

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Μπεκιάρης Ηρακλής  
Μεταπτυχιακός Φοιτητής**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

**Επόπτης Μεταπτυχιακής Εργασίας: Καθηγητής, Κ. Στεφανίδης**

**Δευτέρα, 14 Δεκεμβρίου 2020 , ώρα 12:00 μ.μ.**

**Τηλεδιάσκεψη ( μέσω του συστήματος e:Presence), Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών,  
Πανεπιστήμιο Κρήτης**

**Διεύθυνση μετάδοσης (url): <http://video.ucnet.uoc.gr/live/show/347>**

**Κανάλι YouTube του Τμήματος**

**[https://www.youtube.com/channel/UC7uE3QiMTQjkrpByB\\_Gnt6Q/live](https://www.youtube.com/channel/UC7uE3QiMTQjkrpByB_Gnt6Q/live)**

**“ GRETA: Έλεγχος και Διαχείριση Ευφύων Θερμοκηπίων μέσω Τεχνολογιών του Διαδικτύου και Επαυξημένης Πραγματικότητας”**

### **Περίληψη**

Η έρευνα στο κομμάτι της «Γεωργίας Ακριβείας» έχει γνωρίσει μεγάλη ακμή τα τελευταία χρόνια και έχει συμβάλει σημαντικά στην υποστήριξη ανθρώπων που ασχολούνται με τον αγροδιατροφικό τομέα, τόσο σε κλειστές (θερμοκήπια) όσο και σε ανοικτές καλλιέργειες (χωράφια). Πριν την ανάπτυξη της «Γεωργίας Ακριβείας», ο αγροτικός τομέας είχε ήδη ξεκινήσει την χρήση προοδευτικών τεχνολογιών, τις οποίες πλέον αξιοποιεί και εκμεταλλεύεται η Γεωργία Ακριβείας προς όφελος του αγροδιατροφικού τομέα. Επιπρόσθετα, η ραγδαία ανάπτυξη των Τεχνολογιών της Πληροφορικής-Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) ωφέλησαν

στο σύνολό του τον πρωτογενή τομέα σε επίπεδο αυτοματισμών, αισθητήρων, αλλά και μηχανοποίησης.

Λαμβάνοντας υπόψιν, το αναδυόμενο υπόδειγμα της Διάχυτης Νοημοσύνης, η εργασία αυτή μελετά τρόπους αλληλεπίδρασης με ήδη υπάρχοντα Ευφυή περιβάλλοντα στον τομέα της Γεωργία Ακριβείας, με στόχο την υποβοήθηση των καλλιεργητών-παραγωγών, αλλά και την βελτίωση τόσο της ποσότητας όσο και της ποιότητας των παραγόμενων αγροτικών προϊόντων. Σε αυτό το πλαίσιο, μέσα από μία ανθρωποκεντρική διαδικασία σχεδίασης, αναπτύχθηκε το σύστημα GRETA, που στοχεύει στη Διαχείριση και Επίβλεψη ενός έξυπνου θερμοκηπίου μέσω χρήσιμων και εύχρηστων εφαρμογών.

Το σύστημα GRETA παρέχει μια εφαρμογή διαδικτύου με δυνατότητα προσαρμογής (responsive web-app) για χρήση από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, αλλά και φορητές συσκευές (tablets, smartphones). Επιπλέον, παρέχει και μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality) που έχει ως στόχο την καλύτερη οπτικοποίηση των πραγματικών συνθηκών που επικρατούν μέσα στο θερμοκήπιο, και την παροχή στοχευμένης βοήθειας για τις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες που απαιτούνται μέσα σε ένα τέτοιο περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, το σύστημα εκμεταλλευόμενο την τεχνολογική υποδομή του Έξυπνου Θερμοκηπίου του ΙΠ-ΙΤΕ (π.χ. δίκτυο αισθητήρων), επιτρέπει στους χρήστες: α) να επιβλέπουν τις συνθήκες που επικρατούν μέσα και έξω από το θερμοκήπιο, β) να ελέγχουν απομακρυσμένα το μικροκλίμα του ενεργοποιώντας ή/και απενεργοποιώντας τους κατάλληλους μηχανισμούς (π.χ. actuators), γ) να ενημερώνονται συστηματικά για τους αυτοματισμούς που εκτελούνται σε αυτό (π.χ. αυτόματη απενεργοποίηση ποτίσματος), δ) να λαμβάνουν οδηγίες καλλιεργητικής φροντίδας με γνώμονα τις βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης των εκάστοτε καλλιεργειών καθώς και ε) να λαμβάνουν οδηγίες για το πως να αντιμετωπίσουν τις διάφορες ασθένειες που μπορούν να εμφανιστούν. Όλες οι παραπάνω λειτουργίες προσαρμόζονται ανάλογα με την κατηγορία χρήστη που αλληλεπιδρά με την εφαρμογή. Τα είδη χρηστών που επικεντρωθήκαμε είναι ο γεωπόνος-επιστήμονας, ο επαγγελματίας αγρότης και ο ερασιτέχνης αγρότης.

