

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Πτυχιακή εργασία

ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΣΤΗΝ ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΜΕΣΟ
ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2001 -2011 ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΙΚΟΝΟΣ

Άθως Χαραλάμπους

Λεμεσός 2016

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΣΤΗΝ ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΜΕΣΟ
ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2001 -2011 ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΙΚΟΝΟΣ

Άθως Χαραλάμπους

Επιβλέπων καθηγητής:
Δρ. Διόφαντος Χατζημιτσής

Λεμεσός 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Άθως Χαραλάμπους, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας , Δρ. Διόφαντο Χατζημιτσή, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου ,για την εμπιστοσύνη και καθοδήγηση του, καθόλη τη διάρκεια διεξαγωγής της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου, στον Δρ. Άθω Αγαπίου για τη πολύτιμη βοήθεια και πρόσφορά που μου παρείχε κατά την διάρκεια της εργασίας. Την ευγνωμοσύνη μου, θα ήθελα να εκφράσω στους φίλους μου για την διαρκή τους υποστήριξη και στην οικογένεια μου για την αγάπη που μου πρόσφεραν και την υπομονή που μου υπέδειξαν μέχρι να διεκπεραιωθούν οι σπουδές μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες που διανύουμε όλο και πιο απαραίτητη είναι η ανάγκη απόκτησης ποιοτικής και μετρητικής πληροφορίας ενός αντικειμένου ή ενός φαινομένου χωρίς τη φυσική επαφή με αυτό. Σε αυτό το πλαίσιο έρχεται η επιστήμη της Τηλεπισκόπησης και οι τεχνικές της που αφορούν την συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση δεδομένων που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον και τις δραστηριότητες του ανθρώπου σε αυτό.

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιάσει την διαφορά των χρήσεων γης στην πόλη της Λεμεσού καθώς και γύρω από διάφορα εκκλησιαστικά μνημεία, σε διάστημα δέκα χρόνων, εξαιτίας του φαινομένου της αστικοποίησης.

Αρχικά παρατίθεται ένα κεφάλαιο στο οποίο περιέχει μια ανασκόπηση βασικών εννοιών τηλεπισκόπησης και καταγράφονται οι λειτουργίες και οι δυνατότητες των τηλεπισκοπικών δορυφόρων που υπάρχουν (IKONOS). Επίσης καταγράφεται η προεπεξεργασία των δορυφορικών εικόνων καθώς και τα βασικά στοιχεία της οπτικής ερμηνείας δορυφορικών εικόνων. Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται μια περιγραφή των μεθόδων ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας και συγκεκριμένα των τεχνικών ταξινόμησης, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται αναλυτικά οι διάφοροι αλγόριθμοι επιβλεπόμενης και μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Ακολουθεί η μεθοδολογία στην οποία καταγράφονται τα στάδια της, τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν και όλες οι μέθοδοι ταξινομήσεων που εφαρμόστηκαν. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των επιβλεπόμενων ταξινομήσεων και τις αλλαγές χρήσης γης γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία.

Τέλος, αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την σύνταξη της εργασίας και αφορούν την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών τεχνικών ταξινόμησης εικόνας κατά την εκτέλεση τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	xiii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	xiv
1 Θεωρητικό Υπόβαθρο	1
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	1
1.2 Τηλεπισκόπηση	2
1.3 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.....	3
1.4 Ηλεκτρομαγνητική Φάσμα.....	4
1.5 Παθητικοί και ενεργητικοί αισθητήρες	5
1.6 Δορυφόροι	6
1.6.1 Τύποι Δορυφόρων	7
1.6.2 Χαρακτηριστικά Δορυφόρων	8
1.7 Βασικά στοιχεία της οπτικής ερμηνείας δορυφορικών εικόνων	10
1.8 Δορυφόρος IKONOS.....	13
1.9 Προεπεξεργασία	14
1.9.1 Γεωμετρική Διόρθωση	14
1.9.2 Ατμοσφαιρική Διόρθωση	15
2 Ψηφιακή Επεξεργασία Δορυφορικών Εικόνων –Ταξινόμηση.....	16
2.1 Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων	16
2.2 Ταξινόμηση εικόνων	17

2.3	Επιβλεπόμενη ταξινόμηση	19
2.4	Περιοχές εκπαίδευσης	19
2.5	Διαδικασία πριν την ταξινόμηση.....	20
2.6	Αλγόριθμος Μέγιστης Πιθανοφάνειας.....	21
2.7	Αλγόριθμος του παραλληλεπιπέδου.....	21
2.8	Αλγόριθμος της Ελάχιστης Απόστασης από τους μέσους	22
2.9	Απόσταση Mahalanobis Distance	22
2.10	Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση.....	23
2.11	Ο αλγόριθμος ISODATA	23
2.12	Έλεγχος αποτελεσμάτων	27
3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	28
3.1	Σκοπός	28
3.2	Περιοχή Μελέτης	28
3.3	Διαθέσιμα Δεδομένα	29
3.3.1	Δορυφορικές Εικόνες	29
3.3.2	Συντεταγμένες εκκλησιαστικών μνημείων επαρχίας Λεμεσού.....	29
3.3.3	Λογισμικά.....	30
3.4	Μεθοδολογία	30
3.4.1	Στάδιο 2- Γεωαναφορά εκκλησιαστικών μνημείων	67
4	Αποτελέσματα.....	68
4.1	Αποτελέσματα ταξινομήσεων	68
4.2	Αποτελέσματα αλλαγής χρήσης γης γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία	70
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	75
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Για τον ήλιο το φάσμα εκτείνεται από τις ακτίνες γάμμα (μικρό μήκος κύματος και υψηλή ενέργεια) μέχρι τα ραδιοκύματα (μεγάλο μήκος κύματος και χαμηλή ενέργεια) ..	4
Πίνακας 2: Σύγκριση των δυο προσεγγίσεων ερμηνείας πολυφασματικών εικόνων. (Αργιαλάς 1998).....	12
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά δορυφόρου IKONOS.	14
Πίνακας 4: Μέθοδοι επιβλεπόμενης ταξινόμησης όπου δημιουργήθηκαν για τις δυο χρονιές	35
Πίνακας 5: Τυχαία σημεία μαζί με τις ορθές τους τάξεις(reference) 2001 που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο αποτελεσμάτων	41
Πίνακας 6: Τυχαία σημεία μαζί με τις ορθές τους τάξεις(reference) 2011 που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο αποτελεσμάτων	42
Πίνακας 7:Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2001 με Parametric Rule: Max likelihood.....	43
Πίνακας 8 : Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2001 με Parametric Rule: Min Distance	44
Πίνακας 9 Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2011 με Parametric Rule: Max likelihood.....	45
Πίνακας 10: Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2011 με Parametric Rule: Min Distance	46
Πίνακας 11: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule:-, Unclassified Rule: -	47
Πίνακας 12: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	47
Πίνακας 13: Accuracy totals 2001 max likelihood , Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	48

Πίνακας 14: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	48
Πίνακας 15: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	49
Πίνακας 16: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	49
Πίνακας 17: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule: -, Unclassified Rule: -	50
Πίνακας 18: Accuracy totals 2001 min distance , Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	50
Πίνακας 19: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	51
Πίνακας 20: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	51
Πίνακας 21: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	52
Πίνακας 22: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	52
Πίνακας 23: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule: -, Unclassified Rule: -	53
Πίνακας 24: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule: -, Unclassified Rule: -	53
Πίνακας 25: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	54
Πίνακας 26: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	54
Πίνακας 27: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	55

Πίνακας 28: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	55
Πίνακας 29: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	56
Πίνακας 30: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	56
Πίνακας 31: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	57
Πίνακας 32: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified	57
Πίνακας 33: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	58
Πίνακας 34: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule	58
Πίνακας 35: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 4 τάξεις.....	59
Πίνακας 36: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 5 τάξεις.....	60
Πίνακας 37: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 6 τάξεις.....	61
Πίνακας 38: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 7 τάξεις.....	62
Πίνακας 39: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 4 τάξεις.....	63
Πίνακας 40: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 5 τάξεις.....	64
Πίνακας 41: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 6 τάξεις.....	65

Πίνακας 42: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 7 τάξεις.....	66
Πίνακας 43: Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2011	68
Πίνακας 44: : Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2001	69
Πίνακας 45: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 100 μέτρα	70
Πίνακας 46: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 200 μέτρα	71
Πίνακας 47: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 500 μέτρα	72
Πίνακας 48: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 750 μέτρα	73
Πίνακας 49: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 900 μέτρα	74
Πίνακας 50: Αλλαγές χρήσεων γης γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία μεταξύ 2001 με 2011	76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Σχηματική περιγραφή της τηλεπισκόπησης (http://envi.teiion.gr/assets/files/Envi%20Management%20Section/REMOTE_THEORY/Basics%20Arxes%20Tis%20Tilipiskopisis%20(1,2,3).pdf).....	3
Εικόνα 2: Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα περνάει μέσα από το κενό με την ταχύτητα του φωτός	3
Εικόνα 3: Ατμοσφαιρική μετάδοση ακτινοβολίας συναρτήσει του μήκους κύματος (Lillesand and Kiefer,2000).....	5
Εικόνα 4: Ταξινόμηση των δορυφορικών αισθητήρων ανάλογα με την πηγή ακτινοβολίας που καταγράφουν, ανάλογα με τον τρόπο κατόπτρευσης και ανάλογα με τον τρόπο καταγραφής της ακτινοβολίας.....	6
Εικόνα 5: Παραδείγματα απεικόνισης μια συγκεκριμένης περιοχής από αισθητήρες με διαφορετική χωρική διακριτική ικανότητα (από 80 x 80 m έως 0,5 x 0,5 m).	9
Εικόνα 6: Παράδειγμα απεικόνισης μια συγκεκριμένης περιοχής από αισθητήρες με διαφορετική χρονική διακριτική ικανότητα	9
Εικόνα 7: Τα βασικά οπτικά χαρακτηριστικά ενός στόχου στην εικόνα στα οποία βασίζεται ο εντοπισμός των διαφορών του από τα γειτονικά αντικείμενα που τον περιβάλλουν.....	10
Εικόνα 8: Με την ταξινόμηση γίνεται ο προσδιορισμός ομάδων εικονοστοιχείων με κοινά χαρακτηριστικά.	18
Εικόνα 9: Θεματικός χάρτης που παράχθηκε ύστερα από ταξινόμηση πολυφασματικής εικόνας.....	19
Εικόνα 10: Το παραλληλεπίπεδο για κάθε κατηγορία καθορίζεται από μια ελάχιστη και μία μέγιστη τιμή για κάθε άξονα (Hodgson M.E.,1988).	21
Εικόνα 11: Τα εικονοστοιχεία ταξινομούνται στο κοντινότερο κέντρο φασματικής κατηγορίας (Hodgson M.E., 1988).....	22
Εικόνα 12: Η πόλη της Λεμεσού.....	29
Εικόνα 13: Δυτική πλευρά της Λεμεσού το 2001	30
Εικόνα 14: Ανατολική πλευρά της Λεμεσού 2001.....	31

Εικόνα 15: Δυτική πλευρά της Λεμεσού 2011.....	31
Εικόνα 16: Ανατολική πλευρά της Λεμεσού 2011.....	32
Εικόνα 17: Μωσαϊκό της πόλης Λεμεσού 2001.....	32
Εικόνα 18: Μωσαϊκό της πόλης Λεμεσού 2011.....	33
Εικόνα 19: Συλλογή φασματικών υπογραφών 2001	34
Εικόνα 20: Αποτέλεσμα με μέθοδο max likelihood του 2001	36
Εικόνα 21: Αποτέλεσμα με μέθοδο min distance του 2001	37
Εικόνα 22: Αποτέλεσμα με μέθοδο max likelihood του 2011	38
Εικόνα 23: Αποτέλεσμα με μέθοδο min distance του 2011	39
Εικόνα 25: Φωτοερμηνεία με το accuracy assessment για τον θεματικό χάρτη max likelihood 2001	40
Εικόνα 26: Φωτοερμηνεία με το accuracy assessment για τον θεματικό χάρτη max likelihood 2011	41
Εικόνα 27: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 4 τάξεις.....	59
Εικόνα 28: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 5 τάξεις.....	60
Εικόνα 29: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 6 τάξεις.....	61
Εικόνα 30: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 7 τάξεις.....	62
Εικόνα 31: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 4 τάξεις.....	63
Εικόνα 32: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 5 τάξεις.....	64
Εικόνα 33: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 6 τάξεις.....	65
Εικόνα 34: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 7 τάξεις.....	66
Εικόνα 35: Θεματικός χάρτης 2001 με μέθοδο ταξινόμησης max likelihood μαζί με τις θέσεις των εκκλησιαστικών μνημείων και τις περιοχές επιρροής τους στα 500 μέτρα.	67

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Φασματικές υπογραφές για το 2001.....	34
Διάγραμμα 2: Φασματικές υπογραφές για το 2011.....	34
Διάγραμμα 3: Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2011(%)	68
Διάγραμμα 4: Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2001(%)	69
Διάγραμμα 5: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 100 μέτρα(%)	70
Διάγραμμα 6: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 200 μέτρα(%)	71
Διάγραμμα 7: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 500 μέτρα(%)	72
Διάγραμμα 8: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 750 μέτρα(%)	73
Διάγραμμα 9: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 900 μέτρα(%)	74
Διάγραμμα 10: Μεταβολή αστικών περιοχών και δρόμων μαζί γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία μεταξύ 2001 με 2011(%).....	76
Διάγραμμα 11: Μεταβολή εδάφους και καλλιεργειών γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία μεταξύ 2001 με 2011(%).....	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιάσει και να χαρτογραφήσει την αλλαγή χρήσεων γης στην πόλη της Λεμεσού καθώς και περιμετρικά από τα εκκλησιαστικά μνημεία, σε διάστημα δέκα χρόνων, εξαιτίας του φαινομένου της αστικοποίησης.

Το φαινόμενο της αστικοποίησης οφείλεται στην τάση των ανθρώπων για συγκέντρωση στις πόλεις και αυτό παρατηρείται σε όλα τα μέρη του κόσμου. Σήμερα πολλές πόλεις ξεπερνούν τα 10.000.000, σε όλες τις ηπείρους και πιστεύεται ότι το 2030 περισσότερο από το 60% του πληθυσμού θα ζει στις πόλεις.

Η αστικοποίηση έχει καλές και κακές συνέπειες σε μια χώρα. Καλές, γιατί αυξάνει την βιομηχανική παραγωγή και βελτιώνει σταδιακά τις υπηρεσίες, και κακές γιατί οι πόλεις είναι ένα τεχνητό περιβάλλον που αναγκάζει τους ανθρώπους να ζουν σε συνθήκες που ήταν τελείως άγνωστες στο παρελθόν. Επιπλέον, η συγκέντρωση πολλών ανθρώπων σε μικρό χώρο ευνοεί τη ρύπανση του περιβάλλοντος, δυσκολεύει τις προσωπικές σχέσεις και προκαλεί παθολογικά κοινωνικά φαινόμενα. Πολύ μεγάλο πρόβλημα είναι και η αύξηση των περιχώρων των πόλεων με αποτέλεσμα να κτίζονται σπίτια γύρω από τα διάφορα μνημεία έτσι αρκετές φορές καταστρέφονται για το δικό τους συμφέρον.

Συγκεκριμένα στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η χρησιμότητα της ψηφιακής ταξινόμησης, επιβλεπόμενης και μη, τηλεπισκοπικών δεδομένων για την παρακολούθηση και ανίχνευση των διαφόρων μεταβολών, φυσικών ή τεχνητών, που συμβαίνουν στη φυσική γήινη επιφάνεια. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μια σύντομη αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο για το τι πραγματεύεται η επιστήμη της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης και στους διάφορους αλγόριθμους επιβλεπόμενης και μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ταξινομημένων χαρτών. Στη συνέχεια, έγινε η μελέτη για να εντοπιστούν οι διάφορες αλλαγές χρήσεων γης στην πόλη της Λεμεσού και γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία σε διάστημα 10 χρόνων. Τέλος, με την χρήση του λογισμικού επεξεργασίας εικόνας ERDAS έγιναν διάφορες ταξινομήσεις επιβλεπόμενες και μη και με το λογισμικό ArcMap ανιχνεύτηκαν οι αλλαγές χρήσης γης γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία.

1 Θεωρητικό Υπόβαθρο

1.1 Ιστορική αναδρομή

Κατά τον πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο αναγνωριστικά αεροπλάνα πετούσαν πάνω από τις δυνάμεις του εχθρού για να καταγράψουν τις κινήσεις και την θέση των στρατευμάτων τους . Οι πτήσεις ,ήταν εξοπλισμένες με απλές φωτογραφικές μηχανές, ήταν οι απαρχές των σύγχρονων συστημάτων τηλεπισκόπησης. Κατά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η τεχνική αυτή τελειοποιήθηκε περισσότερο για να προετοιμαστεί η απόβαση στην Νορμανδία αφού χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες για να χαρτογραφήσουν τις συνθήκες κατά μήκος των ακτών και να εντοπίσουν τα καταλληλότερα σημεία για την απόβαση.

Κατά τη δεκαετία του 60 φτιάχτηκαν φιλμ ευαίσθητα στα διάφορα μήκη κύματος ,έτσι κατάφεραν να χαρτογραφήσουν διάφορα χαρακτηριστικά του εδάφους όπως τους διάφορους τύπους βλάστησης. Αργότερα ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται αεροσκάφη εξοπλισμένα με ραντάρ για πειράματα χαρτογράφησης. Το 1957 εγκαταστάθηκαν στον Sputnik οι πρώτες φωτογραφικές κάμερες σε διαστημόπλοια ,αργότερα στις αρχές του 1960 εγκαταστάθηκαν αισθητήρες στους πρώτους μετρολογικούς δορυφόρους (TIROS 1) παρέχοντας έτσι ασπρόμαυρες εικόνες της Γης.

Οι μη φωτογραφικές τεχνικές τηλεπισκόπησης άρχισαν να εξελίσσονται ραγδαία μετά τις 23 Ιουλίου 1972 αφού τέθηκε σε τροχιά ο δορυφόρος ERTS-1 όπου μετονομάστηκε σε Landsat. Ο Landsat 1 ήταν ο πρώτος χαρτογραφικός δορυφόρος και ήταν εξοπλισμένος με ένα νέου τύπου αισθητήρα, τον πολυφασματικό σαρωτή (MSS, multispectral scanner). Με αυτή την νέα τεχνολογία, τα δεδομένα παράγονταν με τη μορφή ψηφιακών χωρολογικών πινάκων που έδιναν τη δυνατότητα να γίνουν μεγάλες πρόοδοι και στην ψηφιακή επεξεργασία των εικόνων. Σειρά των δορυφόρων αυτών εξακολουθεί να παρέχουν εικόνες από την επιφάνεια της και αποτελούν σημαντικές δορυφορικές αποστολές της τηλεπισκόπησης. Ακολούθησαν νέα δορυφορικά συστήματα όπως SPOT, ERS, IKONOS, Radarsat, METEOSAT, IRS, KTL. (http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMSTS4PVFG_0.html)

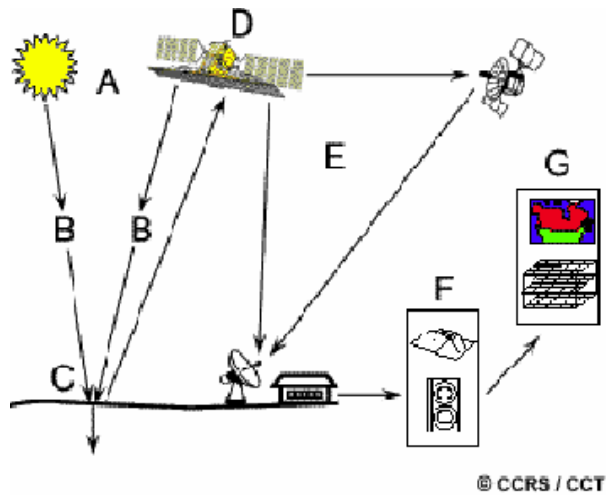
1.2 Τηλεπισκόπηση

Η λέξη τηλεπισκόπηση πηγάζει από το αρχαίο επίρρημα ‘τήλε’ που σημαίνει μακρόθεν και το ρήμα ‘επισκοπεύω’ που σημαίνει εξετάζω από ψηλά. Άρα τηλεπισκόπηση σημαίνει η αντίληψη των φαινομένων από απόσταση. Είναι η επιστήμη που ασχολείται με την ανάκτηση και ερμηνεία των πληροφοριών που σχετίζονται με το περιβάλλον της Γης και προέρχονται από μετρήσεις χωρίς φυσική επαφή μεταξύ τους.

