

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ:** Ηλεκτρονικής και Υπολογιστών (Η.Υ.)

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ:** Διαδραστικών Τεχνολογιών

**«Σχεδίαση εξωτερικού ελεγκτή για τον έλεγχο περιβάλλοντος εκτεταμένης πραγματικότητας»**

**«Design of external controller for interaction with extended reality environments»**

**Διπλωματική Εργασία**

του

Παπαδούλη Γεωργίου

Αριθμός Μητρώου: 1020865

Αριθμός Διπλωματικής Εργασίας: (1020865 / 2022)

Επιβλέπων : Νικόλαος Αβούρης

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2022

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ**

Πιστοποιείται ότι η Διπλωματική Εργασία με θέμα

**«Σχεδίαση εξωτερικού ελεγκτή για τον έλεγχο περιβάλλοντος εκτεταμένης πραγματικότητας»**

**«Design of external controller for interaction with extended reality environments»**

Του φοιτητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Παπαδούλη Γεωργίου

Αριθμός Μητρώου: 1020865

Παρουσιάστηκε δημόσια και εξετάστηκε στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών στις

…….. / …….. / ……..

Ο Επιβλέπων Ο φοιτητής Ο Διευθυντής του Τομέα

Αβούρης Νικόλαος Παπαδούλης Γεώργιος Παλιουράς Βασίλειος

Καθηγητής Καθηγητής

# Ευχαριστίες

# Περίληψη

# Abstract

# Περιεχόμενα

[Ευχαριστίες I](#_Toc112008090)

[Περίληψη II](#_Toc112008091)

[Abstract III](#_Toc112008092)

[Περιεχόμενα IV](#_Toc112008093)

[Πρόλογος - 1 -](#_Toc112008094)

[Κεφάλαιο 1 – Θεωρητικό & Τεχνολογικό Υπόβαθρο - 2 -](#_Toc112008095)

[1.1 Εκτεταμένη Πραγματικότητα - 2 -](#_Toc112008096)

[1.1.1 Εικονική Πραγματικότητα - 2 -](#_Toc112008097)

# Κατάλογος Σχημάτων

[ΕΙΚΟΝΑ 1 Πραγματικό - εικονικο συνεχες - milgram et al.'s continuum - 2 -](#_Toc114602963)

# Πρόλογος

Η εικονική, επαυξημένη και εκτεταμένη πραγματικότητα είναι πεδία τα οποία τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται με γοργούς ρυθμούς. Έχουν σχεδιασθεί και αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες που υλοποιούν τα παραπάνω πεδία, από *HMDs* που τοποθετούνται στο κεφάλι στα πιο απλά καθημερινά έξυπνα κινητά και τάμπλετ. Μάλιστα, η βελτίωση είναι εμφανής και από τη μεριά της προσβασιμότητας και της ταχύτητας, καθώς συνεχώς γίνεται φθηνότερη η παραγωγή καλύτερου υλικού και αναπτύσσονται περισσότερο αποδοτικοί αλγόριθμοι και λογισμικό.

Παρατηρούμε λοιπόν τη χρήση αυτών των τεχνολογιών σε διάφορους τομείς. Εφαρμογές εκπαίδευσης, προσομοίωσης, περιήγησης σε περιβάλλοντα ενδιαφέροντος – λόγου χάριν, πολιτισμικά – καθώς και βιντεοπαιχνίδια είναι κάποια παραδείγματα όπου η εικονική, επαυξημένη και εκτεταμένη πραγματικότητα προσφέρουν μια πιο ολοκληρωμένη, πιο κοντά στον άνθρωπο εμπειρία.

Συγκεκριμένα, η παρούσα διπλωματική ασχολείται περισσότερο με το πεδίο της εκτεταμένης πραγματικότητας, όπου ο χρήστης καλείται να περιηγηθεί και αλληλεπιδράσει με ένα εικονικό περιβάλλον το οποίο όμως συνυπάρχει με τον πραγματικό κόσμο.

Ένα εύλογο ερώτημα που προκύπτει είναι το εξής: «Τι τρόπους / μηχανισμούς αλληλεπίδρασης θα προσφέρω στο χρήστη μίας συσκευής εκτεταμένης πραγματικότητας;» Συνηθέστερα, η αλληλεπίδραση γίνεται είτε με κάποιον ενσωματωμένο ελεγκτή – φωνητική εντολή, αναγνώριση χειρονομιών, εντοπισμός χεριού, εντοπισμός βλέμματος, εντοπισμός κεφαλής – είτε με κάποιο εξωτερικό ελεγκτή / χειριστήριο. Η πρώτη περίπτωση έχει το πλεονέκτημα λιγότερου υλικού, άρα και φθηνότερης υλοποίησης, με περιορισμούς το πεδίο όρασης της συσκευής και την υπολογιστική της ισχύ. Η δεύτερη περίπτωση αυξάνει το κόστος, αλλά προσφέρει έναν επιπλέον μηχανισμό ο οποίος επεκτείνει τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη, καθώς και τη συνολική ευρωστία του συστήματος.

