

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Στεφανίδα Ζηνοβία  
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

**Επόπτης Μεταπτυχιακής Εργασίας: Αναπλ. Καθηγητής, Γ. Παπαγιαννάκης**

**Δρ. Γεώργιος Μαργέτης & Δρ. Σταυρούλα Ντοά (Επιβλέποντες)**

**Τρίτη, 19/10/2021, ώρα 10:00 π.μ.**

**Join Zoom Meeting**

**<https://zoom.us/j/95173144569>**

**“Βελτιστοποίηση, σε πραγματικό χρόνο, Προσαρμοστικών Διεπαφών Χρήστη που λαμβάνουν υπόψιν το Πλαίσιο Χρήσης, για επαυξημένη Επίγνωση της Κατάστασης”**

### **Περίληψη**

Οι Διεπαφές Χρήστη (User Interfaces – UIs, εφεξής ΔΧ) αποτελούν το σημαντικότερο μέσο αλληλεπίδρασης με υπολογιστικά συστήματα και εφαρμογές. Ο σχεδιασμός κατάλληλων, φιλικών προς τον χρήστη ΔΧ δημιουργεί πολλές προκλήσεις, δεδομένης της ετερογένειας των δυνητικών χρηστών και του πλαισίου χρήσης. Αυτή η ποικιλία δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με μια ενιαία προσέγγιση, αλλά μέσω προσαρμογής της ΔΧ έτσι ώστε να εξατομικευτεί για τον τρέχοντα χρήστη και το τρέχον πλαίσιο χρήσης. Υφιστάμενες προσεγγίσεις επικεντρώνονται κυρίως στην προσαρμογή της ΔΧ κατά τον σχεδιασμό, ή εφάπαξ κατά την εκκίνηση της

αλληλεπίδρασης, σε αντίθεση με τη συνεχή προσαρμογή της ΔΧ, σε πραγματικό χρόνο, με βάση την τρέχουσα κατάσταση. Ωστόσο, οι ΔΧ χρησιμοποιούνται στις μέρες μας όλο και περισσότερο σε διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες, όπως για παράδειγμα σε εφαρμογές για κινητές συσκευές και Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR), απαιτώντας πιο δυναμικές προσεγγίσεις.

Η πλειοψηφία των ερευνητικών προσεγγίσεων σχετικά με *προσαρμοστικά* (adaptive) γραφικά περιβάλλοντα Διεπαφών Χρήστη (Graphical User Interfaces - GUIs) αφορά κυρίως στη «χειρωνακτική» ανάπτυξη κανόνων και ευρετικών τεχνικών. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η Συνδυαστική Βελτιστοποίηση έχει αναδειχθεί ως ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για την υπολογιστική παραγωγή και προσαρμογή γραφικών ΔΧ, παρέχοντας έναν συνεκτικό φορμαλισμό για τη διαμόρφωση και την ανάλυση σχεδιαστικών αποφάσεων. Γενικά, η μέθοδος αυτή αντιμετωπίζει την προσαρμογή και τη δημιουργία της ΔΧ ως πρόβλημα βελτιστοποίησης, καθορίζοντας περιορισμούς και μεγιστοποιώντας (ή ελαχιστοποιώντας) μια αντικειμενική συνάρτηση που αντιπροσωπεύει τον στόχο της ΔΧ, για παράδειγμα, μεγιστοποιώντας τη χρησιμότητα της ΔΧ, ή ελαχιστοποιώντας την «προσπάθεια» του χρήστη. Παρόλα αυτά, στις υφιστάμενες προσεγγίσεις, οι παράμετροι του προβλήματος βελτιστοποίησης καθορίζονται με «χειρωνακτικό» τρόπο ή είναι στατικές και δεν αντικατοπτρίζουν τις μεταβολές που επισυμβαίνουν σε πραγματικό χρόνο στο τρέχον πλαίσιο ρήσης. Επιπλέον, διαφορετικοί τύποι προβλημάτων σχεδιασμού μιας δεδομένης ΔΧ, όπως η επιλογή των στοιχείων μιας γραφικής ΔΧ και η διάταξή τους, λύνονται ξεχωριστά και ανεξάρτητα.

