

Αναγκαία η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών στη σύγχρονη γεωργία

Η σύγχρονη Γεωργία βρίσκεται αντιμέτωπη με πληθώρα προκλήσεων που αφορούν την οικονομία και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Οι συμβατικές μέθοδοι παραγωγής που εφαρμόζονται μέχρι σήμερα δεν φαίνεται να μπορούν να ανταπεξέλθουν ικανοποιητικά απέναντι σε αυτές τις προκλήσεις, καθιστώντας έτσι τη Γεωργία πολλές φορές μη βιώσιμη. Απάντηση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να είναι ο εκσυγχρονισμός της σύγχρονης Γεωργίας, μέσω της υιοθέτησης τεχνολογικών λύσεων που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της «Γεωργίας Ακριβείας». **Γεωργία Ακριβείας** (Precision Agriculture) είναι η μέθοδος διαχείρισης των αγρών, σύμφωνα με την οποία οι εισροές (φυτοφάρμακα, λιπάσματα, σπόροι, νερό άρδευσης) και οι καλλιεργητικές πρακτικές θα πρέπει να εφαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες των καλλιεργειών και του εδάφους, όπως αυτά διαφοροποιούνται στον χώρο και στον χρόνο, σε συνάρτηση με τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα συστήματα της γεωργίας ακριβείας, στοχεύουν αρχικά στην αναγνώριση της υφιστάμενης κατάστασης μιας

καλλιέργειας ή ενός χωραφιού. Η επόμενη φάση είναι η **ανάλυση, επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων που συλλέχθηκαν**, με σκοπό να επιτευχθεί η ανεύρεση των ζωνών διαχείρισης (management zones) εντός του αγροτεμαχίου, οι οποίες χαρακτηρίζονται από κοινά εδαφολογικά ή/και αγρονομικά χαρακτηριστικά. **Η δημιουργία ζωνών διαχείρισης** των αγροτεμαχίων παρέχει τη δυνατότητα για καλλιεργητικές επεμβάσεις με μεταβαλλόμενη δοσολογία στις χρησιμοποιούμενες εισροές (Variable-rate application), ώστε να ικανοποιούνται οι πραγματικές, ανά περιοχή, καλλιεργητικές ανάγκες. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση και πιο αποδοτική χρήση πόρων, αλλά και η **προστασία του περιβάλλοντος**, με γνώμονα την αύξηση της **απόδοσης των καλλιεργειών** και τη **βελτίωση της ποιότητας** των παραγομένων προϊόντων.

Καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και επιτυχία των μηχανισμών που μόλις αναφέρθηκαν, είναι η υιοθέτηση τεχνολογιών που θα επιτρέψει την αποδοτική υλοποίησή τους:



* Του Θανάση Κοράκη



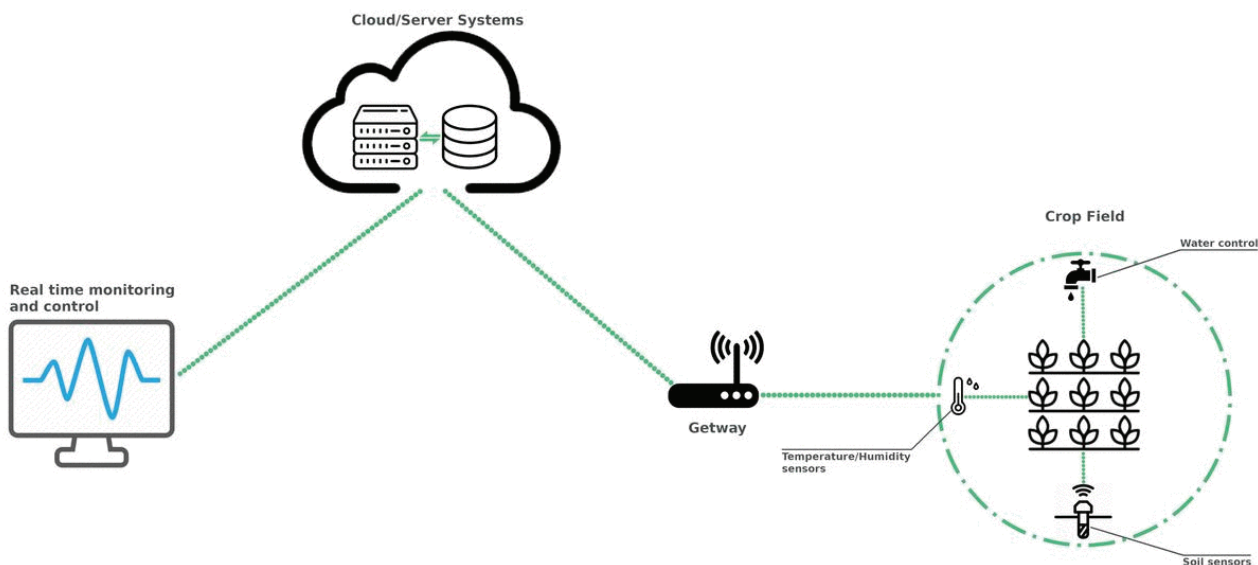
1. Καταμεμημένη συλλογή πληροφορίας για τις συνθήκες του χωραφιού και του περιβάλλοντος – **Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), καταμεμημένες υποδομές αισθητήρων (sensors), πολυ/υπερ-φασματικές κάμερες (στατικές ή τοποθετημένες σε μη-επανδρωμένα αεροσκάφη), δορυφόροι (satellite imagery).**
2. Μεταφορά της πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο – **ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.**
3. Συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση της πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο – **νέφος (cloud).**
4. Επεξεργασία της πληροφορίας και εξαγωγή συμπερασμάτων – **επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data Analysis) και εξόρυξης δεδομένων (Data mining).**
5. Ενημέρωση των αγροτών για τις απαιτούμενες ενέργειες σε πραγματικό χρόνο, εφαρμογή κανόνων ελέγχου στο χωράφι – **εφαρμογές στο Ίντερνετ ή σε έξυπνα τηλέφωνα (web/smartphone applications), αυτοματοποιημένοι (control) μηχανισμοί σε καταμεμημένους κόμβους ελέγχου.**

Παρά τα προφανή **οφέλη** που απορρέουν από την εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας, στη χώρα μας και γενικότερα στον Ευρωπαϊκό Νότο **παρατηρείται μια καθυστέρηση στην εφαρμογή τέτοιων συστημάτων.** Βασικοί παράγοντες του φαινομένου αυτού είναι (α) η έλλειψη άμεσα εφαρμόσιμων τεχνολογιών σε ένα ευρύ φάσμα καλλιεργειών, (β) η ιδιαίτερα υψηλή εμπορική αξία των διαθέσιμων συστημάτων και (γ) η πολυπλοκότητα που υπάρχει στην εγκατάσταση, την εφαρμογή και τη συντήρησή τους.

Καθοριστικό ρόλο σε μια προσπάθεια εκτεταμένης εφαρμογής της γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα, μπορούν να παίξουν τα Πανεπιστημιακά και Ερευνητικά Ινστιτούτα σε συνεργασία με φορείς του Ιδιωτικού Τομέα και Ομάδες Παραγωγών (Συνεταιρισμούς), με σκοπό την δημιουργία πρακτικών λύσεων, άμεσα εφαρμόσιμων για τον Έλληνα παραγωγό. Τα τελευταία χρόνια, **το Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων** του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, **αναπτύσσει καινοτόμες λύσεις στον τομέα του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) με απτές εφαρμογές στην γεωργία ακριβείας.** Το εργαστήριο δραστηριοποιείται στην έρευνα στον τομέα των τηλεπικοινωνιών και δικτύων καθώς και των εφαρμογών τους με έμφαση σε τεχνολογίες δικτύων 5ης Γενιάς (5G), νέφους (cloud), ασύρματων δικτύων, δικτύων αισθητήρων και εφαρμογών του διαδικτύου. Στην περιοχή των εφαρμογών, αναπτύσσονται λύσεις και πιλοτικά συστήματα στον τομέα των έξυπνων κτηρίων, των έξυπνων πόλεων, της έξυπνης παρακολούθησης υδάτων και ιχθυοκαλλιεργειών, του έξυπνου πλέγματος (Smart Grid), της γεωργίας ακριβείας κ.α.