Επίσης ορίζεται ως η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας πληροφοριών γύρω από έναν στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία .Παρόλο που το φάσμα της τηλεπισκόπησης είναι ευρύ ,εντούτοις στην πράξη περιορίζεται σε συστήματα απεικονίσεων ή εικόνων, όπως τις δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες

Τα συστήματα απεικόνισης περιλαμβάνουν συνήθως τα ακόλουθα στοιχεία :

- **Πηγή ενέργειας ή φωτισμός (A)** : Μία πηγή ενέργειας που φωτίζει ή παρέχει την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια στο στόχο .
- **Αλληλεπίδραση με την ατμόσφαιρα (B)** : Καθώς η ενέργεια ταξιδεύει από την πηγή στο στόχο θα έρθει σε επαφή και θα αλληλεπιδράσει με την ατμόσφαιρα .
- **Αλληλεπίδραση με το στόχο (C)** : Αλληλεπίδραση με το στόχο ανάλογα με τις ιδιότητες του στόχου και της ακτινοβολίας .
- **Καταγραφή της ενέργειας από τον αισθητήρα (D)** : Μετά τη σκέδαση ή εκπομπή της ακτινοβολίας από το στόχο χρειαζόμαστε έναν αισθητήρα (μακρινό) για να συλλέξουμε και να καταγράψουμε την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία .
- **Μετάδοση ,υποδοχή και επεξεργασία (E)** : Η ενέργεια που καταγράφεται από τον αισθητήρα πρέπει να διαβιβαστεί, σε ηλεκτρονική μορφή, σε ένα σταθμό λήψης και επεξεργασίας, όπου τα στοιχεία υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μια εικόνα .
- **Ερμηνεία και ανάλυση (F)** : Η επεξεργασμένη εικόνα ερμηνεύεται, οπτικά και /ή ψηφιακά ή ηλεκτρονικά, για να εξαγάγει τις πληροφορίες για το στόχο .
- **Εφαρμογή (G)** : Το τελικό στοιχείο της διαδικασίας τηλεπισκόπησης στο οποίο πια εφαρμόζουμε τις πληροφορίες που έχουμε εξαγάγει από την εικόνα.

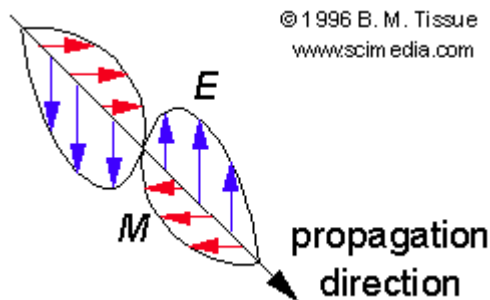


Εικόνα 1: Σχηματική περιγραφή της τηλεπισκόπησης

([http://envi.teiion.gr/assets/files/Envi%20Management%20Section/REMOTE_THEORY/Basikes%20Arxes%20Tis%20Tilepiskopisis%20\(1,2,3\).pdf](http://envi.teiion.gr/assets/files/Envi%20Management%20Section/REMOTE_THEORY/Basikes%20Arxes%20Tis%20Tilepiskopisis%20(1,2,3).pdf))

1.3 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι η απαραίτητη ενεργειακή πηγή για να φωτίζει το στόχο. Έχει θεμελιώδεις ιδιότητες και συμπεριφέρεται με τις βασικές αρχές της θεωρίας των κυμάτων. Αποτελείται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (E) που ποικίλλει σε μέγεθος, σε μια διεύθυνση, κάθετη προς την κατεύθυνση στην οποία η ακτινοβολία ταξιδεύει, και ένα μαγνητικό πεδίο (M) προσανατολισμένο σε ορθές γωνίες προς το ηλεκτρικό πεδίο. Και τα δύο ταξιδεύουν με ταχύτητα φωτός (C). Τα δύο χαρακτηριστικά της που είναι σημαντικά στην τηλεπισκόπηση είναι το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στο φυσικό μήκος μιας πλήρους ταλάντωσης, και τη συχνότητα ν , που αντιστοιχεί στον αριθμό των ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο.



Εικόνα 2: Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα περνάει μέσα από το κενό με την ταχύτητα του φωτός

1.4 Ηλεκτρομαγνητική Φάσμα

Ονομάζεται το εύρος της περιοχής συχνοτήτων που καλύπτουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Εκτείνεται από μηδενικές συχνότητες έως το άπειρο. Διαιρείται σε φασματικές περιοχές όπου λόγω των διαφορετικών ενεργειών αλληλεπιδρούν με την ύλη πολύ διαφορετικά. Μια φασματική ζώνη (spectral band) αποτελείται από μία καθορισμένη ομάδα φασματικών γραμμών, όπου κάθε μία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο μήκος κύματος.

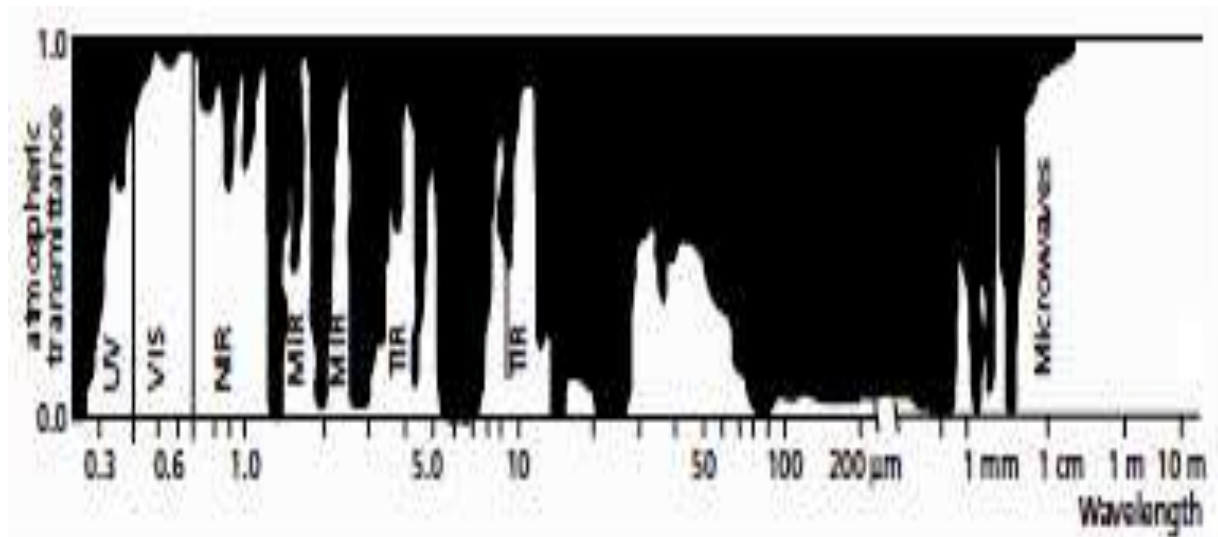
Οι φασματικές ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος μπορούν επιγραμματικά να χωριστούν στις ακόλουθες ομάδες σύμφωνα με το μήκος κύματος :

Φασματική Ζώνη	Μήκος Κύματος (λ)
Ακτίνες γάμμα	< 0,03 nm
Ακτίνες Χ	0,03 nm – 300 nm
Υπεριώδης ακτινοβολία	0,30 μm – 0,38 μm
Ορατό	0,38 μm – 0,72 μm
Εγγύς Υπέρυθρο	0,72 μm – 1,30 μm
Μέσο Υπέρυθρο	1,30 μm – 3 μm
Άπω Υπέρυθρο	7,00 μm – 15 μm
Μικροκύματα	0,3 cm – 30 cm
Ραδιοφωνικά κύματα	≥ 30 cm

Πίνακας 1: Για τον ήλιο το φάσμα εκτείνεται από τις ακτίνες γάμμα (μικρό μήκος κύματος και υψηλή ενέργεια) μέχρι τα ραδιοκύματα (μεγάλο μήκος κύματος και χαμηλή ενέργεια)

Οι κύριες διαιρέσεις του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ορίζονται στην ουσία αυθαίρετα, αφού μεταξύ συγκεκριμένων ζωνών του φάσματος υπάρχουν πολλές υποδιαιρέσεις (αποχρώσεις), επειδή η μετάβαση από τη μία ζώνη φάσματος στην άλλη είναι βαθμιαία και όχι απότομη .

Οι κύριες διαιρέσεις του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ορίζονται στην ουσία αυθαίρετα, αφού μεταξύ συγκεκριμένων ζωνών του φάσματος υπάρχουν πολλές υποδιαιρέσεις (αποχρώσεις), επειδή η μετάβαση από τη μία ζώνη φάσματος στην άλλη είναι βαθμιαία και όχι απότομη .



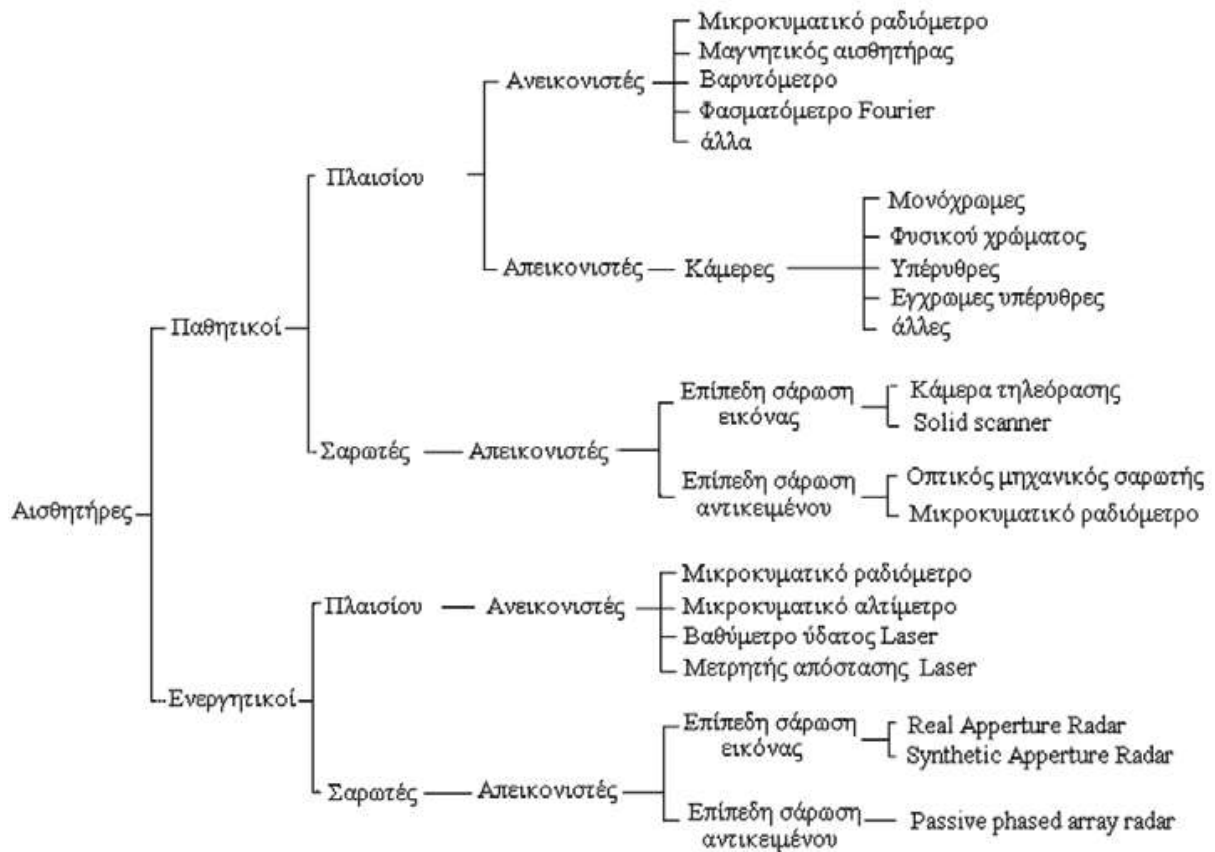
Εικόνα 3: Ατμοσφαιρική μετάδοση ακτινοβολίας συναρτήσει του μήκους κύματος (Lillesand and Kiefer,2000).

1.5 Παθητικοί και ενεργητικοί αισθητήρες

Τα όργανα που είναι ικανά να μετρήσουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ονομάζονται αισθητήρες. Η ταξινόμησή τους μπορεί να γίνει σε δύο κατηγορίες:

Παθητικοί αισθητήρες: είναι όσοι δεν διαθέτουν τη δική τους πηγή ακτινοβολίας αλλά είναι ευαίσθητοι μόνο στην ακτινοβολία που έχει φυσική προέλευση και συνήθως είναι η ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία ή η ενέργεια που εκπέμπεται από ένα επίγειο αντικείμενο. Παθητικοί δέκτες ονομάζονται τα συστήματα τηλεπισκόπησης όπου μετρούν την ενέργεια του ήλιου που είναι φυσικά διαθέσιμη. Μπορεί να λάβει χώρα μόνο κατά την διάρκεια του χρόνου όπου ο ήλιος φωτίζει την Γη.

Ενεργητικοί αισθητήρες: είναι όσοι διαθέτουν μία τεχνητή πηγή ακτινοβολίας, η οποία εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα ή σε αντικείμενα στην επιφάνεια της γης και έπειτα η ανακλώμενη ενέργεια που προκύπτει λαμβάνεται πίσω από τον αισθητήρα για την εξαγωγή μετρητικής και ποιοτικής πληροφορίας. Παραδείγματα ενεργητικής τηλεπισκόπησης αποτελούν τα συστήματα radar και lidar.



Εικόνα 4: Ταξινόμηση των δορυφορικών αισθητήρων ανάλογα με την πηγή ακτινοβολίας που καταγράφουν, ανάλογα με τον τρόπο κατόπτευσης και ανάλογα με τον τρόπο καταγραφής της ακτινοβολίας.

1.6 Δορυφόροι

Δορυφόρος είναι ένα μη επανδρωμένο διαστημικό όχημα, που τίθεται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος μεταξύ 500 και 35.000 χιλιομέτρων από την επιφάνειά της, και είναι εξοπλισμένος με κατάλληλα όργανα για να συλλέγει εικόνες και στοιχεία, τα οποία μεταδίδει σε επίγειους σταθμούς. Από το 1957, έτος εκτόξευσης του πρώτου δορυφόρου (Sputnik, ΕΣΣΔ), έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990, έχουν εκτοξευτεί και τεθεί σε τροχιά χιλιάδες δορυφόροι, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνών και εφαρμογών, άλλοι πραγματοποιώντας επιστημονικές παρατηρήσεις και μετρήσεις (επιστημονικοί δορυφόροι) και άλλοι εξυπηρετώντας οικονομικούς και εμπορικούς σκοπούς (δορυφόροι εφαρμογής). Έτσι, μέσω δορυφόρων πραγματοποιούνται αστρονομικές παρατηρήσεις, μετρήσεις κοσμικής ακτινοβολίας, μετεωρολογικές προβλέψεις, γεωλογικές έρευνες, χαρτογράφηση ηπείρων και ωκεανών, περιβαλλοντολογικές έρευνες κ.λπ. και διεξάγονται οι τηλεπικοινωνίες, η ναυσιπλοΐα, η κατασκόπευση στρατηγικών στόχων κ.ά.

1.6.1 Τύποι Δορυφόρων

Η διαδρομή που ακολουθείται από ένα δορυφόρο αναφέρεται ως τροχιά.

Εγγύς πολικής τροχιάς

Πολλές δορυφορικές πλατφόρμες σχεδιάστηκαν ώστε να ακολουθούν πορεία βορρά- νότου σε επίπεδο που διέρχεται και σε συνδυασμό με την περιστροφή τα Γης, τους επιτρέπει να καλύπτουν περιοχές μεγάλων εκτάσεων της επιφάνειας, εντός συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Αυτές είναι οι εγγύς πολικές τροχιές και ονομάζονται έτσι εξαιτίας της κλίσεως της τροχιάς προς τη νοητή γραμμή που διατρέχει τη Γη μεταξύ Βόρειου και Νότιου πόλου.

Ο ακριβής αριθμός ημερών σε αυτόν τον επαναλαμβανόμενο κύκλο διαφέρει και εξαρτάται από το ακριβές υψόμετρο του δορυφόρου και τη γωνία κλίσης της τροχιάς του. Το μειονέκτημα μιας τροχιάς με μικρότερη γωνία είναι ότι ο δορυφόρος δεν βλέπει την επιφάνεια της Γης κοντά στο Βόρειο και το Νότιο πόλο. Το υψόμετρο του δορυφόρου επηρεάζει τη λεπτομέρεια που ανιχνεύεται. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τη Γη, ο δορυφόρος επισκέπτεται την ίδια περιοχή πιο συχνά, αλλά λαμβάνει πληροφορίες με μικρότερη λεπτομέρεια. Οι δορυφόροι επηρεάζονται από την βαρύτητα της Γης, η οποία τους έλκει προς αυτήν. Τελικά, ο δορυφόρος σύρεται μέσα στην ατμόσφαιρα της Γης, όπου και καταστρέφεται. Για να διασφαλιστεί ότι η ζωή ενός δορυφόρου είναι τουλάχιστον πέντε χρόνια, το ύψος της τροχιάς του πρέπει να είναι τουλάχιστον 450χλμ. Ως συνήθως οι μη επανδρωμένοι δορυφόροι τηλεπισκόπησης λειτουργούν στα 800χλμ.

Αρκετές φορές αυτές οι τροχιές είναι και ηλιοσύγχρονες έτσι για δεδομένο τόπο ο δορυφόρος διέρχεται πάντοτε σε δεδομένη χρονική στιγμή. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι οι συνθήκες φωτισμού του στόχου-επιφάνειας είναι οι ίδιες και αυτό έχει σημασία διότι μπορεί κανείς να διερευνήσει αλλαγές που αφορούν τον επίγειο στόχο.

Γεωστατικής τροχιάς

Οι γεωστατικοί δορυφόροι βλέπουν συνεχώς το ίδιο μέρος της επιφάνειας της γης καθώς κινούνται σε συγχρονισμό με τον πλανήτη. Οι δορυφόροι αυτοί, σε υψόμετρο 36.000 χιλιομέτρων περίπου, περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα της περιστροφής της Γης, έτσι ώστε να φαίνονται ακίνητοι, σε σύγκριση με την επιφάνεια της Γης. Αυτό επιτρέπει στους δορυφόρους να παρατηρούν και να συγκεντρώνουν συνεχώς πληροφορίες πάνω από συγκεκριμένες περιοχές. Οι μετεωρολογικοί και οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι

χρησιμοποιούν αυτό το είδος τροχιάς και εξαιτίας του μεγάλου τους ύψους μπορούν να καλύψουν πολλές φορές και ολόκληρο το ημισφαίριο.

1.6.2 Χαρακτηριστικά Δορυφόρων

Φασματική διακριτική Ικανότητα

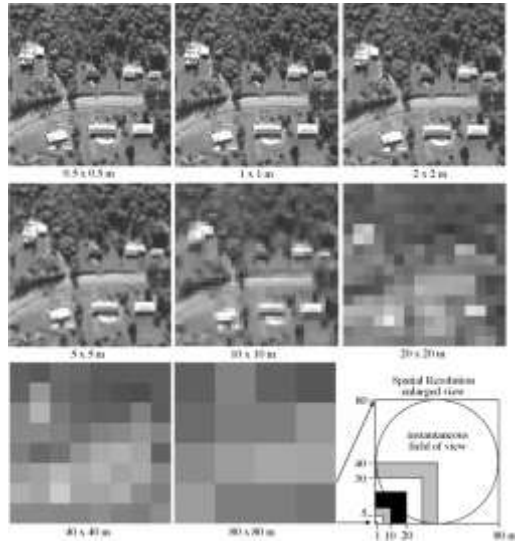
Αναφέρεται στον αριθμό και τη διάσταση συγκεκριμένων διαστημάτων μήκους κύματος στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα στα οποία είναι ευαίσθητο ένα όργανο τηλεπισκόπησης. Τα πολυφασματικά συστήματα τηλεπισκόπησης καταγράφουν ενέργεια σε πολλά κανάλια του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Ραδιομετρική διακριτή Ικανότητα

Αναφέρεται στον αριθμό των διαβαθμίσεων που χρησιμοποιούνται για την ψηφιοποίηση της έντασης της ακτινοβολίας και περιγράφει την ικανότητα της διάκρισης σε πολύ μικρές διαφορές στην ενέργεια. Όσο μεγαλύτερη είναι η ραδιομετρική ανάλυση ενός αισθητήρα, τόσο πιο ευαίσθητη είναι στην ανίχνευση μικρών διαφορών στην ανακλώμενη ή εκπεμπόμενη ενέργεια. Ο αριθμός των διαβαθμίσεων εκφράζεται από τον αριθμό των ψηφιακών τιμών ,bits, που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της μέγιστης τιμής.

Χωρική διακριτική Ικανότητα

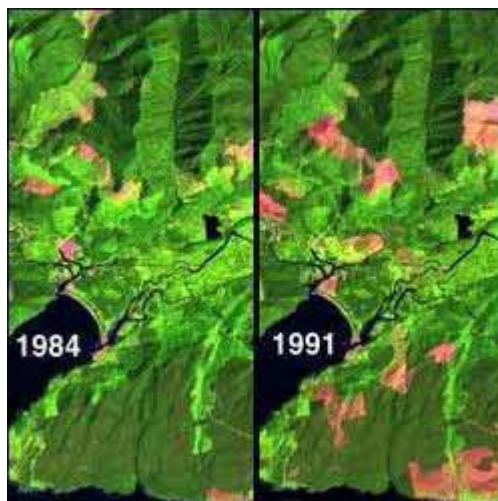
Είναι το μέτρο της μικρότερης γωνιακής ή γραμμικής απόστασης ανάμεσα σε δύο αντικείμενα που μπορεί να διακριθεί από το σύστημα τηλεπισκόπησης. Ένας χρήσιμος ευρετικός κανόνας είναι ότι για την ανίχνευση κάποιου στόχου ,η χωρική ικανότητα του συστήματος τηλεπισκόπησης θα πρέπει να είναι μικρότερη από το μισό του μεγέθους του στόχου που μετράται.



Εικόνα 5: Παραδείγματα απεικόνισης μια συγκεκριμένης περιοχής από αισθητήρες με διαφορετική χωρική διακριτική ικανότητα (από 80 x 80 m έως 0,5 x 0,5 m).