Ένα βασικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό μιας ΔΧ σε πολλούς τομείς εφαρμογών, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η αεροπλοΐα και οι ένοπλες δυνάμεις, είναι η Επίγνωση της Κατάστασης (ΕΚ), η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των κινδύνων και στην ασφάλεια. Αναφέρεται στην ανθρώπινη αντίληψη και κατανόηση του περιβάλλοντος και της τρέχουσας κατάστασης, καθώς και στην ικανότητα πρόβλεψης του πώς θα εξελιχθούν. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, προτείνεται μια καινοτόμα υπολογιστική προσέγγιση για τη δυναμική προσαρμογή των ΔΧ, η οποία στοχεύει στην ενίσχυση της ΕΚ των χρηστών, αξιοποιώντας τη γνώση των τρεχουσών συνθηκών και παρέχοντας τις πιο χρήσιμες (κατάλληλες) πληροφορίες, με βέλτιστο και αποτελεσματικό τρόπο. Συνδυάζοντας την Οντολογική μοντελοποίηση και συλλογιστική με τη Συνδυαστική Βελτιστοποίηση, το σύστημα αποφασίζει ποιές πληροφορίες να παρουσιάσει, πότε να τις παρουσιάσει, πού να τις απεικονίσει στην οθόνη και πώς, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες που αφορούν τις συνθήκες χρήσης καθώς και τους περιορισμούς τοποθέτησης στην οθόνη παρουσίασης. Ο κύριος στόχος της προτεινόμενης προσέγγισης είναι να βελτιστοποιηθεί η ΕΚ που σχετίζεται με την απεικονιζόμενη ΔΧ κατά την εκτέλεση, αποφεύγοντας παράλληλα την υπερφόρτωση του χρήστη με πληροφορίες και το συναφώς προκαλούμενο άγχος. Στο πλαίσιο αυτό, αντίθετα με υφιστάμενες προσεγγίσεις, παράμετροι του προβλήματος βελτιστοποίησης συνάγονται δυναμικά, βάση της τρέχουσας κατάστασης. Επιπρόσθετα, τα σχεδιαστικά προβλήματα της επιλογής των στοιχείων μιας γραφικής ΔΧ και της διάταξής τους λύνονται ταυτόχρονα, αξιοποιώντας αλληλοσυσχετίσεις.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία είναι γενικής χρήσης, εφαρμόσιμη σε διαφορετικές πλατφόρμες και τομείς, συμπεριλαμβανομένων επιτραπέζιων, κινητών και Εκτεταμένης Πραγματικότητας

εφαρμογών, για ποικίλους δυνητικούς τελικούς χρήστες. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, εφαρμόσαμε την προτεινόμενη υπολογιστική προσέγγιση στην περίπτωση χρήσης ενός συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας για Αστυνομικούς. Προκειμένου να εξαχθούν οι απαιτήσεις των χρηστών και να μοντελοποιηθεί ο συγκεκριμένος τομέας εφαρμογής, οργανώθηκαν σεμινάρια συνδημιουργίας με τελικούς χρήστες, που έδωσαν τη δυνατότητα της απόκτησης πληροφοριών για παράγοντες του πλαισίου χρήσης που επηρεάζουν την ΕΚ των Αστυνομικών, καθώς και του προσδιορισμού των γραφικών στοιχείων της ΔΧ που αυξάνουν την ΕΚ κατά τη διάρκεια της αστυνόμευσης σε διαφορετικές εργασίες και για διαφορετικές συνθήκες χρήσης. Για να διερευνηθούν τα οφέλη και οι περιορισμοί του συστήματος που αναπτύχθηκε, πραγματοποιήθηκαν δύο αξιολογήσεις. Η πρώτη ήταν μια εμπειρική αξιολόγηση με εμπειρογνώμονες Αστυνομικούς καθώς και ειδικούς σε θέματα Εμπειρίας Χρήστη (User Experience – UX), οι οποίοι αξιολόγησαν την καταλληλότητα των αποφάσεων του συστήματος. Η δεύτερη ήταν μια αξιολόγηση με τελικούς χρήστες που περιελάμβανε Αστυνομικούς από διαφορετικούς οργανισμούς, και αποσκοπούσε στην εκτίμηση της ΕΚ, του νοητικού φόρτου εργασίας και της γενικής Εμπειρίας Χρήστη αναφορικά με το σύστημα, μέσω μιας προσομοίωσης Επαυξημένης Πραγματικότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα βελτιώνει την παρατηρούμενη και την αντιληπτή ΕΚ χρήστη, κατά 9,25% και 25,63% αντίστοιχα.