Για τον επαγγελματία αγρότη, το σύστημα παρέχει υπηρεσίες για την απομακρυσμένη επίβλεψη και διαχείριση του θερμοκηπίου, καθώς και την παροχή οδηγιών για τις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες που καλείται να εκτελέσει. Αναφορικά με τον ερασιτέχνη αγρότη, το σύστημα παρέχει υπηρεσίες προκειμένου να τον βοηθήσει να καλλιεργήσει φυτά, έστω και αν έχει μόνο βασικές γνώσεις γεωπονίας, παρέχοντας του λεπτομερείς οδηγίες ανάπτυξης καλλιεργειών καθώς και υπηρεσίες ενδοεπικοινωνίας με επαγγελματίες αγρότες ή/και γεωπόνους για περαιτέρω οδηγίες. Τέλος, το σύστημα

απευθύνεται και σε γεωπόνους, τους οποίους βοηθά στην επίβλεψη του θερμοκηπίου και των καλλιεργούμενων ειδών του (π.χ. αναλυτική εικόνα της ανάπτυξης των φυτών) καθώς την επικοινωνία με τους γεωργούς για την παροχή εξειδικευμένων οδηγιών προσαρμοσμένων στις ανάγκες της εκάστοτε καλλιέργειας (π.χ. συστάσεις καλλιεργητικής φροντίδας, εποπτεία εξέλιξης ασθενειών).

Η εργασία αυτή παρουσιάζει: (α) μια προσέγγιση για τη μελέτη της «Γεωργίας Ακριβείας» υπό το πρίσμα των ευφυών περιβαλλόντων, (β) εκτενή αναφορά σε παρόμοια συστήματα αναδεικνύοντας τα υφιστάμενα κενά τους, (γ) λεπτομερή περιγραφή της διαδικασίας σχεδίασης του συστήματος GRETA και της λειτουργικότητάς του, (δ) βήμα-προς-βήμα ανάλυση της υλοποίησής του, και (ε) καταγραφή των αποτελεσμάτων αξιολόγησης του συστήματος GRETA με τη συμμετοχή ειδικών ευχρηστίας (UX experts) στο πλαίσιο ενός «Έξυπνου Θερμοκηπίου».

**University of Crete**

**Computer Science Department**

**M.Sc. Thesis presentation / examination**

**Bekiaris Iraklis**

**Master's Thesis Supervisor: Professor, C. Stephanidis**

**Monday, 14 December 2020, 12:00 p.m**

**Teleconference (will use the e: Presence system), Computer Science Department,  
University of Crete**

**(url) : <http://video.ucnet.uoc.gr/live/show/347>**

**YouTube channel :**

**[https://www.youtube.com/channel/UC7uE3QiMTQjkrpByB\\_Gnt6Q/live](https://www.youtube.com/channel/UC7uE3QiMTQjkrpByB_Gnt6Q/live)**

**“GRETA: Employing AR and Web Technologies to Monitor and Control Intelligent Greenhouses”**

## Abstract

The increased research interest in Precision Agriculture (PA) during the past years has significantly contributed towards supporting the various stakeholders of the agri-food domain with their cultivation activities, in both open fields and greenhouses. Preceding the emergence of PA, the domain of agriculture had already explored the potential application of various technological solutions, which are now further exploited by PA for the benefit of the agri-food sector. In addition, the rapid advancements in Information and Communication Technologies (ICTs) and the emergence of the Internet of Things (IoT), have benefited the primary sector by introducing monitoring facilities via networks of sensors and increasing productivity through automations and mechanized agriculture.

Considering the emerging paradigm of Ambient Intelligence, this thesis aims to enhance the interaction between farmers and Intelligent environments in the domain of PA, in order to support the various daily activities aspiring to improve the quality and quantity of cultivated species. Towards this direction, the GRETA system was designed and developed, following a user-centered design process, permitting farmers and agronomists to monitor and control an Intelligent Greenhouse via a set of useful and usable applications.

GRETA offers a responsive web application targeting PCs and handheld devices (tablets, smartphones). Moreover, it delivers an Augmented Reality application that visualizes the greenhouse's interior conditions in a sophisticated manner and provides context-sensitive assistance regarding the cultivation activities required in such environments.

In more detail, the system interoperates with the ambient facilities of the ICS-FORTH's Intelligent Greenhouse, allowing end-users to: a) monitor the conditions inside and outside of the greenhouse; b) remotely control the state of various actuators, thus adjusting the micro-climate inside the greenhouse; c) be notified regarding the available/active automations (e.g. water pump deactivated automatically); d) be aware of the optimal conditions for their plants to grow, and receive relevant guidelines; e) be informed regarding any diseases that may occur, and get recommendations for treating the plants. The aforementioned functionality, is delivered to end-users in a personalized manner, keeping in mind the characteristics and needs of each target group (i.e. professional farmer, hobbyist farmer and production agronomist).

Regarding professional farmers, the system permits the remote control and management of the greenhouse, while offering personalized guidelines for cultivation-related tasks. Additionally, aiming to support hobbyists or inexperienced farmers, GRETA provides context-sensitive instructions for planting, caring and harvesting plants, while

streamlining communication and knowledge sharing with experienced farmers (i.e. professionals, agronomists). Lastly, the system aids agronomists by offering an overview of the greenhouse's conditions, the plants' status, development and growth, so as to support them while making suggestions to the producers towards increasing the quantity and improving the quality of agriculture products (e.g. recommendations for plant caring, disease treatment).

This thesis: (a) presents an approach for the study of the domain of PA from the perspective of intelligent environments; (b) reports on existing systems highlighting their shortcomings and the potential for improvements; (c) describes the adopted design methodology and the functionality of GRETA; (d) analyses step-by-step the current implementation; and (e) documents the results of a series of expert-based evaluation in the context of an Intelligent Greenhouse.