Χρονική διακριτική Ικανότητα

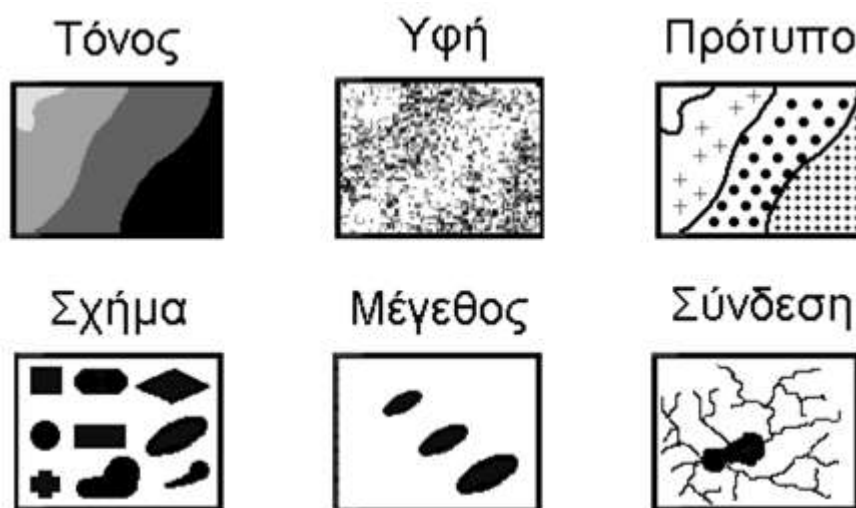
Ορίζεται ως ο χρόνος επανόδου σε ένα σημείο διότι η χρονική σειρά των λαμβανόμενων σημάτων από το ίδιο σημείο δεν έχει μικρότερη διακριτική ικανότητα. Η περίοδος είναι συνήθως αρκετές μέρες. Η ικανότητα αυτή να συλλέγει δεδομένα σε βάθος χρόνου δια ένα στόχο είναι σημαντική για να αποκτήματε πληροφορίες που δεν είναι ορατές από μίαν μόνον εικόνα.



Εικόνα 6: Παράδειγμα απεικόνισης μια συγκεκριμένης περιοχής από αισθητήρες με διαφορετική χρονική διακριτική ικανότητα .

1.7 Βασικά στοιχεία της οπτικής ερμηνείας δορυφορικών εικόνων

Είναι η προσέγγιση όπου προϋποθέτει τη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα, στο ρόλο του αναλυτή/ερμηνευτή, για την εξαγωγή πληροφορίας, μέσω οπτικής επιθεώρησης της εικόνας που σχηματίστηκε από τα δεδομένα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φωτοερμηνεία και ο αναλυτής σημειώνει γενικά, χαρακτηριστικά της εικόνας που βρίσκονται σε μεγάλη κλίμακα και συνήθως δεν έχει γνώση των χωρικών και ραδιομετρικών χαρακτηριστικών των δεδομένων. Σκοπός της φωτοερμηνείας είναι η αναγνώριση συγκεκριμένων αντικειμένων (στόχων). Η αναγνώριση αυτή πραγματοποιείται μέσω του εντοπισμού των διαφορών μεταξύ των στόχων αυτών και του περιβάλλοντος χώρου (γειτονικών αντικειμένων). Ο εντοπισμός βασίζεται σε κάποιο ή κάποια από τα οπτικά τους χαρακτηριστικά.



Εικόνα 7: Τα βασικά οπτικά χαρακτηριστικά ενός στόχου στην εικόνα στα οποία βασίζεται ο εντοπισμός των διαφορών του από τα γειτονικά αντικείμενα που τον περιβάλλουν.

Το **σχήμα** αναφέρεται στη γενική μορφή, διάταξη ή περίγραμμα των μεμονωμένων αντικειμένων. Σε πολλές περιπτώσεις αρκεί το σχήμα μόνο ενός αντικειμένου για να αναγνωριστεί το αντικείμενο.

Το **μέγεθος** των αντικειμένων στις φωτογραφίες θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε συνάρτηση με την κλίμακα της εικόνας.

Το **πρότυπο** καθορίζεται με τη χωρική διάταξη των αντικειμένων. Η επανάληψη προκαθορισμένων γενικών μορφών ή σχέσεων, είναι χαρακτηριστική για πολλά αντικείμενα,

φυσικά και ανθρωπογενή, και προσδίδει στα αντικείμενα ένα πρότυπο που υποβοηθά το Φωτοερμηνευτή να τα αναγνωρίσει.

Ο **τόνος** (ή απόχρωση) αφορά τη σχετική φωτεινότητα ή το χρώμα των αντικειμένων στις απεικονίσεις. Σε περίπτωση που ο τόνος των αντικειμένων ήταν ο ίδιος, τότε δε θα ήταν δυνατή η διάκριση χαρακτηριστικών όπως το σχήμα, το πρότυπο και η υφή τους.

Η **υφή** είναι η συχνότητα εναλλαγής των τόνων του γκρι σε μια απεικόνιση. Η υφή οφείλει την ύπαρξή της στη συγκέντρωση μεμονωμένων αντικειμένων τα οποία είναι πάρα πολύ μικρά, με αποτέλεσμα να μην είναι διακριτά ως μεμονωμένα αντικείμενα. Μέσω της υφής καθορίζεται η ομαλότητα ή η τραχύτητα των αντικειμένων της εικόνας.

Η **θέση του αντικειμένου στο χώρο** αφορά την τοπογραφική ή γεωγραφική θέση και συνιστά ένα πολύ σημαντικό βοήθημα στην αναγνώριση γεωμορφών και ειδών βλάστησης.

Η **σκιά** μπορεί να παράσχει μια ιδέα του προφίλ και του σχετικού ύψους ενός στόχου έτσι ώστε να καταστεί η ταυτοποίηση ευκολότερα. Ακόμη μπορούν να μειώσουν ή να εξαλείψουν την ερμηνεία των δικών τους περιοχών επιρροής, δεδομένου ότι οι στόχοι μέσα στις σκιές είναι πολύ λιγότερο διακριτοί από το περιβάλλον τους.

Το **μοτίβο** αναφέρεται στη χωρική διάταξη των εμφανής διακριτών αντικειμένων. Είναι μια ομαλή επανάληψη παρόμοιων τόνων και υφών όπου παράγει ένα διακριτό και τελικά αναγνωρίσιμο μοτίβο.

Η **χωρική διάταξη (συσχέτιση)** αναφέρεται στην παρουσία συγκεκριμένων αντικειμένων σε σχέση με κάποια άλλα. Για παράδειγμα αναμένει κανείς μια όαση μέσα σε μια έρημο και όχι πάνω σε αιώνιους πάγους.

ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ
<p>Εκτελείται κυρίως από τον φωτοερμηνευτή.</p> <p>Επεξεργάζεται ομάδες εικονοστοιχείων (αντικείμενα)</p> <p>Δεν έχει ακρίβεια σε υπολογισμούς επιφανειών</p> <p>Αυτοπεριορίζεται η πραγματική πολυφασματική ανάλυση</p> <p>Ο φωτοερμηνευτής μπορεί να αφομοιώσει ένα περιορισμένο μόνο αριθμό από διακριτές διαβαθμίσεις του τόνου (περίπου 16 επίπεδα κάθε κανάλι)</p> <p>Η αναγνώριση του σχήματος, των προτύπων, της υφής και των αντικειμένων είναι εύκολη</p> <p>Η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι εύκολη</p> <p>Οι διαθέσιμες χωρικές πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά ποιοτικό τρόπο</p> <p>Οι διαθέσιμες γνώσεις του χρήστη μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά ποιοτικό τρόπο</p>	<p>Εκτελείται κυρίως από υπολογιστή</p> <p>Επεξεργάζεται συνήθως μεμονωμένα Εικονοστοιχεία</p> <p>Δυνατή η ακρίβεια σε υπολογισμούς επιφανειών</p> <p>Δεν υπάρχει περιορισμός για πραγματική πολυφασματική ανάλυση</p> <p>Μπορεί να κάνει χρήση όλων των διαθέσιμων επιπέδων σε όλα τα κανάλια (δηλαδή 64, 128, 256)</p> <p>Η αναγνώριση του σχήματος, των προτύπων της υφής και των αντικειμένων είναι πολύ δύσκολη ή αδύνατη</p> <p>Η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι δύσκολη</p> <p>Είναι περιορισμένες οι διαθέσιμες τεχνικές για χρήση χωρικών δεδομένων</p> <p>Οι διαθέσιμες γνώσεις του χρήστη μπορούν έμμεσα και επίμονα, να χρησιμοποιηθούν με κατασκευή βάσεων γνώσεων και εμπειρών συστημάτων</p>

Πίνακας 2: Σύγκριση των δυο προσεγγίσεων ερμηνείας πολυφασματικών εικόνων. (Αργιαλάς 1998)

1.8 Δορυφόρος IKONOS

IKONOS

Από την έναρξη λειτουργίας του τον Σεπτέμβριο του 1999, ο δορυφόρος IKONOS (το όνομα του οποίου προέρχεται από την ελληνική λέξη «εικόνα») της εταιρείας GeoEye, έχει παράσχει πλούσιο υλικό από εικόνες υψηλής ευκρίνειας αποτελώντας τον πρώτο δορυφόρο που λάμβανε εμπορικά διαθέσιμα δεδομένα ανάλυσης 1m. Λόγω της υψηλής διακριτικής ικανότητας (1m στα παγχρωματικά, 4m στα πολυφασματικά), και της παραγγελίας με βάση το πολύγωνο ενδιαφέροντος, τα δεδομένα Ikonos μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος εφαρμογών. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να συνδυαστούν τα παγχρωματικά με τα πολυφασματικά δεδομένα, δίνοντας έτσι έγχρωμα δεδομένα (pan sharpened) διακριτικής ικανότητας 1m.

Σε περίπτωση που οι υφιστάμενες λήψεις δεν ικανοποιούν τις ανάγκες και επιθυμίες του χρήστη, μπορεί να πραγματοποιηθεί προγραμματισμός του δορυφόρου, βάσει παραμέτρων που καθορίζονται με την βοήθεια του χρήστη. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η προμήθεια δεδομένων τόσο πρόσφατων ώστε να απεικονίζουν την σημερινή πραγματικότητα. Επιπλέον, λόγω της δυνατότητας λήψης στερεοζευγών εντός τροχιάς, είναι δυνατή η επεξεργασία και παραγωγή DEM (ψηφιακά υψομετρικά μοντέλα) και άρα εξαγωγή πληροφορίας στην τρίτη διάσταση, με ανάλυση και ακρίβειες πρωτοποριακές για τον χώρο των δορυφορικών δεδομένων.

Λοιπά χαρακτηριστικά :

Ο δορυφόρος Ikonos εκτοξεύθηκε το 1999 και ζυγίζει περίπου 725 κιλά. Χρειάζεται 98 λεπτά για να περιστραφεί γύρω από τη γη από το υψόμετρο των 680 χιλιομέτρων. Έχει ηλιοσύγχρονη τροχιά και παράγει εικόνες ανάλυσης 1 μέτρου για την ίδια περιοχή κάθε 3 μέρες.

-	IKonos Pan 1m	IKonos MSI 4m	IKonos PSM 1m
Είδος	Οπτικά Παγχρωματικά	Οπτικά Πολυφασματικά	Οπτικά Εγχρώμα
Διαχωριστική ικανότητα	1 m	4 m	1 m
Εκταση κάλυψης μίας πλήρους εικόνας	11km x 11km	11km x 11km	-
Εκταση παραγγελίας δεδομένων αρχείου	50 km ²	50 km ²	50 km ²
Εκταση παραγγελίας νέων λήψεων	100 km ²	100 km ²	100 km ²
Εύρος φάσματος	0,45 - 0,90 μm	Blue :0,45 - 0,53 μm Green:0,52 - 0,61 μm Red:0,64 - 0,72 μm Near IR: 0,77 - 0,88 μm	-
Βάθος τόνου λήψης	11 bit	11 bit	-
Βάθος τόνου παράδοσης	8 ή 16 bit	8 ή 16 bit	8 ή 16 bit
Στοιχεία τροχιάς	Πολική, μέσο ύψος 681 km	Πολική, μέσο ύψος 681 km	-
Δυνατότητα προγ/τισμού	Ναι	Ναι	Ναι
Δυνατότητα λήψης υπό γωνία - παραγωγής στερεοζεύγους	Ναι	Ναι	Ναι
Επίπεδα επεξεργασίας	Geo, Pro, Pre, Pre+, Standard/ Precision Stereo	Geo, Pro, Pre	Geo, Pro, Pre, Pre+, Standard/ Precision Stereo

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά δορυφόρου IKONOS.

1.9 Προεπεξεργασία

Η προεπεξεργασία γενικά προηγείται της ανάλυσης των δεδομένων ή της εξαγωγής της πληροφορίας και σκοπός της είναι η μείωση του θορύβου ή ο εμπλουτισμός κάποιας όψης των δεδομένων . Υπάρχει μεγάλος αριθμός τύπων προεπεξεργασίας που εφαρμόζονται στα δεδομένα.

1.9.1 Γεωμετρική Διόρθωση

Γεωμετρική διόρθωση είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται για τη διόρθωση των γεωμετρικών παρεμβολών που υπάρχουν στις ψηφιακές εικόνες κατά τη λήψη τους και τη μετατροπή των εικονοσυντεταγμένων σε πραγματικές συντεταγμένες εδάφους και την παραγωγή νέων εικόνων που χαρακτηρίζονται από τις ιδιότητες της κλίμακας και του χάρτη. Οι γεωμετρικές παραμορφώσεις οφείλονται κυρίως στην καμπυλότητα και το ανάγλυφο της επιφάνειας της γης, στη σχετική κίνηση μεταξύ δορυφόρου και γης κατά τη διάρκεια της πρόσκτησης, στις μεταβολές της θέσης και της ταχύτητας του δορυφόρου στην τροχιά του και στη χωρική ανάλυση του αισθητήρα και την οπτική γωνία τη στιγμή της πρόσκτησης.

Επιλέγονται εμφανή, σταθερά σημεία στην εικόνα και τα αντίστοιχα σε ένα χάρτη αναφοράς με την μέθοδο ground control points (GCP). Έπειτα, γίνεται μετασχηματισμός της εικόνας, έτσι ώστε τα σημεία που επιλέχθηκαν σε αυτή να μετατραπούν σε γνωστές συντεταγμένες εδάφους με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα RMS.

1.9.2 Ατμοσφαιρική Διόρθωση

Η ακτινοβολία που χρησιμοποιείται στην τηλεπισκόπηση διανύει μία μεγάλη απόσταση μέσα στην ατμόσφαιρα πριν από την επαφή της με την επιφάνεια της γης. Εκεί υπάρχουν σωματίδια και αέρια τα οποία την επηρεάζουν μέσω των μηχανισμών της σκέδασης και της απορρόφησης (Landgrebe 2003).

Εξαιτίας της σκέδασης, της απορρόφησης και της σκέδασης της ακτινοβολίας από γειτονικά αντικείμενα οδηγούν στη δημιουργία ενός προβλήματος όπου οι τηλεσκοπικές εικόνες δεν περιλαμβάνουν πληροφορίες μόνο για την περιοχή που μας ενδιαφέρει αλλά και για την ατμόσφαιρα, καθιστώντας έτσι τη διαδικασία της ατμοσφαιρικής διόρθωσης ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της προεπεξεργασίας των δεδομένων .

Για να εξουδετερώσουμε τις επιδράσεις αυτές της ατμόσφαιρας, ιδιότητες όπως η ποσότητα των υδρατμών, η κατανομή των στερεών σωματιδίων μέσα στα αέρια σώματα και η ορατότητα του πεδίου πρέπει να είναι γνωστές. Έτσι έχει ως σκοπό να απαλειφθούν ή να ελαττωθούν οι ελαττωματικές λειτουργίες μεταξύ των ανιχνευτών και τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις. Επιτυγχάνεται με τις μεθόδους όπου βασίζονται μόνο σε στοιχεία της εικόνας (Image-based) , αριθμητικά μοντέλα σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες (Atmospheric Modeling) και από επίγειες μετρήσεις (Ground truth data).

2 Ψηφιακή Επεξεργασία Δορυφορικών Εικόνων –Ταξινόμηση

2.1 Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων

Οι μέθοδοι επεξεργασίας εικόνων περιλαμβάνουν τις οποιοσδήποτε μετατροπές εικόνων καθώς και την ερμηνεία τους με τη βοήθεια υπολογιστή. Αυτή η μορφή Τηλεπισκόπησης πραγματικά άρχισε γύρω στο 1960 με ένα περιορισμένο αριθμό ερευνητών που προσπάθησαν να αναλύσουν πολυφασματικά δεδομένα εικόνων που ελήφθησαν από αερομεταφερόμενους πολυφασματικούς σαρωτές και ψηφιοποιημένες αεροφωτογραφίες. Όμως, δεν ήταν μέχρι το 1972, με την εκτόξευση του δορυφόρου Landsat-1 που οι ψηφιακές εικόνες διαδόθηκαν ευρέως πλέον για εφαρμογές Τηλεπισκόπησης. Μέχρι τότε, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι όχι μόνο η θεωρία, αλλά και η πρακτική των ψηφιακών επεξεργασιών εικόνων ήταν στη νηπιακή ηλικία. Ακόμα δε, το κόστος των υπολογιστών ήταν πολύ μεγάλο, και η υπολογιστική αποτελεσματικότητά τους ήταν πολύ μικρή με τα σημερινά δεδομένα. Σήμερα, τα πράγματα έχουν αλλάξει. Υπολογιστές με μεγάλη υπολογιστική ισχύ έχουν προσιτές τιμές. Κανείς μπορεί να βρει αρκετά εύκολα, λογισμικό για την επεξεργασία εικόνων, σε προσιτές τιμές. Υπάρχει μία αφθονία και μία ποικιλία ψηφιακών δεδομένων. Οι πηγές των ψηφιακών δεδομένων περιλαμβάνουν, όχι μόνο τη γνωστή σειρά των δορυφόρων παρατήρησης της γης, δηλαδή του Landsat και SPOT, αλλά ακόμα και τους μετεωρολογικούς δορυφόρους, τους αερομεταφερόμενους σαρωτές, και ακόμα βέβαια, τα δεδομένα που λαμβάνονται από σάρωση υπαρχόντων αεροφωτογραφιών ή δορυφορικών εικόνων, καθώς και τα δεδομένα υψηλής διακριτικής ικανότητας από βιντεοκάμερες.

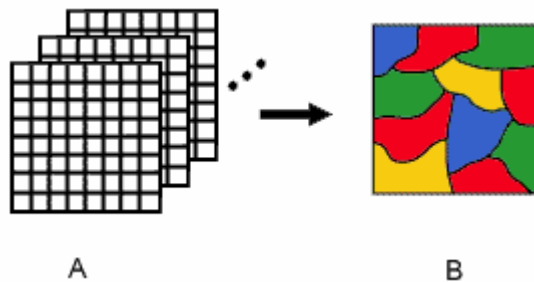
Η ψηφιακή επεξεργασία εικόνων είναι ένα αντικείμενο πολύ ευρύ, και συχνά περιλαμβάνει επεξεργασίες που μπορεί να θεωρηθούν περίπλοκες από πλευράς μαθηματικών.

Η κεντρική ιδέα της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνων είναι αρκετά απλή. Η ψηφιακή εικόνα τροφοδοτείται σε έναν αλγόριθμο κατά ένα εικονοστοιχείο κάθε φορά. Ο αλγόριθμος εισάγει αυτά τα δεδομένα σε μία εξίσωση ή σε μία σειρά από εξισώσεις, και τότε, αφού υπολογίσει το αποτέλεσμα αυτών των εξισώσεων, το αποθηκεύει για το κάθε εικονοστοιχείο. Αυτά τα αποτελέσματα για το κάθε εικονοστοιχείο σχηματίζουν μία νέα ψηφιακή εικόνα που μπορεί να απεικονιστεί ή να εκτυπωθεί ή να τύχει περισσότερης και επιπρόσθετης επεξεργασίας. Οι δυναμικές μορφές επεξεργασίας εικόνων είναι πράγματι άπειρες. Διόρθωση εικόνων και

αποκατάσταση, Ενίσχυση εικόνων, Ταξινόμηση εικόνων, Συνδυασμός δεδομένων και Βιοφυσικά μοντέλα (Αργιαλάς, 2009).

