



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.)
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

Χρήση Τηλεπισκοπικών Μεθόδων και Ανάπτυξη Βάσης Γνώσης
για Εφαρμογή στη Γεωργία:
Μελέτη Περίπτωσης Πεδιάδας της Μεσσαράς

Έλσα Μιχαηλίδου, Γεωπόνος

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγητής Δ. Ρόκος (επιβλέπων), Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Καθηγητής Κ. Κουτσόπουλος, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Καθηγητής Γ. Τσακίρης, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Περίληψη

Η ελληνική γεωργία αντιμετωπίζει πληθώρα προβλημάτων διαρθρωτικής κυρίως φύσεως. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων είναι απαραίτητη η χαρτογράφηση και η διαχρονική παρακολούθηση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων της χώρας, η οποία μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αναδιάρθρωση του ελληνικού αγροτικού χώρου.

Στην κατεύθυνση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική η χρήση τηλεπισκοπικών μεθόδων. Η ανάπτυξη Βάσεων Γνώσης για τις περιοχές που μελετώνται θα βοηθούσε σημαντικά στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης των γεωργικών καλλιεργειών με τη βοήθεια Ψηφιακών Τηλεπισκοπικών Απεικονίσεων (ΨΤΑ). Οι Βάσεις Γνώσεις θα πρέπει να περιέχουν εδαφικά, γεωλογικά, υδρογεωλογικά, εδαφολογικά και μετεωρολογικά στοιχεία για την υπό μελέτη περιοχή αλλά και γεωπονικά/καλλιεργητικά στοιχεία (π.χ. αγραναπαύσεις, αμειψισπορές, συνήθειες γεινιάσεις καλλιεργειών κτλ.) για τις καλλιέργειες της περιοχής, τα οποία θα μπορούν να διευκολύνουν στην αναγνώριση και ταξινόμηση των καλλιεργειών. Στόχος είναι η δυνατότητα συσχετισμού των πληροφοριών αυτών με τις φασματικές υπογραφές των καλλιεργειών.

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε μια Βάσης Γνώσης για την πεδιάδα της Μεσσαράς η οποία αποτελεί την περιοχή μελέτης, η οποία περιέχει κυρίως γεωπονικά/καλλιεργητικά και μετεωρολογικά στοιχεία. Στη συνέχεια έγινε επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τον αλγόριθμο της μέγιστης πιθανοφάνειας των παρακάτω ΨΤΑ:

- Της Landsat TM, η οποία λήφθηκε το Νοέμβριο του 1987, είναι πολυφασματική με 7 φασματικά κανάλια, έχει Διαχωριστική/Διακριτική Δυνατότητα/Ικανότητα (ΔΔ/ΔΙ) 30m στα κανάλια 1, 2, 3, 4, 5 και 7 και 120m στο κανάλι 6 και απεικονίζει έκταση 1.344.880 στρεμμάτων.
- Της Ikonos 2, η οποία λήφθηκε στις 9 Μαρτίου του 2000, είναι πολυφασματική με 4 φασματικά κανάλια (μπλε, πράσινο, ερυθρό και εγγύς υπέρυθρο) και έχει ΔΔ/ΔΙ 4m σε όλα τα κανάλια. Επίσης είναι ενσωματωμένο το παγχρωματικό κανάλι το οποίο έχει ΔΔ/ΔΙ 1m και απεικονίζει έκταση 321.700 στρεμμάτων.

Για τη διενέργεια των ταξινομήσεων αξιοποιήθηκαν 10 περιοχές επιγείων ελέγχων εκτάσεως 700m x 700m. Οι επίγειοι έλεγχοι διεξήχθησαν την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου 1999 από το Υπουργείο Γεωργίας. Οι 6 από τις περιοχές αυτές χρησιμοποιήθηκαν ως πεδία εκπαίδευσης του αλγορίθμου της ταξινόμησης και οι υπόλοιπες 4 για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης.