Στον τομέα της **Γεωργίας Ακριβείας**, το εργαστήριο τηλεπικοινωνιών και δικτύων έχει αναπτύξει σημαντική τεχνογνωσία και έχει δημιουργήσει συνεργασίες με σημαντικούς ακαδημαϊκούς φορείς, ερευνητικά εργαστήρια και επιχειρήσεις, από την Ελλάδα και το εξωτερικό, στο πλαίσιο Ευρωπαϊκών και Εθνικών Ερευνητικών Προγραμμάτων, στοχεύοντας στην ανάπτυξη καινοτόμων ολοκληρωμένων λύσεων για τους αγρότες. Μέσω των δράσεων αυτών, το εργαστήριο έχει αναπτύξει και υλοποιήσει σε πιλοτικό επίπεδο, ολοκληρωμένες τεχνολογικές λύσεις γεωργίας ακριβείας οι οποίες υποστηρίζονται από Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks), τεχνολογίες νέφους (Cloud), Ολοκληρωμένο Λογισμικό Διαχείρισης των Καλλιεργειών (Farm Management Software) καθώς και εργαλεία Λήψης Αποφάσεων (Decision Support System).

Η αρχιτεκτονική των συστημάτων γεωργίας ακριβείας που αναπτύσσονται στο το εργαστήριο τηλεπικοινωνιών και δικτύων φαίνεται στην εικόνα 1. Το βασικό σύστημα αποτελείται από καταμεμημένους στο χώρο αυτόνομους ενεργειακά κόμβους (nodes) με ενσωματωμένους αισθητήρες (sensors) [εικόνα 2] για τη σημειακή παρακολούθηση των συνθηκών του αγρού και περιβαλλοντο-