2.2 Ταξινόμηση εικόνων

Ο σκοπός αυτών των επεξεργασιών είναι η αντικατάσταση της Φωτοερμηνείας των εικόνων με ποσοτικές τεχνικές για την αυτοματοποίηση της αναγνώρισης διάφορων χαρακτηριστικών (θεματικών κατηγοριών, αντικειμένων) σε μια εικόνα. Σε γενικό πλαίσιο, αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν την ανάλυση, συνήθως πολυφασματικών εικόνων, και την εφαρμογή κανόνων απόφασης που βασίζονται στην στατιστική, για να προσδιορίσουν την κατηγορία χρήσης γης, που ανήκει το κάθε εικονοστοιχείο της εικόνας. Όταν αυτοί οι κανόνες απόφασης βασίζονται στα φασματικά χαρακτηριστικά των δεδομένων, τότε αναφερόμαστε σε αυτή τη διαδικασία ταξινόμησης, σαν φασματική αναγνώριση προτύπων. Σε αντίθεση, οι κανόνες απόφασης μπορεί να βασίζονται στα γεωμετρικά σχήματα, μεγέθη και πρότυπα που υπάρχουν σε μια εικόνα και τότε αυτού του είδους η ταξινόμηση, αναφέρεται σαν τεχνική χωρικής αναγνώρισης προτύπων. Και στις δυο περιπτώσεις ο σκοπός της ταξινόμησης είναι η κατηγοριοποίηση όλων των εικονοστοιχείων μίας ψηφιακής εικόνας σε μια από ένα σύνολο τάξεων χρήσεων γης, θεματικών κατηγοριών ή αντικειμένων. Αυτά τα ταξινομημένα δεδομένα μπορούν βέβαια να χρησιμοποιηθούν για να παραχθούν θεματικοί χάρτες της κάλυψης γης που αντιστοιχεί σε μια εικόνα και /ή στο να παραχθούν στατιστικά δεδομένα που να αναφέρονται στις περιοχές της εικόνας που καλύπτονται από την κάθε κατηγορία εδαφοκάλυψης. Δίνουμε έμφαση στις φασματικές τεχνικές αναγνώρισης προτύπων διότι αυτές οι τεχνικές είναι πιο προχωρημένες σήμερα από ότι οι τεχνικές της χωρικής αναγνώρισης προτύπων. Για τις φασματικές τεχνικές αναγνώρισης προτύπων καλύπτουμε και τα δύο κύρια είδη τους, δηλαδή τις επιβλεπόμενες και τις μη επιβλεπόμενες τεχνικές.



Εικόνα 8: Με την ταξινόμηση γίνεται ο προσδιορισμός ομάδων εικονοστοιχείων με κοινά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 9: Θεματικός χάρτης που παράχθηκε ύστερα από ταξινόμηση πολυφασματικής εικόνας.

2.3 Επιβλεπόμενη ταξινόμηση

Έχει ως σκοπό τη χρήση κατάλληλων αλγορίθμων ώστε να κατατάξει τα εικονοστοιχεία μίας απεικόνισης σε συγκεκριμένες θεματικές κατηγορίες, με χρήση των δεδομένων εκπαίδευσης που επιλέγονται από το χρήστη. Αφού έχει στην κατοχή του τα δεδομένα εκπαίδευσης που χαρακτηρίζουν την κάθε τάξη και τα οποία θα εκτιμηθούν οι φασματικές υπογραφές πριν την εκτέλεση του αλγορίθμου ταξινόμησης, ο χρήστης κατά κάποιο τρόπο ‘εκπαιδεύει’ τον αλγόριθμο να γνωρίζει τα φασματικά χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας. Με το τέλος της εκπαίδευσης ο αλγόριθμος αυτός αποδίδει το κάθε εικονοστοιχείο στην κατάλληλη κατηγορία βάση των χαρακτηριστικών της κάθε τάξης.

2.4 Περιοχές εκπαίδευσης

Η καταγραφή των περιοχών εκπαίδευσης αποτελεί σημαντικό κομμάτι της επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Ο χρήστης εντοπίζει και καταγράφει τα αντιπροσωπευτικά εικονοστοιχεία για κάθε κατηγορία ξεχωριστά. Αν η τηλεπισκοπική απεικόνιση διαθέτει αρκετά ευδιάκριτες περιοχές, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει εικονοστοιχεία μέσω οπτικής επιθεώρησης ή και να καταφύγει σε επίγειες μετρήσεις. Οι περιοχές που καταγράφονται πρέπει να είναι ομογενή

δείγματα των αντίστοιχων κατηγοριών ,αλλά και να περικλείουν και το φασματικό εύρος αυτών. Άρα πρέπει να καταγράφονται παραπάνω της ενός περιοχής εκπαίδευσης για κάθε κατηγορία.

2.5 Διαδικασία πριν την ταξινόμηση

Με την επιβλεπόμενη ταξινόμηση αποβλέπουμε στην εξαγωγή των κυρίων φασματικών τάξεων οι οποίες εμφανίζονται σε μια δορυφορική εικόνα και την αναγνώριση και αναφορά τους σε πραγματικές τάξεις αντικειμένων της γήινης επιφάνειας με τη χρήση των φασματικών υπογραφών τους .

Γενικά για να έχουν καλύτερη επιβλεπόμενη ταξινόμηση θα πρέπει να ακολουθηθούν τα εξής βήματα:

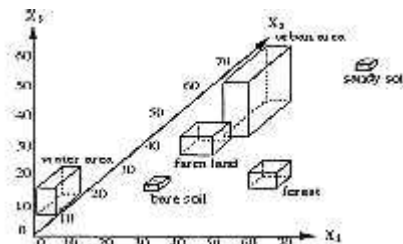
- Οι εικόνες πρέπει να έχουν υποστεί γεωμετρική διόρθωση, και να έχουν κοπεί έτσι που να καλύπτουν μόνο το χώρο που μας ενδιαφέρει για μείωση του μεγέθους των εξαγομένων αρχείων
- Μετά πρέπει να επιλεγθούν περιοχές εκπαίδευσης πάνω στην εικόνα οι οποίες να αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες θεματικές κατηγορίες. Αυτές οι περιοχές εκπαίδευσης θα πρέπει να καλύπτουν περίπου 1-3% της εικόνας και να είναι όσο πιο ακριβείς γίνεται όσο αφορά τη φασματική τους υπογραφή. Οι περιοχές εκπαίδευσης θα υλοποιηθούν με ψηφιοποίηση πάνω στην δορυφορική εικόνα. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή και επανάληψη της διαδικασίας μέχρι να επιτευχθεί καλό αποτέλεσμα. • Ακολουθεί ο υπολογισμός και ανάλυση των φασματικών υπογραφών τους
- Έλεγχος των ελλείψεων των κατηγοριών για να αποφευχθεί τυχών αλληλοεπικάλυψη των φασματικών τους χώρων περισσότερο από 50%
- Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός των στατιστικών της εικόνας
- Το κυριότερο βήμα είναι η επιλογή και εφαρμογή ενός αλγορίθμου ταξινόμησης επί της εικόνας
- Γίνεται έλεγχος της ακρίβειας της ταξινόμησης.
- Τελευταίο βήμα είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε μορφή θεματικών χαρτών, πινάκων και ψηφιακών εικόνων

2.6 Αλγόριθμος Μέγιστης Πιθανοφάνειας

Σε αυτή την ταξινόμηση υπολογίζεται η διασπορά και η συνδιασπορά της τάξης για κάθε εικονοστοιχείο που πρόκειται να ταξινομηθεί. Η υπόθεση που γίνεται είναι ότι σε κάθε τάξη η κατανομή των νέφους των σημείων (διανύσματα τιμών των εικονοστοιχείων) που απαρτίζουν την κατηγορία είναι κανονική (κατανομή Gauss). Κάτω από αυτή την υπόθεση η κατανομή της φασματικής απόκρισης της τάξης μπορεί να περιγραφεί πλήρως από το μέσο διάνυσμα και τον πίνακα συνδιασποράς. Έτσι μπορεί να υπολογιστεί η στατιστική πιθανότητα να ανήκει ένα εικονοστοιχείο σε μία κατηγορία. Αν και θεωρείται από τις ακριβείς μεθόδους ταξινόμησης όταν τα δεδομένα ακολουθούν μια κανονική κατανομή εντούτοις απαιτούν χρόνο να εκτελεστούν ο οποίος αυξάνεται με τον αριθμό των καναλιών που συμμετέχουν στην ταξινόμηση.

2.7 Αλγόριθμος του παραλληλεπίπεδου

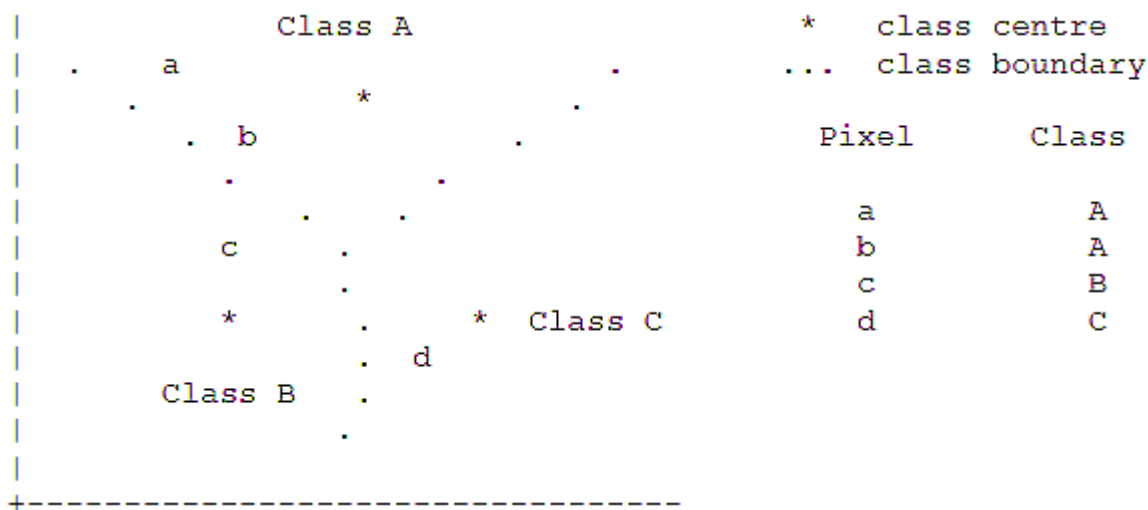
Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιεί έναν απλό κανόνα απόφασης για την ταξινόμηση των δεδομένων. Χρησιμοποιεί ένα όριο (“κατώφλι”) για τη φασματική υπογραφή κάθε κατηγορίας, αποφασίζεται για κάθε εικονοστοιχείο αν περιέχεται σε κάποια κατηγορία ή όχι. Τα όρια αυτά, δημιουργούν ένα ν-διάστατο παραλληλεπίπεδο στο φασματικό χώρο των δεδομένων, όπου οι διαστάσεις του καθορίζονται από την τυπική απόκλιση που προκύπτει από τη μέση φασματική τιμή της κάθε επιλεγμένης κατηγορίας. Αν η τιμή ενός εικονοστοιχείου βρίσκεται πάνω από το χαμηλότερο “κατώφλι” και κάτω από το μεγαλύτερο για όλα τα κανάλια που, καταχωρείται στην εκείνη κατηγορία. Αν ένα εικονοστοιχείο δε βρεθεί σε καμία κατηγορία, ορίζεται ως αταξιινόμητο. Τέλος, αν το εικονοστοιχείο “πέσει” σε παραπάνω της μίας κατηγορίες, τοποθετείται στην κατηγορία της επικάλυψης (overlap classcode 255).



Εικόνα 10: Το παραλληλεπίπεδο για κάθε κατηγορία καθορίζεται από μια ελάχιστη και μία μέγιστη τιμή για κάθε άξονα (Hodgson M.E.,1988).

2.8 Αλγόριθμος της Ελάχιστης Απόστασης από τους μέσους

Ο αλγόριθμος αυτός είναι από τους πιο απλούς της ταξινόμησης αφού προσδιορίζει το μέσο όρο σε κάθε κανάλι για κάθε φασματική υπογραφή (περιοχή εκπαίδευσης) τότε προσδιορίζει και το μέσο διάνυσμα της κάθε κατηγορίας. Άρα για n κατηγορίες προσδιορίζονται και τα n αντίστοιχα κέντρα-διανύσματα. Έτσι για κάθε άγνωστο εικονοστοιχείο της εικόνας που θέλουμε να ταξινομήσουμε αυτό θα υπολογίζει την απόσταση του από τα n κέντρα. Το εικονοστοιχείο θα αποδοθεί σε εκείνη την κατηγορία με την εγγύτερη απόσταση.



Εικόνα 11: Τα εικονοστοιχεία ταξινομούνται στο κοντινότερο κέντρο φασματικής κατηγορίας (Hodgson M.E., 1988)

2.9 Απόσταση Mahalanobis Distance

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τα στατιστικά στοιχεία κάθε φασματικής κατηγορίας για να υλοποιήσει την ταξινόμηση. Είναι παρόμοιος με της ελάχιστης απόστασης όμως λαμβάνει υπόψη και τον πίνακα συνδιακύμανσης και τη διασπορά των δειγμάτων εκπαίδευσης (σε αντίθεση με τους αλγόριθμους ελάχιστης απόστασης και παραλληλεπίεδου). Είναι πιο αργός όμως υπολογιστικά σε σχέση με αυτούς του δύο αλγόριθμους.

Σε αυτή την ταξινόμηση υπολογίζεται η διασπορά και η συνδιασπορά της τάξης για κάθε εικονοστοιχείο που πρόκειται να ταξινομηθεί. Η υπόθεση που γίνεται είναι ότι σε κάθε τάξη η κατανομή των σημείων (διανύσματα τιμών των εικονοστοιχείων) που απαρτίζουν την κατηγορία είναι κανονική (κατανομή Gauss). Κάτω από αυτή την υπόθεση η κατανομή της φασματικής απόκρισης της τάξης μπορεί να περιγραφεί πλήρως από το μέσο διάνυσμα και τον πίνακα συνδιασποράς. Έτσι μπορεί να υπολογιστεί η στατιστική

πιθανότητα να ανήκει ένα εικονοστοιχείο σε μία κατηγορία. Αν και θεωρείται από τις ακριβής μεθόδους ταξινόμησης όταν τα δεδομένα ακολουθούν μια κανονική κατανομή εντούτοις απαιτούν χρόνο να εκτελεστούν ο οποίος αυξάνεται με τον αριθμό των καναλιών που συμμετέχουν στην ταξινόμηση.

2.10 Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση είναι μία τεχνική της τηλεπισκόπησης που παρέχει αυτόματη ταξινόμηση κατηγοριών σε εικόνες. Ονομάζεται έτσι διότι ο χρήστης δεν έχει όλο τον έλεγχο της διαδικασίας. Δεν είναι ακριβώς μία μέθοδος στατιστικής ταξινόμησης. Υπάρχουν δύο κύριες πρακτικές μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης που θα εξετασθούν, με το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτούν προηγούμενη γνώση των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων της ψηφιακής απεικόνισης που είναι προς εξέταση. Η παραγωγή των νέων εικόνων βασίζεται στον φασματικό διαχωρισμό των στόχων και όχι σε κάποια πραγματική τιμή του στόχου στο έδαφος.

Σε αντίθεση με την επιβλεπόμενη, εδώ απαιτείται ελάχιστη εισαγωγή δεδομένων και παραμέτρων στη διαδικασία. Ο υπολογιστής και το περιβάλλον στο οποίο εργαζόμαστε “επιλέγουν” ομάδες εικονοστοιχείων βάση των φασματικών τους ιδιοτήτων και έπειτα ο χρήστης απλώς θα καταχωρίσει πληροφορίες (π.χ. όνομα, χρώμα) στις κατηγορίες που ο υπολογιστής δημιούργησε.

Η διαδικασία αυτή ενέχει πιθανούς κινδύνους για την αξιοπιστία του παραγόμενου αποτελέσματος. Αφού κάποιες κατηγορίες μπορεί να μην έχουν νόημα, καθώς αποτελούν μίξη διαφορετικών αντικειμένων στην επιφάνεια της γης. Σε άλλες περιπτώσεις, μία κατηγορία μπορεί να χωριστεί σε δύο τάξεις. Συνεπώς χωρίς την προεπιλογή περιοχών εκπαίδευσης, χρειάζεται μεγάλη προσοχή και γνώση για την τελική ονομαστικοποίηση (labeling) των φασματικών κατηγοριών.

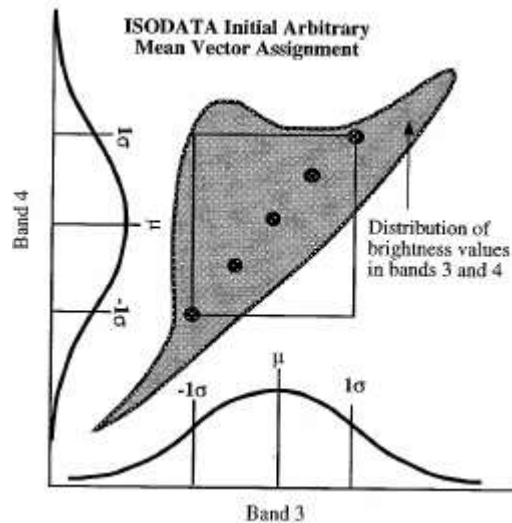
2.11 Ο αλγόριθμος ISODATA

Η ISODATA είναι μία επαναληπτική μέθοδος μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Αναπτύχθηκε βάση εμπειρικής γνώσης που αποκτήθηκε μέσω πειραματικών διαδικασιών και δεν απαιτεί την παρέμβαση του χρήστη σε σημαντικό βαθμό. Ενώ οι εφαρμογές της μεθόδου διαφέρουν, υπάρχουν κάποιοι σταθεροί παράμετροι που ο χρήστης χρειάζεται να εισάγει. Αυτές είναι:

1. Ο αριθμός κατηγοριών που θα σχηματιστούν
2. Το μέγιστο ποσοστό των εικονοστοιχείων που οι τιμές τους επιτρέπεται να παραμείνουν αμετάβλητες μεταξύ των επαναλήψεων. Όταν ο αριθμός των αλλαγμένων pixels υπερβεί αυτό το κατώφλι, ο αλγόριθμος τερματίζεται. Κάποιες φορές βέβαια το όριο αυτό είναι ανέφικτο
3. Ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων. Αυτό γίνεται εξαιτίας της παραμέτρου 2. Με το πέρας αυτών ο αλγόριθμος τερματίζεται
4. Ελάχιστος αριθμός “μελών” σε μία κατηγορία. Αντιπροσωπεύεται με ποσοστό. Αν μία κατηγορία έχει μικρότερο ποσοστό pixels από το καθορισμένο, η ομάδα απαλείφεται και τα εικονοστοιχεία της απορροφούνται από άλλες, διαφορετικές κατηγορίες. Η τιμή όμως επηρεάζει και το αν μία κατηγορία θα χωριστεί σε δύο
5. Μέγιστο τυπικό σφάλμα (σ). Όταν το τυπικό σφάλμα για μία κατηγορία ξεπεράσει αυτή την τιμή και ο αριθμός των “μελών” της είναι τουλάχιστον δύο φορές μεγαλύτερος από το ελάχιστο απαιτούμενο όριο για τη δημιουργία κατηγορίας, τότε η κατηγορία χωρίζεται στα δύο. Τα νέα μέσα διανύσματα είναι τα παλιά $\pm 1\sigma$
6. Τιμή διαχωρισμού (split separation value). Αν η τιμή καθοριστεί, θα αντικαταστήσει το τυπικό σφάλμα στον προσδιορισμό της θέσης των νέων μέσων διανυσμάτων (\pm -τιμή διαχωρισμού)
7. Ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κέντρων των φασματικών κατηγοριών. Φασματικοί χώροι που δεν απέχουν παραπάνω της απόστασης αυτής συγχωνεύονται. Συνηθισμένη τιμή 3.0

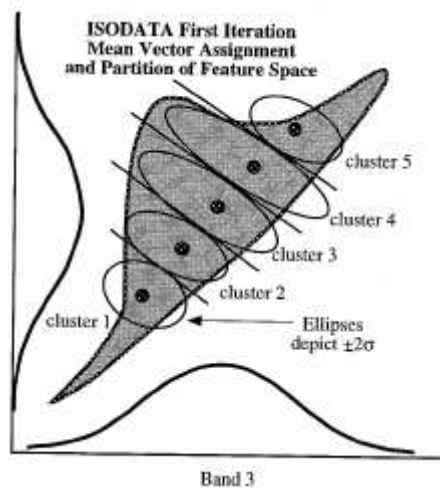
Βήμα 1ο : Αρχική Εκτίμηση

Αρχικά, δημιουργούνται οι μέσες τιμές για κάθε φασματική κατηγορία χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή και το τυπικό σφάλμα σε κάθε κανάλι της εικόνας. Τα κέντρα των ομάδων pixels, συνήθως τοποθετούνται στις μέσες τιμές του κάθε καναλιού, με απόκλιση $\pm \sigma$, της μέσης τιμής. Αυτό γίνεται για να διασφαλιστεί ότι οι φασματικές κατηγορίες δεν θα επηρεαστούν από τις τιμές των δεδομένων στις πρώτες λίγες γραμμές της εικόνας, όπως μπορεί να προκύψει με τα όσα ειπώθηκαν παραπάνω με την τεχνική της ταξινόμησης. Κάποιες εφαρμογές της ISODATA επιτρέπουν στο χρήστη να επιλέξει τις αρχικές θέσεις των κατηγοριών, αν έχει κάποια στοιχεία για την κατανομή των δεδομένων.



Βήμα 2ο : Πρώτη Επανάληψη

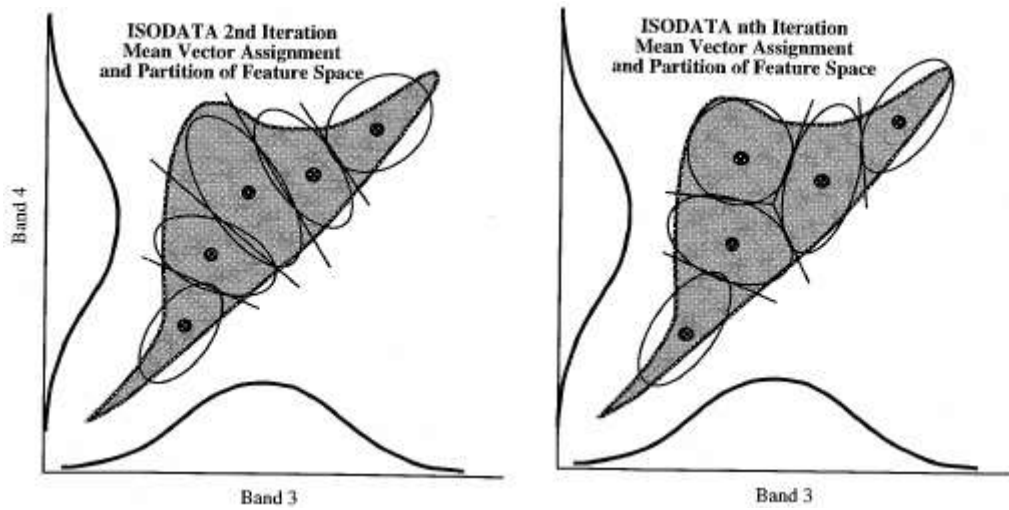
Στην πρώτη επανάληψη ταξινόμησης, όλα τα εικονοστοιχεία τοποθετούνται στην κατηγορία που βρίσκεται πιο κοντά (minimum distance). Η διαδικασία αυτή δημιουργεί ένα χάρτη ταξινόμησης.