Αρχικά η επιβλεπόμενη ταξινόμηση της ΨΤΑ Landsat TM έδωσε καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι η επιβλεπόμενη ταξινόμηση της Ikonos 2. Στη συνέχεια όμως επιτεύχθηκε σημαντική βελτίωση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης της ΨΤΑ Ikonos 2 (συνολική ακρίβεια 60-80%), όταν η επιβλεπόμενη ταξινόμηση βασίστηκε στην αξιοποίηση των καναλιών 1, 2 και 4, τα οποία αποδείχτηκαν τα καταλληλότερα για τη διάκριση των καλλιεργειών επειδή στο κανάλι 1 παρουσιάζει απορρόφηση η μπλε χλωροφύλλη, στο κανάλι 2 παρουσιάζεται ανάκλαση από τη χλωροφύλλη και στο κανάλι 4 η ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εξαρτάται από τη δομή των φύλλων, αλλά και στον καθορισμό της πιθανότητας εμφάνισης κάθε καλλιέργειας σύμφωνα με τις γεωργικές στατιστικές της περιοχής, όπως αποδείχτηκε με αξιοποίηση των στοιχείων της Βάσης Γνώσης που αναπτύχθηκε.

Παρά τη σημαντική βελτίωση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης της Ikonos, παρουσιάστηκαν προβλήματα που οφείλονταν κυρίως στην υψηλή ΔΔ/ΔΙ της εικόνας και στην εμφάνιση του φαινομένου «αλάτι και πιπέρι», δηλαδή στην ταξινόμηση μεμονωμένων pixels σε άλλη κατηγορία από αυτή στην οποία πραγματικά ανήκαν, λόγω διαφοράς στις φασματικές τους υπογραφές, ακόμα και μετά την εφαρμογή φίλτρων πλειονότητας (majority filters). Σε πολλές περιπτώσεις δε, δεν έγινε δυνατή η διάκριση ανάμεσα στα αμπέλια και τις ετήσιες καλλιέργειες επειδή έχουν παρόμοιες φασματικές υπογραφές.

Τα προβλήματα αυτά έγινε δυνατόν να αντιμετωπιστούν με την ταξινόμηση της Ikonos με το λογισμικό eCognition, το οποίο αποτελεί ένα αντικειμενοστραφές λογισμικό. Με βάση το λογισμικό αυτό, η ταξινόμηση των αντικειμένων της εικόνας δεν βασίζεται μόνο στις φασματικές τους υπογραφές αλλά επιπλέον και στα υπόλοιπα φωτοαναγνωριστικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων (όπως σχήμα, υφή κτλ.) και στις σχέσεις τους με τα υπόλοιπα αντικείμενα της εικόνας. Πράγματι, η χρησιμοποίηση της αντικειμενοστραφούς προσέγγισης για την ταξινόμηση της Ikonos είχε ως αποτέλεσμα να επιτευχθούν πολύ υψηλά ποσοστά ακρίβειας (συνολική ακρίβεια 90%) γιατί αξιοποιήθηκαν κατάλληλα όλες οι πληροφορίες τις οποίες παρείχε η εικόνα λόγω της πολύ υψηλής ΔΔ/ΔΙ της. Η ταξινόμηση

των ελαιώνων βασίστηκε κυρίως στην αναγνώριση των ελαιοδέντρων, ενώ για τη διάκριση ανάμεσα στις ετήσιες καλλιέργειες και τα αμπέλια αξιοποιήθηκε η δυνατότητα της Ikonos να αναγνωρίζει τις συστοιχίες των αμπελιών. Με αξιοποίηση κατάλληλων αντικειμενοστραφών κριτηρίων για την ταξινόμηση της ΨΤΑ, οι στοιχεία των αμπελών αποτέλεσαν τη βασική παράμετρο διάκρισης ανάμεσα στις ετήσιες καλλιέργειες και τους αμπελώνες. Τα ποσοστά ακρίβειας της ταξινόμησης έφτασαν για τους ελαιώνες το 98%, για τα αμπέλια το 87%, για τις ετήσιες το 78% και για τις αγραναπαύσεις το 64%. Επιτεύχθηκε δε, η απεικόνιση των ελαιώνων και με εναλλακτικό τρόπο μετά την ταξινόμηση, κατά τον οποίο διακρίνονται ένα προς ένα τα ελαιόδεντρα και μπορούν να εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες για τον αριθμό τους, το μέγεθος της κόμης τους, την πυκνότητα φύτευσης και την ύπαρξη ή όχι χαμηλής βλάστησης στο έδαφος των ελαιώνων.

