



Η Γεωργική μας Έρευνα

Χρήση ρομποτικής τεχνολογίας στη γεωργία

Γεώργιος Αδαμίδης

Ανώτερος Λειτουργός Γεωργικών Ερευνών
στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Η χρήση ρομποτικής τεχνολογίας στη γεωργία μπορεί να αποτελέσει μίαν αποτελεσματική λύση στα υφιστάμενα προβλήματα, αφού ως γνωστό το γεωργικό επάγγελμα φθίνει, η εξεύρεση εργατικού δυναμικού είναι δύσκολη, ενώ από την άλλη, υπάρχει η ανάγκη για αύξηση της γεωργικής παραγωγής έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι αυξανόμενες ανάγκες παραγωγής τροφίμων. Επιπλέον, οι γεωργικές εργασίες συχνά είναι επίπονες, επαναλαμβανόμενες αλλιά όχι πανομοιότυπες, ενώ εκτελούνται συνήθως κάτω από αντίξοες καιρικές συνθήκες σε απρόβλεπτο και δύσκολο περιβάλλον. Αυτό είναι μεν κίνητρο για χρήση ρομποτικών συστημάτων στη γεωργία, είναι όμως και μια πρόκληση, αφού, είτε λόγω της υφιστάμενης τεχνολογίας, είτε ή λόγω του δυναμικού περιβάλλοντος (π.χ. σκίαση, φυσικός φωτισμός, φυσικά ή τεχνητά εμπόδια, κλπ.), τα αυτόνομα ρομπότ δύσκολα αντεπεξέρχονται των περιήλοκων και συχνά επικίνδυνων γεωργικών ασχολιών. Σε αντίθεση, η χρήση ρομποτικής τεχνολογίας σε επίπεδο εργοστασίου ή βιομηχανίας, όπως κατασκευή αυτοκινήτων, όπου τα ρομπότ εργάζονται σε πλήρως ελεγχόμενο περιβάλλον, είναι απόλυτα επιτυχής. Στη γεωργία, εργασίες που είναι σχετικά απλές για τον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα το να απλώσει το χέρι για να αποκόψει τον καρπό από ένα δένδρο ακόμη και αν εμποδίζεται από το φύλλωμα ή κλαδιά του δένδρου, για ένα ρομπότ είναι μια πολύπλοκη και πολύσύνθετη διαδικασία, η οποία βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό επίπεδο.

Το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών συμμετέχει στο έργο Agrirobot (<http://agrirobot.ouc.ac.cy>), το οποίο συντονίζει το Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου και σε αυτό συμμετέχουν επίσης, το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, και το E.U.C. Research Center Ltd. Το έργο χρηματοδοτείται από το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας ΑΕΙΦΟΡΙΑ/ΓΕΩΡΓΟ/0609(BE)/06.

Στόχος του έργου είναι η μελέτη της περίπτωσης τηλεχειρισμού ενός αγροτικού ρομπότ (agricultural robot teleoperation). Με τον όρο τηλεχειρισμό εννοούμε ότι ο αγρότης είναι επιβήλων και καθοδηγητής του ρομπότ, το οποίο βρίσκεται σε χωράφι ή θερμοκήπιο, ενώ ο ίδιος βρίσκεται σε ένα ασφαλές και άνετο περιβάλλον, που θα μπορούσε να είναι ένας χώρος κοντά στο χωράφι ή ακόμα και στο σπίτι του. Το ρομπότ, λοιπόν, δεν αντικαθιστά τον αγρότη, αλλιά τον υποβοηθά στην εκτέλεση των εργασιών στο χωράφι ή στο θερμοκήπιο. Στόχος είναι να εκμεταλλευτούμε τη γνώση και εμπειρία του αγρότη στις πολύπλοκες γεωργικές εργασίες, αφήνοντας τη σκληρή, επίπονη, επαναλαμβανόμενη και επικίνδυνη εργασία στο ρομπότ.

Στο συγκεκριμένο έργο, η γεωργική εργασία που επιλέξαμε για να δοκιμάσουμε τη χρήση ρομποτικής τεχνολογίας είναι αυτή του ψεκασμού (εικόνα 1). Με την επιλογή αυτή στοχεύσαμε στο να απομακρύνουμε τον αγρότη από τα επικίνδυνα χημικά στα οποία εκτίθεται κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Παράλληλα, με την ακρίβεια που προσφέρει το



Εικόνα 1: Τηλεχειριζόμενο ρομπότ ψεκαστήρας σε αμπελώνια

ρομπότ στον ψεκασμό επιτυγχάνεται τόσο μείωση του ψεκαστικού διαλύματος που χρησιμοποιείται, άρα μειώνεται και το κόστος, όσο και προστασία του περιβάλλοντος καθώς χρησιμοποιούνται λιγότερα χημικά.

Ο τηλεχειρισμός του ρομπότ προϋποθέτει το σχεδιασμό και ανάπτυξη κατάλληλων διεπαφών για επικοινωνία του χρήστη (αγρότη) με το ρομπότ (user interface for human-robot interaction). Έτσι, το έργο Agrirobot επικεντρώνεται στην κατασκευή διεπαφών χρήστη, κατάλληλων για τηλεχειρισμό αγροτικών ρομπότ, επιτρέποντας στον αγρότη να ελέγχει το ρομπότ χρησιμοποιώντας διάφορες μορφές αλληλεπίδρασης.