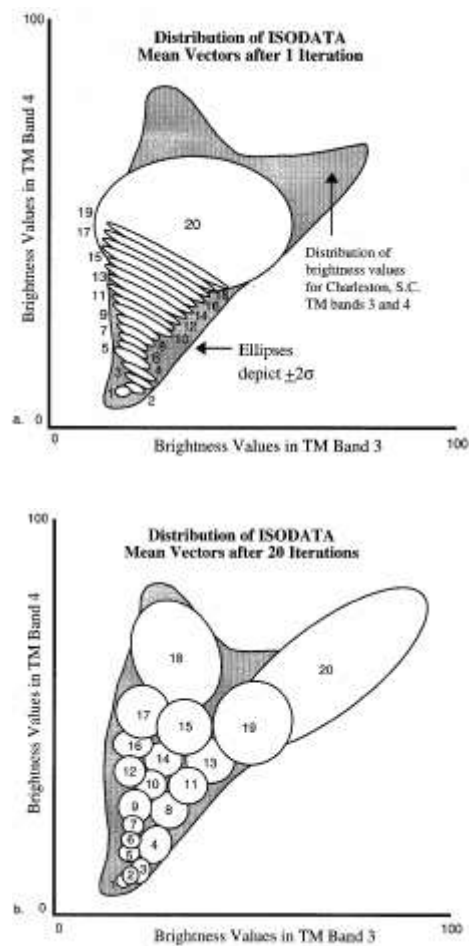
Βήμα 3ο : Δεύτερη έως ν-οστή επανάληψη

Μετά την πρώτη, μια νέα μέση τιμή υπολογίζεται για κάθε φασματική κατηγορία, βασισμένη στην πραγματική φασματική θέση, αντί των αρχικών υπολογισμών. Αυτό που συμβαίνει έπειτα εξαρτάται από την πραγματική διασπορά των δεδομένων. Οι φασματικές κατηγορίες μπορεί να διασπαστούν ή να συγχωνευθούν. Μετά από κάθε διαχωρισμό ή συγχώνευση, τα μέσα των ομάδων των εικονοστοιχείων υπολογίζονται ξανά και τα pixels προσχωρούν εκ νέου σε κατηγορίες βάση του κριτηρίου της ελάχιστης απόστασης. Η διαδικασία αυτή θα

συνεχιστεί, έως ότου το ποσοστό των μη ταξινομημένων εικονοστοιχείων φτάσει το προκαθορισμένο κατώφλι (threshold) ή ολοκληρωθεί ο μέγιστος αριθμός των επαναλήψεων.



Αποτελέσματα ISODATA



Ένα τυπικό πρόβλημα σε μία μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση είναι ότι ένας συγκεκριμένος λόγος φασματικών κατηγοριών που δημιουργούνται, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν και να

ονομαστούν ποιοτικές κατηγορίες. Ο χρήστης είναι δυνατό να προσδώσει σε αυτές, ποιοτικές πληροφορίες (cluster busting), αν για κάποιο λόγο επιπρόσθετες χρήσιμες μη εξαγχθείσες πληροφορίες εξακολουθούν να υπάρχουν. Η διαδικασία του «cluster busting» επιτυγχάνεται με τον εξής τρόπο: Τα εικονοστοιχεία που ανήκουν σε μη αναγνωρίσιμες φασματικές κατηγορίες εξάγονται από την εικόνα χρησιμοποιώντας μια «binary mask». Σε αυτά τα ανεξάρτητα εικονοστοιχεία “τρέχουμε” μία μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση για να δούμε αν αυτά ενταχθούν σε κάποια γνωστή ομάδα. Τα νέα ομαδοποιημένα pixels προστίθενται πάλι στην αρχική εικόνα. Αν απομένουν “ανένταχτα” εικονοστοιχεία, η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

2.12 Έλεγχος αποτελεσμάτων

Αφού γίνουν οι ταξινομήσεις το αποτέλεσμα τους θα είναι ένας θεματικός χάρτης για αυτό υπάρχει η ανάγκη για την εκτίμηση της ακρίβειας των ταξινομήσεων. Ένας τρόπος εκτίμησης της ακρίβειας είναι η στατιστική τιμή k η οποία απαιτεί τυχαία δεδομένα και ορίζεται ως $K = (\text{παρατηρηθείσα ακρίβεια} - \text{τυχαία συμφωνία}) / (1 - \text{τυχαία συμφωνία})$. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την εντολή Accuracy Assessment όπου επιλέγουμε την ταξινομημένη εικόνα, της δημιουργούμε τυχαία σημεία ή γνωστά πάνω στην αρχική εικόνα όπου και τα εμφανίζουμε πάνω της. Αφού βλέπουμε και σε ποιάν κατηγορία ανήκουν τότε ο χρήστης καθορίζει την πραγματική κατηγορία που ανήκουν τα σημεία μέσω της φωτοερμηνείας. Και τότε με το τέλος τους εξάγουμε το error matrix, accuracy totals και το kappa statistics.

3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής μελέτης είναι να βρεθούν οι αλλαγές χρήσεων γης που έγιναν στην πόλη της Λεμεσού από το 2001 ως το 2011 εξαιτίας του φαινομένου της αστικοποίησης που υπάρχει σε όλο τον κόσμο τώρα στις μέρες μας .Επίσης θα ερευνηθεί κατά πόσο γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία που υπάρχουν στην δυτική Λεμεσό έχει μεταβληθεί και πώς οι χρήσεις γης δημιουργώντας ζώνες επιρροής με 100,200,500,750 και 900 μέτρα. Σε αυτή τη μελέτη θα μας βοηθήσουν τα λογισμικά ERDAS και ArcMap καθώς και οι επιβλεπόμενες και μη ταξινομήσεις ψηφιακών επεξεργασίας εικόνων.

3.2 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή μελέτης ήταν η πόλη Λεμεσός ,η οποία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Κύπρου και η νοτιότερη της Ευρώπης. Ο πληθυσμός της ανέρχεται στους 100.000 κατοίκους εντός των δημοτικών ορίων και στους περίπου 180.000 στην ευρύτερη αστική περιοχή. Γνωστή ανάμεσα στις πόλεις της Κύπρου για την πλούσια νυχτερινή ζωή της και την πολιτιστική της παράδοση, η Λεμεσός είναι επίσης το μεγαλύτερο λιμάνι του νησιού κι ένα από τα μεγαλύτερα της Ανατολικής Μεσογείου. Έχει γνωρίσει αλματώδη ανάπτυξη, ιδίως μετά το 1974, οπότε λόγω της τουρκικής εισβολής χάθηκε το άλλο σημαντικό λιμάνι της Κύπρου, η Αμμόχωστος.

Η Λεμεσός είναι σχετικά νεότερη πόλη, αν και στην περιοχή της βρέθηκαν ίχνη που μαρτυρούν ότι την κατοικούσαν από τα αρχαιότατα χρόνια. Βρίσκεται στο νοτιότερο τμήμα της Κύπρου, χτισμένη αμφιθεατρικά πάνω στο Κόλπο Ακρωτηρίου, μεταξύ δύο αρχαίων πόλεων: της Αμαθούντας στα ανατολικά, και του Κουρίου στα δυτικά. Η ανάπτυξη της πόλης αναχαιτίζεται από τις Βρετανικές Στρατιωτικές Βάσεις στα δυτικά, έτσι η πόλη εξαπλώνεται προς τα ανατολικά, με αμμώδεις παραλίες κατά μήκος του παραλιακού της μετώπου.



Εικόνα 12: Η πόλη της Λεμεσού

3.3 Διαθέσιμα Δεδομένα

3.3.1 Δορυφορικές Εικόνες

Δόθηκαν από τον επιβλέπων καθηγητή δορυφορικές εικόνες από τον δορυφόρο IKONOS με pixel size 4*4 μέτρα με ημερομηνία λήψης 12/8/2001 και 20/01/2011 πάνω από την πόλη της Λεμεσού. Οι 2 από αυτές έφεραν το όνομα po_752656_0010000 και po_752656_0020000 για την χρονιά 12/8/2001 και οι άλλες δύο ήταν με το όνομα po_752656_0000000 και po_752656_0010000 για την χρονιά 20/01/2011. Και οι τέσσερις διάθεταν τα κανάλια blue, green, red, near infrared και το panchromatic. Επίσης οι εικόνες αυτές παραχωρήθηκαν για τους σκοπούς της πτυχιακής εργασίας από το Ερευνητικό Κέντρο Ερατοσθένης του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου.

3.3.2 Συντεταγμένες εκκλησιαστικών μνημείων επαρχίας Λεμεσού

Δόθηκαν από την διπλωματική εργασία της Αλεξάνδρας Παπαδοπούλου (2016) οι συντεταγμένες σε φ, λ των εκκλησιαστικών μνημείων επαρχίας Λεμεσού με παγκόσμια Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή, Διεθνές ελλειψοειδές: WGS84, οριζοντιογραφική Αφαιτηρία (datum): Γεωκεντρικό WGS84 και Υψομετρική Αφαιτηρία (datum): Μέση Στάθμη Θάλασσας. Η Παπαδοπούλου (2016) έχει συνολικά χαρτογραφήσει πέραν των 150 μνημείων στην επαρχία Λεμεσού.

3.3.3 Λογισμικά

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Erdas Imagine για την ταξινόμηση των δορυφορικών εικόνων.

Το λογισμικό ArcMap χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των ταξινομημένων εικόνων σε συνδυασμό με τα εκκλησιαστικά μνημεία για να βρεθούν οι αλλαγές χρήσεις γύρω από αυτά από το 2001 ως το 2011.

3.4 Μεθοδολογία

Τα αρχεία που δόθηκαν από τον επιβλέπον καθηγητή ήταν της μορφής TIFF. Για το κάθε κανάλι της κάθε εικόνας δινόταν ένα αρχείο TIFF. Με το πρόγραμμα Erdas Imagine και την εντολή του 'Layer Stack' δημιουργήθηκαν εικόνες με μορφή 'IMG', από τα κανάλια (TIFF) που ήταν διαθέσιμα για την κάθε μία. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν γεωμετρικά διορθωμένα και γεωαναφερμένα στο προβολικό σύστημα WGS84 UTM Zone 36N.



Εικόνα 13: Δυτική πλευρά της Λεμεσού το 2001



Εικόνα 14: Ανατολική πλευρά της Λεμεσού 2001



Εικόνα 15: Δυτική πλευρά της Λεμεσού 2011



Εικόνα 16: Ανατολική πλευρά της Λεμεσού 2011

Έτσι υπήρχαν τέσσερις εικόνες, δύο για κάθε χρονιά 2001 και 2011 όπου οι δυο κάλυπταν την ανατολική πλευρά της πόλης Λεμεσού και οι άλλες δύο την δυτική πλευρά όμως με δέκα χρόνια διαφορά μεταξύ τους. Έπειτα με την εντολή ‘Mosaic Images’ δημιουργήθηκαν δύο εικόνες όπου για κάθε μία ήταν το αποτέλεσμα της ένωσης των 2 προηγούμενων εικόνων (ανατολική και δυτική πλευρά) για τις χρονιές 2001 και 2011.



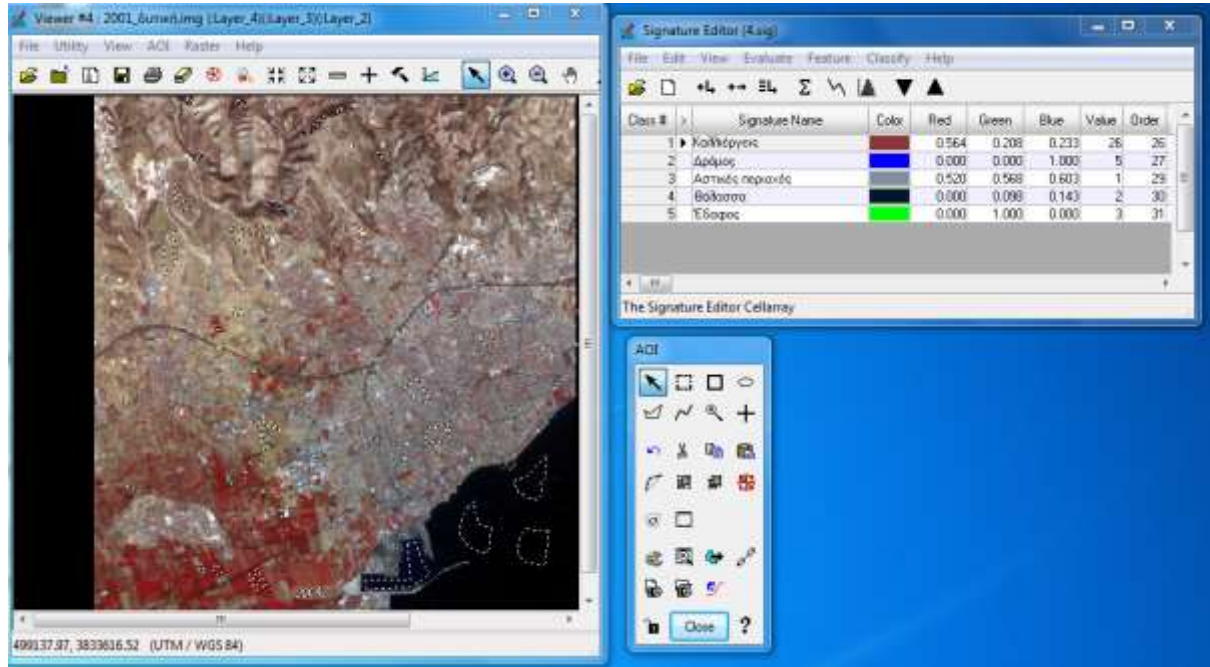
Εικόνα 17: Μωσαϊκό της πόλης Λεμεσού 2001



Εικόνα 18: Μωσαϊκό της πόλης Λεμεσού 2011

Με την δημιουργία των 2 μωσαϊκών, το μωσαϊκό της εικόνας με την πόλη της Λεμεσού 2001 όπως φαίνεται στα ανατολικά της εικόνας υπάρχει μεγάλο σφάλμα, το οποίο αργότερα στις ταξινομήσεις είχε πολύ μεγάλο λάθος στο αποτέλεσμα. Το σφάλμα αυτό πιθανόν να προήλθε για τον λόγο ότι δεν είχε προηγηθεί ατμοσφαιρική και ραδιομετρική διόρθωση ή για τον λόγο ότι ήταν αρκετά μεγάλο το αποτέλεσμα. Τότε κατέληξα στο αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθεί μόνο η εικόνα με την δυτική πλευρά της Λεμεσού για την χρονιά 2001 αφού και σε αυτήν υπήρχαν τα περισσότερα εκκλησιαστικά μνημεία και με κατά επέκταση να κοπεί η εικόνα του 2011 στις ίδιες συντεταγμένες που είχε αυτή της δυτικής πλευράς για καλύτερη σύγκριση με τα αποτελέσματα των ταξινομήσεων επιβλεπόμενη και μη επιβλεπόμενη. Για αυτό βοήθησε η εντολή ‘subset image’ όπου εισάχθηκαν για LRX 50533.5 και LRY 3832817.5 αφήνοντας το ULX και ULY ίδια αφού είχαν τα ίδια με αυτά της 2001.

Στη συνέχεια άρχισε η δημιουργία των επιβλεπόμενων ταξινομήσεων με την δημιουργία των φασματικών υπογραφών για κάθε δορυφορική εικόνα. Με το τέλος αυτών θα έπρεπε να ταξινομηθούν οι εικόνες έχοντας για τάξεις τις αστικές περιοχές, περιοχές εδάφους, περιοχές με καλλιέργειες, τη θάλασσα και τους δρόμους (άσφαλτος). Έτσι πάρθηκαν πολλά δείγματα για κάθε τάξη ,τα οποία αποτελούσαν σχεδόν το 3% της συνολικής δορυφορικής εικόνας, όπου στο τέλος πριν την ταξινόμηση συγχωνεύτηκαν σε μία φασματική υπογραφή για κάθε ένα. Έτσι δημιουργήθηκαν ταξινομήσεις με τις μεθόδους max likelihood και min distance και αλλάζοντας τις παραμέτρους των Non-parametric Rule, του overlap Rule και του Unclassified Rule και για τις δυο χρονιές.



Εικόνα 19: Συλλογή φασματικών υπογραφών 2001

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order
1	ΘΑΛΑΣΣΑ	Black	0.000	0.000	0.000	1	1
2	ΑΣΤΙΚΟ	Grey	0.753	0.753	0.753	21	21
3	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	Red	1.000	0.000	0.000	23	28
4	ΡΟΔΟ	Blue	0.000	0.000	1.000	8	42
5	ΕΔΑΦΟΣ	Green	0.000	1.000	0.000	2	43

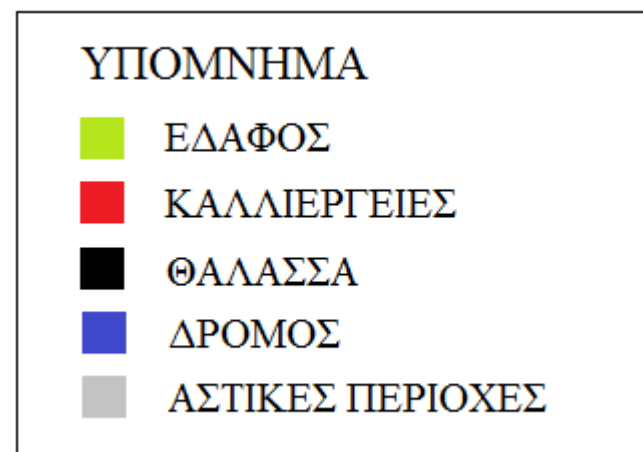
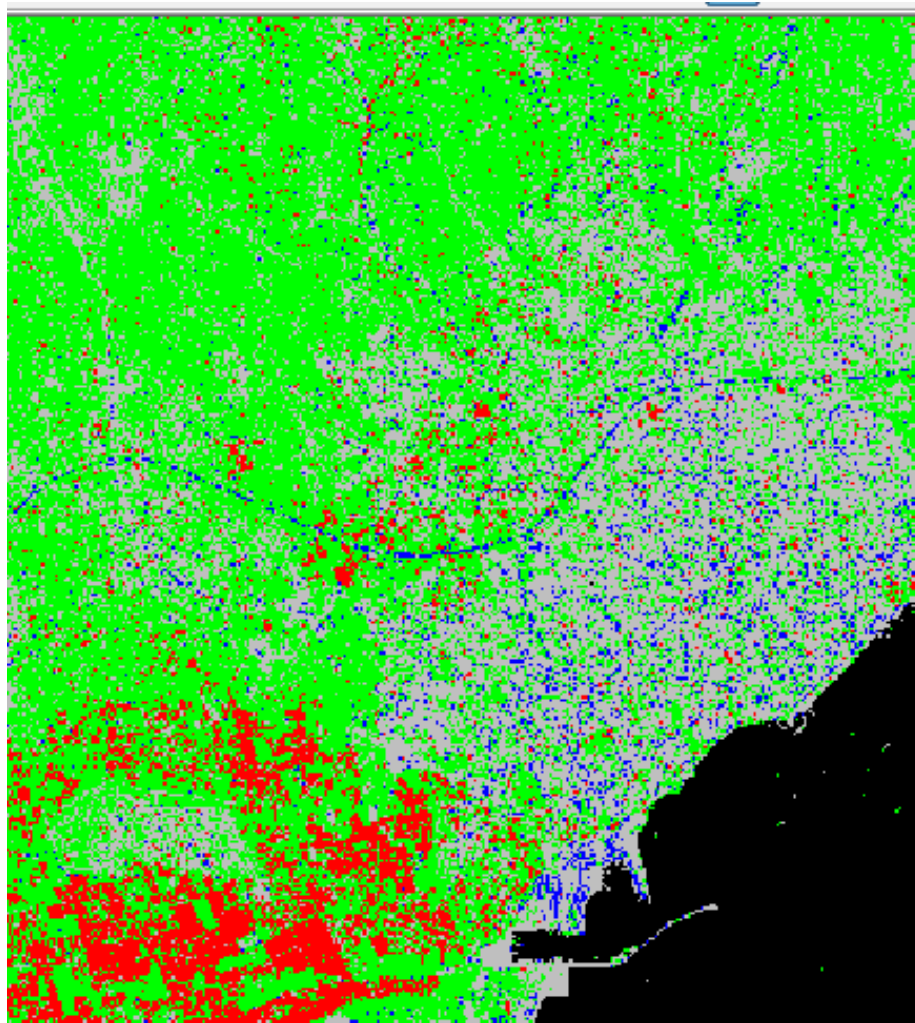
Διάγραμμα 1: Φασματικές υπογραφές για το 2001