Ως μια λύση του υψηλότερου κόστους της χρήσης εξωτερικού ελεγκτή, καθώς και μία συσκευή πειραματισμού για διάφορους τρόπους ελέγχου της εκτεταμένης πραγματικότητας, προτείνεται το κινητό τηλέφωνο που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Πλέον, τα κινητά ή έξυπνα τηλέφωνα αποτελούν ισχυρούς υπολογιστές και προσφέρουν πολλές δυνατότητες επέκτασης της αλληλεπίδρασης με ένα εξωτερικό σύστημα.

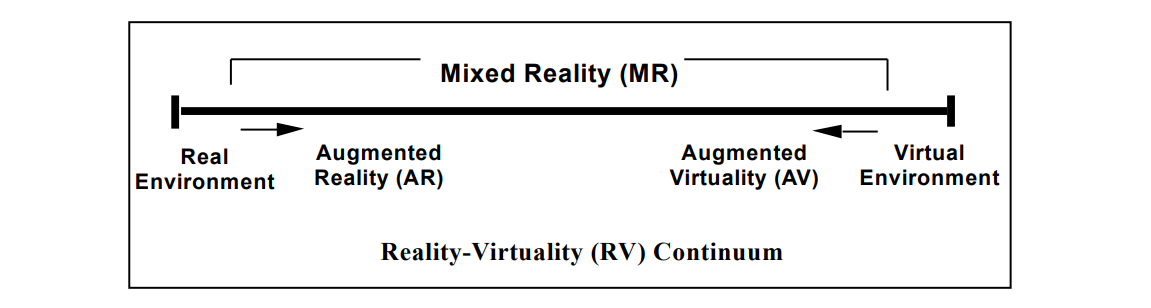
Αυτός είναι και ο σκοπός αυτής της διπλωματικής. Το *HMD* που χρησιμοποιείται στη διπλωματική είναι το *Microsoft Hololens 2* · αν και ο κώδικας επί το πλείστον λειτουργεί και στο *Hololens 1*. Παρουσιάζεται λοιπόν μία προσπάθεια επέκτασης του χειρισμού και της αλληλεπίδρασης που προσφέρει το *Hololens* χρησιμοποιώντας ως εξωτερικό χειριστήριο ένα καθημερινό έξυπνο τηλέφωνο. Επιπλεόν, θα εξετάσουμε κατά πόσο είναι δυνατή η μετατροπή του κινητού σε ένα *6DOF Controller*, καθώς και τι άλλες δυνατότητες μπορεί να προσφέρει το κινητό μέσω της οθόνης αφής.

Τέλος, μέσω ενός απλού πειράματος θα συγκρίνουμε μία αλληλεπίδραση που εισαγάγαμε χρησιμοποιώντας την αναπτυχθείσα βιβλιοθήκη (*framework*) με τον εσωτερικό (*native*) τρόπο αλληλεπίδρασης.

# Κεφάλαιο 1 – Θεωρητικό & Τεχνολογικό Υπόβαθρο

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα διάφορα θεωρητικά και τεχνολογικά εργαλεία που απαιτούνται για την κατανόηση και ολοκλήρωση του σκοπού της διπλωματικής εργασίας. Καταρχάς, γίνεται μια αναφορά στα πεδία της εικονικής, επαυξημένης και εκτεταμένης πραγματικότητας, καθώς και συσκευές που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση τους. Ακολουθεί συνοπτική ανάπτυξη χρήσιμων μαθηματικών περιγραφής τρισδιάστατου χώρου, μία νύξη στην Επεξεργασία Εικόνας καθώς και επεξηγούνται οι όροι *Visual Inertial Odometry* – *Simultaneous Localization and Mapping*, βασικοί όροι για την κατανόηση της εσωτερικής λειτουργίας μιας εκ των αναφερθέντων συσκευών. Στη συνέχεια, καταγράφονται τα διάφορα είδη ελεγκτών / χειριστηρίων για τις συσκευές αυτές και ο τρόπος αλληλεπίδρασης που προσφέρουν. Έπειτα, αναφερόμαστε συγκεκριμένα στο *Hololens 2* και τους μηχανισμούς αλληλεπίδρασής του. Τέλος, αναφέρονται τα διάφορα περιβάλλοντα ανάπτυξης της λύσης που προτείνεται στη διπλωματική ·To (Η) Unity και το Visual Studio.