Εικόνα 2: Διεπαφή για επικοινωνία χρήστη-ρομπότ. Περιλαμβάνει την κάμερα που δείχνει το μονοπάτι στο οποίο κινείται το ρομπότ, περιφερειακή κάμερα και κάμερα που βλέπει τα τσαμπιά που έχει να ψεκάσει.

κουμε να καταδείξουμε τα στοιχεία εκείνα που είναι αναγκαία ώστε να βελτιώσουμε την επίγνωση που χρειάζεται να έχει ο αγρότης κατά την αλληλεπίδραση του με το αγροτικό ρομπότ. Με την τεχνική αυτή – και δεδομένου ότι το ρομπότ βρίσκεται σε απομακρυσμένη από το χρήστη περιοχή – επιδιώκουμε, μέσω της διεπαφής, ο χρήστης να έχει επίγνωση της εργασίας που εκτελεί το ρομπότ, επίγνωση του περιβάλλοντα χώρου όπου βρίσκεται το ρομπότ, επίγνωση της λειτουργικής κατάστασης του ρομπότ, και επίγνωση της αποστολής που έχει να εκτελέσει.

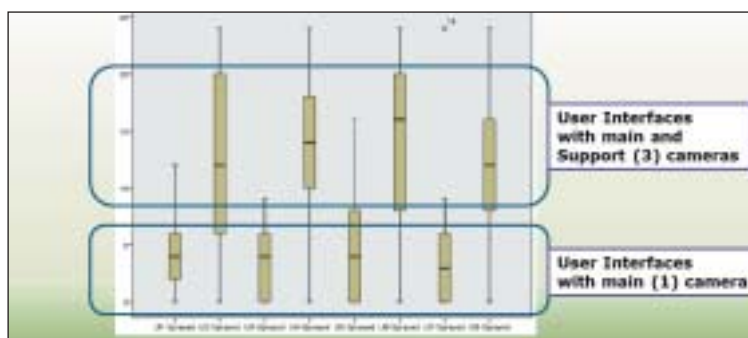
Σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν διάφορα πειράματα πεδίου στους Πειραματικούς Σταθμούς του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών. Τα πειράματα έχουν προκαταρκτικά καταδείξει ότι ένας βασικός παράγοντας στη διεπαφή μεταξύ του χρήστη και του ρομπότ είναι μια περιφερειακή άποψη του χώρου γύρω από το ρομπότ, καθώς επίσης και άποψη του χώρου μπροστά του, όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Επίσης για τη στόχευση και ψεκασμό των στόχων (π.χ. τσαμπιά σταφυλιών) χρειάζεται μια κοντινή άποψη πάνω από το ψεκαστικό. Αν παραληφθεί έστω και μια από τις τρεις απόψεις, η εργασία οδήγησης και ψεκασμού γίνεται πολύ πιο δύσκολη και με περισσότερα λάθη (εικόνα 3).

Από τα προκαταρκτικά αποτελέσματα προκύπτει ότι, ο βασικός στόχος του έργου, δηλαδή ο **τηλεχειρισμός αγροτικού ρομπότ, είναι εφικτός**. Παράλληλα μετρήθηκε και η αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα της διεπαφής χρήστη-ρομπότ που αναπτύχθηκε.

Κύριος στόχος ήταν ο καθορισμός κατάλληλων διεπαφών που θα χρησιμοποιήσει ένας αγρότης για να τηλε-χειριστεί αγροτικό ρομπότ, συμπεριλαμβανομένου της καθοδήγησης στο χωράφι και της επιλογής στόχων (π.χ. για να ψεκάσει, να κηλάξει, να μαζέψει κλπ) [1, 2].

Το τελικό αποτέλεσμα είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση διεπαφής για αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του ρομπότ που να είναι εύκολη στη χρήση, να περιορίζει το χρόνο εκμάθησης της χρήσης της, και να είναι αποδοτική και αποτελεσματική. Δεδομένου ότι ο χρήστης βρίσκεται απομακρυσμένος από το χώρο στον οποίο λειτουργεί το ρομπότ, η διεπαφή θα πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει όλη την αναγκαία πληροφορία στον αγρότη ώστε να τηλεχειριστεί το αγροτικό ρομπότ.

Μέσα από τη διαδικασία της σχεδίασης, ανάπτυξης και μελέτης των διεπαφών χρήστη-ρομπότ, επιδιώ-



Εικόνα 3: Ο μέσος αριθμός τσαμπιών που ψεκάστηκαν με διεπαφές που είχαν υποστηρικτικές κάμερες ήταν πιο υψηλός σε σχέση με τις διεπαφές που ο χρήστης είχε μόνο μία κάμερα.

[1] Adamides, G., Berenstein, R., Ben-Halevi, I., Hadzilacos, T., & Edan, Y. "User Interface Design Principles for Robotics in Agriculture: The Case of Telerobotic Navigation and Target Selection for Spraying". In Conference Proceedings of the 8th Asian Conference on Information Technology in Agriculture (AFITA 2012), Taipei 3-6 September 2012.

[2] Adamides, G., Katsanos, C., Christou, G., Xenos, M., & Hadzilacos, T. "Human-Robot Interaction in Agriculture: Usability evaluation of three input devices for spraying grape clusters". In conference proceedings of the EFITA-WCCA-CIGR Conference: Sustainable Agriculture through ICT innovation (EFITA 2013), Turin 23-27 June 2013. ■