμηση	385
11.5 Αλγόριθμοι καθοδηγούμενης ταξινόμησης	386
11.5.1 Κανόνας του παραλληλεπιπέδου	386
11.5.2 Ταξινόμηση με τη μέθοδο της ελάχιστης απόστασης	387
11.5.3 Ταξινόμηση με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας	391
11.6 Πεδία εκπαίδευσης	396
11.7 Ταξινομητές συνάφειας	398
11.7.1 Προετοιμασία της εικόνας	398
11.7.2 Ο αλγόριθμος	399
11.7.3 Συντελεστές συμβατότητας	401
11.7.4 Τερματισμός των επαναλήψεων	402
11.8 Ταξινόμηση με τη θεωρία των Αποδείξεων	404
11.8.1 Αξιοπιστία στη στατιστική υπόθεση	404
11.8.2 Συνδυασμός αποδείξεων - Ορθογώνιο άθροισμα	410
11.8.3 Τελική καταχώριση ψηφίδας σε τάξη	416
11.9 Ταξινόμηση εικόνας με νευρωνικά δίκτυα	416
11.9.1 Διάκριση δύο τάξεων και διάνυσμα βαρών	416
11.9.2 Γραμμικός διαχωρίσιμες τάξεις	418
11.9.3 Ταξινόμηση εικόνας	427
11.9.4 Ταξινόμηση σε πολλές τάξεις	428
11.9.5 Δίκτυα ταξινομητών - Μη παραμετρικά προβλήματα	429
11.9.6 Το νευρωνικό δίκτυο	430
11.10 Ακρίβεια της ταξινόμησης	436
11.10.1 Πηγές των σφαλμάτων στην ταξινόμηση	436
11.10.2 Χαρακτηριστικά των σφαλμάτων	437
11.11 Ερωτήσεις	442
Βιβλιογραφία και αναφορές	442