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order
1	ΑΣΤΙΚΟ	Grey	0.753	0.753	0.753	4	9
2	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	Red	1.000	0.000	0.000	6	13
3	ΔΡΟΜΟΙ	Blue	0.000	0.000	1.000	8	27
4	ΕΔΑΦΟΣ	Green	0.000	1.000	0.000	1	28
5	ΘΑΛΑΣΣΑ	Black	0.000	0.000	0.000	9	32

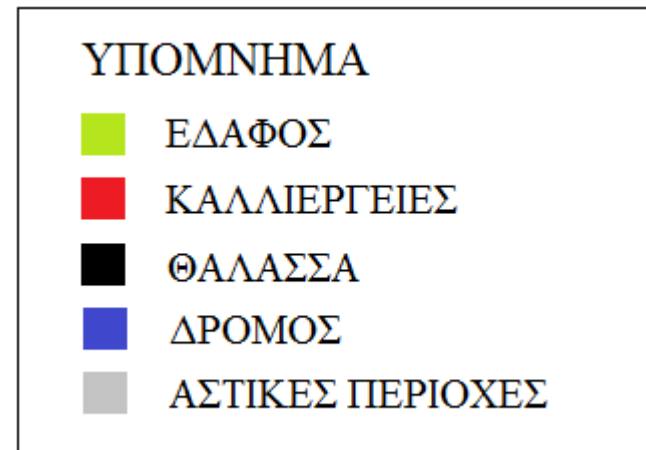
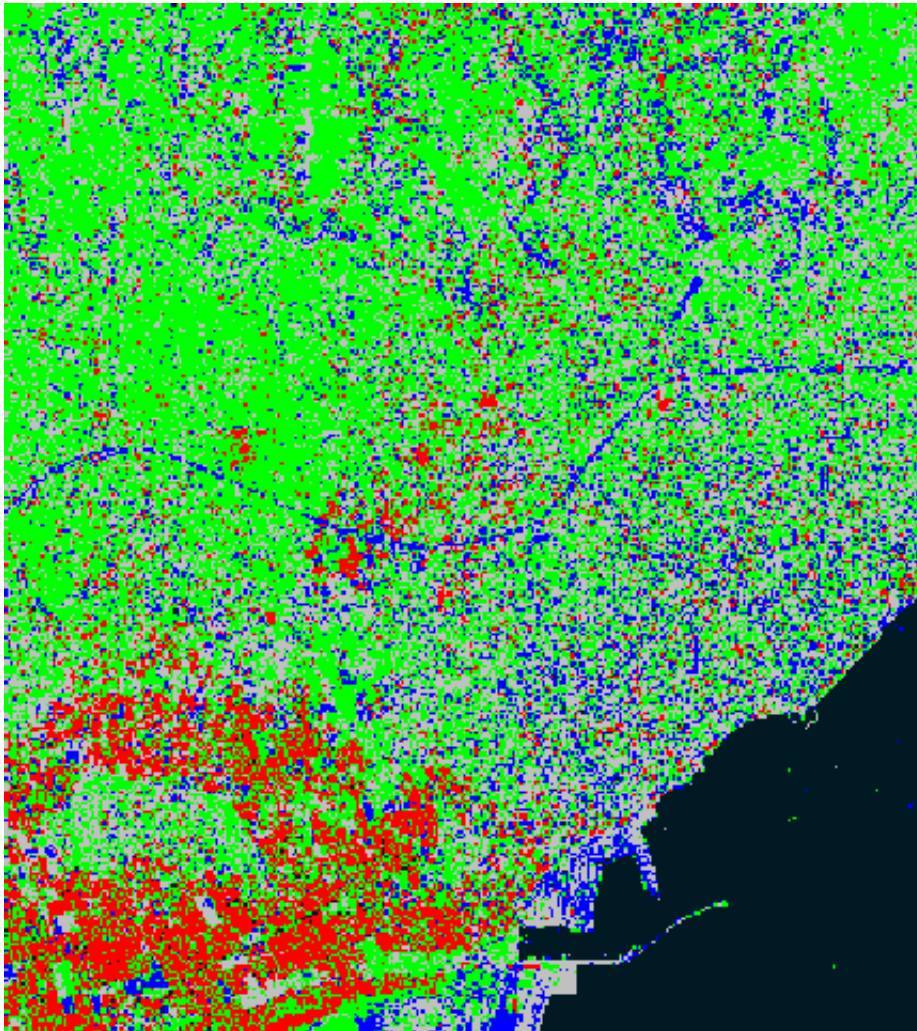
Διάγραμμα 2: Φασματικές υπογραφές για το 2011

	Non-parametric Rule	Overlap Rule	Unclassified Rule	Parametric Rule
1	none	-	-	Maximum Likelihood
2	none	-	-	Minimum Distance
3	Parallelepiped	Parametric Rule	Parametric Rule	Maximum Likelihood
4	Parallelepiped	Parametric Rule	Parametric Rule	Minimum Distance
5	Parallelepiped	Parametric Rule	Unclassified	Maximum Likelihood
6	Parallelepiped	Parametric Rule	Unclassified	Minimum Distance
7	Feature Space	Parametric Rule	Parametric Rule	Maximum Likelihood
8	Feature Space	Parametric Rule	Parametric Rule	Minimum Distance
9	Feature Space	Parametric Rule	Unclassified	Maximum Likelihood
10	Feature Space	Parametric Rule	Unclassified	Minimum Distance
11	Feature Space	Unclassified	Parametric Rule	Maximum Likelihood
12	Feature Space	Unclassified	Parametric Rule	Minimum Distance

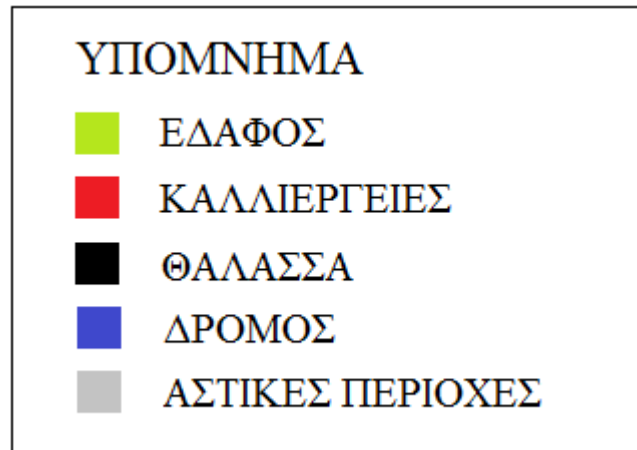
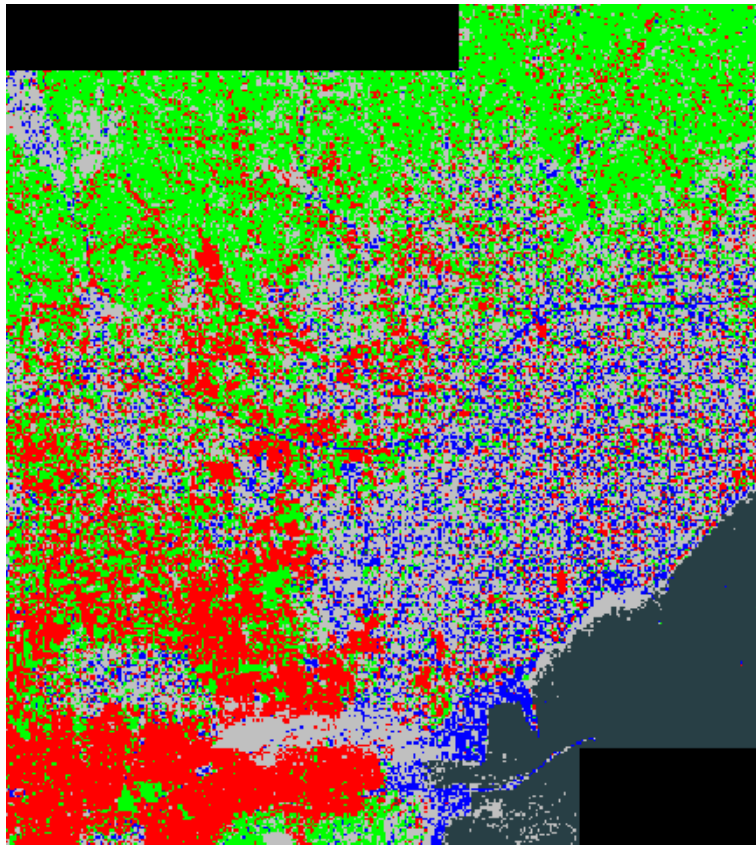
Πίνακας 4: Μέθοδοι επιβλεπόμενης ταξινόμησης όπου δημιουργήθηκαν για τις δυο χρονιές



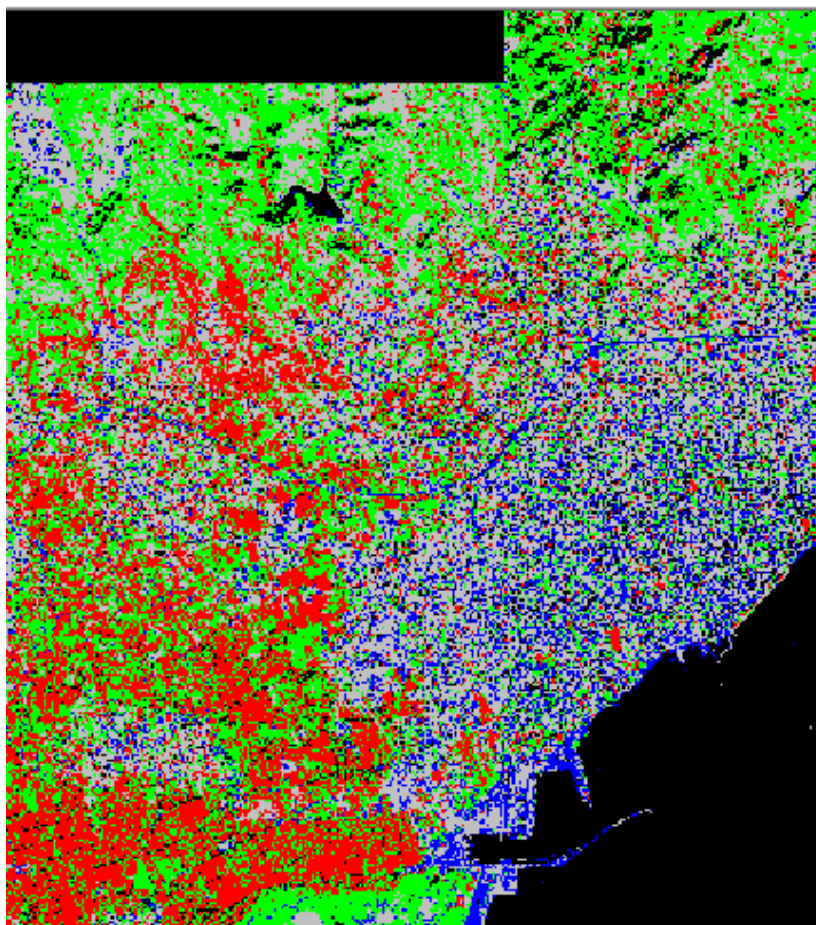
Εικόνα 20: Αποτέλεσμα με μέθοδο max likelihood του 2001



Εικόνα 21:Αποτέλεσμα με μέθοδο min distance του 2001



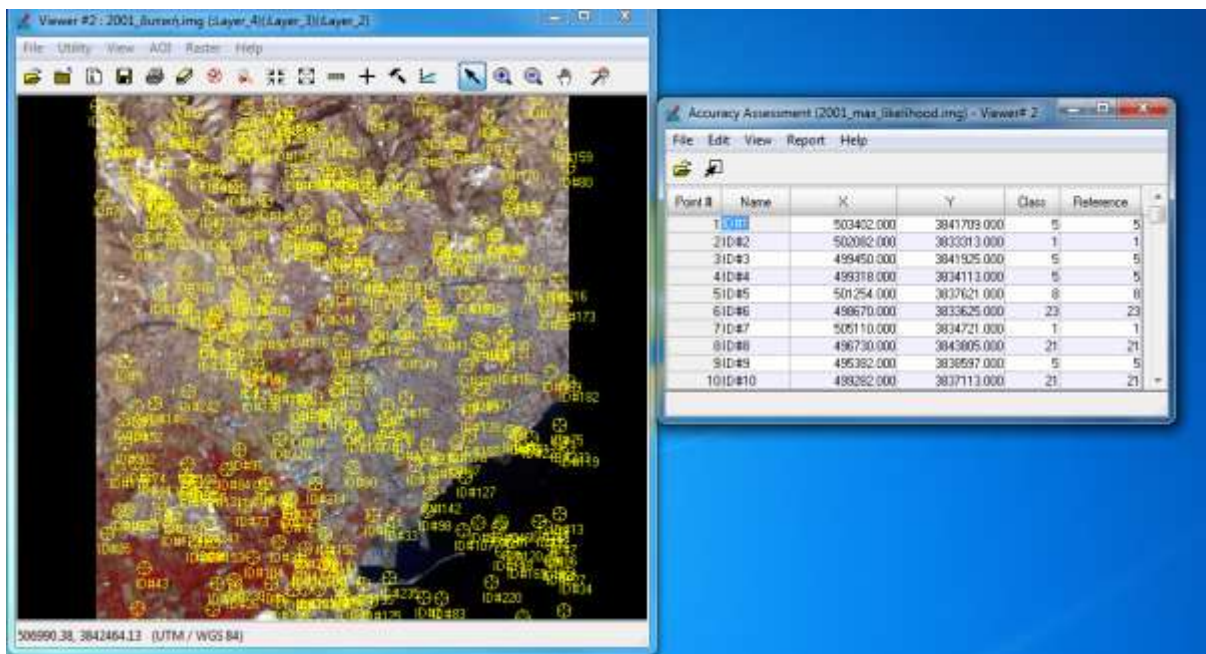
Εικόνα 22:Αποτέλεσμα με μέθοδο max likelihood του 2011



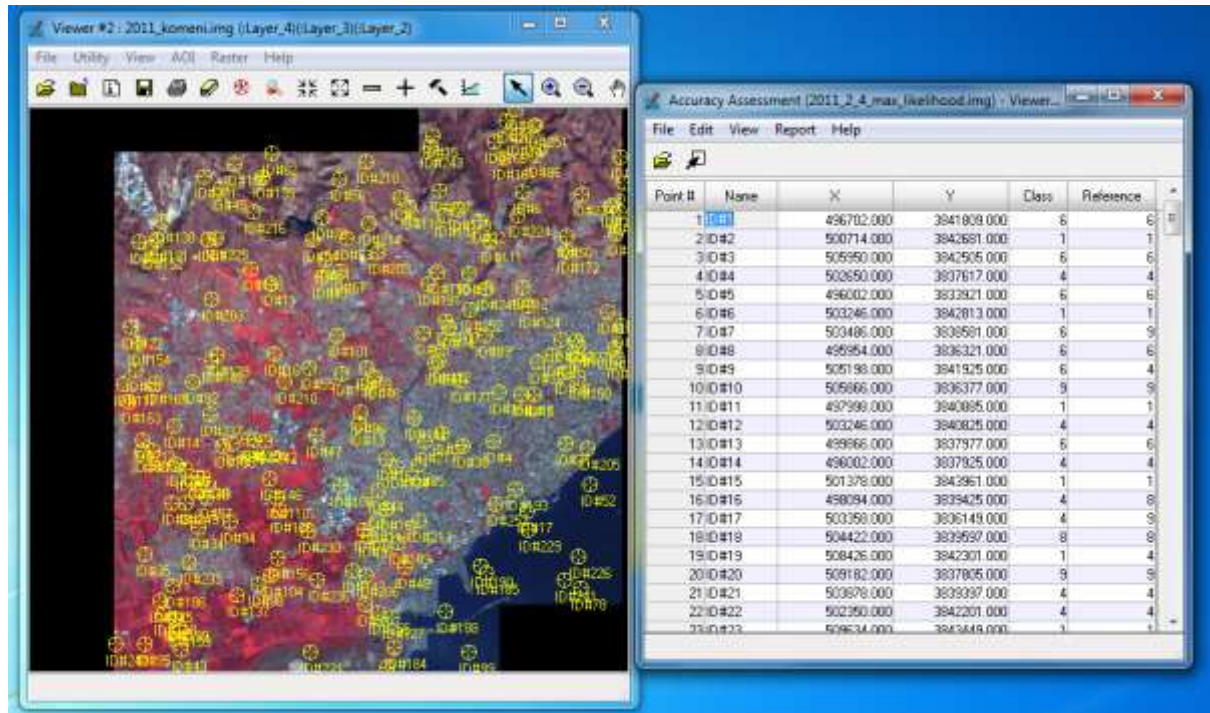
Εικόνα 23:Αποτέλεσμα με μέθοδο min distance του 2011

Οι ταξινομήσεις 3-12 για κάθε χρονιά έχουν τα ίδια οπτικά αποτελέσματα με αυτές των max likelihood και min distance αντίστοιχα με τα παραπάνω, με μικρές διαφορές σε error matrix, accuracy totals και kappa statistics.

Αργότερα οι ταξινομήσεις αυτές έπρεπε να ελεγχθούν ως προς την ορθότητα τους. Έγινε εφικτό με την εντολή 'accuracy assessment' από το Erdas Imagine για να βρεθεί το error matrix, accuracy totals και kappa statistics. Σε αυτό το στάδιο εισήγα ένα τυχαίο σύνολο για τον έλεγχο αυτό για την ταξινόμηση του θεματικού χάρτη max likelihood 2001 κάνοντας την κατάλληλη φωτοερμηνεία εισάγοντας στην στήλη Reference την πραγματική τάξη όπου ανήκαν τα 256 τυχαία σημεία. Αυτό έγινε το ίδιο και για τον θεματικό χάρτη max likelihood 2011. Για τις επόμενες ταξινομήσεις ($11*2=22$) χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια τυχαία σημεία καθώς και τα reference των κλάσεων για όλα τα σημεία ξεχωριστά για τις χρονιές 2001 και 2011. Αυτό με βοήθησε αρκετά αφού χρησιμοποιούσα τις ίδιες τάξεις για κάθε έτος ,έτσι εισήγα τα αποθηκευμένα πλέον σημεία με τα reference τους για να βγάλω τα error matrix, accuracy totals και kappa statistics για κάθε ταξινόμηση ξεχωριστά.



Εικόνα 24: Φωτοερμηνεία με το accuracy assessment για τον θεματικό χάρτη max likelihood 2001



Εικόνα 25: Φωτοερμηνεία με το accuracy assessment για τον θεματικό χάρτη max likelihood 2011

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	503402,5	3841710		5						
2	502082,5	3833314		1						
3	499450,5	3841926		5						
4	499318,5	3834114		5						
5	501254,5	3837622		8						
6	498670,5	3833626		23						
7	505110,5	3834722		1						
8	496730,5	3843806		21						
9	495382,5	3838598		5						
10	499282,5	3837114		21						
11	498370,5	3844026		5						
12	500674,5	3840606		21						
13	505118,5	3835178		1						
14	501002,5	3839170		21						
15	501682,5	3837778		21						
16	495282,5	3843578		5						
17	501298,5	3837018		21						
18	501094,5	3840182		21						
19	499438,5	3837722		5						
20	495342,5	3837306		5						
21	500242,5	3833474		21						
22	496050,5	3842382		21						
23	503518,5	3844070		5						
24	500986,5	3844182		5						
25	495006,5	3834750		5						
26	497854,5	3833502		5						

Πίνακας 5: Τυχαία σημεία μαζί με τις ορθές τους τάξεις(reference) 2001 που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο αποτελεσμάτων

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	496702	3841809		6						
2	500714	3842681		1						
3	505950	3842505		6						
4	502650	3837617		4						
5	496002	3833921		6						
6	503246	3842813		1						
7	509486	3838581		5						
8	499904	3836321		6						
9	505198	3841925		4						
10	505866	3836377		5						
11	497998	3840885		1						
12	503246	3840825		4						
13	499866	3837977		6						
14	496002	3837925		4						
15	501378	3843961		1						
16	498094	3839425		8						
17	503358	3836149		5						
18	504422	3839597		8						
19	508426	3842301		4						
20	508182	3837805		5						
21	503878	3839397		4						
22	502350	3842201		4						
23	509634	3843449		1						
24	506042	3839781		1						
25	495194	3839689		6						
26	508386	3843637		1						
27	508350	3836741		5						
28	496594	3838801		6						
29	506290	3836001		5						
30	507974	3834661		5						

Πίνακας 6: Τυχαία σημεία μαζί με τις ορθές τους τάξεις(reference) 2011 που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο αποτελεσμάτων

Ακολουθούν τα εξερχόμενα accuracy totals και kappa statistics για κάθε ταξινόμηση για το 2001 και 2011 με την ονομασία που δόθηκε από παρα πάνω.