## Εκτεταμένη Πραγματικότητα



ΕΙΚΟΝΑ 1 Πραγματικό - εικονικο συνεχες - milgram et al.'s continuum

Η εκτεταμένη πραγματικότητα αποτελεί μία έννοια που περικλείει την εικονική, την επαυξημένη και τη μικτή πραγματικότητα, καθώς και των ενδιάμεσων αυτών περιοχών. Εντούτοις, αποτελεί ένα υπερσύνολο των παραπάνω, με όρια από το «πλήρως αληθινό» στο «πλήρως εικονικό», όπως προτάθηκε από τον Paul Milgram κατά τα πλαίσια του «πραγματικού-εικονικού συνεχούς» (*Reality-Virtuality Continuum*) [2], [3] (Εικ. 1).

Η ενότητα αυτή εστιάζει στα υποσύνολα της εκτεταμένης πραγματικότητας – εικονική, επαυξημένη και μεικτή - καθώς και στην καλύτερη αποσαφήνιση μεταξύ της επαυξημένης και μεικτής πραγματικότητας, έννοιες που πολλές φορές χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα.

### Εικονική Πραγματικότητα (*VR*)

Η εικονική πραγματικότητα , σε αντίθεση με την επαυξημένη και τη μεικτή είναι καλώς ορισμένη. Ως εικονική πραγματικότητα ορίζουμε «μία προσομοιωμένη εμπειρία ή οποία μπορεί να είναι παρόμοια ή τελείως διαφορετική σε σύγκριση με τον πραγματικό κόσμο» [4]. Χαρακτηριστικά της, μεταξύ άλλων, είναι η πλήρης εμβύθιση στον εικονικό κόσμο καθώς και η περιήγηση απομακρυσμένων περιοχών σε σχέση πάντα με την τοποθεσία του χρήστη. Επιπλέον, πολλοί υποστηρίζουν πως η χρήση ενός *HMD* είναι αναγκαία ώστε να θεωρηθεί η εμπειρία εικονική, έναντι ενός απλού τρισδιάστατου βίντεο [1].

Η εικονική πραγματικότητα έχει εφαρμογή σε διάφορους τομείς:

* Στην εκπαίδευση ιατρικού προσωπικού και τη βοήθεια επανένταξης ασθενών, μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων προσομοιώσεων. Επιπλέον, στην επέκταση της διαδικασίας της διάγνωσης ενός ασθενούς. [5], [6]
* Στη διασκέδαση και στην ψυχαγωγία, μέσω διάφορων βιντεοπαιχνιδιών. [7], [8]
* Στην εκπαίδευση ως εναλλακτική τεχνική εκμάθησης ή βελτίωση υπαρχόντων τεχνικών. [9]

### Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η επαυξημένη πραγματικότητα διαφέρει αισθητά από την εικονική. Αποτελεί

Ακαδημαϊκά φαίνεται να μην είναι καλά ορισμένη [1], [2] , γεγονός που επαληθεύεται από την ταύτισή της – σε μερικές περιπτώσεις – με την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας.

# Βιβλιογραφία

[1] M. Speicher, B. Hall, and M. Nebeling, “What is Mixed Reality?,” May 2019. https://doi.org/10.1145/3290605.3300767

[2] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, and F. Kishino, “Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum,” *Telemanipulator Telepresence Technol.*, vol. 2351, Jan. 1994, https://doi.org/10.1117/12.197321

[3] “Extended reality,” *Wikipedia*. Sep. 18, 2022. Accessed: Sep. 21, 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Extended\_reality&oldid=1110892164

[4] “Virtual reality,” *Wikipedia*. Sep. 13, 2022. Accessed: Sep. 21, 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtual\_reality&oldid=1110016947

[5] M. Javaid and A. Haleem, “Virtual Reality applications toward medical field,” *Clin. Epidemiol. Glob. Health*, vol. 8, Dec. 2019, https://doi.org/10.1016/j.cegh.2019.12.010

[6] H. O. Barros, M. M. Soares, E. L. R. Filho, W. Correia, and F. Campos, “Virtual Reality Immersion: An Important Tool for Diagnostic Analysis and Rehabilitation of People with Disabilities,” *Lect. Notes Comput. Sci.*, pp. 337–344, 2013.

[7] “Half-Life: Alyx,” *Half-Life*. https://www.half-life.com/en/alyx (accessed Sep. 21, 2022).

[8] L. digital studio, “Beat Saber - VR rhythm game.” https://www.beatsaber.com/ (accessed Sep. 21, 2022).

[9] H. Luo, G. Li, Q. Feng, Y. Yang, and M. Zuo, “Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019,” *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 37, no. 3, pp. 887–901, 2021, https://doi.org/10.1111/jcal.12538