εικόνα 1



εικόνα 2

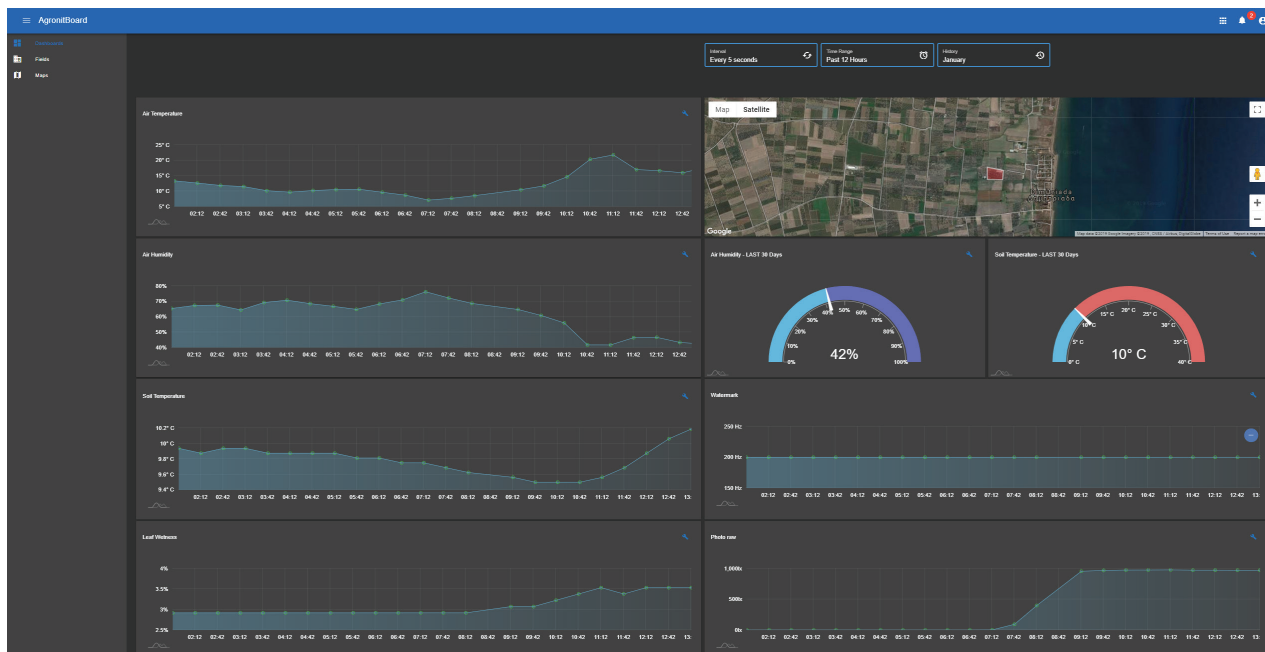


εικόνα 3

γικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία εδάφους, η ατμοσφαιρική πίεση, η ηλιακή ενέργεια κ.ά. Τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται ασύρματα σε κατάλληλες συσκευές (gateways) (εικόνα 3) οι οποίες τα οδηγούν στο νέφος (cloud). Εκεί τα δεδομένα αποθηκεύονται και αναλύονται από εξειδικευμένο λογισμικό με ενσωματωμένα εργαλεία επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων και εξόρυξης δεδομένων (Big Data Analysis, Data mining). Με βάση την ανάλυση των δεδομένων, λαμβάνονται αποφάσεις οι οποίες μεταφέρονται στους αγρότες μέσω διαδικτυακών εφαρμογών (εικόνα 4) και μπορούν παράλληλα να ενεργοποιήσουν

ποιούνται ως είσοδος στο σύστημα υποστήριξης, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα έξυπνης διαχείρισης στο χρόνο και το χώρο. Στο πλαίσιο αυτό, έχει αναπτυχθεί μια πληροφοριακή πλατφόρμα, η οποία παρέχει ένα ολοκληρωμένο μηχανισμό αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων πάνω στον οποίο υλοποιούνται γεωργικές υπηρεσίες. Η πλατφόρμα αυτή χρησιμοποιείται για να συλλέγει και να διαχειρίζεται συστηματικά τα δεδομένα, καθώς και να υλοποιεί μοντέλα ανάλυσής τους με δυναμικό τρόπο. Με τον τρόπο αυτό, οι υλοποιήσεις των καθετοποιημένων πιλοτικών υπηρεσιών προσαρμόζονται δυναμικά στις ιδιαιτερότητες του κάθε χωραφιού και της κάθε προσφερόμενης υπηρεσίας. Η διαδικασία αυτή είναι αυτοματοποιημένη και στοχεύει στην βελτιστοποίηση της ικανότητας διαχείρισης πολλαπλών παράλληλων συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου χωραφιών. Οι αλγόριθμοι ανάλυσης των δεδομένων που εφαρμόζεται σε κάθε χωράφι επιλέγονται δυναμικά ανάλογα με τις συνθήκες του χωραφιού, του περιβάλλοντος και της καλλιέργειας.

Τα πρώτα συμπεράσματα των πιλοτικών υλοποιήσεων του εργαστηρίου είναι ευοίωνα και δείχνουν ότι η εφαρμογή συστημάτων Γεωργίας Ακρίβειας στην Ελλάδα μπορεί να είναι πολύ αποδοτική από τη μια, εμπεριέχει πολλές προκλήσεις από την άλλη. Οι προκλήσεις



εικόνα 4

μηχανισμούς ελέγχου στον χωράφι. Η δικτυακή υποδομή του συστήματος, υποστηρίζει αμφίδρομη επικοινωνία, επιτρέποντας την μετάδοση πληροφορίας και προς τους καταναμημένους κόμβους, μεταφέροντας έτσι εντολές υλοποίησης ενεργειών στο χωράφι (π.χ. ενεργοποίηση ηλεκτροβανών για το πότισμα συγκεκριμένων περιοχών του χωραφιού).

Ο σχεδιασμός των συγκεκριμένων δικτύων στις πιλοτικές περιοχές εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής και τις απαιτήσεις της υπηρεσίας. Τα δεδομένα των αισθητήρων χρησιμο-

ποιούνται να ξεπεραστούν μέσα από την ριζική αλλαγή της υπάρχουσας νοσοτροπίας, την αμοιβαία συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων καθώς και τη σταδιακή αξιοποίηση της υπάρχουσας τεχνογνωσίας και τεχνολογίας για την ανάπτυξη εργαλείων χαμηλού κόστους και υψηλής ακρίβειας, ειδικά προσαρμοσμένων στις συνθήκες και τις απαιτήσεις του εκάστοτε χωραφιού και καλλιέργειας.

** Ο Θανάσης Κοράκης είναι αν. Καθηγητής, διευθυντής του Εργαστηρίου Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*