Αξιοποιήθηκε επίσης η πληθώρα των επίγειων ελέγχων του Υπουργείου Γεωργίας, για τη διατύπωση συγκεκριμένων κανόνων οι οποίοι μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκαν διεξοδικά οι 6 από τις 10 περιοχές επιγείων ελέγχων. Έγινε ταξινόμηση μόνο σε αυτές τις περιοχές με βάση πεδία εκπαίδευσης τα οποία ορίζονταν σε 1 από τις 6 περιοχές για την ταξινόμηση όλων των υπολοίπων. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 6 φορές με τα πεδία εκπαίδευσης να ορίζονται σε διαφορετική κάθε φορά περιοχή. Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των φασματικών υπογραφών των ελαιώνων τόσο με το λογισμικό eCognition όσο και με το στατιστικό πακέτο Excel.

Με την παραπάνω επεξεργασία έγινε δυνατή η εκτίμηση των ψηφιακών τιμών των ελαιώνων και στα τέσσερα φασματικά κανάλια, ανάλογα με τη διάμετρο της κόμης των ελαιοδέντρων, την πυκνότητα φύτευσης τους και την ύπαρξη ή όχι χαμηλής βλάστησης στο έδαφος των ελαιώνων. Οι ελαιώνες αποτελούσαν τη συντριπτική πλειοψηφία των καλλιεργειών της περιοχής που μελετήθηκε, με συνέπεια η μελέτη τους να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της συνολικής ακρίβειας της ΨΤΑ Ikonos. Διαπιστώθηκε ότι τα νεαρά ελαιόδεντρα παρουσιάζουν υψηλότερες ψηφιακές τιμές στο υπέρυθρο απ' ότι τα μεγαλύτερα λόγω της πυκνότερης δομής των φύλλων τους η οποία έχει ως συνέπεια την μειωμένη απορρόφηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και λόγω της ύπαρξης λιγότερων στρώσεων φύλλων. Η επόμενη διαπίστωση αφορά στο γεγονός ότι οι ημιορεινοί ελαιώνες έχουν σε όλα τα φασματικά κανάλια υψηλότερες ψηφιακές τιμές από τους πεδινούς ελαιώνες. Η αιτία γι' αυτό είναι ότι στα ημιορεινά εξαιτίας του τοπογραφικού αναγλύφου η φύτευση δεν ακολουθεί συγκεκριμένο γεωμετρικό πρότυπο και σε πολλές περιπτώσεις παρατηρούνται διαφορετικού μεγέθους κενά διαστήματα ανάμεσα στα δέντρα, με συνέπεια τις διαφορές στις ψηφιακές τιμές. Τέλος παρατηρήθηκε ότι οι διαφορές στις φασματικές υπογραφές ανάμεσα στους πεδινούς και τους ημιορεινούς ελαιώνες είναι αυξημένες όταν το έδαφος είναι οργωμένο. Οι διαφορές αποδίδονται στην άρδευση των πεδινών αλλά όχι των ημιορεινών ελαιώνων και στην αυξημένη περιεκτικότητα των πεδινών εδαφών σε οργανική ουσία, η οποία αποτελεί παράγοντα συγκράτησης του νερού στο έδαφος. Η αύξηση της υγρασίας του εδάφους προκαλεί αύξηση της απορρόφησης της ακτινοβολίας. Όλοι οι

κανόνες που αναπτύχθηκαν επαληθεύτηκαν με βάση τις υπόλοιπες 4 περιοχές επιγείων ελέγχων.

Οι κανόνες αυτοί αλλά και άλλοι κανόνες οι οποίοι μπορούν να αναπτυχθούν στο μέλλον και θα αφορούν σε άλλες καλλιέργειες, μπορούν να αποτελέσουν τμήμα μιας Ολοκληρωμένης Βάσης Γνώσης, για τη διευκόλυνση αλλά και τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης των γεωργικών καλλιεργειών. Ο συνδυασμός τους με ΨΤΑ πολύ υψηλής ΔΔ/ΔΙ όπως η Ikonos οι οποίες θα ταξινομηθούν με κάποιο αντικειμενοστραφές λογισμικό όπως το eCognition, μπορούν να αποτελέσουν ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για τη χάραξη αγροτικής πολιτικής στη χώρα μας.