**University of Crete**

**Computer Science Department**

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

**Stefanidi Zinovia**

**Master's Thesis Supervisor: Associate Professor, G. Papagiannakis**

**Dr. George Margetis & Dr. Stavroula Ntoa (Co-Advisors)**

**Tuesday 19 /10/2021, 10:00 a.m.**

**Join Zoom Meeting**

**<https://zoom.us/j/95173144569>**

# “Real-time Optimization of Context-Aware Adaptive User Interfaces, for Enhanced Situational Awareness”

## Abstract

User Interfaces (UIs) constitute the prominent means for interacting with computing systems and applications. Designing suitable, user-friendly UIs poses a multitude of challenges, given the heterogeneity of potential users and contexts of use. This variability cannot be handled by a one-size-fits-all approach, but needs to be addressed by adapting the UI so that it is tailored to the current user and context. Existing approaches are mainly focused on design-time or one-off adaptation of the UI at startup, as opposed to real-time continuous adaptation based on the current situation. However, UIs are nowadays increasingly being used in continuously changing contexts, such as in mobile and Extended Reality (XR) applications, calling for more dynamic approaches.

The majority of research approaches regarding adaptive Graphical User Interfaces (GUIs) is primarily concerned with the development of handcrafted rule sets and heuristics. Albeit in recent years, Combinatorial Optimization has emerged as a powerful and flexible tool for the computational generation and adaptation of GUIs, providing a coherent formalism for expressing and analyzing design decisions. In general, this method treats interface adaptation and generation as an optimization problem, by defining constraints and maximizing (or minimizing) an objective function that represents the goal of the UI, for instance, maximizing the interface’s usability, or minimizing user effort. However, in existing approaches, the parameters of the optimization problem are manually specified or static, and do not reflect run-time changes in the current context of use. In addition, different types of design problems in a given UI, such as the selection of its GUI components and its layout, are solved separately and independently.

A key UI design consideration in many application domains, such as healthcare, aviation and the military, is Situational Awareness (SA), playing a major role in risk management and safety. It refers to the human perception and understanding of the environment and the current situation, as well as the human ability to predict how they will evolve. In this work, a novel computational approach for the dynamic adaptation of UIs is proposed, which aims at enhancing the SA of users by leveraging the current context and providing the most useful information, in an optimal and efficient manner. By combining Ontology modeling and reasoning with Combinatorial Optimization, the system decides *what* information to present, *when* to present it, *where* to visualize it in the display - and *how*, taking into consideration contextual factors as well as placement constraints. The main objective of the proposed approach is to optimize the SA associated with the displayed UI *at run-time*, while avoiding information overload and induced stress. In this respect, contrary to existing approaches, parameters of the optimization problem are dynamically inferred, based on the current situation. Additionally, the design problems of GUI component selection and UI layout are solved simultaneously, exploiting interrelationships.

Our proposed methodology is general-purpose, applicable to different platforms and domains, including desktop, mobile and XR applications, for a variety of potential end-users. In the context of this work, we have deployed our computational approach to the use case of an Augmented Reality (AR) system for Law Enforcement Agents (LEAs). In order to extract user requirements and model our application domain, co-creation workshops with end-users have been organized, gaining insights into context factors that impact the SA of LEAs, and identifying GUI components that would increase their SA during policing in different tasks and contexts. To explore the benefits and limitations of the developed system, two evaluations have been conducted. The first one was an expert-based evaluation with LEAs and User Experience (UX) experts, assessing the appropriateness of the system's decisions. The second one was a user-based evaluation involving LEAs from different agencies, estimating the SA, the mental workload and the overall UX associated with the system, through an AR simulation. The results indicate that the system improves the observed and perceived user SA, by 9.25% and 25.63% respectively.