Class Name/ Μέθοδος ταξινόμησης	Non-parametric Rule	None	Parallelepiped	Parallelepiped	Feature Space	Feature Space	Feature Space
	Overlap Rule	-	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Unclassified
	Unclassified Rule	-	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule
Unclassified		0	0	0	0	0	0
ΘΑΛΑΣΣΑ		1	1	1	1	1	1
ΕΔΑΦΟΣ		0,91	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91
ROAD		1	1	1	1	1	1
ΑΣΤΙΚΟ		0,92	0,84	0,88	0,92	0,92	0,92
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙ ΕΣ		1	0,92	1	1	1	1
Overall Kappa Statistics		0,93	0,90	0,92	0,93	0,93	0,93

Πίνακας 7: Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2001 με Parametric Rule: Max likelihood

Πίνακας 8 : Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2001 με Parametric Rule: Min Distance

Class Name/ Μέθοδος ταξινόμησης	Non-parametric Rule	None	Parallelepiped	Parallelepiped	Feature Space	Feature Space	Feature Space
	Overlap Rule	-	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Unclassified
	Unclassified Rule	-	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule
Unclassified		0	0	0	0	0	0
ΘΑΛΑΣΣΑ		1	0.79	0.79	1	1	1
ΕΔΑΦΟΣ		0.67	0.33	0.61	0.68	0.67	0.67
ROAD		0.09	0.33	0.33	0.09	0.09	0.09
ΑΣΤΙΚΟ		0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙ ΕΣ		0.74	0.58	0.58	0.74	0.74	0.74
Overall Kappa Statistics		0.49	0.51	0.81	0.49	0.49	0.49

Πίνακας 9 Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2011 με Parametric Rule: Max likelihood

Class Name/ Μέθοδος ταξινόμησης	Non-parametric Rule	None	Parallelepiped	Parallelepiped	Feature Space	Feature Space	Feature Space
	Overlap Rule	-	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Unclassified
	Unclassified Rule	-	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule
Unclassified		0	0	0	0	0	0
ΘΑΛΑΣΣΑ		1	1	0.98	1	1	1
ΕΔΑΦΟΣ		0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
ROAD		0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
ΑΣΤΙΚΟ		0.80	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙ ΕΣ		0.87	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87
Overall Kappa Statistics		0.79	0.79	0.78	0.79	0.79	0.79

Πίνακας 10: Αποτελέσματα Overall Kappa Statistics για κάθε ταξινόμηση του 2011 με Parametric Rule: Min Distance

Class Name/ Μέθοδος ταξινόμησης	Non-parametric Rule	None	Parallelepiped	Parallelepiped	Feature Space	Feature Space	Feature Space
	Overlap Rule	-	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Parametric Rule	Unclassified
	Unclassified Rule	-	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule	Unclassified	Parametric Rule
Unclassified		0	0	0	0	0	0
ΘΑΛΑΣΣΑ		0.77	0.81	0.82	0.80	0.80	0.80
ΕΔΑΦΟΣ		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ROAD		0.70	0.61	0.60	0.61	0.61	0.61
ΑΣΤΙΚΟ		0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙ ΕΣ		0.93	0.93	0.89	0.93	0.93	0.93
Overall Kappa Statistics		0.83	0.83	0.82	0.83	0.83	0.83

ACCURACY TOTALS						
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy	
Unclassified	0	0	0	---	---	
ΘΑΛΑΣΣΑ	26	26	26	100.00%	100.00%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
ΕΔΑ+ΟΕ	145	147	141	97.24%	95.92%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
ROAD	3	3	3	100.00%	100.00%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
ΑΕΤΙΚΟ	69	68	64	92.75%	94.12%	
	0	0	0	---	---	
ΚΑΛΑΜΕΡΤΕΙΕΣ	13	12	12	92.31%	100.00%	
	0	0	0	---	---	
Totals	256	256	246			
Overall Classification Accuracy =		96.09%				

Πίνακας 11: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule:-, Unclassified Rule: -

ACCURACY TOTALS						
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy	
Unclassified	0	0	0	---	---	
ΘΑΛΑΣΣΑ	26	26	26	100.00%	100.00%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
ΕΔΑ+ΟΕ	146	146	140	95.89%	95.89%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
ROAD	3	2	2	66.67%	100.00%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
ΑΕΤΙΚΟ	67	69	61	91.04%	88.41%	
	0	0	0	---	---	
ΚΑΛΑΜΕΡΤΕΙΕΣ	13	13	12	92.31%	92.31%	
	0	0	0	---	---	
Totals	255	256	241			
Overall Classification Accuracy =		94.14%				
----- End of Accuracy Totals -----						

Πίνακας 12: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΕΔΑ+ΟΕ	145	146	140	96.55%	95.89%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ROAD	3	2	2	66.67%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΑΕΤΙΚΟ	69	69	63	91.30%	91.30%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	13	13	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
Totals	256	256	244		

Overall Classification Accuracy = 95.31%

----- End of Accuracy Totals -----

Πίνακας 13: Accuracy totals 2001 max likelihood , Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΕΔΑ+ΟΕ	145	147	141	97.24%	95.92%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ROAD	3	3	3	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΑΕΤΙΚΟ	69	68	64	92.75%	94.12%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	12	12	92.31%	100.00%
	0	0	0	---	---
Totals	256	256	246		

Overall Classification Accuracy = 96.09%

----- End of Accuracy Totals -----

Πίνακας 14: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS					
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΙΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
EΔΑ+ΟΕ	145	147	141	97.24%	95.92%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ROAD	3	3	3	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
AΕΤΙΚΟ	69	68	64	92.75%	94.12%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	12	12	92.31%	100.00%
Totals	256	256	246		
Overall Classification Accuracy = 96.09%					
----- End of Accuracy Totals -----					

Πίνακας 15: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

ACCURACY TOTALS					
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΙΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
EΔΑ+ΟΕ	145	147	141	97.24%	95.92%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ROAD	3	3	3	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
AΕΤΙΚΟ	69	68	64	92.75%	94.12%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	12	12	92.31%	100.00%
Totals	256	256	246		
Overall Classification Accuracy = 96.09%					
----- End of Accuracy Totals -----					

Πίνακας 16: Accuracy totals 2001 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS						
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy	
Unclassified	0	0	0	---	---	
ΘΑΛΑΣΣΙΑ	26	26	26	100.00%	100.00%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
EΔΑ+ΟΕ	145	92	79	54.48%	85.87%	
	0	0	0	---	---	
ROAD	3	30	3	100.00%	10.00%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
AETIKO	69	92	46	66.67%	50.00%	
	0	0	0	---	---	
ΚΑΛΑΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	16	12	92.31%	75.00%	
Totals	256	256	166			
Overall Classification Accuracy =		64.84%				
----- End of Accuracy Totals -----						

Πίνακας 17: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule: -, Unclassified Rule: -

ACCURACY TOTALS						
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy	
Unclassified	0	0	0	---	---	
ΘΑΛΑΣΣΙΑ	26	32	26	100.00%	81.25%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
EΔΑ+ΟΕ	144	106	88	61.11%	83.02%	
	0	0	0	---	---	
ROAD	3	6	2	66.67%	33.33%	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
	0	0	0	---	---	
AETIKO	69	92	46	66.67%	50.00%	
	0	0	0	---	---	
ΚΑΛΑΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	20	12	92.31%	60.00%	
Totals	255	256	174			
Overall Classification Accuracy =		67.97%				
----- End of Accuracy Totals -----						

Πίνακας 18: Accuracy totals 2001 min distance , Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS					
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΑ	26	32	26	100.00%	81.25%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΕΔΑ+ΟΕ	145	106	88	60.69%	83.02%
	0	0	0	---	---
ROAD	3	6	2	66.67%	33.33%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΑΕΤΙΚΟ	69	92	46	66.67%	50.00%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	20	12	92.31%	60.00%
	0	0	0	---	---
Totals	256	256	174		
Overall Classification Accuracy =			67.97%		
----- End of Accuracy Totals -----					

Πίνακας 19: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

ACCURACY TOTALS					
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΕΔΑ+ΟΕ	144	92	79	54.86%	85.87%
	0	0	0	---	---
ROAD	3	30	3	100.00%	10.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΑΕΤΙΚΟ	69	92	46	66.67%	50.00%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	16	12	92.31%	75.00%
	0	0	0	---	---
Totals	256	256	166		
Overall Classification Accuracy =			64.84%		
----- End of Accuracy Totals -----					

Πίνακας 20: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΙΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΕΔΑ+ΟΕ	145	92	79	54.48%	85.87%
	0	0	0	---	---
ROAD	3	30	3	100.00%	10.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΑΕΤΙΚΟ	69	92	46	66.67%	50.00%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	16	12	92.31%	75.00%
Totals	256	256	166		

Overall Classification Accuracy = 64.84%

----- End of Accuracy Totals -----

Πίνακας 21: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
ΘΑΛΑΣΣΙΑ	26	26	26	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΕΔΑ+ΟΕ	145	92	79	54.48%	85.87%
	0	0	0	---	---
ROAD	3	30	3	100.00%	10.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
ΑΕΤΙΚΟ	69	92	46	66.67%	50.00%
	0	0	0	---	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	13	16	12	92.31%	75.00%
Totals	256	256	166		

Overall Classification Accuracy = 64.84%

----- End of Accuracy Totals -----

Πίνακας 22: Accuracy totals 2001 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔA+OE	71	79	64	90.14%
	0	0	0	---
	0	0	0	---
AETIKO	68	55	47	69.12%
	0	0	0	---
KAAAIEPTEIEE	53	50	45	84.91%
	0	0	0	---
ΔPOMOI	12	22	9	75.00%
ΘAAAEEA	52	50	50	96.15%
Totals	256	256	215	

Overall Classification Accuracy = 83.98%

----- End of Accuracy Totals -----

Πίνακας 23: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule:-, Unclassified Rule: -

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔA+OE	70	56	52	74.29%
	0	0	0	---
	0	0	0	---
AETIKO	68	67	56	82.35%
ΘAAAEEA	52	64	52	100.00%
KAAAIEPTEIEE	54	55	52	96.30%
	0	0	0	---
ΔPOMOI	12	14	10	83.33%
Totals	256	256	222	

Overall Classification Accuracy = 86.72%

----- End of Accuracy Totals -----

Πίνακας 24: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: none, Overlap Rule:-, Unclassified Rule: -

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
ΕΔΑ+ΟΕ	70	79	63	90.00%
	0	0	0	---
ΑΕΤΙΚΟ	68	55	47	69.12%
	0	0	0	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	54	50	45	83.33%
	0	0	0	---
ΔΡΟΜΟΙ	12	22	9	75.00%
ΘΑΛΑΣΣΑ	52	50	50	96.15%
Totals	256	256	214	
Overall Classification Accuracy =		83.59%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 25: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
ΕΔΑ+ΟΕ	70	57	53	75.71%
	0	0	0	---
ΑΕΤΙΚΟ	68	67	56	82.35%
	0	0	0	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	54	55	52	96.30%
	0	0	0	---
ΔΡΟΜΟΙ	12	16	10	83.33%
ΘΑΛΑΣΣΑ	52	61	52	100.00%
Totals	256	256	223	
Overall Classification Accuracy =		87.11%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 26: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔΑ+ΟΕ	70	79	63	90.00%
	0	0	0	---
ΑΕΤΙΚΟ	68	55	47	69.12%
	0	0	0	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	54	50	45	83.33%
	0	0	0	---
ΔΡΟΜΟΙ	13	22	9	69.23%
ΘΑΛΑΣΣΑ	51	50	49	96.08%
Totals	256	256	213	
Overall Classification Accuracy =		83.20%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 27: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔΑ+ΟΕ	70	57	53	75.71%
	0	0	0	---
ΑΕΤΙΚΟ	68	67	56	82.35%
	1	0	0	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	52	55	50	96.15%
	0	0	0	---
ΔΡΟΜΟΙ	13	16	10	76.92%
ΘΑΛΑΣΣΑ	52	61	52	100.00%
Totals	256	256	221	
Overall Classification Accuracy =		86.33%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 28: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Parallelepiped, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔA+OE	70	79	63	90.00%
	0	0	0	---
AETIKO	68	55	47	69.12%
	0	0	0	---
KAAAIEPTEIEE	54	50	45	83.33%
	0	0	0	---
ΔPOMOI	12	22	9	75.00%
ΘΑΛΑΕΕΑ	52	50	50	96.15%
Totals	256	256	214	
Overall Classification Accuracy =		83.59%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 29: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔA+OE	70	56	52	74.29%
	0	0	0	---
AETIKO	68	67	56	82.35%
	0	0	0	---
KAAAIEPTEIEE	54	55	52	96.30%
	0	0	0	---
ΔPOMOI	12	16	10	83.33%
ΘΑΛΑΕΕΑ	52	62	52	100.00%
Totals	256	256	222	
Overall Classification Accuracy =		86.72%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 30: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EAA+OE	70	79	63	90.00%
	0	0	0	---
	0	0	0	---
AETIKO	68	55	47	69.12%
	0	0	0	---
KAAAIEPTEIEE	54	50	45	83.33%
	0	0	0	---
ΔPOMOI	12	22	9	75.00%
ΘAAAEEA	52	50	50	96.15%
Totals	256	256	214	
Overall Classification Accuracy =		83.59%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 31: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EAA+OE	70	56	52	74.29%
	0	0	0	---
	0	0	0	---
AETIKO	68	67	56	82.35%
	0	0	0	---
KAAAIEPTEIEE	54	55	52	96.30%
	0	0	0	---
ΔPOMOI	12	16	10	83.33%
ΘAAAEEA	52	62	52	100.00%
Totals	256	256	222	
Overall Classification Accuracy =		86.72%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 32: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Unclassified

ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔΑ+ΟΕ	70	79	63	90.00%
	0	0	0	---
	0	0	0	---
ΑΣΤΙΚΟ	68	55	47	69.12%
	0	0	0	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	54	50	45	83.33%
	0	0	0	---
ΔΡΟΜΟΙ	12	22	9	75.00%
ΘΑΛΑΣΣΑ	52	50	50	96.15%
Totals	256	256	214	
Overall Classification Accuracy =		83.59%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 33: Accuracy totals 2011 max likelihood, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule


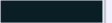



ACCURACY TOTALS				
Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy
Unclassified	0	0	0	---
EΔΑ+ΟΕ	70	56	52	74.29%
	0	0	0	---
	0	0	0	---
ΑΣΤΙΚΟ	68	67	56	82.35%
	0	0	0	---
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	54	55	52	96.30%
	0	0	0	---
ΔΡΟΜΟΙ	12	16	10	83.33%
ΘΑΛΑΣΣΑ	52	62	52	100.00%
Totals	256	256	222	
Overall Classification Accuracy =		86.72%		
----- End of Accuracy Totals -----				

Πίνακας 34: Accuracy totals 2011 min distance, Non-parametric Rule: Feature Space, Overlap Rule: Parametric Rule, Unclassified Rule: Parametric Rule

Ακολούθως είχε γίνει η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση με την εντολή *unsupervised classification* με την μέθοδο ISODATA με αριθμό επαναλήψεων 6 και με όριο 0,95 (%) το οποίο αφορά τα pixels τα οποία θα παραμείνουν τα ίδια μεταξύ δυο επαναλήψεων (convergence iterations) και για τις δύο χρονιές 2001 και 2011 με αριθμών τάξεων 4 μέχρι 7.



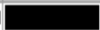





Εικόνα 26: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 4 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	0			0	0	0	0 Unclassified
1	1099545		0.04	0.12	0.15		1 Class 1
2	2743872		0.45	0.37	0.37		1 Class 2
3	2644462		0.59	0.61	0.59		1 Class 3
4	1270478		0.81	0.87	0.89		1 Class 4

Πίνακας 35: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 4 τάξεις









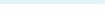
Εικόνα 27: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 5 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	0				0	0	0 Unclassified
1	982409		0.01	0.11	0.13		1 Class 1
2	1843894		0.42	0.31	0.32		1 Class 2
3	2096023		0.5	0.5	0.49		1 Class 3
4	1989257		0.65	0.68	0.66		1 Class 4
5	846774		0.86	0.93	0.96		1 Class 5

Πίνακας 36: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 5 τάξεις



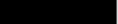
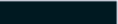






Εικόνα 28: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 6 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	0		0	0	0	0	Unclassified
1	956782		0.01	0.11	0.13	1	Class 1
2	1341421		0.4	0.28	0.29	1	Class 2
3	1579181		0.47	0.43	0.42	1	Class 3
4	1572504		0.55	0.56	0.55	1	Class 4
5	1610633		0.68	0.71	0.69	1	Class 5
6	697836		0.88	0.96	0.99	1	Class 6

Πίνακας 37: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 6 τάξεις








Εικόνα 29: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2001 με 7 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	0		0	0	0	0	Unclassified
1	923318		0	0.1	0.13	1	Class 1
2	1026601		0.34	0.28	0.3	1	Class 2
3	1161394		0.54	0.36	0.35	1	Class 3
4	1379904		0.45	0.49	0.49	1	Class 4
5	1486927		0.6	0.61	0.59	1	Class 5
6	1309466		0.71	0.76	0.75	1	Class 6
7	470747		0.93	1	1	1	Class 7

Πίνακας 38: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2001 με 7 τάξεις




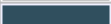



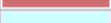
Εικόνα 30: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 4 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	576459		0	0	0	0	Unclassified
1	1352323		0.21	0.31	0.37	1	Class 1
2	2848092		0.47	0.5	0.5	1	Class 2
3	2152725		0.73	0.52	0.52	1	Class 3
4	828758		0.75	1	0.98	1	Class 4

Πίνακας 39: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 4 τάξεις






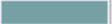



Εικόνα 31: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 5 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	576459		0	0	0	0	Unclassified
1	1208246		0.19	0.31	0.37	1	Class 1
2	2031509		0.47	0.42	0.43	1	Class 2
3	2094636		0.55	0.66	0.64	1	Class 3
4	1236893		0.81	0.43	0.45	1	Class 4
5	610614		0.8	1	1	1	Class 5

Πίνακας 40: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 5 τάξεις








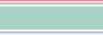


Εικόνα 32: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 6 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	576459		0	0	0	0	Unclassified
1	1114610		0.18	0.3	0.37	1	Class 1
2	1592668		0.45	0.4	0.4	1	Class 2
3	1400355		0.47	0.63	0.64	1	Class 3
4	1578968		0.64	0.58	0.55	1	Class 4
5	835190		0.87	0.41	0.44	1	Class 5
6	660107		0.79	1	1	1	Class 6

Πίνακας 41: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 6 τάξεις



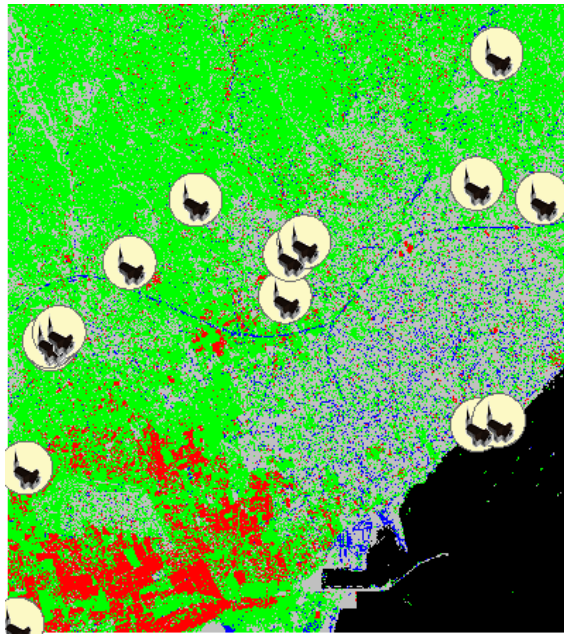
Εικόνα 33: Αποτέλεσμα με μέθοδο ISODATA του 2011 με 7 τάξεις

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	576459		0	0	0	0	Unclassified
1	976377		0.17	0.29	0.36	1	Class 1
2	1043905		0.36	0.41	0.42	1	Class 2
3	1479035		0.56	0.43	0.44	1	Class 3
4	1440420		0.5	0.61	0.61	1	Class 4
5	980189		0.84	0.42	0.46	1	Class 5
6	992213		0.66	0.82	0.78	1	Class 6
7	269759		0.91	1	1	1	Class 7

Πίνακας 42: Ο αριθμός των pixels που υπάρχει σε κάθε μια τάξη για την εικόνα που δημιουργήθηκε από την μέθοδο ISODATA για την χρονιά 2011 με 7 τάξεις

3.4.1 Στάδιο 2- Γεωαναφορά εκκλησιαστικών μνημείων

Εισάχθηκαν τα εκκλησιαστικά μνημεία στο ArcMap ,τα οποία δίνονταν στο WGS84 World Mercator ,και μετασχηματίστηκαν σε WGS84 UTM Zone 36N ίδιο με αυτό των δορυφορικών εικόνων που δόθηκαν. Δημιουργήθηκαν ζώνες επιρροής γύρω από τα μνημεία 100, 200, 500, 750 και 900μέτρων για να βρεθεί η αλλαγή χρήσης γης μετά από 10 χρόνια. Με την εντολή extract by mask βγήκαν πόσα pixels υπήρχαν για κάθε κατηγορία της ταξινόμησης αντίστοιχα.



Εικόνα 34: Θεματικός χάρτης 2001 με μέθοδο ταξινόμησης max likelihood μαζί με τις θέσεις των εκκλησιαστικών μνημείων και τις περιοχές επιρροής τους στα 500 μέτρα.

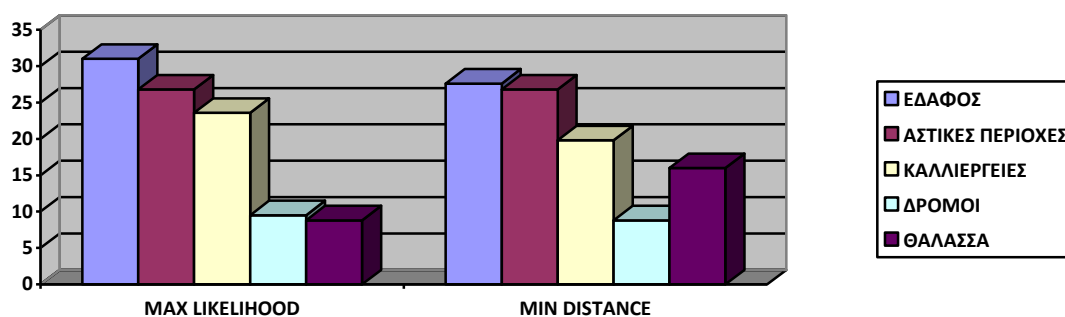
4 Αποτελέσματα

4.1 Αποτελέσματα ταξινομήσεων

Οι κατηγορίες των κύριων ταξινομήσεων (max likelihood και minimum distance) για την χρονιά 2011 ήταν αστικές περιοχές ,θάλασσα ,έδαφος ,δρόμος και καλλιέργειες. Ενώ για την χρονιά 2001 ταξινομήθηκαν με τις ίδιες κατηγορίες. Τα pixels ταξινομήθηκαν ως ακολούθως:

	MAX LIKELIHOOD		MIN DISTANCE	
ΕΔΑΦΟΣ	2233184	31%	1984464	27.6%
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡ.	1930586	26.8%	1977950	26.8%
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	1695936	23.6%	1424954	19.8%
ΔΡΟΜΟΙ	686196	9.5%	638285	8.8%
ΘΑΛΑΣΣΑ	635996	8.8%	1156245	16%

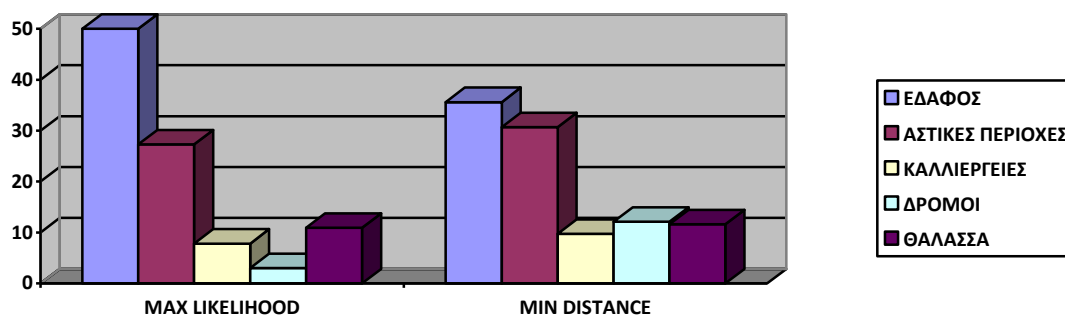
Πίνακας 43: Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2011



Διάγραμμα 3: Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2011(%)

	MAX LIKELIHOOD		MIN DISTANCE	
ΕΔΑΦΟΣ	3934882	50%	2766425	35,6%
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2119665	27,3%	2385020	30,7%
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	605816	7,8%	759967	9,7%
ΔΡΟΜΟΙ	246717	3%	943174	12,1%
ΘΑΛΑΣΣΑ	851277	10,9%	903771	11,6%

Πίνακας 44: : Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2001



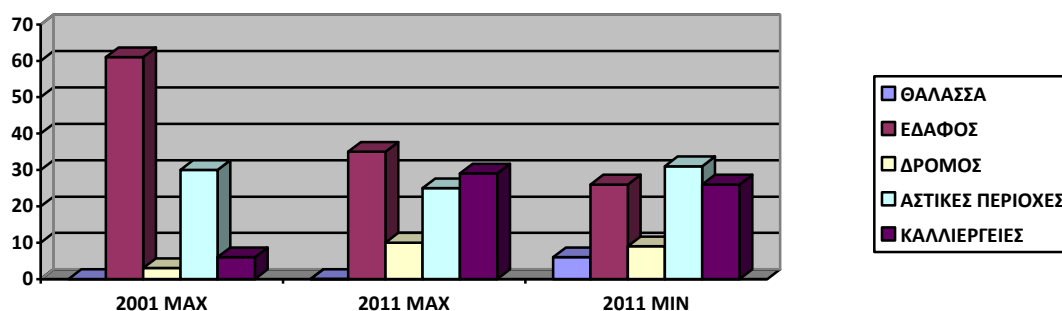
Διάγραμμα 4: Ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για την χρονιά 2001(%)

4.2 Αποτελέσματα αλλαγής χρήσης γης γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία

Ακολουθούν πίνακες με αλλαγές χρήσεις γύρω από τα μνημεία με 100, 200, 500, 750 και 900 μέτρα περιοχές επιρροής.

100 μέτρα	2001 MAX	2011MAX	2011MIN
ΘΑΛΑΣΣΑ	0(0%)	113(0,004%)	1997(6%)
ΕΔΑΦΟΣ	18356(61%)	10659(35%)	7881(26%)
ΔΡΟΜΟΣ	972(3%)	2998(10%)	2647(9%)
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	8942(30%)	7641(25%)	9620(31%)
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	1834(6%)	8693(29%)	7959(26%)

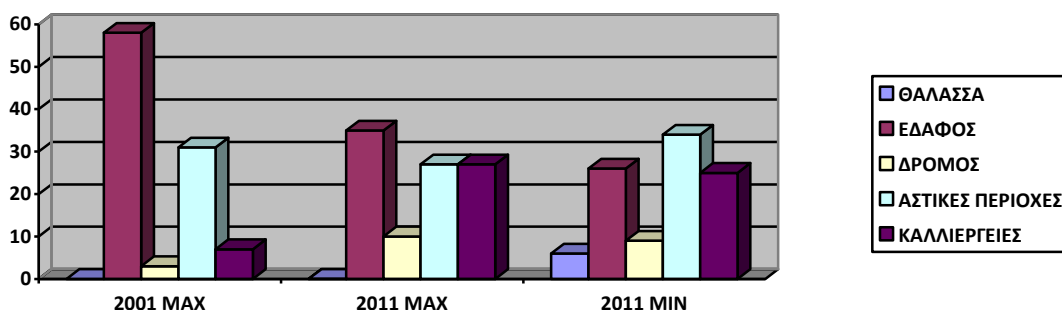
Πίνακας 45: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 100 μέτρα



Διάγραμμα 5: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 100 μέτρα(%)

200 μέτρα	2001 MAX	2011MAX	2011MIN
ΘΑΛΑΣΣΑ	6(0%)	507(0,004%)	7515(6%)
ΕΔΑΦΟΣ	67946(58%)	40271(35%)	29909(26%)
ΔΡΟΜΟΣ	3903(3%)	40271(10%)	10364(9%)
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	36114(31%)	12095(27%)	39215(34%)
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	7856(7%)	31871(27%)	28822(25%)

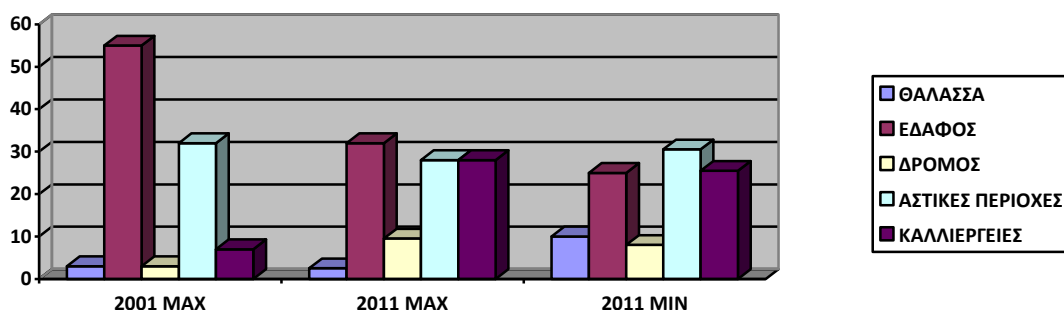
Πίνακας 46: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 200 μέτρα



Διάγραμμα 6: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 200 μέτρα(%)

500 μέτρα	2001 MAX	2011MAX	2011MIN
ΘΑΛΑΣΣΑ	16618(3%)	13941(2,5%)	58238(10%)
ΕΔΑΦΟΣ	312506(55%)	184122(32%)	143263(25%)
ΔΡΟΜΟΣ	17230(3%)	54238(9,5%)	47300(8%)
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	180663(32%)	157944(28%)	173220(30,5%)
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	40676(7%)	157448(28%)	145672(25,5%)

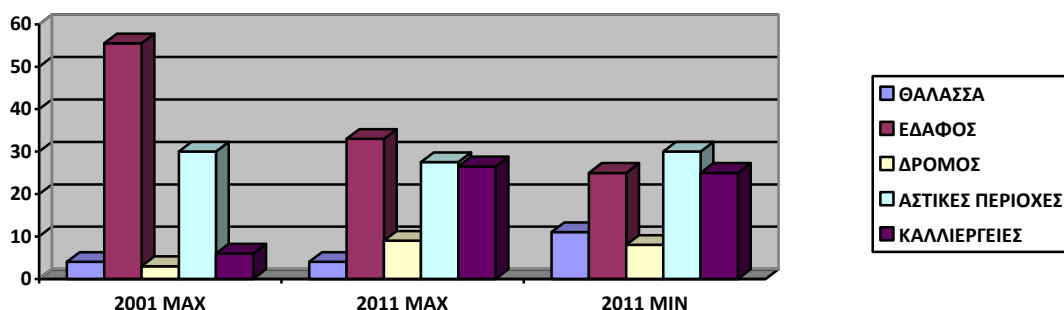
Πίνακας 47: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 500 μέτρα



Διάγραμμα 7: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 500 μέτρα(%)

750 μέτρα	2001 MAX	2011MAX	2011MIN
ΘΑΛΑΣΣΑ	50515(4%)	45395(4%)	129666(11%)
ΕΔΑΦΟΣ	647199(55,5%)	383509(33%)	295605(25%)
ΔΡΟΜΟΣ	34600(3%)	106161(9%)	93880(8%)
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	360828(30%)	321471(27,5%)	350696(30%)
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	72799(6%)	309405(26,5%)	296094(25%)

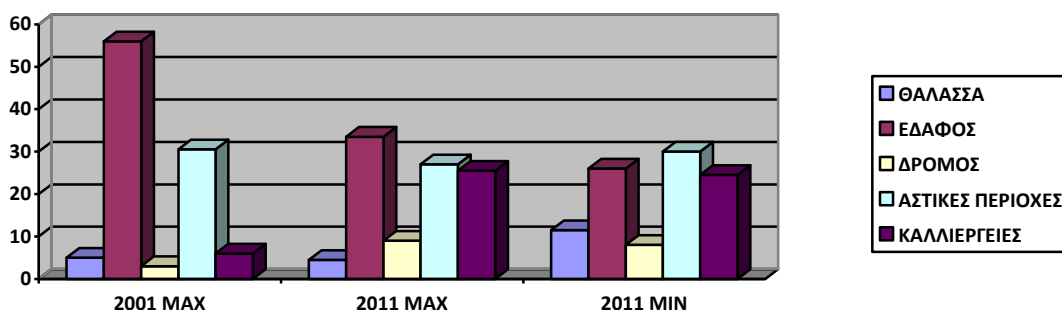
Πίνακας 48: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 750 μέτρα



Διάγραμμα 8: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 750 μέτρα(%)

900 μέτρα	2001 MAX	2011MAX	2011MIN
ΘΑΛΑΣΣΑ	76707(5%)	71751(4,5%)	183028(11,5%)
ΕΔΑΦΟΣ	888078(56%)	534408(33,5%)	412008(26%)
ΔΡΟΜΟΣ	48609(3%)	143755(9%)	128017(8%)
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	487346(30,5%)	436287(27%)	479776(30%)
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	93140(6%)	407679(25,5%)	391051(24,5%)

Πίνακας 49: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 900 μέτρα



Διάγραμμα 9: Ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε κατηγορίες μετά από την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τις μεθόδους max likelihood και min distance για τις χρονιές 2001 και 2011 γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία στα 900 μέτρα(%)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τους παρά πάνω πίνακες 43 μέχρι 49 βάση των επιβλεπόμενων ταξινομήσεων (maximum likelihood και minimum distance) που είχαν γίνει στις δορυφορικές εικόνες, που απεικονίζουν κυρίως την δυτική πόλη της Λεμεσού, από τον δορυφόρο IKONOS με χρονολογικές λήψεις 2001 και 2011 μπορούμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα. Πριν αρχίσουν οι συγκρίσεις είναι γνωστό ότι η ανάπτυξη της πόλης της Λεμεσού προς τα δυτικά περιορίζεται για τον λόγο ότι υπάρχουν οι βάσεις των Άγγλων έτσι η πόλη επεκτείνεται προς τα ανατολικά.

Για το λόγο ότι η επιβλεπόμενη ταξινόμηση του 2001 min distance πιστεύω ότι δεν είναι ορθή έτσι δεν θα ακολουθήσει στις παρά κάτω συγκρίσεις.

Συμπεραίνεται ότι για το 2001 υπάρχει 50% έδαφος και 7,8% καλλιέργειες ενώ για το 2011 υπάρχει 31%-27,6% και 23,6%-19,8% αντίστοιχα για το έδαφος και καλλιέργειες. Άρα για το 2001 η γη ήταν πιο άγονη από ότι το 2011. Το έδαφος (καλλιεργήσιμο και μη) αθροίστηκα ανέρχεται στο 57,8% για το 2001 ενώ για το 2011 στο 54,6 και 47,4%. Έτσι συμπεράνετε μια μείωση τις τάξεις 3,2 με 10,4%

Παρόλα αυτά οι αστικές περιοχές και οι δρόμοι για το 2001 ανέρχονται στο 27,3% και 3% ενώ για το 2011 στο 26,8-26,8% και 9,5-8,8% αντίστοιχα. Οι αστικές περιοχές και οι δρόμοι αθροίστηκα ανέρχεται στο 30,3% για το 2001 ενώ για το 2011 στο 36,3% και 35,6% . Έτσι συμπεράνετε μια αύξηση τις τάξεις 6 με 5,3%.

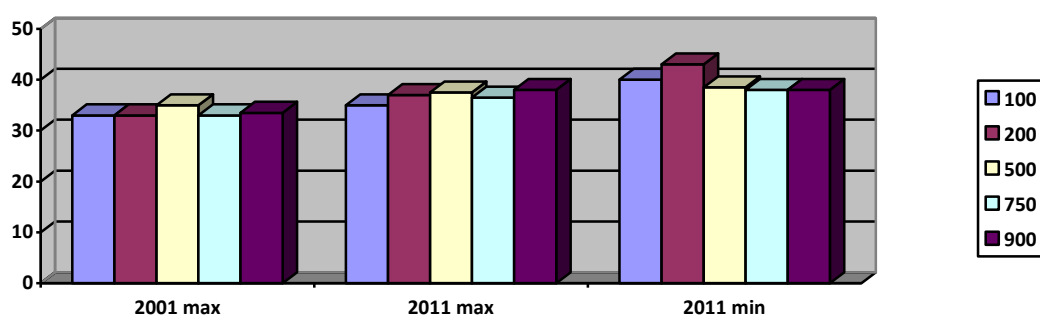
Γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία όπως προαναφέρθηκε δημιουργήθηκαν ζώνες επιρροής με 100,200,500,750 και 900 μέτρα.

Συγκρίνοντας τις αλλαγές χρήσεων γης γύρω από αυτά τα μνημεία μεταξύ 2001 και 2011 αθροίστηκαν μεταξύ τους οι αστικές περιοχές με τους δρόμους και το έδαφος με τις καλλιέργειες για καλλίτερους συσχετισμούς. Έτσι στα 100μέτρα παρατηρείται για το έδαφος από το 66% μείωση στο 64 με 52 % και για τις αστικές περιοχές από το 33% αύξηση στο 35 με 40%. Για τα 200 μέτρα όμως παρατηρείται για το έδαφος από το 65% μείωση στο 62 με 51 % και για τις αστικές περιοχές από το 33% αύξηση στο 37 με 43%. Στα τα 500 μέτρα παρατηρείται για το έδαφος από το 62% μείωση στο 60 με 50,5 % και για τις αστικές περιοχές από το 35% αύξηση στο 37,5 με 38,5%. Στα τα 750 μέτρα παρατηρείται για το έδαφος από το 61,5% μείωση στο 59,5 με 50,5 % και για τις αστικές περιοχές από το 33%

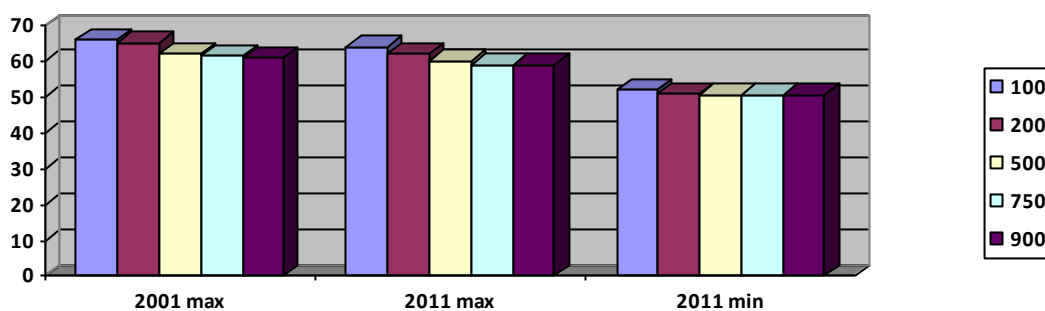
αύξηση στο 36,5 με 38%. Στα τα 900 μέτρα παρατηρείται για το έδαφος από το 61% μείωση στο 59 με 50,5 % και για τις αστικές περιοχές από το 33,5% αύξηση στο 38 με 38%.

Ζώνες επιρροής γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία (μέτρα)	2001 (έδαφος + καλλιέργειες) max likelihood	2011 (έδαφος + καλλιέργειες) max likelihood + min distance	2001 (αστικές περιοχές + δρόμοι) Max likelihood	2011 (αστικές περιοχές + δρόμοι) Max likelihood + Min distance
100	66	64-52	33	35-40
200	65	62-51	33	37-43
500	62	60-50,5	35	37,5-38,5
750	61,5	59,5-50,5	33	36,5-38
900	61	59-50,5	33,5	38-38

Πίνακας 50: Αλλαγές χρήσεων γης γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία μεταξύ 2001 με 2011



Διάγραμμα 10: Μεταβολή αστικών περιοχών και δρόμων μαζί γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία μεταξύ 2001 με 2011(%)



Διάγραμμα 11: Μεταβολή εδάφους και καλλιεργειών γύρω από τα εκκλησιαστικά μνημεία μεταξύ 2001 με 2011(%)

Με την μέθοδο min distance 2011 πιστεύω ότι αρκετές περιοχές οι οποίες ταξινομήθηκαν ως θάλασσα θα έπρεπε να ταξινομηθούν ως έδαφος αλλά αυτό δεν έγινε εξαιτίας των σκιών που δημιουργήθηκαν από τις πλαγιές των βουνών που υπάρχουν στα βόρεια της πόλης.

Είναι φανερό ότι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ατμοσφαιρική και ραδιομετρική διόρθωση στις δορυφορικές εικόνες λόγω του μεγάλου ποσοστού επίδρασης σε περιοχές μελέτης όπου υπάρχουν σκοτεινοί στόχοι όπως είναι οι λίμνες, οι ποταμοί, τα φράγμα, οι δεξαμενές κλπ.

Άρα εξαιτίας του φαινομένου της αστικοποίησης έχουν επηρεαστεί ελαφρώς και τα εκκλησιαστικά μνημεία που υπάρχουν στην δυτική περιοχή της πόλης Λεμεσού με βάση του πάρα πάνω πίνακα. Αρκετά ιστορικά και εκκλησιαστικά μνημεία πιστεύεται ότι έχουν επηρεαστεί σε παγκόσμια κλίμακα εξαιτίας της αστικοποίησης όπου και κάποια έχουν καταστραφεί ολοσχερώς. Οι κυβερνήσεις του πλανήτη πρέπει να ευαισθητοποιηθούν στο πρόβλημα αυτό λαμβάνοντας διάφορες πολιτικές οι οποίες πρέπει να προστατεύσουν όλα τα μνημεία που υπάρχουν διότι αυτά δηλώνουν την ιστορία μας και το ποιο είμαστε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agapiou, A., Alexakis, D. D., Lysandrou, V., Sarris, A., Cuca, B., Themistocleous, K., and Hadjimitsis, D. G. (2015). "Impact of urban sprawl to cultural heritage monuments: The case study of Paphos area in Cyprus." *Journal of Cultural Heritage, Elsevier Masson SAS*, 16(5), 671–680.

Αποδνζε, Δ. (2013). "Βασικές Αρχές της Τηλεπισκόπησης."

"Τηλεπισκόπηση Ι Ι – ΠΟΜ 332 Εργαστήριο 1 ο : Επανάληψη Τηλεπισκόπησης Ι." (2012)

Χατζημιτσής Δ.(2013). Σημειώσεις μαθήματος Τηλεπισκόπησης Ι, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιου Κύπρου.

Χατζημιτσής Δ.(2014). Σημειώσεις μαθήματος Τηλεπισκόπησης ΙΙ, ΠΟΜ 232, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιου Κύπρου.

Αργιαλάς Δ. (1999). "Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση ". Εγχειρίδιο μαθήματος ΕΜΠ ΣΑΤΜ, Αθήνα

Αργιαλάς Δ. (1998). "Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση ". Εγχειρίδιο μαθήματος ΕΜΠ ΣΑΤΜ, Αθήνα

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

"ESA - Eduspace_GR - Η ιστορία της Παρατήρησης της Γης." (n.d.)

"ESA - Eduspace_GR - Τι είναι η Τηλεπισκόπηση." (n.d.)

"ESA - Eduspace_GR - IKONOS." (n.d.)